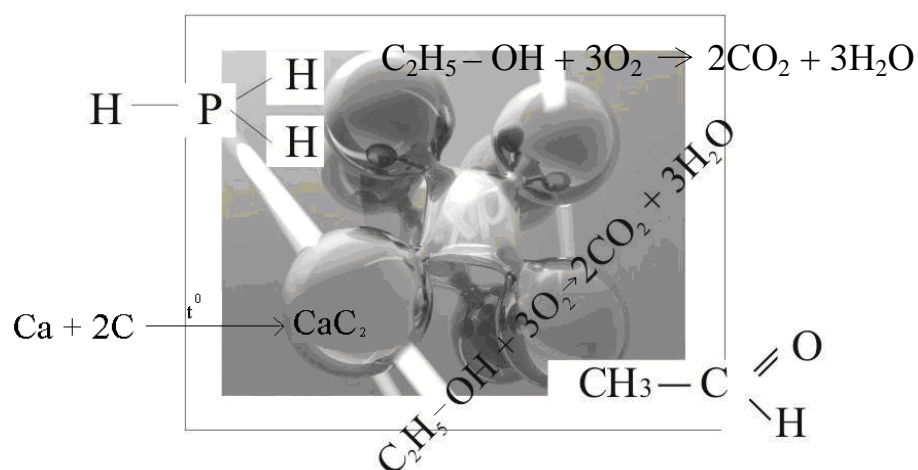


Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве

Материалы
*IX Международной научно-технической
интернет-конференции*



Харьков – 2010

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ХАРЬКОВСКОЕ ОБЛАСТНОЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ
ОТДЕЛЕНИЕ АКАДЕМИИ СТРОИТЕЛЬСТВА УКРАИНЫ
ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАСТМАСС
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И
ГОРОДСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Материалы
IX Международной научно-технической
интернет-конференции

25 ноября - 25 декабря 2009 г.

г. Харьков

Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве: Материалы IX Международной научно-технической интернет - конференции. — Харьков: ХНАГХ, 2010. — 142 с.

Рассматриваются вопросы применения пластмасс в строительстве и городском хозяйстве, расчет и исследование строительных конструкций с применением пластмасс и полимеров, теплостойкость, горючесть и пожаробезопасность пластмасс и полимерных материалов.

Сборник тезисов представляет интерес для специалистов строительных предприятий и жилищно-коммунального хозяйства, научных работников, аспирантов, студентов, а также всех, кто интересуется вопросами применения полимерных материалов и пластмасс в строительстве и городском хозяйстве.

Редакционная коллегия: Авраменко В.Л., канд. техн. наук, проф. (Украина); Гончаренко Д.Ф., д-р техн. наук, проф. (Украина); Жданюк В.К., д-р техн. наук, проф. (Украина); Золотов М.С., канд. техн. наук, проф. (Украина); Иоан Сава, д-р наук, проф. (Румыния); Кароль Поточек, д-р инж., (Словакия); Меньлюк А.И., д-р техн. наук, проф. (Украина); Орлов В.А., д-р техн. наук, проф. (Украина); Петухов А.Д., д-р техн. наук, проф. (Украина); Фам Минь Ха, канд. техн. наук (Вьетнам); Пичугин А.П., д-р техн. наук, проф. (Российская Федерация); Шутенко Л.Н., д-р техн. наук, проф. (Украина); Яковлева Р.А., д-р техн. наук, проф. (Украина).

СЕКЦИЯ 1

СТРУКТУРА, ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛАСТМАСС И ПОЛИМЕРОВ, А ТАКЖЕ МАТЕРИАЛОВ С ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ

ВЫСОКОНАПОЛНЕННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ ОРГАНОФИЛЬНОГО БЕНТОНИТА

Гукасян С.Ж., канд. техн. наук, **Григорян Г.Г.**, канд. экон. наук,
Сейранян А.А., канд. техн. наук, **Мкртчян А.Р.**

*Ереванский государственный университет архитектуры
и строительства*

0009, Армения, г. Ереван, ул. Теряна, 105

E-mail: science@ysuac.am

Задача создания высоконаполненных композитов строительного назначения стала разрешимой с разработкой методов органофилизации поверхности частиц минеральных наполнителей [1].

При модификации поверхности наполнителей растет сродство на границе раздела полимерного связывающего и минерального компонента, вследствие чего существенно улучшаются прочностные свойства композитов, а также становится возможным значительное повышение их содержания в материале [2].

В условиях Армении весьма перспективно исследование в качестве наполнителя полимерных композитов бентонита Иджеванского месторождения.

Один из широко известных и доступных способов органофилизации поверхности наполнителей минерального происхождения – модификация поверхности частиц кислотами жирного ряда [1].

В данной работе исследованы прочностные свойства поливинилхлоридных композиций, наполненных бентонитом, модифицированным жирными кислотами – стеариновой, олеиновой, линоленовой. Степень модификации варьировалась от 0,1 до 1,0 масс.%. Использовался бентонит с влажностью не более 0,5 масс.% и размером частиц менее 50 мкм.

Модификация органическими кислотами осуществлялась из спиртсэфирного раствора соотношением этанол: серный эфир – 1:4. Процесс осуществлялся в роторном испарителе при непрерывном перемешивании, отгоняя растворитель.

Фракционный состав наполнителя приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Фракционный состав Иджеванского бентонита
(меньше 50 мкм)*

Фракция	Среднечисловое содержание, %
2 мкм	0,5
2-5 мкм	48
5-10 мкм	32
10-20 мкм	17
20-50 мкм	2,5

* Измерения проводились с помощью микроскопа МИН-8, снабженного измерительной сеткой

Далее, бентонит, прошедший модификацию, смешивался с порошком поливинилхлорида марки ПВХ-С 63М, стабилизированного стеаратом кальция и основным карбонатом свинца. Смешивание осуществляли в смесителе, снабженном центробежной тарелкой и ножом, обеспечивающими эффективное смешивание смеси. Продолжительность всего цикла смешивания составляла 20-25 мин. После смешивания масса загружалась в прессформу. Прессование образцов осуществлялось при температуре 130°C в течение 5 мин., давление прессования – 250 кг/см². После охлаждения прессформы до 40-60°C давление сбрасывалось. Полученные образцы подвергались физико-механическим испытаниям, результаты которых приведены на рис. 1, 2, 3.

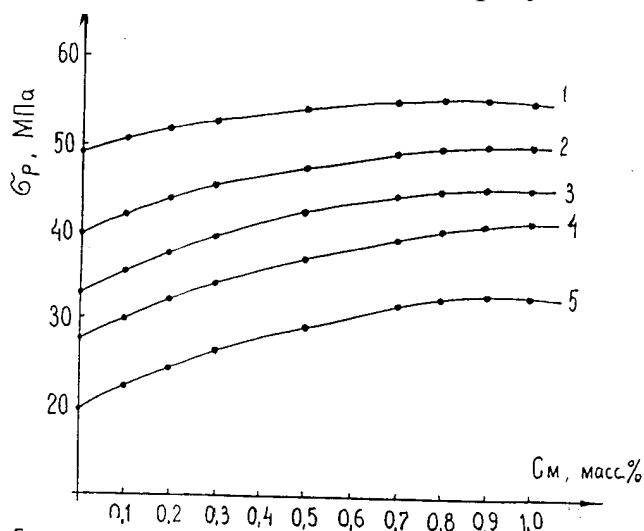


Рис. 1 – Зависимость прочности от степени модификации (в масс. %) бентонита при растяжении композитов на основе ПВХ и бентонита, модифицированного стеариновой кислотой. Степень наполнения (масс. %) в композиции: (1) – 10; (2) – 20; (3) – 30; (4) – 50; (5) – 60

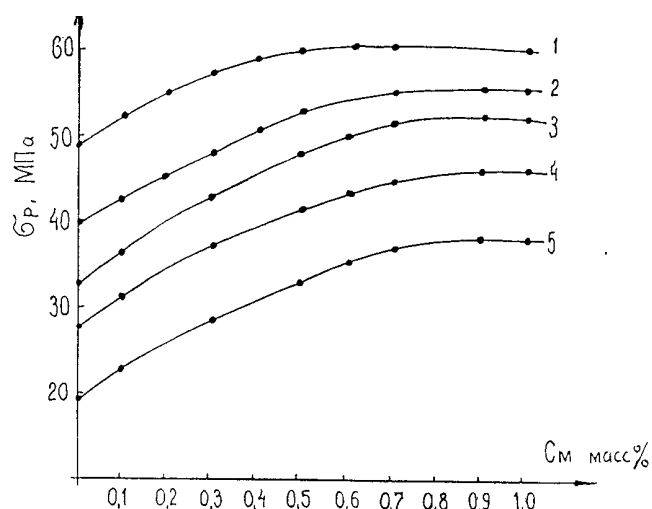


Рис. 2 – Зависимость прочности от степени модификации (в масс. %) бентонита при растяжении композитов на основе ПВХ и бентонита, модифицированного олеиновой кислотой. Степень наполнения (масс. %) в композиции: (1) – 10; (2) – 20; (3) – 30; (4) – 50; (5) – 60

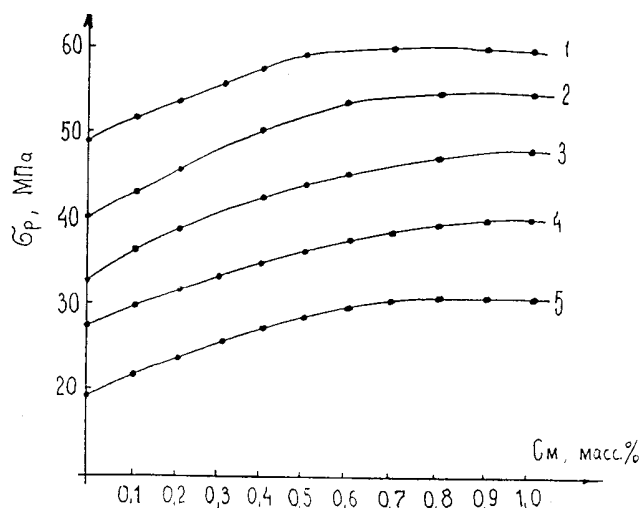


Рис. 3 – Зависимость прочности от степени модификации (в масс. %) бентонита при растяжении композитов на основе ПВХ и бентонита, модифицированного линоленовой кислотой. Степень наполнения (масс. %) в композиции: (1) – 10; (2) – 20; (3) – 30; (4) – 50; (5) – 60

Сравнение данных, приведенных на рис. 1, 2, 3, показывает, что во всем исследованном диапазоне степеней наполнения увеличение содержания бентонита приводит к снижению прочности при растяжении. Органофилизация поверхности частиц минерального наполнителя органическими кислотами улучшает прочность композиций, особенно при высоких степенях наполнения. Так, при 60%-ном наполнении прочность композиций, содержащих модифицированный бентонит, в сравнении с немодифицированным наполнителем, повышается в случае стеариновой кислоты на 66,7%, олеиновой – 92,3%, линоленовой – 56,4%.

Данные о повышении прочности при разрыве исследуемых композиций приведены в таблице 2. Анализ этих результатов показывает, что при низких степенях наполнения (10 и 20 масс.%) олеиновая и линоленовая кислоты проявляют себя лучшими модификаторами в сравнении со стеариновой кислотой. Очевидно, это связано с различным агрегатным состоянием свободных жирных кислот: стеариновая кислота твердая, олеиновая и линоленовая кислоты – маслянистые жидкости.

Таблица 2 – Увеличение прочности композиций ПВХ

Степень наполнения, масс. %	Модификатор *		
	Стеариновая кислота	Олеиновая кислота	Линоленовая кислота
10	12,2	21,2	20,2
20	25,0	37,5	36,2
30	38,5	58,5	46,1
50	50,1	65,4	45,4
60	66,7	92,3	56,4

* Степень модификации 1 масс. % от бентонита

Иная картина наблюдается в высоконаполненных композициях. При степенях наполнения 50 и 60 масс.% наилучший модификатор – олеиновая кислота, худший – линоленовая (см. табл. 2). По всей вероятности это обусловлено структурными изменениями, происходящими в модифицирующем слое при приготовлении смеси и прессовании композиционного материала при высоких температурах. В этих условиях линоленовая (9, 12, 15 – октадекантриеновая) кислота легко полимеризуется, образуя на поверхности бентонита слой жесткого трехмерного полимера, в отличие от стеариновой и олеиновой кислот. Прочность же композитов обусловлена, в основном, именно свойствами граничного слоя [3].

Таким образом, в результате исследования композиций ПВХ, наполненных бентонитом, показано, что предварительная модификация поверхности частиц наполнителя жирными кислотами позволяет существенно улучшить прочность высоконаполненных материалов. При этом предпочтение следует отдать олеиновой кислоте, модификация которой позволяет увеличить прочность высоконаполненной композиции (60 масс.%) почти вдвое в сравнении с немодифицированным бентонитом.

1. Злобина В. А., Барутенок Р. Н. Модификация наполнителей для термопластов. – М., НИИТЭХ, 1977. – 31 с.

2. Гукасян С. Ж. Строительные отделочные высоконаполненные композиционные материалы на основе отходов производства туфового камня, автореферат канд. диссертации. Ер., 1997.

3. Липатов Ю. С. Физическая химия наполненных полимеров. – М., Химия, 1977. – 304 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕКСТРУДОВАНИХ ПІНОПОЛІМЕРІВ

Петухов А.Д., *д-р техн. наук, проф.*, **Лукашова В.В.**, *канд. техн. наук*,
Зубрій О.Г., *канд. техн. наук*

Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ

03056, Україна, м. Київ, просп. Перемоги, 37

E-mail: jakvik@ukr.net

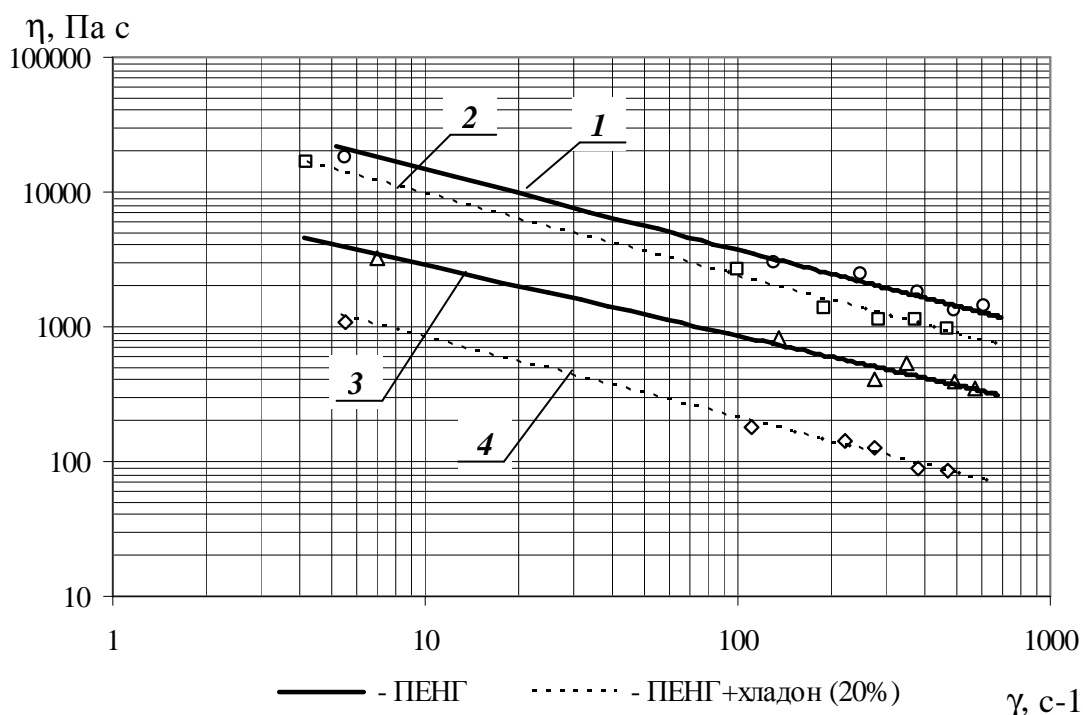
Порівняльний аналіз методів виготовлення спінених полімерів вказує на доцільність їх отримання екструзійним методом, переваги якого полягають у використанні енергії дисипації, безперервності процесу, можливості переробки відходів виробництва, здатності виготовляти вироби із заданими властивостями.

При виготовленні піноматеріалів екструзійним методом фізичного спінювання спінювальний агент вводиться в циліндр екструдера. Типовими фізичними спінювальними агентами є низькокиплячі рідини (фторвуглеводні, ізобутан, пентан тощо). Після подальшого змішування у каналі черв'яка, за

допомогою відповідної формуючої головки маса формується у виріб (профіль заданого перетину).

Для розрахунків екструзійного обладнання необхідно мати достовірні дані властивостей сировини. Для дослідження суміші розплаву полімеру із спінювальним агентом традиційні віскозиметри (капілярний, ротаційний та ін.) не підходять, через ускладнення приготування композиції за наявності легколетких компонентів.

З метою визначення характеру зміни в'язкості було проведено реологічні дослідження на спеціальному віскозиметрі, створеному на базі одночерв'ячного екструдера для чистого поліетилену низької густини та композиції з поліетилену та хладону *R22* (20% мас.) у діапазоні температур переробки (90÷140°C). Введення спінювального агенту у розплав полімеру приводить до зниження в'язкості (рис.).



Залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву:

- 1 – ПЕНГ ($T = 90^{\circ}\text{C}$); 2 – ПЕНГ з хладоном *R22* ($T = 90^{\circ}\text{C}$);
3 – ПЕНГ ($T = 140^{\circ}\text{C}$); 4 – ПЕНГ з хладоном *R22* ($T = 140^{\circ}\text{C}$)

Остаточні після обробки результатів досліджень, реологічні залежності для суміші розплаву полімеру з хладоном *R22* (20%) мають наступний вигляд:

$$\tau = 39415 \dot{\gamma}^{0,398} \exp[-0,049 \cdot (T - 90)];$$

$$\eta = 39415 \dot{\gamma}^{-0,611} \exp[-0,049 \cdot (T - 90)],$$

де τ – напруга зсуву, Па; $\dot{\gamma}$ – швидкість зсуву, s^{-1} ; η – ефективна в'язкість, Па·с; T – температура переробки, $^{\circ}\text{C}$.

Слід відзначити більш суттєвий вплив температури на в'язкість для композиції “полімер-спінювач”, ніж для чистого полімеру. Так, відстань між прямими 3 та 4, одержаними при $T = 140^{\circ}\text{C}$, більша, ніж відстань між прямими 1 та 2, одержаними при $T = 90^{\circ}\text{C}$. Це можна пояснити зміною об'ємної частки хладону через вплив температури: з підвищенням температури від 90 до 140°C густина полімеру зменшується незначно (близько 2%), у той час як густина хладону зменшується на 17,6%.

ВЛАСТИВОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОНІВ З ВОЛОКНИСТОЮ ПОЛІМЕРНОЮ ДОБАВКОЮ

Жданюк В.К., *д-р техн. наук, проф.*, **Воловик О.О.**, **Костін Д.Ю.**

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

61002, Україна, м. Харків, вул. Петровського, 25

E-mail: sasha-vlvik@rambler.ru

Жданюк К.В., *канд. техн. наук*, **Макарчев О.О.**

ДНТЦ «Дор'якість»

Зростання інтенсивності руху транспортних засобів на автомобільних дорогах України викликає необхідність використання нових технологій та матеріалів, здатних суттєво підвищити довговічність асфальтобетонних покриттів. Одним із напрямків підвищення довговічності покриттів є застосування для їх улаштування гарячих асфальтобетонних сумішей на основі бітумів модифікованих полімерами [1,2]. В багатьох країнах Європи широке застосування для влаштування верхніх шарів покриття дорожніх одягів автомобільних доріг знаходять щебенево-мастикові асфальтобетони як на основі звичайних бітумів, так і на основі бітумополімерних в'язучих [3].

Як модифікатори бітумів найчастіше використовуються полімери класу термоеластопластів та термопластів. У практиці будівництва асфальтобетонних покриттів на автомобільних дорогах України пройшли випробування, як модифікатори бітумів, такі полімери як лінійний блоксополімер стирол-бутадієн-стиролу Кратон Д-1101 СМ (компанія “KRATON Polimers”), катіонний та аніонний латекси стирол-бутадієн-стиролу Бутонал NS 198 та Бутонал NS 104 (фірма “BASF”), етилен-гліциділ-ацетат Елвалой АМ (компанія DU PONT), Мобіт (фірма “Баркор”), дивінілстирольний термоеластопласт марки ДСТ-30-01 (виробник АТ “Синтезкаучук”), та інші.

В дорожній галузі України для модифікації бітумів переважно використовуються термоеластоласти типу стирол-бутадієн-стирол. Модифікація полімерами дорожніх бітумів здійснюється перш за все з метою забезпечення підвищеної міцності при високих температурах і, відповідно, колієстійкості асфальтобетонів, виготовлених на їх основі. Однак вартість полімерів є достатньо високою (20-25 тис. грн/т), що викликає зростання собівартості асфальтобетонних сумішей. Проте, не зважаючи на вартість, асфальтополімербетони перспективні для застосування на мостах та шляхо-

проводах, в великих містах на зупинках суспільного транспорту, перехрестях, на автомагістралях з високою інтенсивністю руху вантажних транспортних засобів.

Підвищити теплостійкість асфальтобетонів можливо також комплексною модифікацією їх структури, наприклад, бітумів полімерами та мінеральної частини асфальтобетону високотеплостійкими волокнистими полімерними добавками, по аналогії з високотеплостійкими бітумно-полімерними гідроізоляційними мастиками [4]. Добавка полімерних волокон до мінеральної частини асфальтобетонних сумішей та полімерів до бітумів може забезпечити більш суттєву стійкість асфальтобетонних покриттів до накопичення пластичних деформацій у вигляді колії.

Метою даної роботи являється встановлення впливу волокнистої полімерної добавки на показники фізико-механічних властивостей щільних гарячих асфальтобетонів різних гранулометричних типів.

Для дослідження показників фізико-механічних властивостей були виготовлені зразки із дрібнозернистих асфальтобетонів типу А, Б, В та піщаного асфальтобетону типу Г. Для приготування вказаних асфальтобетонних сумішей були використані гранітний щебінь та гранітний відсів. В якості мінерального порошку використовували портландцемент марки 400 Балакліївського цементного заводу (Харківська область). Асфальтобетонні суміші готували на основі в'язкого нафтового дорожнього бітуму марки БНД 60/90.

За гранулометричним складом мінеральної частини асфальтобетонні суміші відповідали вимогам ДСТУ Б В.2.7-119-2003.

Як волокниста полімерна добавка до асфальтобетонних сумішей були використані гранульовані полімерні термостійкі волокна «Фібра-Крок Б» згідно з ТУ 24.7-31911658-003:2004. Армуюча добавка «Фібра-Крок Б» за ТУ У 24.7-31911658-003:2004 представляє собою суміш поліамідних, поліакрилонітрильних і поліефірних волокон в рівних частках з високо плавким нафтовим бітумом. Концентрація добавки в асфальтобетонній суміші складала 1 % від маси мінерального матеріалу.

Аналіз результатів порівняльних експериментальних досліджень показників фізико-механічних властивостей асфальтобетонів різних гранулометричних типів показує (таблиця 1 і 2), що введення добавки «Фібра-Крок Б» в склад асфальтобетонів зменшує температурну чутливість показників границі міцності при стиску в досліджуваному діапазоні температур. Наведені дані підтверджують відому залежність границі міцності при стиску від вмісту щебеню в складі мінеральної частини асфальтобетонів. Так, асфальтобетон типу Г, як з добавкою, так і без неї, характеризується найвищими значеннями границі міцності при стиску та розколі. Для дрібнозернистих асфальтобетонів властиве зменшення показників границі міцності при зростанні в складі мінеральної частини концентрації щебеню. Присутність добавки «Фібра-Крок Б» в складі асфальтобетонів різних гранулометричних типів забезпечує підвищені показники границі міцності при стиску при температурі 50 °С та границі міцності при розколюванні при

температурі 0 °С. При цьому асфальтобетонам з волокнистою полімерною добавкою характерні дещо менші значення границі міцності при стиску при температурі 20 °С та 50 °С.

Таблиця 1 – Фізико-механічні властивості асфальтобетонів з армуючою добавкою «Фібра-Крок Б»

Гранулометричний тип асфальтобетону	Середня щільність, кг/м ³	Набрякання, %	Водонасичення, % за об'ємом	Границя міцності при стиску, МПа, за температури, °С			Коефіцієнт водостійкості при тривалому водонасиченні	Границя міцності при розколюванні при 0 °С, МПа
				0	20	50		
А	2317	0	4,0	6,4	3,1	1,21	1	4,68
Б	2352	0	3,8	6,8	3,6	1,33	1	4,85
В	2349	0	2,1	7,7	3,7	1,40	1	5,06
Г	2305	0	2,0	8,5	3,8	1,43	1	5,68

Таблиця 2 – Фізико-механічні властивості асфальтобетонів без армуючої добавки

Гранулометричний тип асфальтобетону	Середня щільність, кг/м ³	Набрякання, %	Водонасичення, % за об'ємом	Границя міцності при стиску, МПа, за температури, °С			Коефіцієнт водостійкості при тривалому водонасиченні	Границя міцності при розколюванні при 0 °С, МПа
				0	20	50		
Тип А	2376	0	2,5	8,0	3,2	0,84	1	3,4
Тип Б	2382	0	3,3	7,9	4,1	1,25	1	3,6
Тип В	2374	0	2,7	9,5	4,3	1,26	1	4,1
Тип Г	2327	0	2,7	9,0	4,5	1,28	1	4,5

Достатньо високі значення коефіцієнтів водостійкості при тривалому водонасиченні досліджуваних асфальтобетонів пов'язані з використанням в якості мінерального порошка портландцементу марки 400. Отримані дані дозволяють припустити, що асфальтобетонним покриттям дорожніх одягів,

влаштуванням з асфальтобетонних сумішей з волокнистою добавкою, буде властива більш висока тріщиностійкість при низьких температурах та більш висока колієстійкість при високих літніх температурах.

1. Willem Vonk, Jan Korenstra. The effect of KRATON™ Polymers modification on the thermal cracking behaviour of dense asphaltic mixes // VI International Conference "Durable and safe road pavements". – Kielce, 2000. – P. 251-256.

2. Ковальчук Марек, Масолитин А.В. Применение термопластичных эластомеров в дорожном строительстве // Опыт и проблемы современного развития дорожного комплекса Украины на этапе вхождения в европейское сообщество. Материалы международной научной конференции. – Харьков, ХНАДУ, 2002. – С. 69-61.

3. Stanislaw Styk, Renata Horodecka, Dariusz Sybilski, Zbigniew Ziajka. Doswiadczenia w stosowaniu elastomeroasfaltu do cienkiej warstwy scieralnej na goraco // V International Conference "Durable and safe road pavements". – Kielce, 1999. – P. 163-170.

4. M. Zolotov, K. Zhdanyuk, V. Zhdanyuk. The influence of technological factors on bridge deck waterproofing when laying hot asphalt concrete protective and wearing courses // Ist Polish Road Congress. – Warszawa, 2006. – P. 491 – 498.

СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ ФАКТОРОВ СВЕТОПОГОДЫ

Шадриков А.С., Авраменко В.Л., канд. техн. наук, проф.

Национальный технический университет “Харьковский политехнический институт”

61002, Украина, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21

E-mail: avramenko@kpi.kharkov.ua

Полимерные материалы, подвергаемые воздействию нежелательных факторов светопогоды – тепла, радиации, агрессивных химических агентов, влаги кислорода и т.д. чаще всего действуют в совокупности и приводят к нежелательным, необратимым химическим превращениям, результатом которых является протекание деструктивных процессов в полимерах. Деструкция влечет за собой ухудшение комплекса свойств полимеров – механических, эксплуатационных и др.

Реакции деструкции имеют топографический характер и начинаются на поверхности полимера (изделия), и переносятся в глубь изделия, вызывая его старение.

Известны различные способы стабилизации полимеров против воздействия неблагоприятных факторов. Традиционный способ стабилизации заключается во введении стабилизатора или их смесей в полимерную матрицу. Но при реализации этого способа проблему составляет качественное смешение стабилизатора с полимером, поскольку стабилизаторы, как правило, вводятся в полимер в количестве 1 – 5% от массы материала. В результате стабилизатор распределяется в полимере не равномерно и эффективность его действия снижается.

Предложен также способ диффузионной стабилизации – когда стабилизатор за счет диффузии проникает в поверхностный слой полимера. Но при этом часто требуется использование органических растворителей, которые могут вызывать развитие поверхностных дефектов, что влечет за собой снижение механических свойств.

Мы исследовали способ стабилизации полимеров путем введения в их состав наполнителя, на поверхность которого иммобилизован необходимый стабилизатор. Поскольку наполнители в полимеры вводятся в больших количествах, чем стабилизаторы, обеспечивается их качественное смешение с полимером и равномерное распределение стабилизатора в объеме материала.

Равномерное распределение стабилизатора в полимере способствует повышению эффективности его действия.

Таким методом в полимер можно вводить и смеси стабилизаторов, смешивая наполнители, на поверхности которых иммобилизованы различные стабилизаторы. Предлагаемый способ позволяет также создавать концентраты стабилизирующих смесей для различных полимерных материалов.

Кроме того, предложенный нами способ стабилизации может быть использован как в производстве полимерных материалов (компаундирование и грануляция), так и при переработке полимерных материалов в изделия непосредственным введением в полимер, или путем использования концентратов стабилизирующих смесей.

Способ допускает также создание концентратов стабилизаторов с другими технологическими добавками (красители, пигменты, скользящие добавки и др.)

Указанные добавки могут вводиться в состав стабилизирующих смесей как в чистом виде, так и иммобилизованными на поверхность наполнителя, придавая таким образом наполнителям полимерных материалов функциональные свойства (функциональные наполнители).

ГИДРОФОБИЗАЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЧАСТИЦ БЕНТОНИТА ЖИРНЫМИ КИСЛОТАМИ

Гукасян С.Ж., канд. техн. наук, **Григорян Г.Г.**, канд. экон. наук,

Сейранян А.А., канд. техн. наук

*Ереванский государственный университет архитектуры
и строительства*

0009, Армения, г. Ереван, ул. Теряна, 105

E-mail: science@ysuac.am

Бентонит Иджеванского месторождения – один из перспективных наполнителей полимерных композиционных материалов строительного назначения. Однако одним из его существенных недостатков является агломерируемость частиц при хранении и переработке. Это связано со способностью бентонита поглощать влагу. Гидрофильность бентонита является причиной

ухудшения физико-механических свойств наполненных полимерных композиций. Этого можно избежать, подвергая частицы бентонита предварительной поверхностной обработке – органофилизации (гидрофобизации) [1].

Гидрофобизация поверхности наполнителей, предотвращая поглощение влаги и агломерируемость, в то же время улучшает термодинамическое сродство на границе раздела фаз полимер-наполнитель, а именно свойствами граничного слоя определяются прочностные свойства полимерных композиций [2]. Гидрофобизация поверхности частиц наполнителя позволяет существенно повысить степень наполнения композитов, что особенно важно при разработке новых строительных материалов [3].

Целью настоящей работы является исследование гидрофильности бентонита, обработанного жирными кислотами.

О гидрофильности модифицированного бентонита судили по краевому углу смачивания ($\cos \theta$) [4]. В качестве модификаторов исследованы жирные кислоты – стеариновая, олеиновая и линоленовая. Стеариновая кислота ($C_{17}H_{35}COOH$) имеет в своей структуре насыщенный алкильный радикал ($C_{17}H_{35}$), твердое вещество, $T_{пл} 71^\circ C$. Олеиновая ($C_{17}H_{33}COOH$) и линоленовая ($C_{17}H_{29}COOH$) – кислоты ненасыщенного ряда, при этом олеиновая кислота имеет в своей структуре одну, а линоленовая кислота – три двойные связи. Обе эти кислоты – маслянистые жидкости. Жирные кислоты, благодаря карбоксильным группам, хорошо хемосорбируются на бентоните, придавая ему гидрофобные (органогидрофобные) свойства.

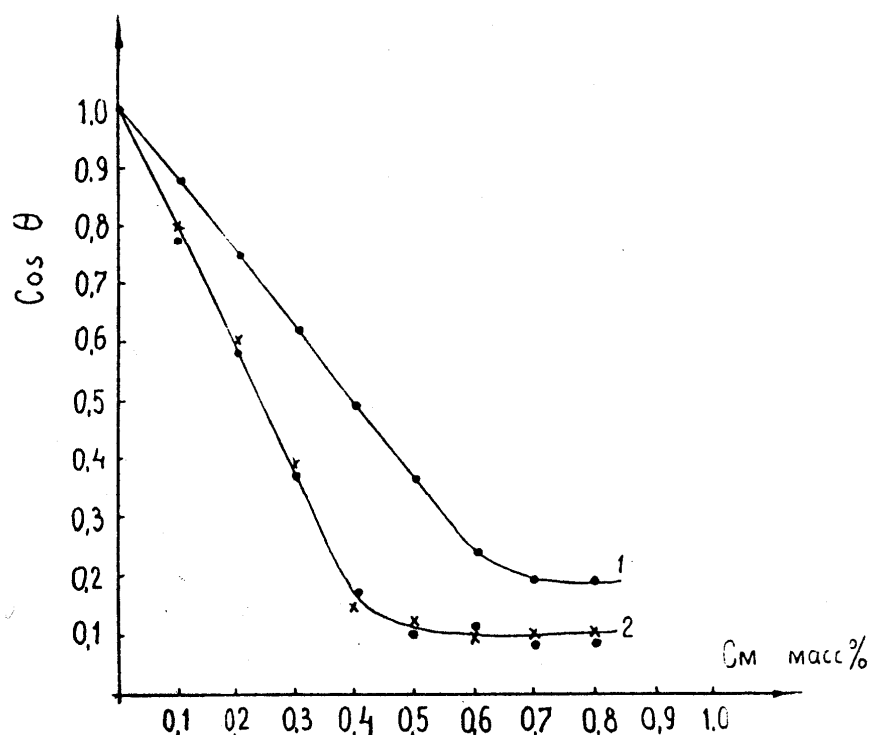
Модификацию осуществляли из спирто-эфирных растворов (соотношение этанол-серный эфир 1:4) в ротаторном испарителе при непрерывном перемешивании, отгоняя растворитель. Степень модификации варьировалась от 0,1 до 1,0 масс.% от бентонита. Использованный бентонит имел влажность не более 0,5 масс.% и размер частиц 0–50 мкм.

Результаты исследования гидрофильности модифицированного бентонита приведены на рисунке. Гидрофильность модифицированного бентонита оценивали по смачиванию, представляющему собой косинус краевого угла капли воды, нанесенной на горизонтальную поверхность исследуемого материала. Этот угол определяли следующим образом.

Пробу обработанного травертина массой 5 г, подготовленную как это рекомендуется в [4], устанавливали горизонтально на пути светового луча. С помощью пипетки наносили на бентонит каплю воды. Проекция капли фиксировалась на фотобумаге, закрепленной на экране.

По этой проекции графически находили краевой угол смачивания θ .

Как видно из представленных результатов, при модификации бентонита жирными кислотами резко увеличивается их гидрофобность. Причем (см. рис.), кривые достигают предела, надо думать, это связано с насыщением поверхности частиц бентонита, которое в случае стеариновой кислоты наступает несколько позднее, чем в случае олеиновой и линоленовой кислот. Отметим также, что при модификации бентонита двумя последними кислотами гидрофобность больше, чем при обработке наполнителя стеариновой кислотой.



Зависимость краевого угла смачивания модифицированного бентонита ($\cos \theta$) от степени модификации (масс. % от бентонита), (1) – стеариновая кислота; (2) – олеиновая и линоленовая кислоты

И раннее насыщение, и большая гидрофобность могут быть объяснены различием в структуре и свойствах исследуемых модификаторов: стеариновая кислота насыщена и находится в твердом агрегатном состоянии, олеиновая и линоленовая – ненасыщены и жидки.

Наличие в структуре двойных связей определяет не только агрегатное состояние кислот, но и возможность лучшей сорбции на бентоните и за счет карбоксильных групп и за счет наличествующих связей.

Таким образом, обработка поверхности частиц бентонита малыми количествами (< 1 масс.%) жирных кислот приводит к резкому уменьшению его гидрофобности.

1. Федоров В. Н., Степин С. Н., Яковлев А. Д. Аппретированные наполнители и их применение // Лакокрасочные материалы и их применение, 1980. – № 3. – С. 12-13.

2. Киселев Р. Л., Курыжова Л. В., Куликова А. Е. Современные методы модифицирования наполнителей для ПВХ-композиций // Пластин, массы, 1981. – № 6. – С. 42-44.

3. Гукасян С. Ж. Строительные отделочные высоконаполненные композиционные материалы на основе отходов производства туфового камня. Автореферат канд. дисс, Ер., 1997.

4. Паус К. Ф., Евтушенко И. С. Химия и технология мела. – М., Стройиздат, 1977. – 138 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ СУЧАСНИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ З ПІНОПОЛІСТИРОЛУ

Колесник Т.Л., канд. техн. наук, Іванова А.А.

Харківський державний університет харчування та торгівлі

61051, Україна, м. Харків, вул. Клочківська, 333

E-mail: lala4ka@ukr.net

З переходом вітчизняної економіки до ринкових відносин з'явилися нові форми і методи ведення господарської діяльності. Підприємствам, як суб'єктам господарювання надано значні права та можливості щодо реалізації власних економічних інтересів. Вони самостійно обирають вид діяльності, складають свою виробничу програму, формують та використовують відповідний ресурсно-виробничий потенціал, забезпечують збут продукції, впроваджують заходи щодо підвищення ефективності господарювання.

Введення нових будівельних нормативів з теплозахисту виробничих та житлових приміщень в Україні потребує використання в будівельній галузі нових видів пластиків, які здатні ефективно забезпечувати будівельні споруди необхідними властивостями. Пластмасами прийнято називати складні композиційні системи з високомолекулярних сполук, полімерів, дисперсних наповнювачів з функціональними домішками.

Полістирол – багато чисельна група термопластичних пластиків із стиролом або продуктами його сополімеризації у якості мономера. Він характеризується високою міцністю та жорсткістю. Серед сополімерів більш практичне використання мають бутадієн-стирольний і АБС пластик, продукт сополімеризації акрилонітрила, бутадієна і стирола. Сучасні полістирольні пластмаси знайшли дуже широке використання в будівництві.

Пінополістирол (пінопласт) – ізоляційний матеріал білого кольору, що складається на 98% з повітря, та поєднується з мільярдами мікроскопічних тонкостінних клітин із спіненого полістиролу. Пінополістирол має низький показник вологопроникання. Так, кількість води, що поглинається по відношенню до вагового об'єму пінополістиролу за рік коливається у межах 1,5 – 3,5%, а повітряпроникненість в багато разів перевищує вологопроникання. Стіни з такого матеріалу здатні «дихати». При використанні пінополістиролу скорочуються витрати на монтажні та будівельні роботи; відбувається економія при опаленні приміщення; зменшується вартість опалювального обладнання; підвищується температурний комфорт приміщення; збільшується корисна площа приміщень, за рахунок зменшення конструктивної товщини стін; збільшується екологічна безпека будівельного обладнання; надаються високі теплоізоляційні властивості.

Мета даної роботи – проведення дослідження показників якості сучасних будівельних матеріалів з пінополістиролу – плит будівельних марок ППС–15, ППС–25, що проводилося відповідно до вимог ГОСТ 15588-86, за типовими методиками (табл.).

Таблиця – Характеристика дослідних зразків будівельних плит з пінополістиролу

№ з/п	Найменування показників якості	Вимоги за ГОСТ 15588-86	Дослідні зразки	
			ППС-15	ППС-25
1	Щільність, кг/м ³	10-20	13	18
2	Міцність на згинання при 10% лінійній деформації, МПа, не менш ніж	0,05	0,05	0,1
3	Міцність при згибі, МПа, не менш ніж	0,05-0,1	0,07	0,18
4	Теплопровідність у сухому стані при 25оС, Вт/(мК), не більш ніж	0,05	0,037	0,035
5	Вологість плит, %, не більш	1,0	1,0	1,0
6	Час самостійного горіння, сек, не більш	3-5	3	3
7	Вологопоглинання за 24 години, %, не більш ніж	1,0	1,0	1,0

За отриманими результатами досліджень можливо зробити висновки, що плити з пінополістиролу відповідають вимогам ГОСТ 15588-86 та здатні забезпечити в приміщеннях теплоізоляційні властивості, вентиляційні властивості, екологічну безпеку, мають значно меншу вартість у порівнянні з іншими будівельними матеріалами.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ НА СВОЙСТВА БИТУМОВ С ДОБАВКОЙ «LICOMONT BS 100»

Жданюк В.К., *д-р техн. наук, проф., Шрестха Р.Б.,* *канд. техн. наук, Костин Д.Ю., Яшин В.А.,* *Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет*
 61002, Украина, г. Харьков, ул. Петровского, 25
 E-mail: sasha-vlvik@rambler.ru

Производство дорожно-строительных материалов для строительства конструкций дорожных одежд автомобильных дорог относится к одному из самых энергоемких процессов. В связи с этим инженеры-технологи продолжают поиск новых направлений для снижения энергозатратности технологических процессов производства строительных материалов и, соответственно, строительства в целом, при обеспечении высокого качества материалов и выполняемых работ.

Асфальтобетонные смеси являются одним из распространенных дорожно-строительным материалом, используемым для строительства слоев покрытий дорожных одежд автомобильных дорог. Отличительной особенно-

стью покрытий из битумоминеральных материалов является зависимость их прочности, тепло-, водо- и морозоустойчивости от структуры и свойств битума, использованного для их приготовления.

Известно, что одним из эффективных способов повышения качества нефтяных дорожных битумов и, соответственно, асфальтобетонов на их основе, является введение в их состав различных модифицирующих полимерных добавок, которые обеспечивают им повышенную теплоустойчивость и длительную водоустойчивость [1-3]. В тоже время применение полимерных добавок требует обеспечения более высоких температур для реализации технологии модифицирования битума и производства асфальтобетонных смесей на его основе.

Очевидно, что одним из основных направлений снижения стоимости строительства асфальтобетонных покрытий дорожных одежд автомобильных дорог является уменьшение технологических температур приготовления асфальтобетонных смесей, их укладки и уплотнения в покрытиях. В последние годы в Украине дорожные организации начали использовать структурирующую добавку "Licomont BS 100" (производство компании «Clariant», Швейцария) для модифицирования нефтяных дорожных битумов, предназначенных для производства асфальтобетонных смесей [4]. Известно [5], что введение в состав вязких нефтяных дорожных битумов 2,5-3,0 % добавки «LICOMONT BS 100» обеспечивает снижение их вязкости при высоких технологических температурах (180 – 120 °С) и ее существенный рост при снижении температуры ниже (120 – 110 °С), по сравнению с исходным битумом. Низкомолекулярная добавка «LICOMONT BS 100» представляет собой продукт реакции смесей длинноцепочечных жирных кислот с алифатическими диаминами. Согласно [6], указанная добавка обеспечивает стабильность структуры вяжущего, которое не расслаивается при длительном хранении при рабочих температурах. Введение добавки в битум способствует повышению пластичности асфальтобетонных смесей, что позволяет снизить на 10 – 15 °С температуру их приготовления, укладки и уплотнения при строительстве покрытий дорожных одежд автомобильных дорог.

Технические характеристики продукта «LICOMONT BS 100» (по данным производителя) приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики добавки «LICOMONT BS100»

Название добавки	Температура каплепадения, °С	Глубина проникания иглы при 25°С, 1/10 мм	Кислотное число, мг КОН/г	Плотность (20 °С), г/см ³	Вязкость (150 °С), мПа·с	Внешний вид
Licomont BS 100	141	3	< 8	1.00	<50	Белый порошок или желтоватые гранулы

Целью данного исследования является изучение влияния продолжительности и температуры перемешивания на основные физико-механические свойства нефтяного дорожного битума марки БНД 60/90 (производство Кременчугского НПЗ) с 3 % низкомолекулярной модифицирующей добавки «Licomont BS 100».

Исследования проводили в испытательной лаборатории кафедры строительства и эксплуатации автомобильных дорог ХНАДУ. Совмещение добавки с дорожным битумом производили в лабораторной механической мешалке (рис.) при температуре 140 °С, 160 °С, 170 °С, 180 °С в течении 30, 60 и 80 минут. Мешалка оборудована системой нагрева, обеспечивающей равномерный нагрев всего объема битума до требуемой температуры и ее поддержание в течение требуемой продолжительности перемешивания. Количество оборотов вала мешалки составляло 1200 об/мин.

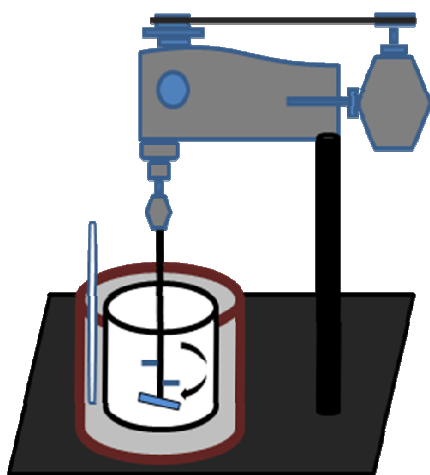


Схема мешалки для приготовления модифицированных битумов

Технология приготовления модифицированного битума в лабораторной мешалке заключалась в следующем:

- разогрев битума до рабочей температуры;
- введение в битум 3 % добавки «Licomont BS 100» при постоянном медленном перемешивании;
- заполнение рабочей емкости мешалки битумом с 3 % добавки «Licomont BS 100» и доведение температуры смеси до рабочей;
- перемешивание при рабочей температуре смеси битума с добавкой «Licomont BS 100» в течение требуемого времени.

После завершения перемешивания модифицированный битум подвергался лабораторным испытаниям.

Результаты исследований, выполненных в лабораторных условиях, приведены в таблице 2. Анализ приведенных данных показывает, что на показатели физико-механических свойств вяжущих существенное влияние оказывает как продолжительность их перемешивания, так и принятая температура. Чем больше продолжительность и температура перемешивания, тем выше показатель температуры размягчения (T_p), меньше глубина проника-

ния иглы и дуктильность при 25 °С модифицированных битумов. Так, при перемешивании при температуре 140 °С в течение 30 минут показатель температуры размягчения модифицированного битума увеличивается на 43 %, по сравнению с исходным битумом. При увеличении продолжительности перемешивания до 80 минут указанный показатель возрастает на 63 %. При перемешивании в течение 30 минут при более высокой температуре (180 °С) показатель температуры размягчения модифицированного битума увеличивается на 73 %, по сравнению с битумом без добавки.

Таблица 2 – Физико-механические свойства битумов марки БНД 60/90 модифицированных Licomont BS 100

Исходные материалы	Содержание добавки, %	Параметры приготовления		Свойства модифицированного битума		
		температура, °С	время перемешивания, мин.	T _p , °С	П ₂₅ , 1/10 мм	Д ₂₅ , см
БНД 60/90	-	-	-	49	78	66
БНД 60/90+ Licomont	3	140	30	70	56	16
БНД 60/90+ Licomont	3	140	60	77	54	13
БНД 60/90+ Licomont	3	140	80	81	47	11
БНД 60/90+ Licomont	3	160	30	79	53	12
БНД 60/90+ Licomont	3	160	60	80	44	8
БНД 60/90+ Licomont	3	160	80	84	37	7
БНД 60/90+ Licomont	3	170	30	81	43	9
БНД 60/90+ Licomont	3	170	60	83	37	7
БНД 60/90+ Licomont	3	170	80	85	35	7
БНД 60/90+ Licomont	3	180	30	82	36	9
БНД 60/90+ Licomont	3	180	60	84	35	6
БНД 60/90+ Licomont	3	180	80	85	30	6

Из приведенных в таблице 2 данных видно, что перемешивание битума с 3 % «Licomont BS 100» в течение 80 минут вызывает возрастание значения температуры размягчения всего на 1 °С при повышении температуры битума от 160 °С до 180 °С. При указанных параметрах наблюдается более интенсивное изменение показателя пенетрации (P_{25}) исследованных битумов. Введение в состав битума 3 % «Licomont BS 100» приводит к существенному снижению его дуктильности (D_{25}) при 25 °С. В тоже время этот показатель является малочувствительным к изменению температурных и временных режимов приготовления модифицированных битумов в принятом диапазоне исследуемых параметров.

Анализ значений физико-механических свойств нефтяного дорожного битума марки БНД 60/90 модифицированного 3 % низкомолекулярного модификатора «Licomont BS 100» свидетельствует об их зависимости от температурных и временных режимов перемешивания вяжущего. Можно предположить, что изменение количества оборотов вала мешалки также будет оказывать существенное влияние на продолжительность приготовления модифицированного вяжущего. Очевидно, что конструктивные особенности промышленных мешалок в еще большей мере будут оказывать влияние на свойства получаемого вяжущего. Для реализации технологии приготовления битумов, модифицированных добавкой «Licomont BS 100», в производственных условиях на промышленной мешалке целесообразно предварительно установить оптимальные температурные и временные режимы перемешивания в процессе выпуска опытных партий вяжущего с различной концентрацией добавки.

1. Sybilski D., Szczepaniak Z. Beton asfaltowy modyfikowany kopolimerem SBS // Prace Instytutu Badawczego Drog i Mostow, 1992. – №1. – S. 5-28.

2. Жданюк В.К. Перспективні технології і матеріали для ремонту асфальтобетонних покриттів // Матеріали науково-технічного семінару «Проблеми удосконалення розвитку автомобільно дорожнього комплексу м. Харкова». – Харків, ХНАДУ, 2007. – С. 15-34.

3. Жданюк В.К., Гнатенко Р.Г., Зражевец Е.М., Воловик А.А., Костин Д.Ю. Исследование влияния низкомолекулярного модификатора «Licomont BS 100» на устойчивость асфальтобетонов к образованию колеи // Материалы Всеукраинского научно-технического семинара молодых ученых и аспирантов «Повышение надежности искусственных сооружений на автомобильных дорогах Украины». – Харьков, ХНАДУ, 2008. – С.107-110.

4. Вирожемський В.К., Кіщинський С.В. Вплив структуруючої добавки Licomont BS 100 на властивості битумів і асфальтобетонів // Автошляховик України. – № 2. – 2007. – С. 38-40.

5. Road construction // Technical application brochure for road construction / Clariant, 2008. – 16 p.

6. Класифікаційний довідник сучасних добавок та матеріалів для модифікації бітумів та асфальтобетонів. – Укравтодор, 2009. – 46 с.

КІНЕТИКА ВОДОПОГЛИНАННЯ ПОЛІАМІДНИХ ЗРАЗКІВ РІЗНОЇ ТОВЩИНИ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ВЕЛИЧИНУ МОДУЛЯ ПРУЖНОСТІ

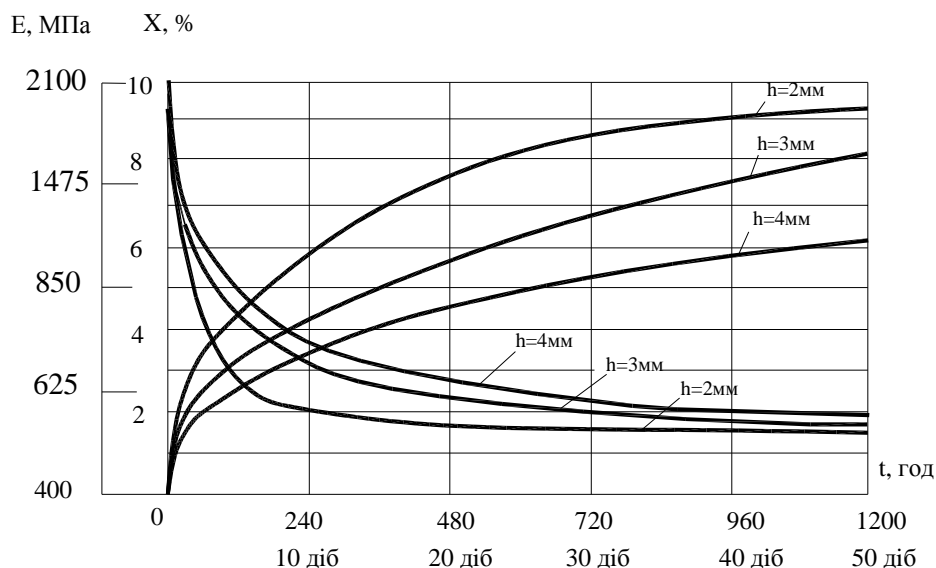
**Колибаб'юк П.В., Ярема І.Т., канд. техн. наук, Наконечний Ю.І.,
Антонов А.М., Бутковська Л.С.**

*Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя
46001, Україна, м. Тернопіль, вул. Руська, 56
E-mail: ndl1@te.edu.te.ua*

Поліаміди, як конструкційні матеріали, широко використовуються в техніці та різних галузях народного господарства, в тому числі й міському господарстві та будівництві. Поліамід ПА 6 відрізняється від інших поліамідів (ПА 12, ПА 610, ПА 66) більшою здатністю до водопоглинання, яке суттєво впливає на його фізико-механічні властивості. В готових виробах із поліаміду розподіл вологи по об'єму, як правило, є нерівномірний. Найчастіше внутрішні частини виробу мають менше вологи, а із наближенням до поверхні концентрація вологи збільшується.

Авторами проведені дослідження по вивченню кінетики водопоглинання поліамідних зразків різної товщини та впливу вологи на модуль пружності при згинанні. Зразки для випробувань виготовлялись із поліаміду марки ПА 6-210-311 методом лиття під тиском. Довжина зразків – 100 мм, ширина – 10 мм, а товщина – 2, 3 і 4 мм. Виготовлення та випробовування зразків проходило за однакових умов. Висушені у вакуумній сушильній шафі зразки витримували на протязі певного часу у воді при кімнатній температурі, визначали їх водопоглинання згідно ГОСТ 4650-80 та величину модуля пружності при згинанні згідно ГОСТ 9550-81. Спільним для трьох типів зразків є те, що із збільшенням водопоглинання різко знижується величина модуля пружності матеріалу (рис.). Для зразків товщиною 2 мм на протязі перших трьох діб середнє добове водопоглинання становило 1,23%. В період між шостою і тринадцятою добою середнє добове водопоглинання становило 0,27%, а вже між 20-ю і 30-ю добою – тільки 0,15%. В той же час для зразка товщиною 4 мм ситуація виглядала так: на протязі перших трьох діб середнє добове водопоглинання становило 0,7%, між 6-ю і 13-ю добою – 0,07%, а між 20-ю і 30-ю добою – всього 0,01%. Звідси випливає, що інтенсивне набухання проходить в перші три доби, потім процес водопоглинання уповільнюється у часі.

Величина модуля пружності при згинанні змінювалася відповідно до зміни водопоглинання зразків різної товщини. За 1 добу перебування зразків у воді модуль пружності знизився в 1,8 рази для зразків товщиною 2 мм, в 1,5 рази – для зразків товщиною 3 мм і у 1,4 рази – для 4-х міліметрових зразків. За 15 діб перебування зразків у воді модуль пружності при згинанні для ПА-6 знизився приблизно в 3 рази і становив всього 615 МПа, тоді як для сухого зразка він складав 1900 МПа.



Кінетика водопоглинання поліамідних зразків різної товщини
та вплив вологи на модуль пружності

Волога діє на поліамід як пластифікатор, підвищує рухливість макромолекул матеріалу. За однаковий проміжок часу перебування поліамідних зразків у воді тонший зразок набухає більше і, відповідно, величина модуля пружності його буде меншою, ніж для зразка більшої товщини. Отже, властивості виробів із поліаміду ПА 6 можуть зазнавати небажаних змін, якщо не контролювати параметри навколишнього середовища, зокрема вологість та температуру.

ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА АДГЕЗИОННЫЕ СВОЙСТВА АКРИЛОВЫХ КЛЕЕВ

Золотов С.М., канд. техн. наук, **Скрипник Е.С.**

Харьковская национальная академия городского хозяйства

61002, Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12

E-mail: zolotov@ksame.kharkov.ua

Применение акриловых клеев различных составов для соединения элементов строительных конструкций типа сталь-бетон (клеевая анкеровка стальных стержней в бетон; соединения сталь-бетон) и бетон-бетон (старого со старым; старого с новым) потребовало изучения механизма адгезии акриловых клеев. Знание его позволяет создавать надежные клеевые соединения указанных выше элементов.

Как показали исследования прочности клеевых соединений элементов строительных конструкций, в том числе акриловыми клеями, прочность их обеспечивается необходимым качеством поверхности субстрата, то есть соединяемых конструкций. Причем прочность поверхности конструкции

должна быть достаточной как вдоль поверхности, так и перпендикулярно к ней. Это объясняется сложным напряженным состоянием, возникающим на контактах клеевого соединения (прежде всего напряжения сдвигающие и отрывающие).

Значительную роль в создании надежного клеевого соединения оказывают способы обработки поверхности субстрата (механический или химический). Однако самую главную роль в таких соединениях играет клей, в нашем случае акриловый. И одними из главных характеристик его являются адгезионные свойства. К этим его свойствам относится равномерное покрытие склеиваемой поверхности субстрата. На этот показатель существенное влияние оказывает степень смачивания клея с поверхностью субстрата. Степень смачивания выражается углом смачивания, который называется краевым углом смачивания θ (рис. 1). Определить точно значение θ для акрилового клея не оказалось возможным из-за сложностей, обусловленных поверхностными свойствами, а также формой поверхности субстрата.

Необходимо обратить внимание при этом на гистерезис смачивания (рис. 2), который связан с тем, что на одинаковом основании капли может находиться разный объем акрилового клея, а, следовательно, θ будет разный. Как показали исследования, гистерезис смачивания проявляется, как правило, на неровной поверхности, чем характеризуются склеиваемые элементы строительных конструкций (рис. 3).

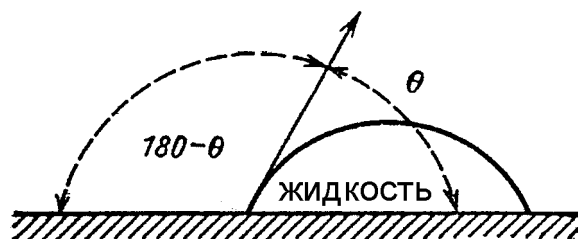


Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3

Кроме гистерезиса смачивания важным фактором является скорость смачивания, которая определяется поверхностным натяжением, вязкостью жидкости и размером капилляров. Исходя из полученных выражений для капиллярного давления

$$P_c = \gamma \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right),$$

где P_c – капиллярное давление; γ – поверхностное натяжение; R_1 и R_2 – радиусы кривизны на границе жидкость-пар, можно прийти к следующим выводам:

- вязкость клея должна быть в момент нанесения достаточно низкой, чтобы время заполнения капилляров и полостей было достаточно малым по сравнению с временем нарастания вязкости клея в процессе отверждения;
- хорошего смачивания можно достичь, если равновесный краевой угол равен или близок к нулю;
- воздушные включения устраняются, так как клей содержит растворитель с низким поверхностным натяжением;
- неровности на поверхности до тех пор, пока в них не попадает клей, не оказывают серьезного влияния на удаление воздуха;
- кроме скорости смачивания большое значение имеет продолжительность контакта клея с поверхностью; контакт можно улучшить, применяя давление в некоторых случаях создания соединения строительных конструкций на акриловых клеях.

Таким образом, при подборе состава акрилового клея для создания указанных соединений необходимо учитывать перечисленные факторы, которые влияют на адгезионные свойства указанных клеев.

РЕЛАКСАЦИОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЯХ

Золотов М.С., канд. техн. наук, Любченко М.А.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

61002, Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12

E-mail: zolotov@ksame.kharkov.ua

Одной из важных характеристик защитно-декоративных полимерных покрытий является их прочность. Под механической прочностью покрытий следует понимать не только способность покрытия противостоять разрушению под действием нагрузки (растрескивание и отслаивание пленки от подложки), но и сопротивляться возникновению вынужденно-эластичных и пластичных деформаций.

По механическим свойствам полимерные материалы имеют следующие значения основных прочностных характеристик: модуль упругости ($5 \cdot 10^3 - 10^4$ МПа), прочность при сжатии $R_{сж} = 40 - 60$ МПа, при растяжении $R_p = 15 - 25$ МПа. Однако нередко выдерживают большие напряжения при растяжении и обладают более высокой деформируемостью.

Аморфные полимеры, которые в основном используются при получении полимерных защитно-декоративных покрытий, могут находиться в трех физических состояниях: стеклообразном, высокоэластическом и вязкотекучем, для каждого из которых характерен определенный комплекс физико-механических свойств.

Каждому физическому состоянию соответствует определенный вид деформации: упругая, высокоэластическая и пластическая.

Упругая деформация связана с деформируемостью межатомных и межмолекулярных связей и валентных углов. Это полностью обратимая деформация, которая возникает практически мгновенно после приложения силы и исчезает сразу же после прекращения ее действия.

Особенность полимеров в аморфном состоянии – склонность их к большим обратимым деформациям – проявляется и в свойствах защитно-декоративных покрытий на их основе. Такие вынужденно-эластические деформации при больших нагрузках нередко достигают десятков и сотен процентов.

Высокоэластическая деформация присуща только высокополимерам и связана с относительным перемещением звеньев сегментов без перемещения макромолекул в целом; при этом форма полимерных цепей изменяется. Высокоэластическая деформация так же, как и упругая, обратима, но восстановление ее в отличие от упругой деформации протекает во времени.

Пластическая (необратимая) деформация остается длительное время после прекращения действия нагрузки и связана с перемещением макромолекул. При необратимой деформации отсутствуют силы, которые могли бы вернуть макромолекулу в первоначальное состояние. Необратимая деформация развивается во времени, и скорость ее определяется вязкостью системы.

В основе релаксационных явлений лежит тепловое движение структурных единиц системы, которая стремится перейти в новое равновесное состояние в соответствии с изменившимися условиями. Скорость установления статического равновесия в полимерных покрытиях связана с вероятностью перехода системы из одного состояния в другое.

Под действием приложенных напряжений происходит как распрямление и раскручивание цепей (меняется их конформация), так и перемещение макромолекул, пачек и других надмолекулярных структур. Все это требует определенного времени, и установление равновесия (релаксация) достигается не сразу.

Рядом исследователей установлено, что наиболее легко релаксационные процессы протекают у полимеров в высокоэластическом состоянии (время релаксации при конформационных изменениях равно $10^{-4} - 10^{-6}$ с), а время релаксации при перемещении самих макромолекул и надмолекулярных структур велико и составляет от суток до десятка суток. Если на пленку действуют растягивающие усилия, в ней возникают напряжения σ_0 , вызывающие относительные деформации ε_0 (рисунок). После снятия нагрузки пленка начнет медленно сокращаться, стремясь перейти в равновесное состояние ε_∞ . Таким же образом в растянутом образце в результате перегруппировки звеньев может происходить релаксация напряжений до равновесного значения σ_∞ . Указанный релаксационный процесс описывается уравнением Кельвина:

$$\varepsilon_t = \varepsilon_0 e^{-t/\tau} = \varepsilon_\infty (1 - e^{-t/\tau}), \quad (1)$$

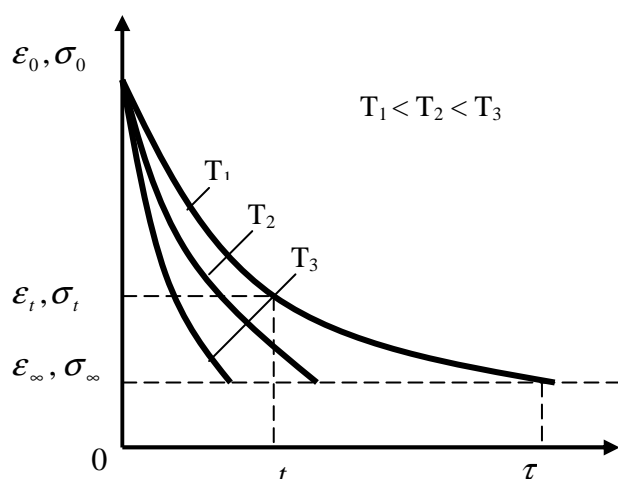
$$\sigma_t = \sigma_0 e^{-t/\tau} = \sigma_\infty (1 - e^{-t/\tau}), \quad (2)$$

где ε_t и σ_t – деформация и напряжение во время отсчета t ; τ – общее время релаксации.

Если $t = \tau$ (устанавливается равновесное состояние системы), то

$$\sigma_t = \frac{1}{e} \sigma_0, \quad (3)$$

$$\varepsilon_t = \frac{1}{e} \varepsilon_0. \quad (4)$$



Таким образом, время релаксации – это время, необходимое для того, чтобы напряжение в деформированном образце уменьшилось в e раз по сравнению с первоначальным. Релаксация резко ускоряется с повышением температуры T_i (см. рис.), что проявляется в уменьшении жесткости и прочности материала пленки.

Понижение температуры приводит к значительному изменению физических свойств пленки,

особенно вблизи температуры стеклования T_c . При этом наблюдается переход от термодинамически равновесного состояния к неравновесному состоянию системы, когда процессы, связанные с перегруппировкой звеньев, не успевают протекать за время эксперимента.

Значение T_c зависит от химического состава и структуры полимера, скорости теплового или механического воздействия. При одной и той же температуре полимер может быть высокоэластичным при медленных механических воздействиях, и твердым при быстрых. Характер теплового движения молекул ниже температуры стеклования изменяется. Если в высокоэластическом состоянии кинетической единицей является сегмент, размеры которого определяла степень гибкости молекулы, то в стеклообразном состоянии подвижность в цепи сохраняется лишь на уровне отдельных звеньев.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СПОСОБОВ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА ПОД ОКРАСКУ

Нестеренко С.В., канд техн. наук, Нат Т.П.

*Харьковская национальная академия городского хозяйства
61002, Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12*

Промышленные модификаторы (П-ИТ, ПРЛ. «Омега», ВА-01 ГИСИ и др.) не обеспечивают качественную подготовку ржавой поверхности металлов под окраску. Целью данной работы является улучшения технологиче-

ских свойств модификаторов поверхности, которые могли бы обеспечивать преобразование ржавой металлической поверхности перед нанесением лакокрасочных покрытий.

Из рассмотренных приемов увеличения защитных свойств модификаторов наиболее действенным является введение ингибиторов коррозии, обладающих способностью тормозить процессы растворения чистого металла и образующие нерастворимые халатные соединения с катионами железа и некоторыми продуктами коррозии. В качестве таких ингибиторов использовали производные ксантанового водорода, полученные конденсацией его с альдегидами. Основные исследования выполнены с 3-иминооксиметилен 1.2.4-дитиоазолидинтион-5(ТФ), имеющего техническое название 3-формилизопертиоцианат. Данный продукт представляет собой гетероциклический аминспирт, способный давать комплексные соединения с металлом. Так как наиболее эффективное действие на продукты коррозии оказывают пленкообразующие модификаторы, например ВА-01 ГИСИ, в исследуемые композиции преобразователей ржавчины вводили водные эмульсии модифицированных уротропином феноло-формальдегидных смол резольного и новолачного типов. Получение данных эмульсий осуществляли на роторном аппарате. За счет интенсивного перемешивания, возникновения мощной импульсной кавитации и механического диспергирования эмульсия получается тонкодисперсной, стабильной. Роторные аппараты обладают повышенной производительностью (10...20 м³/ч) по сравнению со всеми другими типами оборудования, применяемого для приготовления эмульсий. Преимуществом указанных смол перед производными бис-фенолов и поливинилацетатными полимерами является возможность их получения в заводских условиях, низкая стоимость и высокие технологические свойства.

Исследование защитных систем модификатор-защитная эмаль проводили в 3%-ном растворе хлористого натрия методом измерения тока короткого замыкания и токов растворения при поляризации металла. По величине тока короткого замыкания рассчитывали сплошность покрытия (СП) по формуле:

$$СП = \frac{I_{к.з.} \cdot 100}{I_{к.з. \text{ без покр.}}},$$

где \tilde{I} –сплошность покрытия, %; $I_{е.с.}$ –ток короткого замыкания, А; $I_{к.з. \text{ без покр.}}$ – ток короткого замыкания без покрытия, А.

Исследованию подвергали не только приготовленные модификаторы с пленкообразующим компонентом (модифицированной феноло-формальдегидной смолой), но и с добавками ингибитора коррозии, концентрацию которого изменяли в интервале 0,5-4,0%. Совмещение растворов с промышленными модификаторами осуществляли на роторном аппарате.

Указанные композиции наносили кистью на образцы как с продуктами коррозии. Обработка ржавой поверхности образцов дает пленку со слабым блеском и хорошей адгезией. В течении суток покрытие полностью высыха-

ло. Для выяснения влияния данного способа подготовки на защитные свойства лакокрасочных покрытий, модифицированную поверхность образцов покрывали двумя слоями лакокрасочных материалов: эмаль ХСЭ-23, ЭП-773. Химическую стойкость полученных образцов покрытий оценивали методом их выдержки в растворе хлористого натрия (3%). Сопротивляемость покрытий воздействию воды и хлоридов контролировали по токам растворения подложек под пленкой. Оплошность полученных покрытий и процесс их разрушения определяли по токам короткого замыкания. Исследования показали лучшую стойкость следующих систем: феноло-формальдегидная смола + ЭП-773; феноло-формальдегидная + ХСЭ-23; П- ИТ + феноло-формальдегидная смола + ТФ + ЭП-773. Системы феноло-формальдегидная смола + ЗП-773 и феноло-формальдегидная смола + ХСЭ-23 показали наиболее стабильные результаты во времени. Сплошность их меняется медленно. Это объясняется тем, что феноло-формальдегидная смола взаимодействует в композиции модификатора как пленкообразующий агент, образуя более толстую пленку относительно чисто пропитывающих преобразователей. Значительная толщина покрытий создает ровный поверхностный слой с лучшей сплошностью. Обработка поверхности металла с продуктами коррозии дает более стабильные результаты для всех систем, что связано с хорошей пропиткой ржавчины и ее последующим «цементированием» связующим (феноло-формальдегидная смола). Анализ данных показывает, что защитное действие модификаторов ржавчины увеличивается как добавками пленкообразующей смолы, так и ингибитора.

Таким образом, рассмотренное техническое решение дает возможность повышать защитные свойства промышленных модификаторов и, соответственно, увеличивать срок службы лакокрасочных покрытий на ржавой поверхности.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕКЛОПЛАСТИКОВ ДЛЯ ТРУБ ХОЛОДНОГО И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Авраменко В.Л., канд. техн. наук, проф., **Подгорная Л.Ф.**, канд. техн. наук,
Черкашина А.Н., канд. техн. наук, *Национальный технический
университет «Харьковский политехнический институт»*

61002, Украина, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21

E-mail: Avramenko@kpi.Kharkov.ua

Данильцев В.Г., Карандашов О.Г., ООО «Стеклопластиковые трубы»

03067, г. Киев, ул. Гарматная, 6

E-mail: Nokturnok@gmail.com

Использование стеклопластиков в народном хозяйстве позволяет значительно снизить затраты на применение черных и цветных металлов, древесины, повысить надежность работы и продлить сроки службы различных конструкций и изделий.

Высокопрочные стеклопластики с термостойкостью до 200 °С изготавливают на основе эпоксидных, полиэфирных, фенолоформальдегидных и др. связующих.

Стеклопластиковые трубы, полученные методом намотки, имеют высокую прочность при достаточно малом весе, надежность при эксплуатации в широком температурном интервале, высокую атмосферостойкость, химическую стойкость, не поддаются влиянию коррозии и гниению, не требуют сварных работ при монтаже (используют фланцевые или муфтовые соединения).

В данной работе исследовали возможность использования эпоксидных стеклопластиков для изготовления труб диаметром 150-500 мм и толщиной 10-20 мм методом непрерывной филаментной намотки, которые могли бы быть использованы для холодного и горячего водоснабжения.

Использовали традиционный состав эпоксидного связующего горячего отверждения (олигомер СНS-Ероху 520, отвердитель метилтетрагидрофта-левый ангидрид, ускоритель УП 606/02), на основе которого предприятие ООО «Стеклопластиковые трубы» выпускает уже длительное время трубы технического назначения (назовем его стандартным составом), и теплостой-кое связующее КДА-ХИт (г. Донецк).

Необходимо было сравнить санитарно-химические, физико-механические свойства изделий, содержание и степень отверждения свя-зующего, термостойкость стеклопластиков, стойкость к действию горячей воды и сделать вывод об экономической целесообразности использования того или иного стеклопластика.

Санитарно-гигиенические исследования образцов различной толщины, полученных при отверждении связующих в стандартных условиях и с до-полнительной термообработкой при 140 °С в течение двух часов, показали, что в водных вытяжках, полученных при 20 °С из всех образцов, не обнару-жено вредных веществ (эпихлоргидрина, формальдегида, фталевого ангид-рида и др.), органолептические показатели находятся на должном уровне (0-1 балл). В вытяжках, полученных при 85 °С из образцов стандартного соста-ва, отвержденных без дополнительной термообработки, присутствует фор-мальдегид, концентрация которого составляет 0,0002 г/см³, что находится в допустимых пределах (ДКМ для него составляет 0,005 г/см³). Формальдегид может образоваться в результате термоокислительной деструкции связую-щего в процессе отверждения за счет местных перегревов по толщине образ-ца из-за низкой теплопроводности системы (при термообработке он улету-чивается).

Наибольшая степень отверждения связующего (содержание гель-фракции) достигнута у образцов на основе теплостойкого связующего и со-ставляет 97% масс. В трубах с большей толщиной стенки степень отвержде-ния связующего несколько ниже (95 % масс.). По-видимому это связано с низкой теплопроводностью системы и невозможностью равномерного рас-пределения тепла при нагреве по толщине при достаточно быстром процессе

изготовления изделия в целом. Дополнительная термообработка изделий устраняет этот недостаток, и степень отверждения повышается.

Исследования термостойкости и термостабильности стеклопластиков методом термического анализа с помощью кривых ТГ и ДТГ показали, что деструктивные процессы у стеклопластиков на основе теплостойкого связующего начинаются при более низких температурах (200 °С), однако эти процессы протекают более плавно и с меньшей скоростью. Кривая ТГ у стеклопластика на основе стандартного связующего отклоняется вниз при более высокой температуре (230 °С), однако процесс отклонения происходит резко, что свидетельствует о прохождении практически полной деструкции материала при этой температуре. Однако температура начала процесса деструкции у обоих стеклопластиков значительно превышает эксплуатационную температуру труб.

Следующий этап исследований состоял в изучении изменения физико-механических свойств стеклопластиков в процессе старения под действием температуры и воды. Определяли такие показатели, как ударную вязкость и разрушающее напряжение при изгибе. Результаты показали, что стеклопластики на основе теплостойкого связующего имеют более высокие физико-механические показатели и после пребывания в кипящей воде в течение месяца они изменяются в значительно меньшей степени, чем у стеклопластиков на основе стандартного связующего. Однако значение этих изменений находится в пределах нормы.

Результаты исследований позволяют рекомендовать к использованию оба вида стеклопластиков как для холодного, так и для горячего водоснабжения. Окончательный выбор связующего для изготовления труб необходимо принимать с учетом условий эксплуатации.

Исследовались также составы связующих холодного отверждения для изготовления жесткого банджа и эластичных клеев для приклеивания металлического фланца к стеклопластиковой трубе.

В настоящее время материалы проходят гидравлические испытания.

ТЕРМОАБРАЗИВНАЯ ОЧИСТКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И ЖЕЛЕЗО-БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ ОРГАНИЧЕСКИХ И НЕОРГАНИЧЕСКИХ НАСЛОЕНИЙ ЛЮБОЙ ПРОЧНОСТИ ПЕРЕД НАНЕСЕНИЕМ НА НИХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ (ЛКП)

Нестеренко С.В., канд техн. наук

*Харьковская национальная академия городского хозяйства
61002, Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12*

Оборудование и металлоконструкции промышленных предприятий, как известно, подвергаются интенсивному коррозионному разрушению. Скорость атмосферной коррозии в некоторых зонах промышленных атмосфер достигает величин 1-1,5 мм/год. При выпадении осадков или их кон-

денсации на поверхности защищенного металла лакокрасочными покрытиями оборудования появляется электролит, содержащий вредные примеси, соответствующие загрязнению атмосферы. Это способствует увеличению в несколько раз агрессивности атмосферы в сравнении с городской. Поэтому к защитным покрытиям, надежность и долговечность которых зависит от подготовки (очистки) поверхности и применяемых лакокрасочных покрытий, должны предъявляться высокие требования.

Традиционно покрасочные работы на предприятиях производятся с применением олифы и железного сурика или, в лучшем случае, лаков на хлорвиниловой основе с алюминиевой пудрой. Покрытия наносят на очищенную с помощью щеток или пескоструйной обработки поверхность, чаще всего в один или два слоя. В первом случае покрытие сохраняет защитные свойства до года, во втором несколько дольше.

В то же время, в настоящее время при производстве покрасочных работ широко используются новые высокоэффективные методы обработки поверхностей перед нанесением защитных покрытий с применением термоабразивной пескоструйной очистки и новые эффективные зимостойкие лакокрасочные покрытия на основе перхлорвиниловой, эпоксидных, каучуковых, кремний органических полимерных смол. В данной работе изучено влияние термоабразивной очистки поверхности металла под окраску на стойкость защитных ЛКП.

Исследование защитных систем сталь-защитная эмаль проводили в 3%-ном растворе хлористого натрия методом измерения тока короткого замыкания и токов растворения при поляризации металла. По величине тока короткого замыкания рассчитывали сплошность покрытия (СП) по формуле:

$$СП = \frac{I_{к.з.} \cdot 100}{I_{к.з. \text{ без покр.}}},$$

где $\tilde{N}\tilde{I}$ –сплошность покрытия, %; $I_{к.з.}$ –ток короткого замыкания, А; $I_{к.з. \text{ без покр.}}$ – ток короткого замыкания без покрытия, А.

Для выяснения влияния данного способа подготовки поверхности на защитные свойства лакокрасочных покрытий, обработанную термоабразивным способом поверхность образцов покрывали двумя слоями лакокрасочных материалов: эмаль ХСЭ-23, ЭП-773. Химическую стойкость полученных образцов покрытий оценивали методом их выдержки в растворе хлористого натрия (3%). Сопротивляемость покрытий воздействию воды и хлоридов контролировали по токам растворения подложек под пленкой. Оплошность полученных покрытий и процесс их разрушения определяли по токам короткого замыкания.

Исследования показали лучшую стойкость защитных покрытий, нанесенных по поверхности обработанной термоабразивным материалом по сравнению с обычной пескоструйной обработкой поверхности металла. Указанные результаты можно объяснить тем, что термоабразивная очистка металлических конструкций приводит к образованию более совершенной по-

верхности металла с меньшей шероховатостью, что способствует более высокой адгезии лакокрасочного материала к подложке.

По нашему мнению, для увеличения срока службы защитных покрытий необходимо внедрение следующих мероприятий:

- организация лабораторного входного контроля всех лакокрасочных материалов, применяемых на предприятиях, в том числе подрядными организациями на соответствие ТУ;
- внедрение высокоэффективных методов подготовки поверхностей перед покраской;
- использование для защиты оборудования и металлоконструкций только многослойных, апробированных лакокрасочных покрытий;
- организация лабораторного контроля при нанесении антикоррозионных покрытий: проверка на соответствие требуемому классу шероховатости подготовленной поверхности, вязкости применяемых лакокрасочных материалов, толщины покрытий, количества слоев;
- составление сертификатов на наносимые покрытия.

Ниже приводим основные характеристики установки по термоабразивной очистке металлических и железобетонных конструкций от органических и неорганических наслоений любой прочности перед нанесением на них лакокрасочных покрытий (ЛКП).

Область применения установки

Ремонт металлических и железобетонных конструкций газо- и нефтепроводов, эстакад, мостов, технологических конструкций металлургических, коксохимических и др. предприятий, очистка морских судов, фасадов зданий, технологические операции на литейных и машиностроительных предприятиях.

Технические характеристики установки

Давление сжатого воздуха	0,4...0,7 МПа
Расход воздуха	4...5 м ³ /мин.
Тип топлива	бензин, керосин
Расход топлива	7...9 л/ч
Тип абразива	песок, шлаки металлургические фр. 1...4 мм
Расход абразива	50...270 кг/ч
Скорость очистки:	
– металлоконструкций	до 30 м ² /ч
– плоской поверхности	до 60 м ² /ч
Качество очистки	стандарт Sa 2 _{1/2} ...3 (SSPC-SP10) по ISO 85011-1: 1998(E) SIS 055900
Габаритные размеры, мм:	
– длина	633
– ширина	660
– высота	1345
Вес	75 кг

РАЗРАБОТКА СОСТАВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНОГО ГРАНУЛЯТА С УЛУЧШЕННОЙ СПОСОБНОСТЬЮ К ПЕРЕРАБОТКЕ

Черкашина А.Н., канд. техн. наук, **Подгорная Л.Ф.**, канд. техн. наук,
Поливода И.А., **Близнюк А.В.**, канд. техн. наук
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»
61002, Украина, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21
E-mail: Avramenko@kpi.kharkov.ua

Поливинилхлоридный (ПВХ) гранулят широко применяется для изготовления различных профилей, которые используются в промышленном и жилом строительстве. Популярность ПВХ в этой отрасли обусловлена уникальным комплексом физико-механических свойств в сочетании с высокой химической стойкостью, технологичностью переработки на высокоскоростных экструзионных линиях, хорошей окрашиваемостью. Кроме того, ПВХ – один из наиболее распространенных и дешевых полимерных материалов.

В настоящее время существует широкий рынок поставок компонентов для производства поливинилхлоридных смесей для производства широкого ассортимента различных профилей. Однако единой рецептуры, которая могла бы удовлетворить запросы производителей однотипной продукции, например, тех же облицовочных профилей, не существует. Любую рецептуру, которая найдена и опробована известной фирмой для какого-либо предприятия, необходимо адаптировать в новых условиях для конкретного оборудования, формирующего инструмента и т.д. На качество конечного изделия из ПВХ оказывает влияние около 40 переменных величин, в том числе и техническое состояние линии в целом и отдельных узлов и механизмов в частности.

Исходной композицией для исследований служила смесь на основе суспензионного ПВХ марки К-65-68, комплексного стабилизатора 1КА-8749Р9, мела гидрофобного.

Необходимо было улучшить технологические свойства этой композиции, облегчить перерабатываемость гранулята при изготовлении профилей.

При разработке поливинилхлоридных смесей использовали такие марки ПВХ и компонентов смесей:

ПВХ – Formolon S-65 (Тайвань), Ongrovil S-5167 (Венгрия), Neralit S-683 (Чехия), Vinnolit S-3265 (Германия);

мел – Омыасорб 1КА (Турция), Turcarb TC-1 (Nehwbz), Eurocarb 95C-КА (Турция), IVIDAS 501 (Турция);

комплексные стабилизаторы – Lebox 2424Н (Испания), Lebox 249 (Испания), Naftomix TRX216 (Австрия), Naftomix TRX2167 (Австрия) Naftomix 21G7 (Австрия);

модификатор наполнения – Ардо-821М (Украина);

смазывающие вещества – окисленные полиэтиленовые воски Naftolube OPA (Австрия), Naftolube CPD (Австрия);

модификатор перерабатываемости – Degalan 10F (Германия);

пигменты – диоксид титана Kronos 2220 (Германия), пигмент ультрамарин синий GP-58 (Испания);

оптический отбеливатель – Transfar OB (Китай), Neolight Soft (Китай);

углерод технический – сажа (Украина).

Изучали технологические свойства композиций в процессе изготовления гранул и профильных изделий, реологические показатели, характеризующие способность материала к переработке в изделия. Кроме того, учитывали стоимость получаемого состава композиций.

Процесс изготовления гранулята заключался в осуществлении стандартных технологических операций: нагреве смесей в горячем смесителе при 120 °С, охлаждении в холодном смесителе при 45 °С, пересыпании смеси в приемный бункер транспортирующего шнека, передачи в бункер-накопитель, а затем в приемный бункер загрузчика смеси, просеивании от крупных частиц, а затем подачи через приемный конус в зону загрузки двухшнекового экструдера с коническими шнеками, экструзии стренг при 135 °С, нарезки гранул, охлаждении.

Для определения оптимальных параметров переработки исследуемых систем и оценки качества получаемых изделий строили кривые течения материалов с применением капиллярного вискозиметра в интервале средних и больших скоростей деформации ($0,1 - 10^5 \text{ с}^{-1}$). Для анализа кривых течения определяли показатель текучести расплава композиций при температурах (463 – 483)К и нагрузках (49,02 – 98,04)Н. Анализ экспериментальных данных свидетельствует о том, что течение исследуемых композиций характеризуется неньютоновским типом, причем рецептурные факторы оказывают существенное влияние на степень отклонения характера течения композиций от ньютоновского типа.

Изучали также физико-механические свойства (ударную вязкость, разрушающее напряжение при изгибе) образцов пластика, полученного из гранулята.

В результате исследований изучено влияние различных добавок на текучесть ПВХ смесей и на свойства получаемого гранулята и изделий из него. Выбран оптимальный состав композиции, включающий ПВХ Formolon S-65, мел гидрофобный Eurocarb 95C-КА, комплексные стабилизаторы Lebox 2424Н и Naftomix TRX216, модификатор перерабатываемости Degalan 10F, модификатор наполнения Ардо-821М, смазывающие вещества воски Naftolube OPA и Naftolube CPD, диоксид титана Kronos 2220, оптический отбеливатель Transfar OB, пигмент GP-58, на основе которого достигнуты улучшенные технологические свойства композиции, повышенные физико-механические показатели изделий и обеспечено значительное улучшение перерабатываемости этих систем.

Материалы проходят испытания в ООО «Севенпласт».

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗВУКОПОГЛИНАЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПІНОПОЛІУРЕТАНУ

Абракітов В.Е., канд. техн. наук, **Фаріна І.О.**

Харківська національна академія міського господарства

61002, Україна, м. Харків, вул. Революції, 12

E-mail: abrakitov@rambler.ru

Відомі різні види звукопоглиначів, у т.ч. з пінопласту з відкритою пористістю (найчастіше пінополіуретану). Вони мають наскрізну пористість із розмірами пор менш 1 мм. Усередині пор може поширюватися звук, що загасає через втрати.

Передача звукової енергії, тобто енергії пружних хвиль при цьому здійснюється за рахунок зіткнень сусідніх часток при їх коливаннях. Фізичний зміст явища полягає в тому, що звукові хвилі здатні поширюватися практично в будь-якій середовищі, що володіє властивістю пружності, тобто в будь-якому відомому матеріалі. У зв'язку з цим боротьба із шумом на шляху його розповсюдження стає скрутною.

У раніше опублікованих нами роботах [1, 2, 3] наводиться спроба описати механізм дії пористих звукопоглиначів. В [4] говориться, що при проходженні звукової хвилі через матеріал із крупними порами відбувається її багаторазове переломлення на границі розподілу середовищ “повітря — пористий матеріал”, що, у свою чергу, збільшує його звукоізолюючі властивості в порівнянні з суцільним матеріалом. Поглинання звуку пористими матеріалами було пояснено нами як наслідок звукоізолюючих властивостей їхніх пір, що представляють собою вакуумні порожнини. Високі звукоізолюючі (звукопоглинання забезпечує і звукоізоляцію) властивості звуковбирних матеріалів із дрібними порами розуміються авторами дійсної роботи як результат наявності в них вакуумних порожнин, тобто пір, наповнених повітрям при тиску рівному атмосферному, – котрі, проте, через свої малі розміри поведуться як мікроскопічні вакуумні звукоізолюючі пристрої за умови $l \geq d$, де d – діаметр пори. Звуковбирні властивості пористих матеріалів пояснюються тим, що звукова енергія, потрапляючи в них, незначно відбивається від границі розподілу середовищ “повітря – пористий матеріал” і проходить усередину, випробуючи звукопоглинання при розповсюдженні по твердому матеріалі оболонки пористого матеріалу.

Вищевикладені теоретичні передумови [2, 4] послужили основою створення багатошарових звуковбирних панелей [3, 4]. Зазначені звуковбирні панелі забезпечують зниження рівня звуку на 8 – 10 дБА. Вони можуть бути застосовані самостійно у виді конструкцій, що обгороджують, у приміщеннях, де маються в наявності могутні джерела шуму, такі як виробниче устаткування і т.п., а також у якості додаткового звуковбирного покриття на традиційних звукоізолюючих панелях.

1. Абракитов В.Э. Микроструктура пористых материалов и их звукопоглощающая способность // Тезисы докладов XXVII научно-технической конференции преподавателей, аспирантов и сотрудников ХИИГХ. – Харьков: ХИИГХ, 1994. – С. 59-60.
2. Абракитов В.Э., Данова К.В. Влияние микроструктуры пористых материалов на их звукопоглощающие свойства // Коммунальное хозяйство городов: Научно-технический сборник. Вып. 42. – К.: Техніка, 2002. – С. 190-194.
3. Абракитов В.Э., Русова В.А. Многослойная звукопоглощающая панель // Коммунальное хозяйство городов: Научно-технический сборник. Вып. 58. – К.: Техніка, 2004. – С. 239–243.
4. Абракітов В.Е. На шляху до наукових відкриттів. Монографія. – Х.: Парус, 2007. – 424 с.

РАСТВОРЫ НА ОСНОВЕ ЖИДКОГО СТЕКЛА С ДОБАВКОЙ АКРИЛОВОГО КОМПАУНДА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Супрун О.Ю., СК «Укрпромстрой», г. Харьков
61002, Украина, г. Харьков, ул. Краснознаменная 7/9
E-mail: zolotov@ksame.kharkov.ua

Проблемы повышения коррозионной стойкости и долговечности бетонных и железобетонных строительных конструкций промышленных зданий и сооружений имеют важное значение в условиях ремонта и реконструкции действующих производств. При этом предпочтительно использование кислотоупорных материалов, в частности, кислотостойких бетонов и растворов на основе жидкого стекла, которые могут быть использованы для замены разрушающихся в процессе эксплуатации конструкций, узлов и частей зданий из цементных составов, для устройства антикоррозионных покрытий и создания собственно кислотоупорных конструкций. Кислотостойкие материалы на основе жидкого стекла отвечают большинству требований, предъявляемых условиями и сроками реконструкции: обладают значительной прочностью и кислотостойкостью, быстрым набором прочности, имеют небольшие сроки схватывания и твердения, недороги, не требуют сложного оборудования для приготовления. Однако им присущи некоторые существенные недостатки: высокие проницаемость в разбавленных кислотах и усадка при твердении.

В последнее время создано новое поколение жидкостекольных композиций: полимерсиликатов и составов с регулируемой усадкой. Поэтому целью настоящей работы явилось создание на жидкостекольной основе бетонов и растворов без вышеуказанных недостатков.

В состав полимерсиликатного раствора входили:

1. Жидкое стекло. Соответствует ГОСТ 13078-81. Силикатный модуль – 2,81; плотность – 1,59 г/см³. В процессе подготовки к изготовлению образцов жидкое стекло разбавлялось водой до плотности 1,4 г/см³ и фильтровалось через крупную сетку для удаления механических примесей и коагуляторов.

2. Натрий кремнефтористый марки «Ч». Соответствует ТУ 6-09-1461-76. Был высушен при 80⁰С, измельчен и пропущен сквозь сито № 0056.

3. Глинозем ГК (окись алюминия). Соответствует ГОСТ 6912-74. Кислотостойкость – 69,04%.

4. Пудра алюминиевая пигментная ПАП-2. Соответствует ГОСТ 5494-71.

5. Мука диабазовая. Соответствует ТУ 21-30-18-68.

6. Акриловый компаунд, состоящий из компонентов: полиметилметакрилат (ТУ 6-01-497-95), метилметакрилат (ГОСТ 20370-74), гликольдиметилакрилат (ТУ 6-01-1240-95), перекись бензоила (ГОСТ 14888-78), диметиланилин (ГОСТ 2168-71).

7. Песок кварцевый речной из Безлюдовского карьера Харьковской области. Модуль крупности – 0,92. Кислотостойкость – 96,51%.

Вязущим в исследуемых композициях является жидкое стекло. В зависимости от его силикатного модуля изменяются и свойства кислотостойких материалов: с возрастанием модуля увеличивается химическая стойкость, однако водостойкость и механическая прочность падает, снижается жизнеспособность, уменьшается удобоукладываемость. Оптимальными считаются натриевые жидкие стекла с модулем 2,6-3,0 и удельной массой 1,35 – 1,45 г/см³.

Подбор оптимального состава композиции осуществляется исходя из следующих соображений: степени растворимости жидкого компонента акрилового компаунда в жидком стекле, а также рационального сочетания таких свойств, как проницаемость в слабокислой среде и характер линейных деформаций затвердевшего материала при первом нагреве до 200⁰С.

Подбор составов композиций проводился в два этапа. Первый этап заключался в определении расхода жидкого стекла, который зависит от вида и свойств конкретных сырьевых материалов и активных добавок. В настоящей работе расход жидкого стекла был принят минимально возможным, что позволило повысить плотность кислотостойких материалов. Вследствие этого полученные смеси были достаточно жесткими. Расход вяжущего составил для растворов – 19,27-26,60% сверх массы сухой смеси, для бетонов – 17,0-19,83%.

Второй этап заключался в определении количества кремнефтористого натрия. Преобладает точка зрения, что количество кремнефтористого натрия должно соответствовать стехиометрическим соотношениям в его реакции с жидким стеклом. В наших исследованиях стехиометрическое количество кремнефторида принято равным 15% от массы жидкого стекла.

Третий этап заключался в определении количества компонентов акрилового компаунда в разрабатываемой смеси. Отличительной особенностью предлагаемой композиции является использование гликольдиметилакрилата, который представляет собой четырехфункциональное соединение. В процессе сополимеризации с метилметакрилатом он приводит к созданию пространственно сшитого трехмерного продукта за счет поперечных химических связей между макромолекулами полимера. Это, в свою очередь, приво-

дит к повышению прочности и теплостойкости предлагаемой полимерсиликатной композиции.

Проведенные эксперименты по определению физико-механических свойств указанной композиции показали, что она имеет прочность на сжатие и изгиб на 20-25% больше, чем существующие аналоги. Композиция также обладает достаточно высокими адгезионными свойствами, теплостойкостью и стойкостью к действию растворов ряда кислот.

Были также проведены экспериментальные исследования сцепления полимерсиликатного бетона указанного состава с цементным бетоном. В опытах использовали стандартные образцы – “восьмерки” (ГОСТ 10180-78), а также призмы сечением 70x70 мм. При испытании “восьмерок” сначала изготавливали “полувосьмерки” из цементного бетона класса В25 с применением щебня фракции 5...10 мм. После 60 сут. твердения в нормальных температурно-влажностных условиях к ним прибетонировали “полувосьмерки” из полимерсиликатного бетона. Комплексные образцы выдерживали в воздушно-сухих условиях 15-18 сут., после чего испытывали на осевое растяжение. Для контроля одновременно испытывали “восьмерки” из цементного бетона класса В25. Призмы также изготавливали из двух половинок в металлической опалубке, в которую сначала устанавливали деревянные вкладыши. С торцов образцов, испытываемых на растяжение, в процессе формирования закладывали анкера диаметром 12 мм на глубину 50...60 мм. Испытание комплексных образцов при кратковременном нагружении проводили на растяжение при изгибе, осевое растяжение и на срез – при сжатии. Испытания проводили на разрывной машине “Шоппер”.

Результаты испытаний показали следующее. Прочность на осевое растяжение цельнобетонных (из цементного бетона) образцов составила 2,94 МПа, что в 1,8 раза (минимальное значение – 1,62 раза) превышает величину нормативного сопротивления бетона класса В25 по СНиП 2.03.01-84 (фактическая средняя из трех образцов прочность бетона при сжатии равнялась 30,6 МПа). Прочность на осевое растяжение составных “восьмерок” колебалась в пределах 4,27...4,69 МПа. Причем разрыв соединения происходил во всех случаях по сечению цементного бетона в приконтактной зоне, т.е. наблюдалось упрочнение цементного бетона в области сцепления с полимерсиликатным бетоном. Микроскопическими исследованиями установлено, что между “новым” жидкостекольным и “старым” цементным бетоном происходит химическое взаимодействие с выделением новообразований. Именно этим, по-видимому, обусловлено то обстоятельство, что прочность на разрыв составных “восьмерок” превосходила прочность цельнобетонных образцов из цементного и жидкостекольного бетона. Кроме того, площадь контакта двух бетонов увеличивалась за счет проникновения и зацепления полимерной вяжущей композиции в порах и капиллярах цементного камня. Об этом свидетельствует более “рваная” структура поверхности излома составных образцов в сравнении с цельнобетонными, а малая усадка полимерсиликатного бетона не вызывала сколько-нибудь заметного снижения прочности

сцепления. Аналогичная картина отмечалась при испытании призм на осевое растяжение, изгиб и сдвиг.

Результаты испытаний показали следующее. Среднее значение напряжений разрыва при осевом растяжении равнялось 4,31 МПа (пределы разброса 4,22...4,36 МПа), среднее квадратическое отклонение значений – 0,07 МПа, коэффициент вариации – 1,8 %. Максимальное напряжение растяжения при изгибе составило 6,89 МПа, среднее квадратическое отклонение значений изгибающего момента – 2,94 МПа, коэффициент вариации – 10,6%. Для испытаний на сдвиг при сжатии эти показатели соответственно составили 18,8 МПа, 3,49 МПа и 18,6%. Разрушение во всех случаях происходило по приконтактному слою цементного бетона. По данным экспериментов автора, прочность сцепления при испытании на осевое растяжение образцов из полимерсиликатного бетона с добавкой фурилового спирта и цементного бетона класса В25 в возрасте 14 сут. составляла 2,5...3 МПа.

Циклический нагрев описанных выше комплексных образцов в диапазоне 20...75⁰С (100 циклов) привел к увеличению прочности сцепления примерно на 35% (испытания проводили в охлажденном состоянии образцов). Многократное увлажнение и высушивание при температуре 60⁰С, а также замораживание и оттаивание (по 100 циклов) существенного влияния на прочность сцепления не оказали.

Использование разработанных составов полимерсиликатных растворов для защиты от коррозии строительных конструкций промышленных предприятий позволяет снизить расходы стройматериалов до 15%, трудовых затрат – до 20%.

РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВТОРИННОГО ПОЛІЕТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТУ

Гоженко Л.П., Магазій П.М., Лукашова В.В., канд. техн. наук
Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ
03056, Україна, м. Київ, просп. Перемоги, 37
E-mail: vluka@mail.ru

З поліетилентерефталату (ПЕТФ) виготовляють широкий спектр будівельних матеріалів, серед яких: водостійкі покрівельні та оздоблювальні матеріали, килимові покриття, пакувальні шпагати, нетканий текстиль, що може використовуватись у якості набивної теплоізоляції, тощо. Створення композиційних матеріалів на основі вторинного ПЕТФ вирішує одночасно проблему розвитку виробництва будівельних матеріалів на Україні і проблему рециклінгу використаних виробів з ПЕТФ, яка на сьогоднішній день є актуальною.

Відомо, що якість виробів із вторинної сировини значно відрізняється від якості відповідних виробів з первинної сировини. Особливий інтерес представляє знаходження реологічних властивостей вторинної сировини, не-

обхідних для здійснення розрахунків та проектування обладнання для переробки сировини у вироби нової якості.

Метою даної роботи є визначення реологічних властивостей вторинного ПЕТФ, для можливості подальшого використання цих даних у розрахунках робочих органів екструзійного обладнання.

Реологічні властивості розплавів полімерів досліджено на капілярному віскозиметрі типу «ИРТ-3» в діапазоні швидкостей зсуву $\dot{\gamma} = 10 \dots 2000 \text{ с}^{-1}$.

Дослідження проведено за стаціонарних умов у діапазоні температур переробки: 265 та 285°C. У якості сировини використовували подрібнені ПЕТФ-пляшки: прозорі, блакитні і коричневі. Подрібнений матеріал промивали у чистій теплій воді та висушували. Безпосередньо перед проведенням реологічних досліджень подрібнений матеріал висушували у сушильній шафі при температурі 70°C протягом двох годин. Фракції кожного кольору досліджували окремо.

Варто відзначити, що в межах проведеного дослідження спостерігався лінійний характер залежності $\tau = f(\dot{\gamma})$ (рис., а), при цьому показник неньютоновської поведінки близький до одиниці (від 0,91 до 1,08). Тобто за умов проведення досліджень розплав ПЕТФ поводить себе як ньютонівська рідина, а отже в'язкість розплаву у широкому діапазоні швидкостей зсуву має постійне значення $\approx \text{const}$ (рис., б). Остаточно для визначення реологічних залежностей приймаємо $n = 1$.

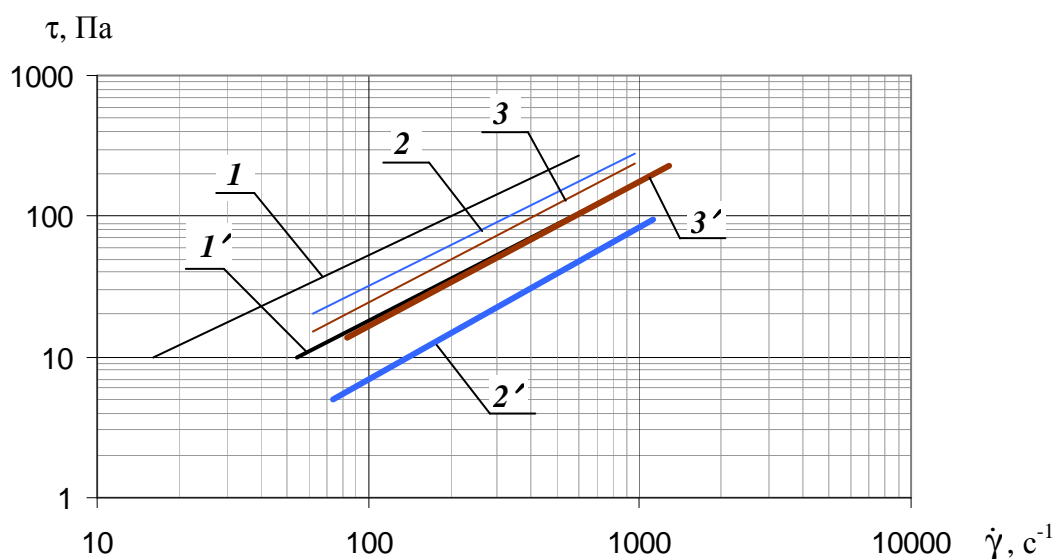
Залежності для визначення в'язкості вторинного ПЕТФ мають вигляд:

$$\eta_i = 0,1925 \exp[-0,049 \cdot (T - 285)];$$

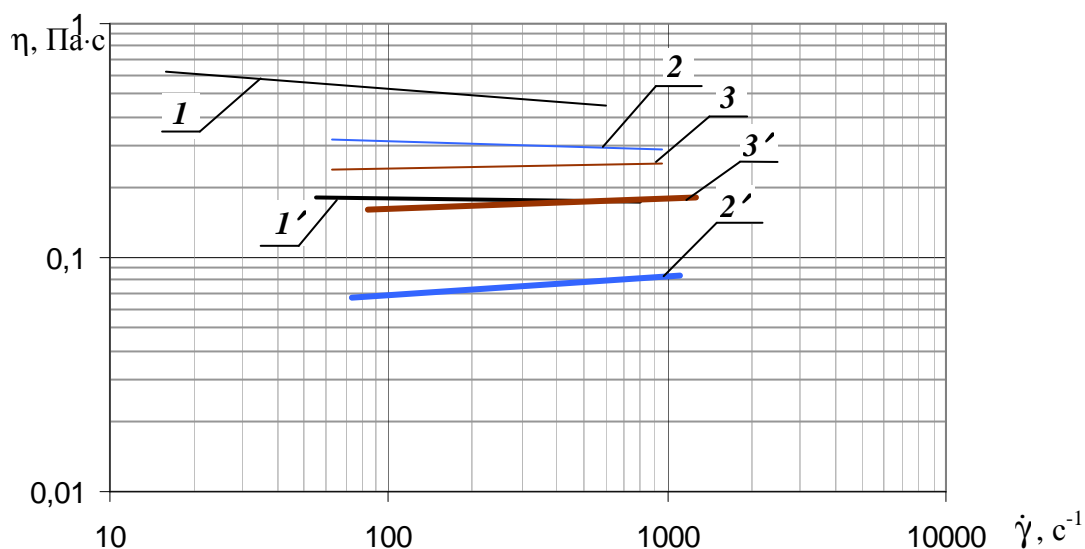
$$\eta_a = 0,0475 \exp[-0,067 \cdot (T - 285)];$$

$$\eta_e = 0,124 \exp[-0,019 \cdot (T - 285)],$$

де η_i , η_a , η_e – динамічна в'язкість прозорого, блакитного та коричневого ПЕТФ.



а)



б)

Реологічні властивості вторинного ПЕТФ:

1 – ПЕТФ прозорий при 265 °С; 2 – ПЕТФ блакитний при 265 °С;
3 – ПЕТФ коричневий при 265 °С; 1' – ПЕТФ прозорий при 285 °С;
2' – ПЕТФ блакитний при 285 °С; 3' – ПЕТФ коричневий при 285 °С

Проведення реологічних досліджень показало, що вторинний поліетилентерефталат у розплавленому вигляді поводить себе як ньютонівська рідина ($n \approx 1$), в'язкість якої практично не залежить від швидкості зсуву.

Перед вторинною переробкою, ПЕТФ необхідно піддати тривалій сушці для покращення якості виробів і умов переробки сировини.

Дослідження показали, що наявність домішок (барвники, стабілізатори, УФ-захист) значно впливають на реологічні властивості сировини та температурну чутливість матеріалу. Цей факт підкреслює необхідність ретельного сортування ПЕТФ-відходів при багатотоннажній переробці сировини у виробу будівельного призначення.

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОЖИВЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЛАСТИКІВ

**Сорокіна С.В., канд. техн. наук, Летута Т.М., канд. техн. наук,
Акмен В.О., М'ячиков О.В.**

*Харківський державний університет харчування та торгівлі
61051, Україна, м. Харків, вул. Клочківська, 333
E-mail: sorokina_sve@mail.ru*

Нові технології виробництва майже повністю витиснули з життя натуральні деревинні матеріали та залізні конструктивні елементи. На заміну їм впевнено входять полімерні матеріали. Слід зауважити, полімери, що воло-

діють достатньою міцністю, не дешеві у виробництві. Але технічний прогрес стрімко насичає життя споживачів новими товарами, збуджуючи усіх, хто не бажає «відставати від життя», витратити все більші кошти на модернізацію середовища навколо себе. Зараз полімери зайняли місце стандартних, звиклих конструктивних елементів з ДСП, з нержавіючих елементів, і тим паче з деревини. Пластик застосовується у виробництві меблів, побутових товарів, електротоварів, несучих конструктивних елементів, вікон, деталей машин, обладнання та ін.

Однак, незважаючи на переваги, негативною є проблема втрати прозорості у часі та нестійкість поверхні до незначних подряпин, що значно погіршує естетичний вигляд виробів. Нині існує достатньо багато видів полімерних матеріалів, властивості яких відрізняються, тому актуальним завданням є визначення виду матеріалу, що володіє найбільшою стійкістю до тертя та дії світла.

Метою роботи було проведення аналізу споживчих та фізико-хімічних властивостей різних видів прозорих пластиків з встановленням їх стійкості до тертя та дії світла. При виконанні експериментальних робіт для досягнення мети на першому етапі нами було проведено аналіз якісних ознак пластиків, які найбільше використовуються у виробництві. Оргскло – це збірне поняття, що включає в себе усі види прозорих пластиків (акрилове скло, полікарбонат, прозорий полістирол, прозорий ПВХ, САН, поліефірні (ПЕТ) пластики). Для подальших іспитів були взяті чотири різні види прозорих пластиків: акрилове скло, полікарбонат (ПК), поліетилентерефталат (поліефір, ПЕТ) та стіролакрілонітріл (САН).

Аналізуючи результати проведення досліджень якісних показників прозорих пластиків можна відмітити, що за показниками прозорості акрилове скло мало 92-93 %, стіролакрілонітріл 88-90 %, полікарбонат та поліефір 86-89 %. За міцністю на вигин акрилове скло та поліефір мали 5-10 МПа, полікарбонат – 8-10 МПа, а стіролакрілонітріл – 4-5 МПа. Вологопоглинання коливалось в межах від 0,03 % – акрилове скло та поліефір до 0,2 % – полікарбонат, стіролакрілонітріл мав вологопоглинання у межах 0,04 %. Таким чином, використання акрилу для виготовлення різноманітних виробів побутових товарів з високими показниками прозорості за часом та стійкості поверхні до незначних подряпин є найбільш приємним.

Проведені дослідження встановили, що більш приємним матеріалом з погляду легкості, міцності до ударів, світлопроникнення, великих навантажень та здатністю до згинання є акрил. До того ж, акрил, який отримують методом лиття, дозволяє одержати деталі, які сформовані індивідуально за зразком-еталоном. Акрил (оргскло) не має пор, тому бруд не може проникнути усередину поверхні. Плями або пил вбираються за допомогою м'якої тканини, що не володіє абразивними властивостями, змоченою водою або спеціальним очисником з антистатичним ефектом. Маленькі подряпини можна полірувати за допомогою спеціальної полірувальної пасти. Це значно поліпшує естетичність приміщення, вносить додатковий колорит в загальну обстановку кімнати, що особливо актуально з появою прошарку в суспільст-

ві, що складається з досить багатих людей, що вимагають вишуканої обстановки у своїх оселях.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ОТВЕРЖДЕНИЯ ЭПОКСИАМИННЫХ КОМПОЗИЦИЙ НИЗКО- ТЕМПЕРАТУРНОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ

**Яковлева Р.А., д-р техн. наук, проф., Попов Ю.В., Данченко Ю.М.,
Быков Р.А., Качеманова М.П.**

*Харьковский государственный технический университет
строительства и архитектуры
61002, Украина, г. Харьков, ул. Сумская, 40*

При создании эпоксиполимеров низкотемпературного отверждения очень важным является прогнозирование скорости отверждения эпоксиаминной композиции в зависимости от соотношения компонентов в бинарном аминном отвердителе и количества модифицирующих добавок. С целью решения данной задачи нами были проведены исследования процессов структурирования эпоксиаминных композиций при различном соотношении компонентов и температурных параметрах процесса структурирования.

Исследовались эпоксиаминные композиции на основе эпоксидианого олигомера ЭД-20, отверждённого бинарным отвердителем на основе моноцианэтилдиэтилентриамин УП-0633М и аминокфенольного олигомера АФ-2. В качестве модифицирующих добавок использовались неионогенные, катионо- и анионоактивные поверхностно-активные вещества (ПАВ).

Скорость процесса отверждения определяли диэлектрическим методом по изменению удельного объёмного сопротивления в процессе структурирования модифицированных эпоксиаминных композиций.

В результате проведенных исследований нами были рассчитаны полиномиальные зависимости условной скорости процесса отверждения (Y) от соотношения компонентов в комбинированном отвердителе (X_1) и концентрации ПАВ (X_2) в композиции при температурах 303K(1), 313K(2), 323K(3):

$$Y:=195.8894+16.6667*X_1+44.1667*X_2+7.8333*X_1^2+8.8333*X_2^2-24*X_1*X_2; \quad (1)$$

$$Y:=316.1138+9*X_1-52.3333*X_2+25.6667*X_1^2+54.6667*X_2^2-35.5*X_1*X_2; \quad (2)$$

$$Y:=531.9959+65.8333*X_1-82*X_2-109.5*X_1^2-15*X_2^2-43*X_1*X_2. \quad (3)$$

Таким образом, полученные уравнения регрессии позволяют прогнозировать скорость процесса отверждения эпоксиаминных композиций при различном соотношении компонентов и различной температуре, что существенно облегчает выбор композиции с необходимыми технологическими свойствами.

ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАТОРА НА ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Золотов М.С., канд. техн. наук, **Любченко М.А.**

Харьковская национальная академия городского хозяйства

61002, Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12

E-mail: zolotov@ksame.kharkov.ua

Каждый компонент, входящий в состав краски защитно-декоративных покрытий определенным образом влияет на ее свойства. Однако основные свойства покрытий определяются типом пленкообразователя. Выбор типа пленкообразователя зависит от назначения защитно-декоративных покрытий: для наружных работ или только для внутренней отделки помещений.

Основное назначение фасадной краски обеспечить защиту от влажности, ультрафиолетового излучения или воздействия химических агрессивных сред.

Водостойкость пленок на основе полимерных дисперсий определяется скоростью и количеством воды, поглощенной за определенное время. Водопоглощение может давать пластифицирующий эффект и повышать эластичность покрытия, однако при этом снижается механическая прочность и адгезия к подложке. Следовательно, водопоглощение покрытий необходимо минимизировать.

Эксперименты по повышению стойкости к действию воды защитно-декоративных покрытий из красок на основе акриловых дисперсий были проведены авторами их модифицированием добавкой метилового эфира метакриловой кислоты (мономер метилметакрилата), в котором растворено 3% диметиланилина. Инфракрасная спектрофотометрия, использованная для исследования структуры, показала следующее (рис. 1).

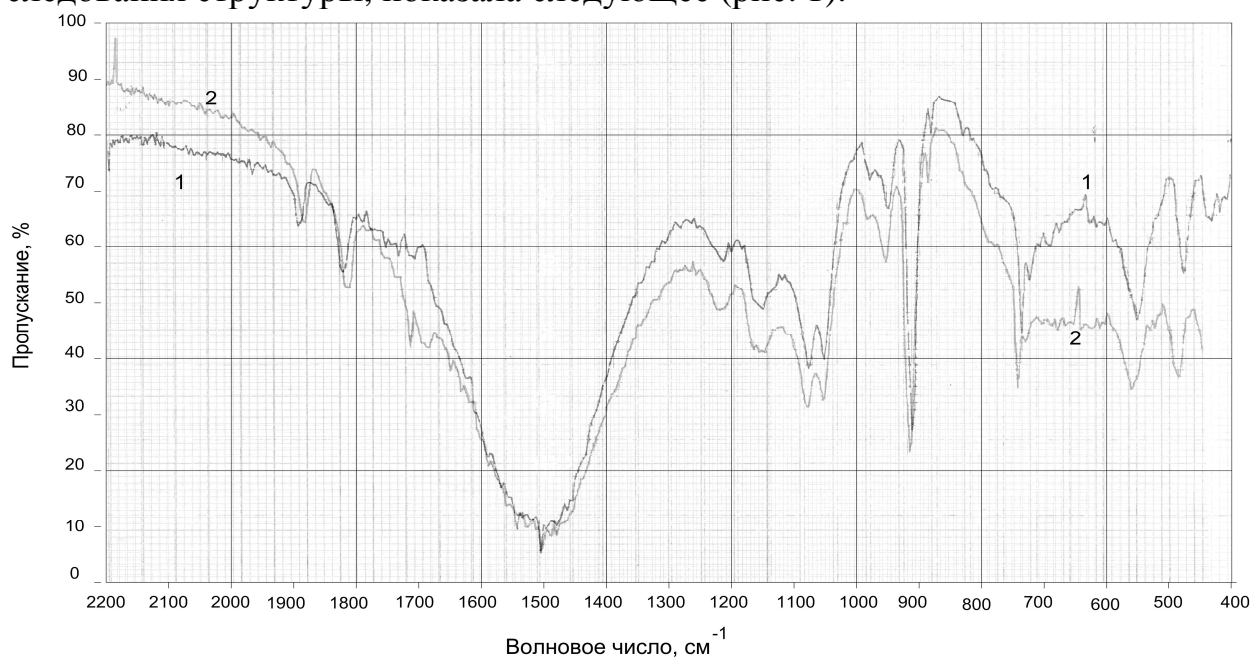


Рис. 1 – ИК спектры покрытия краской Fassaden Farbe:

1 – без модификатора, 2 – с модификатором

В красках без модификатора (спектр 1) и с модификатором (спектр 2) при введении модификатора не происходило изменения в структуре покрытия, т. е. две рассмотренные системы имеют идентичную структуру. Однако на основе проведенных испытаний на водопоглощение, покрытия с модификатором отличаются и имели меньшие значения водопоглощения по сравнению с исходным материалом (рис. 2).

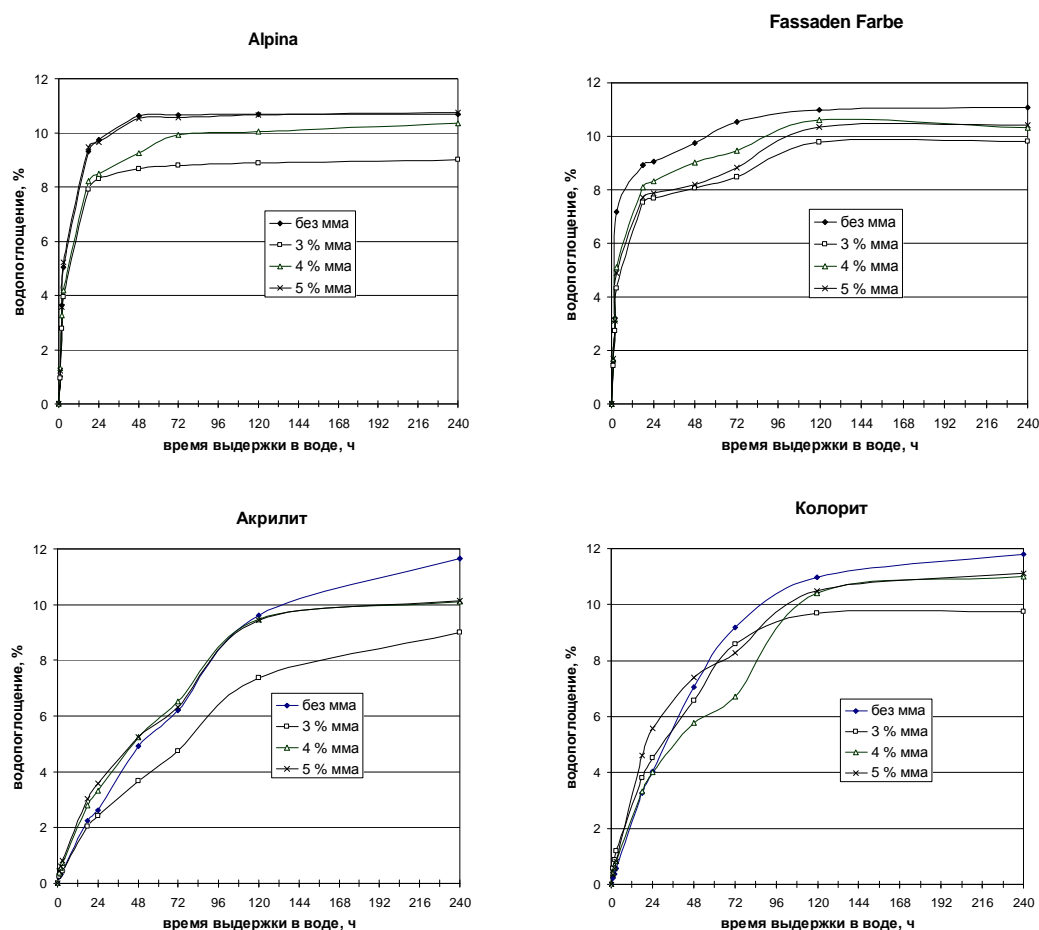


Рис. 2 – Зависимость водопоглощения покрытий испытанных красок от количества в них модификатора

Уровень водопоглощения увеличивается при уменьшении толщины пленки, повышении температуры воды и понижении в ней содержания солей. Следовательно, определение водопоглощения проводилось в стандартных условиях при нормальной температуре 20 ± 2 °С, при одинаковой толщине покрытий, которая составила 100 мкм, с выдержкой в неионизированной воде образцов каждой краски в отдельном эксикаторе.

В результате полученных экспериментальных данных оптимальная величина модификатора для указанных выше красок составила 3 %. При таком количестве модификатора наблюдалось минимальное водопоглощение.

Проведенные эксперименты показали, что водопоглощение покрытия краской Alpina без модификатора после 240 часов выдержки в воде состави-

ло 10,7 %, а с модификатором – 9 %. Водопоглощение краски Fassaden Farbe на основе стиролакрилатной дисперсии без модификатора при выдержке в воде 240 часов составило 11,1 %, а с добавлением модификатора 9,8 %. Покрытия красками Акрилит и Колорит на основе акриловых дисперсий поглощали воду постепенно, но в конечном итоге после 240 часов нахождения в воде имели значения водопоглощения без добавки 11,6 % и 11,8 % соответственно, а с применением модификатора составили 8,9 % и 9,7 % .

Уровень водопоглощения пленок зависит от следующих факторов: химического состава и полярности полимера, размера частиц, температуры стеклования полимера, толщины и качества пленки, условий отверждения, содержания солей в воде и уровня pH.

Установлено, что при длительной выдержке покрытий в воде грубые дисперсии обнаруживают быстрое водопоглощение, а тонкие дисперсии с мелкими частицами поглощают воду медленнее. Однако вследствие более медленного вымывания водорастворимых веществ тонкие дисперсии часто имеют более высокие конечные значения водопоглощения после долговременной выдержки.

Для обеспечения высоких требований по водостойкости и эластичности защитно-декоративных покрытий фасадов зданий краски для наружных работ должны содержать соответствующее количество пленкообразователя (20 – 40 %), пигментов (15– 20 %), наполнителей (20 – 30 %), функциональных добавок (1 – 4 %) и других компонентов (15 – 20 %).

ВЛАСТИВОСТІ ЛИТИХ АСФАЛЬТОБЕТОНІВ НА ОСНОВІ МОДИФІКОВАНИХ БІТУМІВ

Жданюк В.К., д-р техн. наук, проф., Масюк Ю.А.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

61002, Украина, г.Харьков, ул. Петровского, 25

E-mail: sasha-vlvik@rambler.ru

Технологія ремонту асфальтобетонних покриттів та влаштування шарів дорожніх одягів із застосуванням литих асфальтобетонних сумішей виключає необхідність їх ущільнення, що є ефективним при їх укладанні в місцях де ущільнення недоступне. Можливість проведення ремонтних робіт з використанням литих асфальтобетонних сумішей при низьких температурах навколишнього середовища забезпечує їх виконання протягом року. За таких умов можливо усувати руйнування на ранніх стадіях їх утворення, що значно зменшує об'єми ремонтних робіт.

Досвід застосування литих асфальтобетонів, виготовлених на основі в'язких нафтових дорожніх бітумів, вказує на низьку теплостійкість покриттів, влаштованих з литих асфальтобетонів, при високих літніх температурах. Аналіз літературних джерел показує, що проблемі підвищення теплостійкості асфальтобетонних покриттів із литих асфальтобетонних сумішей присвя-

чені дослідження багатьох дослідників. За результатами досліджень встановлено [1,2], що підвищення теплостійкості досягається за рахунок введення до складу литого асфальтобетону добавок сірки, гумової крихти, полімерів та інших добавок. Традиційно добавки вводяться до складу в'язучого, призначеного для приготування литих асфальтобетонних сумішей.

На кафедрі будівництва та експлуатації автомобільних доріг ХНАДУ було виконано порівняльні дослідження впливу різних модифікаторів на властивості бітумів та литих асфальтобетонів на їх основі. В лабораторних умовах були виготовлені піщані та дрібнозернисті литі асфальтобетонні суміші на основі бітуму БНД 60/90, модифікованого добавками таких термеластопластів як «Кратон Д-1101 СМ», «ДСТ-30Р-01» та низькомолекулярного модифікатору «Licomont BS 100» (таблиця).

Таблиця 1 – Фізико-механічні властивості в'язучих

Показники властивостей	БНД 40/60	БНД 60/90	БНД 60/90+ Кратон 1101		БНД 60/90+ ДСТ 30Р-01		БНД 60/90+ Licomont BS	
			3 %	5 %	3 %	5 %	3 %	5 %
Температура розм'якшення, °С	54	50	58	63	62	69	83	105
Пенетрація при 25 °С, 0,1 мм	46	63	42	39	40	30	36	29
Дуктильність, см	55	>100	47	34	49	35	7	5
Еластичність, %	-	-	66	77	71	79	-	-

Для приготування контрольної серії зразків литих асфальтобетонів використовували в'язкий бітум марки БНД 40/60, який за показниками фізико-механічних властивостей відповідав вимогам ДСТУ 4044-2001. З литих асфальтобетонних сумішей були виготовлені зразки циліндри діаметром 71,4 мм та висотою 71,4 мм, і зразки куби розміром 70х70х70 мм. Циліндричні зразки випробовували за стандартними методами визначення фізико-механічних властивостей. Результати раніше виконаних досліджень фізико-механічних властивостей литих асфальтобетонів приведені в [3,4]. Зразки - куби були використані для визначення глибини занурення штамп протягом 30 хвилин навантаження при температурі 40 °С.

Результати досліджень показують, що інтенсивне занурення штампу спостерігається протягом перших 3-4 хвилин, після чого темп зростання величини цього показника суттєво уповільнюється, а після 30 хвилин навантаження майже затухає.

Аналіз наведених на рис. 1 та 2 результатів лабораторних експериментальних досліджень показує, що величина показника занурення штамп у дрібнозернистий литий асфальтобетон дещо нижча, порівняно з піщаним литим асфальтобетоном. Литим асфальтобетоном на основі бітумів, модифікованих полімерами, властиві менші значення показника занурення штамп, порівняно з литими асфальтобетонами на основі в'язкого нафтового бітуму

марки БНД 40/60. При цьому, із зростанням концентрації полімеру у складі бітуму показник занурення штампу в піщаний та дрібнозернистий литі асфальтобетони зменшується.

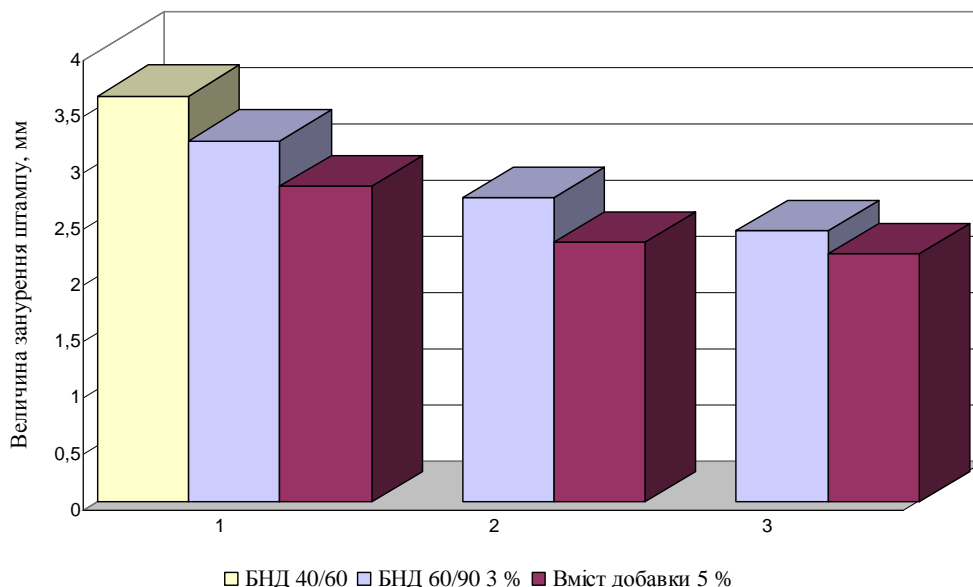


Рис. 1 – Величина занурення штампу в піщаний литий асфальтобетон на основі бітуму БНД 60/90 модифікованого ДСТ-30Р-01 (1), Кратон Д-1101 СМ (2) та Licomont BS 100 (3) після 30-ти хвилин навантаження

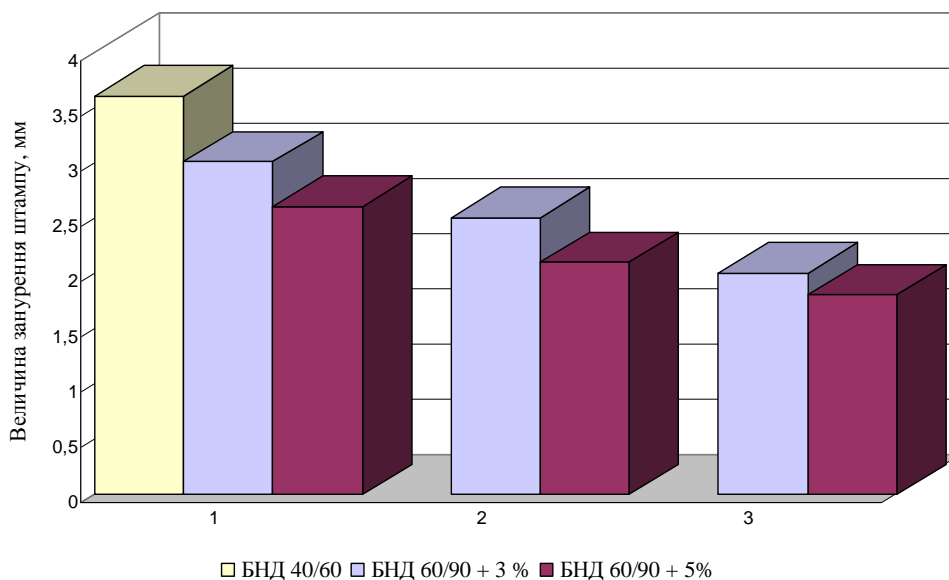


Рис. 2 – Величина занурення штампу в дрібнозернистий литий асфальтобетон на основі бітуму БНД 60/90 модифікованого ДСТ-30Р-01 (1), Кратон Д-1101 СМ (2) та Licomont BS 100 (3) після 30-ти хвилин навантаження

Порівняльний аналіз наведених експериментальних даних свідчить про достатньо високу ефективність низькомолекулярного модифікатора Licomont BS 100, порівняно з термоеластопластами типу SBS. Використання Licomont BS 100, як модифікатора в'язких дорожніх бітумів, забезпечує суттєве підвищення їх теплостійкості та теплостійкості литих асфальтобетонів на їх основі.

1. Завгородний В. Литые асфальтобетоны – технология будущего // Автомобильные дороги, 2002. – №2. – С. 44-45.

2. Руденский А.В. Определение вязкости асфальтобетона методом вдавливания штампа // Труды ГП РосДорНИИ. – Вып.11. – М.: Верстка, 2003. – С. 129-138.

3. Жданюк В.К., Масюк Ю.А. Властивості литих асфальтобетонів на основі бітумів модифікованих полімерами // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво, 2004. – Вип. 71. – С. 60-64.

4. Жданюк В.К., Масюк Ю.А. Властивості литих асфальтобетонів, виготовлених на основі бітумополімерних в'язучих // Автошляховик України, 2004. – № 6. – С. 34-36.

СЕКЦИЯ 2

РАСЧЕТ И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЛАСТМАСС И ПОЛИМЕРОВ

ВЛИЯНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЖЕНИЙ НА ИЗМЕНЕНИЯ УСИЛИЙ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ЗАТЯЖКИ АНКЕРНЫХ БОЛТОВ НА АКРИЛОВЫХ КЛЕЯХ

Шутенко Л.Н., *д-р техн. наук, проф.*, **Скляров В.А.**, *канд. техн. наук*
Харьковская национальная академия городского хозяйства
61002, Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12
E-mail: zolotov@ksame.kharkov.ua

Анкерные болты на акриловых клеях, используемые для крепления оборудования, испытывают динамические воздействия. Поэтому необходимо было проверить стабильность усилий предварительной затяжки при указанных воздействиях, а также усталостную прочность клеевых анкеров.

Исследование стабильности предварительной затяжки при динамической нагрузке производилось на пульсаторе с частотой 400 циклов приложения нагрузки в минуту. Эти экспериментальные исследования проводились для случаев при опирании станины оборудования соответственно на пакет подкладок и на подливку (бесподкладочный монтаж оборудования).

Схема загрузки в обоих случаях принята с расчетом передачи динамической нагрузки на анкер через станину оборудования, как это имеет место в реальных условиях. Общее число образцов, испытанных динамической нагрузкой – 24 шт. (по 12 образцов при $l_{анк} = 8d_s$ и $l_{анк} = 10d_s$, т.е. по 6 образцов на каждый способ опирания станины оборудования). Загрузка образцов клеевой анкерной конструкции производилась следующим образом. Образец с захватным устройством монтировался на неподвижной траверсе пульсатора. Затем путем закручивания гайки создавалось начальное усилие затяжки анкера равное $F = 29,5$ кН, что составило напряжение в болту по резьбе 204 МПа. После этого включался пульсатор, и постепенно нагрузка доводилась до такой величины, чтобы верхний предел напряжения в анкере составил 204 МПа, а нижний – 185 МПа. При этом расчетное усилие в анкерном болте составляло $P = 26,8$ кН. Коэффициент асимметрии цикла при экспериментах составил $\rho = \frac{F}{P} = 1,1$. В процессе проведения испытаний в начальный период

загрузки напряжения в анкерном болте фиксировались через 5000, затем через $2 \cdot 10^4$, а в дальнейшем через $2 \cdot 10^5$ циклов. В соответствии с требованиями СНиП 2.09.93-85 испытания проводились до достижения числа циклов нагружения $n = 2 \cdot 10^6$.

Результаты экспериментов показали следующее. Падение величины силы F при опирании на подкладки происходит на протяжении $4 \cdot 10^5$ циклов действия многократно повторного нагружения, после чего наступает стабилизация ползучести. При этом величина усилия предварительной затяжки уменьшается до 15,1 кН. При опирании станины оборудования на подливку интенсивное падение F происходит на протяжении $7 \cdot 10^5$ циклов действия многократно повторного нагружения с последующей стабилизацией ползучести, а следовательно и F . Таким образом, значения коэффициентов стабильности усилий предварительной затяжки анкеров при $l_{\text{анк}} = 8d_s$ и динамическом нагружении составляют:

- при опирании станины оборудования на подкладки $k = 29,5:15,1 = 1,95$;
- при опирании станины машины на подливку $k = 29,5:16,4 = 1,79$.

Следует отметить, что отличие в коэффициентах стабильности усилий предварительной затяжки при опирании станины оборудования на подкладки и на подливку при $l_{\text{анк}} = 8d_s$ составляет не более 9%.

Результаты экспериментов по установлению падения F при глубине заделки анкеров $l_{\text{анк}} = 10d_s$ и динамическом их нагружении и опирании станины машины на подкладки и на подливку показали, что интенсивное падение величины F при опирании станины оборудования на подкладки происходит на протяжении $4 \cdot 10^5$ циклов нагружения многократно повторной нагрузкой. Затем наступает стабилизация ползучести, прекращается падение величины усилия F , которая остается неизменной на протяжении от $4 \cdot 10^5$ до $6 \cdot 10^6$ циклов нагружения. При этом минимальная величина F_{min} составила 16,15 кН.

При опирании станины машины на подливку падение усилия предварительной затяжки происходило на протяжении $5 \cdot 10^5$ циклов нагружения многократно повторной нагрузкой. Стабилизация падения усилия F_0 наступила после $5 \cdot 10^5$ циклов нагружения и в дальнейшем с увеличением числа циклов с $5 \cdot 10^5$ до $6 \cdot 10^6$ изменение величины F не наблюдалось. Минимальная величина F составила 17,92 кН.

Таким образом, значения коэффициентов стабильности усилий предварительной затяжки при $l_{\text{анк}} = 10d_s$ и динамическом нагружении анкерного соединения составляют:

- при опирании станины оборудования на подкладки $k = 29,5:16,15 = 1,82$;
- при опирании станины оборудования на подливку $k = 29,5:17,92 = 1,64$.

Следует отметить, что величины коэффициентов стабильности предварительной затяжки анкеров при опирании станины оборудования на подкладки и на подливку при $l_{\text{анк}} = 10d_s$ отличаются не более чем на 9%.

При нагружении динамической нагрузкой увеличение глубины заделки анкеров приводит к снижению величины коэффициента k . Так, при опирании станины машины на подкладки величина k с увеличением $l_{\text{анк}}$ с $8d_s$ до $10d_s$ приводит к уменьшению на 9,2%, а при опирании на подливку соответ-

ственно на 9%. В тоже время при одной и той же глубине заделки анкеров ($l_{анк} = const$) и виде опирания при действии динамической нагрузки коэффициент стабильности усилий предварительной затяжки увеличивается в среднем на 9,2% по сравнению со статическим нагружением.

Таким образом, при расчете анкерных болтов на акриловых клеях, величину коэффициента стабильности независимо от вида опирания: при статическом длительно действующем нагружении следует принимать: при $l_{анк} = 8d_s - k = 1,49$; при $l_{анк} = 10d_s - k = 1,43$; при динамическом нагружении соответственно $k = 1,95$ и $k = 1,82$.

Необходимо отметить, что полученные опытным путем значения коэффициентов стабильности величин усилий предварительной затяжки анкеров k на акриловых клеях значительно ниже тех значений, которые рекомендованы для анкеров, устанавливаемых на эпоксидных клеях. Из анализа работы анкерных соединений следует, что чем меньше величина k , тем лучше они работают при динамических и статических нагрузках.

РАСЧЕТ ПОЛИКАРБОНАТНЫХ ПАНЕЛЕЙ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ И МОДУЛЯ УПРУГОСТИ

Войтова Ж.Н., канд. техн. наук, Морозов И.В.

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

86123, Украина, г. Макеевка, ул. Державина, 2

E-mail: jnv2002@mail.ru

Проблема повышения эксплуатационной надежности ограждающих комбинированных конструкций с применением поликарбонатных панелей связана в основном с обеспечением прочности, заложенной на стадии разработки проекта [1]. В свою очередь, надо отметить, что вопросы предотвращения наступления предельного состояния конструкционного пластика требуют разработки научно обоснованных методов расчета прочностных характеристик поликарбонатных панелей с учетом его высокой деформативности.

Наиболее характерными повреждениями поликарбонатных панелей, появляющимися в процессе эксплуатации, являются прогибы и деформации, которые снижают запас прочности всей конструкции и, как следствие, ведут к возможным последствиям второго предельного состояния даже при незначительных показателях деформаций конструктивной формы.

Данная работа посвящена рассмотрению вопросов методики расчета поликарбонатных панелей по второму предельному состоянию с учетом изменения прочностных характеристик и нарастающих деформаций в процессе эксплуатации.

Расчет прочности поликарбонатной плиты по нормальным сечениям, перпендикулярным направлению пустот, выполняется для приведенного

двутаврового сечения с использованием общеизвестных формул. Однако на основании анализа проблемы можно отметить, что в данных формулах никак не учитывается изменение прочностных свойств, вызванное процессами старения конструкционного поликарбоната.

Большинство строительных конструкционных пластиков при проявлении процессов старения способны выполнять свои функции еще длительное время, а использование современных методов моделирования и расчета с помощью современных программных комплексов позволит избежать неоправданного повышения материалоемкости.

Проведенные в лаборатории Донбасской национальной академии строительства и архитектуры натурные и ускоренные испытания показали, что изменение модуля упругости поликарбоната во многом зависит от степени агрессивности среды эксплуатации. Кинетические кривые изменения модуля упругости и предела прочности поликарбоната при различных условиях эксплуатации описываются уравнением первого порядка. По полученным кривым прогноза были определены значения показателей прочности и упругости после заданной продолжительности эксплуатации в условиях различной агрессивности.

На основании анализа полученных кинетических кривых математические модели зависимости изменения прочностных свойств по показателям предела прочности и модуля упругости имеют вид:

$$E_T = E_0 (1 + \beta_o \cdot \xi_o), \quad (1)$$

$$R_{y,p} = R_{y,op} \left(1 - \beta_o \left(1 - \frac{1}{1 + \xi_o}\right)\right), \quad (2)$$

где E_0 – нормативное значение модуля упругости по данным технических требований к материалу, МПа; $R_{y,op}$ – нормативное значение предела прочности поликарбоната по данным технических требований к материалу, МПа; ξ_o – коэффициент влияния степени агрессивности среды на поликарбонатный пластик; β_o – коэффициент надежности по материалу, учитывающий фактор времени при климатическом старении (таблица).

Таблица – Значения коэффициентов изменения модуля механических свойств поликарбоната β_o и ξ_o

Степень агрессивности среды	Срок эксплуатации		
	До 3 лет	От 3 до 7 лет	От 7 до 10 лет
Неагрессивная $\beta_o (\xi_o)$	0,95 (0,2)	0,9 (0,4)	0,8 (0,7)
Слабоагрессивная $\beta_o (\xi_o)$	0,9 (0,2)	0,8 (0,4)	0,75 (0,9)
Среднеагрессивная $\beta_o (\xi_o)$	0,85 (0,3)	0,75 (0,5)	0,65 (0,9)
Сильноагрессивная $\beta_o (\xi_o)$	0,75 (0,5)	0,65 (0,5)	0,5 (0,9)

В дальнейшем, по полученным кривым прогноза можно решать и обратную задачу: по заданному значению показателя определять продолжительность эксплуатации поликарбонатной ограждающей конструкции.

Анализ результатов показывает, что полученные коэффициенты изменения модуля механических свойств поликарбоната β_o и ξ_o позволят обеспечивать долговечность поликарбонатных панелей с учетом срока службы и агрессивности среды при расчете по второму предельному состоянию на стадии проектирования.

КОЛІЄСТІЙКІСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОНУ НА ОСНОВІ ДОРОЖНІХ БІТУМІВ РІЗНИХ МАРОК

Жданюк В.К., *д-р техн. наук, проф.,* **Воловик О.О.**

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

61002, Україна, м. Харків, вул. Петровського, 25

E-mail: sasha-vlvik@rambler.ru

Асфальтобетонні покриття в конструкціях дорожніх одягів сприймають вплив різних факторів: навантаження від транспортних засобів, високі і низькі температури навколишнього середовища, волога тощо. Асфальтобетони при різних видах впливів на них можуть поводити себе як пружне, пружно-в'язке або пластичне тіло. Найбільш інтенсивне руйнування асфальтобетонних покриттів та накопичення ними залишкових деформацій спостерігається при комплексному впливі на них вказаних факторів.

Постійне зростання в транспортному потоці великовагових автотransпортних засобів, що в останні роки спостерігається в Україні на мережі доріг загального користування, викликає накопичення в асфальтобетонних шарах покриття залишкових деформацій, особливо в період високих літніх температур.

Для влаштування верхніх шарів дорожніх одягів в міських умовах дорожньо-будівельними організаціями найчастіше використовується гаряча дрібнозерниста щільна асфальтобетонна суміш, яка за зерновим складом мінеральної частини відноситься до типу «Б». Діючим ДСТУ Б В.2.7-119-2003 «Будівельні матеріали. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний» нормуються значення показників фізико-механічних властивостей асфальтобетонів на основі нафтових дорожніх бітумів різних марок, проте на сьогодні відсутні результати досліджень щодо впливу марки бітуму на колієстійкість асфальтобетонів [1].

На кафедрі будівництва та експлуатації автомобільних доріг ХНАДУ були виконані дослідження стійкості дрібнозернистого асфальтобетону на бітумах різних марок до накопичення залишкових деформацій у вигляді колії. Випробування проводились на випробувальному стенді, розробленому в ХНАДУ (рис. 1) при навантаженні на гумове колесо, еквівалентне наван-

таженню A_1 (57,5 кН), температурі рівній $+ 50\text{ }^{\circ}\text{C}$, та різній кількості проходів колеса по одному сліду у прямому та зворотньому напрямках [2,3].

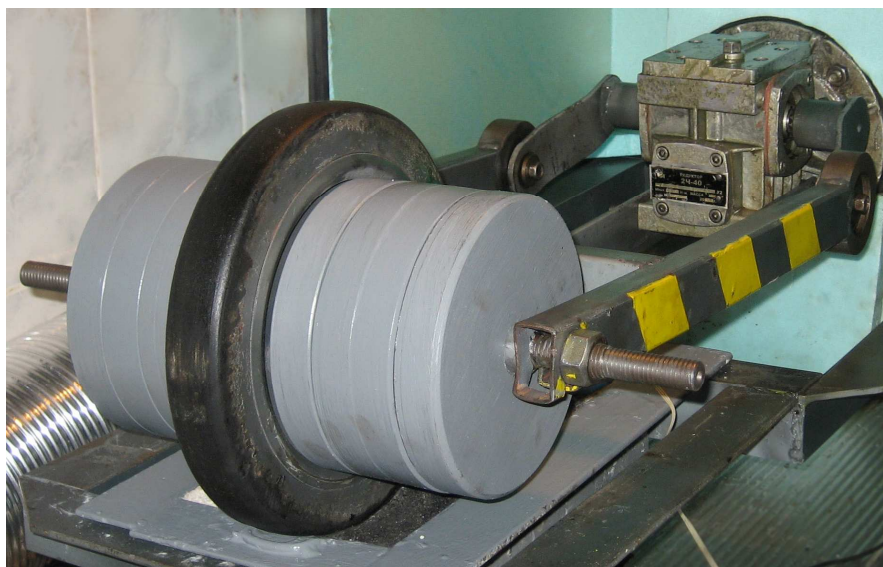


Рис. 1 – Прилад коліємір

Для досліджень був прийнятий дрібнозернистий щільний гарячий асфальтобетон, який за гранулометричним складом мінеральної частини відноситься до типу «Б» (рис. 2). Асфальтобетонні суміші виготовляли на бітумах нафтових дорожніх марок БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130 та БНД 130/200 [4]. Властивості бітумів наведені у таблиці 1. Результати дослідження фізико-механічних властивостей асфальтобетонів на основі бітумів різних марок показали (таблиця 2), що із зростанням марочної в'язкості бітуму показники границі міцності при одноосьовому стиску при всіх досліджуваних температурах зростають.

Таблиця 1 – Показники фізико-механічних властивостей бітумів, прийнятих для приготування асфальтобетонних сумішей

Найменування показників	БНД 40/60	БНД 60/90	БНД 90/130	БНД 130/200
Температура розм'якшення, $^{\circ}\text{C}$	55	50	46	42
Пенетрація при $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 0,1 мм	42	69	92	166
Дуктильність при $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, см	50	52	>100	>100

Таблиця 2 – Показники фізико-механічних властивостей асфальтобетону

Найменування показників	Асфальтобетон типу Б			
	Марка та вміст бітуму			
	БНД 40/60	БНД 60/90	БНД 90/130	БНД 130/200
Водонасичення, % за об'ємом	1,8	2,0	2,2	2,5
Середня щільність, кг/м ³	2380	2387	2374	2360
Набрякання, % за об'ємом	0	0,1	0	0
Границя міцності при одноосьовому стиску, МПа, за температури:				
0°C	9,4	9,2	9,1	7,6
20°C	5,15	4,65	4,43	3,79
50°C	1,40	1,35	1,09	1,01
Коефіцієнт водостійкості	1,00	1,00	1,00	1,00
Коефіцієнт тривалої водостійкості	1,00	0,99	1,00	1,00
Оптимальний вміст бітуму в асфальтобетоні, %	6,6	6,5	6,2	5,9

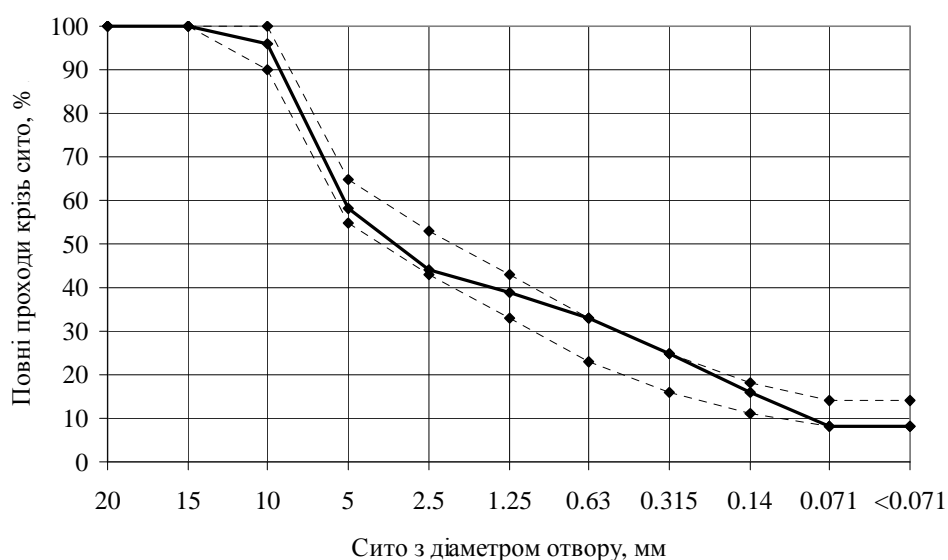


Рис. 2 – Зерновий склад дрібнозернистого асфальтобетону типу Б безперервної гранулометрії з максимальним розміром зерен щебеню 10 мм

При визначенні колієстійкості асфальтобетонів на бітумах різної в'язкості була встановлена тенденція зростання глибини колії при збільшенні кількості проходів колеса (рис. 3).

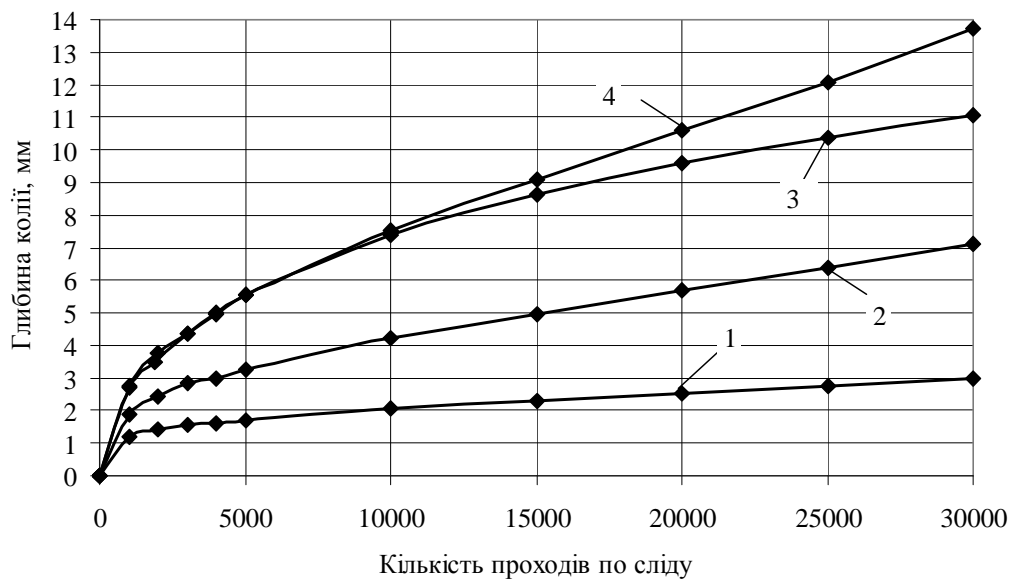


Рис. 3 – Залежність глибини колії від кількості проходів колеса у дрібнозернистому асфальтобетоні типу Б на бітумах різних марок.
Крива 1 – бітум марки БНД 40/60; 2 – БНД 60/90; 3 – БНД 90/130;
4 – БНД 130/200

З отриманих залежностей видно, що менш колієстійким є асфальтобетон на основі бітуму марки БНД 130/200 з найменшою температурою розм'якшення. Із зростанням марочної в'язкості бітумів глибина колії в асфальтобетоні зменшується і становить 3 мм для асфальтобетону типу Б на бітумі марки 40/60 при 30000 проходів колеса по поверхні зразка при температурі + 50 °С. Отримані результати дозволяють констатувати, що колієстійкість є критерієм, достатньо чутливим до марочної в'язкості дорожнього бітуму, який необхідно враховувати при призначенні марки бітуму для приготування асфальтобетонних сумішей для різних кліматичних умов експлуатації асфальтобетонних покриттів, влаштованих з їх використанням.

1. ДСТУ Б В.2.7-119-2003 «Будівельні матеріали. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний». Технічні умови, Київ. Держбуд України. – 2003.

2. Жданюк В.К., Масюк Ю.А., Чугуенко С.А., Плигун В.И. Об оценке устойчивости асфальтобетонных покрытий к образованию пластических деформаций в виде колеи // Материалы II международной научно-технической интернет-конференции «Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства», ХНАГХ. – 2007. – С. 168-171.

3. Uzarowski L., Paradis M., Lum P. Accelerated Performance Testing of Canadian Asphalt Mixes Using Three Different Wheel Rut Testers // «At the Accelerated Field and Laboratory Pavement Testing Session» / Conference of the Transportation Association of Canada. – 2004.

4. ДСТУ 4044-2001 «Битумы нефтяные дорожные вязкие». Технические условия, Киев. Госстандарт Украины. – 2001.

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ НА ВЫНОСЛИВОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ БЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АКРИЛОВЫМИ КЛЕЯМИ

Шутенко Л.Н., д-р техн. наук, проф., **Золотов М.С.**, канд. техн. наук,
проф., **Гарбуз А.О.**, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

61002, Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12

E-mail: zolotov@ksame.kharkov.ua

При ремонте, реконструкции, а также строительстве зданий и сооружений в короткий срок необходимо осуществить прочное и жесткое соединение бетонных и железобетонных элементов. Эта проблема может быть успешно решена за счет использования акрилового клея, который позволяет упростить технологический процесс и срок введения конструкций в эксплуатацию.

В процессе эксплуатации строительные конструкции (в том числе и восстановление акриловыми клеями) могут быть подвержены действию многократно повторных нагрузжений, поэтому необходимы экспериментальные данные по выносливости восстановления акриловым клеем бетонных элементов в условиях циклических нагрузжений, что позволит дать оценку их несущей способности.

С этой целью выполнены исследования влияния частоты многократно повторных нагрузжений на выносливость центрально сжатых соединенных акриловым клеем бетонных элементов, а также их деформации виброползучести.

В данных исследованиях для учета перераспределения напряжений в склеенных бетонных элементах при многократно повторных нагрузжениях определилась связь между деформациями виброползучести и длительными деформациями при центральном сжатии и статической нагрузкой.

При экспериментальных исследованиях опытные склеенные образцы были изготовлены из бетонных призм размером $100 \times 100 \times 200$ мм с гладкой торцевой поверхностью и рваной, полученной в результате поперечного раскалывания бетонных призм размером $100 \times 100 \times 400$ мм на две равные части. В качестве акрилового клея использован состав, рекомендованный С.М.Золотовым. Толщина клеевого шва составила 3, 6 и 9 мм. Опытные образцы были изготовлены из бетона класса В 12,5 и В 25. Испытания проводились в возрасте не менее 4,5 месяцев. Призменная прочность образцов к моменту испытаний составила $R_m = 12,73$ МПа и $R_m = 23,97$ МПа. Величина наибольшего напряжения $\sigma_{m \max}$ при испытании многократно повторной нагрузкой соединенных акриловым клеем и целых бетонных образцов-призм изменялась в пределах $0,47R_m$ до $0,68R_m$. Величина коэффициента асимметрии цикла колебалась от 0,11 до 0,2, но для большинства испытанных образцов близка к 0,15. Частота многократно повторного нагрузжения была принята 7; 4,2 и 0,1 Гц.

Измерение продольных и поперечных деформаций осуществлялось методом электротензометрии. Измерение продольных величин контролировалось также механическим методом с помощью съемного компаратора. В процессе испытаний проводились измерения указанных деформаций, каждые 25 тыс. до 500 тыс., а затем через каждые 250 тыс. (при $\omega = 7$ и 4,2 Гц) циклов приложения многократно повторной нагрузки. При $\omega = 0,1$ Гц измерение указанных величин производилось через каждую 1 тыс. циклов до 25 тыс., а затем через 25 тыс. динамических нагружений. Склеенные образцы-призмы выдерживались под воздействием динамической нагрузки вплоть до разрушения. Разработанное специальное приспособление позволило одновременно испытывать три образца.

Результаты испытаний образцов на выносливость обрабатывались методом линейной корреляции. Для построения кривых выносливости были использованы и результаты тех испытаний, когда образцы находились на грани разрушения. Кривые выносливости аппроксимированы выражением

$$K_y = \beta n^{-\alpha}, \quad (1)$$

которое в логарифмических координатах фиксирует пропорциональную зависимость относительного предела выносливости соединения бетонов акриловым клеем от числа циклов нагружения n .

Приняв, согласно рекомендации О.Я. Берга $\alpha = 0,05$, применительно к результатам наших опытов, получим зависимость для определения выносливости соединения бетонов акриловым клеем при высокой (7...4 Гц) частоте повторного нагружения

$$K_y = 1,08n^{-0,05}, \quad (2)$$

и при низкой ($\omega = 0,1$ Гц) частоте

$$K_y = 0,88n^{-0,05}. \quad (3)$$

Подсчитанные по зависимостям (2) и (3) величины относительного предела выносливости K_y соединения бетонов акриловым клеем хорошо согласуются с опытными данными.

Результаты опытов позволили сделать вывод, что переход от частоты повторного нагружения $\omega = 7...4,2$ Гц к частоте $\omega = 0,1$ приводит к снижению относительного предела выносливости в среднем на 20%.

Для одного и того же значения K_y базовое число циклов нагружения при $\omega = 4,2$ Гц и $\omega = 0,1$ Гц отличается на порядок. При базовом числе $n = 2 \cdot 10^6$ циклов относительный предел выносливости при частоте $\omega = 7...4,2$ Гц равен 0,53, а при частоте $\omega = 0,1$ Гц величине $K_y = 0,53$ соответствует базовое число $n = 4 \cdot 10^4$ циклов.

В результате экспериментов установлено, что класс бетона R_b , как и его состав, не оказывают существенного влияния на относительный предел выносливости склеенных акриловым клеем бетонных элементов. Основными

факторами, определяющими предел выносливости на сжатие склеенных акриловым клеем бетонных элементов, являются: уровень максимальных напряжений η , характеристика цикла ρ , частота приложения нагрузки ω , масштабный фактор и вид крупного наполнителя бетона.

СТІЙКІСТЬ АНІЗОТРОПНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ОБОЛОНОК ІЗ ШАРУВАТИХ ВОЛОКНИСТИХ КОМПОЗИТІВ ПРИ КРУЧЕННІ

Трач В.М., *д-р техн. наук*, **Хоружий М.М.**, *Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне)*
33018, Україна, м. Рівне, вул. Соборна, 11
E-mail: Trach-VM@ukr.net

Розглядається стійкість анізотропних циліндричних оболонок із шаруватих волокнистих композитів, що знаходяться під впливом кручення. Торці оболонок закріплені шарнірно. Їх матеріал у власних осях є ортотропним. При косоперехресному $\pm\psi$ укладанні шарів утворюється анізотропія, співвідношення узагальненого закону Гука для якої відповідають матеріалу з однією площиною пружної симетрії. Присутні в ньому коефіцієнти C_{i6} і D_{i6} при $i = 1, 2$ для кутів $\psi_i \neq 0^\circ, 90^\circ$ у загальному випадку не дорівнюють нулю. При орієнтації суміжних шарів за схемою $\pm\psi$, при непарній та парній кількості шарів утворюються якісно різні шаруваті структури. У них по-різному проявляється взаємозв'язок розтягу, зсуву, згину та кручення. Це було відмічено при дослідженнях нелінійного деформування та стійкості анізотропних оболонок, що видрукувані в сучасній науковій літературі.

В роботі задача статичної стійкості симетрично завантаженої пружної анізотропної оболонки обертання зведена до розв'язку системи з восьми звичайних однорідних диференціальних рівнянь у нормальній формі із змінними коефіцієнтами і однорідними граничними умовами на контурах. Мінімальне власне значення однорідної крайової задачі характеризує момент переходу від симетричного основного рівноважного стану до несиметричного, якому властиві відповідне число n хвиль в коловому напрямку.

Величини критичних значень кручення для одношарової циліндричної оболонки здобуті за використанням чотирьох підходів: за основною методикою, що спирається на використання чисельного методу дискретної ортогоналізації при урахуванні моментного геометрично нелінійного докритичного напружено-деформованого стану; у припущенні, що матеріал оболонки є ортотропним; критичні навантаження знайдені для геометрично лінійного докритичного стану; за аналітичною методикою для однорідного докритичного НДС. Проведені розрахунки вказують на те, що величини критичних значень кручення також залежать від напрямку його дії. Пояснення отриманих в роботі ефектів для анізотропних оболонок, в значній мірі, дає аналіз їх докритичного напружено-деформованого стану.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ДИНАМИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ НА УСТАЛОСТНУЮ ПРОЧНОСТЬ АКРИЛОВЫХ КЛЕЕВ

Золотов С.М., канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

61002, Украина, г.Харьков, ул. Революции, 12

E-mail: zolotov@ksame.kharkov.ua

В строительном производстве широко применяются акриловые клеи для соединения бетонных элементов, причем как старого бетона со старым, так и старого с новым, для заделки трещин в бетоне, а также для крепления строительных конструкций, в том числе железобетонных, заделки арматурных выпусков и анкерных болтов в бетон для различных целей. Поэтому были определены их прочностные и деформативные свойства, а также характер разрушения с учетом вида воздействия усилий на них в соединениях строительных конструкций и элементов. К таким усилиям относятся: сжатие, растяжение и срез. При экспериментах учитывался состав акрилового клея, а также характер нагружения (кратковременное или длительное). Результаты определения этих характеристик опубликованы автором ранее.

В связи с тем, что значительное количество клеевых соединений строительных конструкций воспринимают динамические нагрузки, автором были проведены эксперименты по определению усталостной прочности акриловых клеев.

Эксперименты проводились при воздействии сжимающих усилий на образцы акриловых клеев, которые изготавливались размером 40x40x160 мм. Прочность акриловых клеев при сжатии составила 98,6 МПа.

Как показали многочисленные исследования прочности и напряженно-деформированного состояния соединения элементов строительных конструкций на акриловых клеях, в момент разрушения этих соединений напряжения в клее достигают около 80% их прочности. Поэтому при испытаниях на усталостную прочность верхняя граница колебаний для каждого образца испытываемой серии принималась 80% от предела прочности на сжатие, определенного при кратковременном его нагружении.

Испытания образцов клея проводились при повторно-переменной осевой сжимающей нагрузке с частотой 600 циклов в минуту на базе испытаний $n = 6 \cdot 10^6$ циклов при разных значениях коэффициента асимметрии цикла напряжений на гидропульсаторной усталостной машине со специальным устройством, позволяющим испытывать одновременно три образца.

Колебательный процесс изменения напряжений при повторно-переменных нагрузках характеризуется в основном коэффициентом асимметрии циклов напряжений, определяющим соотношение между вибрационной частью напряжений и постоянным длительно действующим напряжением при повторно-переменных нагрузках. С изменением коэффициента асимметрии цикла напряжений можно получить все многообразие прочности материала при испытаниях повторно-переменными нагрузками (при осевом

действии нагрузки). Поэтому при проведении испытаний с учетом возможных случаев нагружения клеевых соединений динамической нагрузкой коэффициент асимметрии цикла принимается равным $\rho = 0; 0,15; 0,6$ и $1,1$.

Кривая усталости строилась в координатах напряжение – число циклов до разрушения образца. Причем, она дает зависимость между долговечностью клея (число циклов до разрушения) и его прочностью при повторно-переменных нагрузках.

С целью получения кривой усталостной прочности при заданных коэффициентах асимметрии цикла напряжений для каждого образца была принята верхняя граница колебаний повторно-переменного напряжения и она составляла для исследуемых образцов клеев 80 МПа, а нижняя граница колебаний определялась заданным ρ и соответственно была равна 0; 12; 48 и 88 МПа.

При испытании каждого образца определялось (при заданном повторно-переменном напряжении) число циклов до разрушения.

По результатам испытаний на графике в координатах: по оси ординат – максимальное по абсолютной величине напряжение и по оси абсцисс – число циклов до разрушения образцов наносились опытные точки. База испытаний по числу циклов принята $n = 6 \cdot 10^6$ циклов.

Неразрушившиеся в пределах этой базы образцы с напряжением ниже минимального разрушающего при построении кривой усталости не учитывались. Неразрушившиеся образцы в пределах этой же базы, но с напряжением, равным или выше минимального разрушающего, учитывались при построении кривой усталости. При этом считалось, что разрушение их произойдет при бесконечном числе циклов повторно-переменного напряжения.

Опытные точки, соответствующие этим образцам, наносились на график в виде точек со стрелками. Кроме того, на график наносилась опытная точка, соответствующая границе пределов прочности.

Задаваясь формой кривой усталости в виде экспоненциальной функции $\sigma = a + be^{-cN}$, статистическим методом определяли коэффициенты a , b и c из условия, что кривая усталости наименее отклоняется от опытных точек. Наименее отклоняющейся кривой является та, для которой среднее квадратичное отклонение достигает минимального значения.

В качестве предела выносливости σ_r при любом коэффициенте асимметрии цикла напряжений принималась такая наибольшая по абсолютному значению граница колебаний повторно-переменного напряжения, при котором образец клея разрушался при неограниченном числе циклов.

Предел выносливости определялся по кривой усталости как уровень напряжений, соответствующий асимптоте к кривой усталости. Кривые усталостной прочности представлены на графиках рис. 1.

Анализ графиков рис.1 говорит о том, что с увеличением коэффициента ρ предел выносливости возрастает. Так, при $\rho = 0$ предел выносливости был равен $\sigma_r = 18,6$ МПа, при $\rho = 0,15$ – $\sigma_r = 43,0$ МПа и при $\rho = 1,1$ – $\sigma_r = 68,2$ МПа.

С учетом амплитуды вибрационной части напряжений построена диаграмма усталостной прочности σ_r (рис.2). Причем ординаты точек, лежащих на этой ветви M_i являются границами колебаний вибрационной части повторно-переменных напряжений. Абсциссы этих точек соответствуют статической составляющей повторно-переменных напряжений.

Сумма ординаты и абсциссы любой точки дает величину предела выносливости $\sigma_r = \sigma_a + \sigma_m$ (где σ_a – амплитуда вибрационной части напряжений; $\sigma_m = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2}$) при данном значении коэффициента асимметрии цикла.

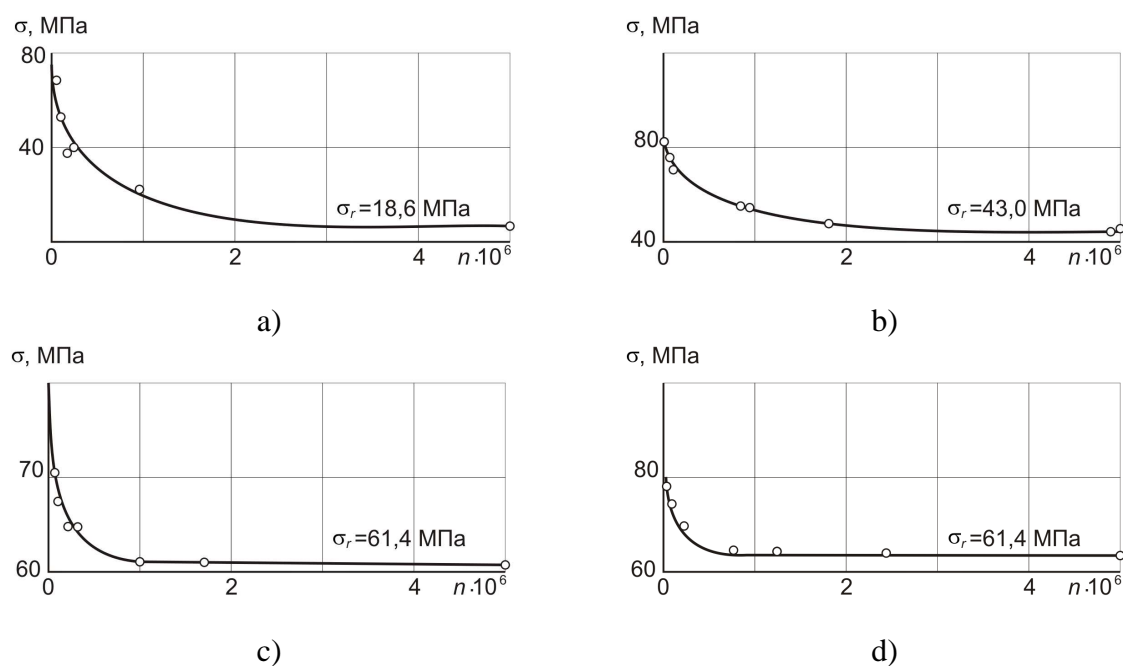


Рис. 1 – Графики усталостной прочности акрилового клея
(а – $\rho = 0$; б – $\rho = 0,15$; в – $\rho = 0,6$; г – $\rho = 1,1$)

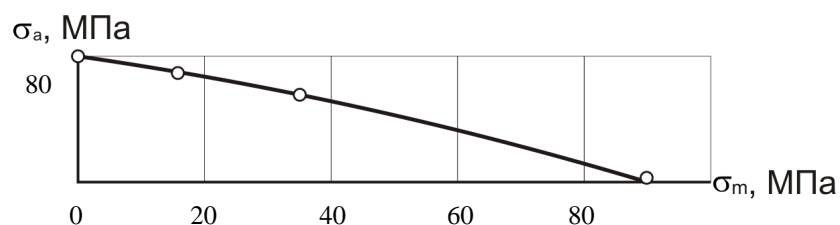


Рис. 2 – Диаграмма усталостной прочности акрилового клея при осевом сжатии

Анализ результатов экспериментов показал, что по значениям максимального σ_{\max} и минимального σ_{\min} напряжений, действующих соединенных акриловым клеем конструкций при динамических нагружениях, и величинам пределов выносливости клеев, можно получить коэффициент запаса

прочности, учитывая значения коэффициента ρ , пределов выносливости σ_r и длительной прочности, а также факторов, влияющих на усталостную прочность.

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ КЛЕЕВОЙ АНКЕРОВКИ АРМАТУРНЫХ СТЕРЖНЕЙ

Шутенко Л.Н., д-р техн. наук, проф., Щербов В.Ю., Ткаченко Р.Б.

Харьковская национальная академия городского хозяйства

61002, Украина, г.Харьков, ул. Революции, 12

E-mail: zolotov@ksame.kharkov.ua

Технология закрепления арматурных стержней в бетоне с помощью акриловых клеев состоит из трех операций: образования скважин в бетоне или железобетоне, приготовления акрилового клея, установки арматурных стержней и заливки скважин клеем.

Вместе с тем при выполнении анкероустановочных работ, как по заделке в бетон одиночных стержней, так и арматурных выпусков сборных элементов железобетонных конструкций возникает ряд факторов, которые могут влиять на прочность и деформативность анкерных соединений. Это прежде всего технологические факторы, к которым прежде всего относятся глубина скважин, пробуренных в бетоне, их диаметр. Первый фактор зависит от применяемых составов акриловых клеев, а второй – от диаметра скважины в бетоне. В свою очередь диаметр скважины в бетоне также зависит от наличия бурового инструмента у строителей (сверла электрического бурильного инструмента или коронки пневматического перфоратора) и величины допусков на изготовление арматурных каркасов и сетки.

В связи с указанным, возникла необходимость проведения экспериментов по определению влияния указанных выше факторов на прочность и деформативность клеевой анкеровки. Эти исследования проводились на образцах анкерных соединений. Они представляли собой следующее. Были изготовлены железобетонные призмы, продольное армирование которых осуществлялось исходя из предполагаемых величин разрушающих усилий анкерного соединения стальными стержнями $\phi 24A_I$. Поперечное армирование осуществлялось стержнями $\phi 10A_I$. Арматура $\phi 10A_I$ для поперечного армирования была принята с учетом возникающих радиальных напряжений в бетоне.

Поперечный размер бетонных призм принимался равным 230x230 мм, а высота – исходя из глубины заделки в бетон арматурного стержня. Отверстия в бетоне $d_{скв.}$ формировались при бетонировании железобетонного образца. Для определения влияния глубины заделки арматурных стержней применялся акриловый клей двух составов. Первый состоял из акрилового

компаунда и наполнителя (кварцевого песка), а второй – из акрилового компаунда, наполнителя и модификатора (окись цинка).

Первая партия состояла из двух серий образцов с глубиной заделки арматурных стержней класса А500С диаметром $15 d_s$ и $20 d_s$. Во второй партии было изготовлено три серии образцов с глубиной заделки $l_{анк.} = 15 d_s$. В этой партии в качестве арматуры использовались стержни диаметром 16 А500С, 20 А500С и 24 А500С. В третьей партии было изготовлено четыре серии образцов с глубиной заделки $l_{анк.} = 15 d_s$, а в качестве арматуры использовались стержни диаметром 20 А500С. В первой серии были использованы акриловые клеи первого и второго состава, а во второй и третьей – второго состава.

Геометрические характеристики образцов анкерных соединений представлены в таблице. Согласно этой таблице первая партия образцов состояла из 1 и 2 серий, вторая – 1, 3 и 4 серий и третья – из 1, 5, 6 и 7 серий. Образцы первой и второй серии были изготовлены в количестве шести штук, а остальные – по три образца.

Результаты испытаний первой партии образцов анкерных соединений показали следующее. Разрушение образцов первой и второй серии происходило в результате разрыва арматурных стержней на их загруженном конце. Предел прочности арматурных стержней в среднем составил 680 МПа. Замеры смещений незагруженного (Δ_0) и загруженного (Δ_l) концов заделанного в бетон арматурного стержня имели линейный характер до напряжений в арматурных стержнях $\sigma_s < 540$ МПа, то есть выше значений расчетного сопротивления арматуры класса А500С. Причем смещение загруженного конца стержня во много раз больше, чем незагруженного конца. Так, при $l_{анк.} = 20 d_s$ при $\sigma_s > 50$ МПа Δ_l были равны $\Delta_l = 121$ мкм, а Δ_0 всего 15 мкм; при $l_{анк.} = 15 d_s$ $\Delta_l = 173$ мкм, $\Delta_0 = 29$ мкм.

Таблица – Геометрические характеристики анкеровки арматурных стержней акриловыми клеями

№ серии	Диаметр арматурного стержня, d_s , мм	Глубина заделки, $l_{анк.}$, мм	Диаметр скважины, $d_{скв}$, мм	Величины отношений	
				$l_0 = \frac{l_{анк}}{d_s}$	$l_l = \frac{l_{анк}}{d_{скв}}$
1	20А500С	300	24	15	12,5
2	20А500С	400	24	20	16,67
3	16А500С	240	19	15	12,60
4	24А500С	360	29	15	12,47
5	20А500С	300	30	15	10,00
6	20А500С	300	36	15	9,33
7	20А500С	300	42	15	7,14

Результаты испытаний второй партии образцов анкерных соединений показали следующее. Разрушение образцов первой, третьей и четвертой серий происходило в результате разрыва арматурных стержней. Усилия разрыва стержней соответствовали пределу прочности арматуры этого класса. Анализ экспериментов о том, что, несмотря на геометрическое подобие анкерных соединений, что характеризуется величиной отношения l_l (таблица), деформативность анкерных соединений разная. Так, при $d_s = 16$ А500С она ниже, чем при $d_s = 20$ А500С (около 10%) и тем более при $d_s = 24$ А500С (около 18%).

Результаты испытаний третьей партии образцов анкерных соединений показали следующее. Разрушение первой, пятой, шестой и седьмой серии образцов как и в предыдущих случаях происходило в результате разрыва арматурных стержней, что соответствовало пределу прочности арматуры этого класса. Смещения загруженного (Δ_l) и незагруженного (Δ_0) концов заделанной части арматурного стержня говорит о том, что увеличение диаметра скважины и соответственно, толщины клеевого слоя приводит к увеличению деформативности клеевого анкера.

Результаты экспериментов показали, что указанные технологические факторы не оказывают существенного влияния на прочность клеевой анкеровки арматурных стержней. Однако они оказывают влияние на деформативность анкерных соединений. Однако эти смещения не имеют необратимого характера и при расчетных нагрузках на арматурные стержни имеют незначительные величины ($\Delta_l = 100...135$ мкм), особенно на незагруженном конце ($\Delta_0 = 14...20$ мкм). Очевидно, в случае увеличения глубины заделки эти смещения значительно уменьшаются.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЛОКОВ ИЗ ПОЛИСТИРОЛБЕТОНА ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ СТЕН МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Лапшин А.С., канд. техн. наук, Пыхтин Б.М., Седышев Е.С.

*Харьковская национальная академия городского хозяйства
61002, Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12*

При строительстве зданий возникают проблемы обеспечения эффективной теплозащиты, а также надежной эксплуатации стеновых конструкций. В малоэтажных постройках несущие и теплоизолирующие функции стеновых ограждений часто бывают совмещены. Несущие стены из традиционных материалов (кирпич, керамзитобетонные блоки) при расчетной толщине, подсчитанной по критериям несущей способности, не удовлетворяют требованиям к теплотехническим показателям по ДБН [1], что предполагает их дополнительное утепление (минераловатными матами, пенополистирольными плитами и др.), но при этом может занижаться пожаробезопасность ограждающих конструкций.

Для малоэтажных зданий, где стены нагружены в относительно меньшей степени, представляет интерес возведение стеновых ограждений из эффективных материалов, обладающих пониженной плотностью и хорошими теплоизоляционными показателями, что позволяет уменьшать строительные и эксплуатационные затраты.

В представленной работе рассмотрена возможность применения эффективных стеновых блоков из полистиролбетона для возведения наружных несущих стен малоэтажных зданий.

Полистиролбетон изготавливается при смешивании в определенных пропорциях заполнителя из вспененной полистирольной крошки с цементом, водой и песком. Для повышения адгезии с цементными растворами пенополистирольную крошку обрабатывают специальными составами, например заполнитель БетоЛАЙТ® торгово-строительной группы «Гратис».

В качестве положительных свойств полистиролбетона и стеновых изделий из него можно отметить следующее:

- простота технологии изготовления. При работе используется обычное строительное оборудование и инструмент;
- улучшенные характеристики по теплоизоляции. Теплопроводность изделий из полистиролбетона близка к аналогичной характеристике для пенополистирольной облицовки;
- пожаробезопасность. Материал относится к группе негорючих материалов и не распространяющих пламя по поверхности;
- относительная экологическая безопасность;
- относительная водонепроницаемость, что препятствует к накоплению сырости в помещениях;
- повышенная устойчивость к старению, коррозии и относительная долговечность материала;
- шумопоглощение (можно использовать в качестве звукоизоляции).

Среди недостатков, сдерживающих более широкое применение полистиролбетона в строительстве, можно отметить его относительную малоизвестность, а также слабую изученность некоторых физико-механических свойств.

Авторами выполнен ряд опытов по определению предела прочности на сжатие полистиролбетона с различной плотностью при расходе полимерного заполнителя типа БетоЛАЙТ® в 2,5...11,5 % по массе. Образцы для испытаний на прессе изготавливались в виде кубов с ребром в 10 см. Результаты испытаний партий кубов на сжатие приведены в таблице. Следует отметить, что разрушение полистиролбетонных образцов было хрупким (см. фотографию на рис. 1), что указывает на возможность применения методик по расчету прочности таких конструкций по аналогии с другими легкобетонными стеновыми материалами.

Предел прочности кладки из полистирольных стеновых блоков подсчитывался по формуле Л.И.Онищика [3] как для сплошных камней правильной формы при высоте ряда до 20 см на растворе марки М25. Расчетное сопро-

тивление кладки вычислялось путем умножения значения предела прочности на приведенный коэффициент надежности равный 0,5 (см. табл.).

Таблица – Результаты испытаний партий кубов на сжатие

Плотность полистиролбетона, кг/м ³	Предел прочности на сжатие полистиролбетона, МПа	Расчетное сопротивление кладки из блоков, МПа
200...275	0,22	0,095
450	0,65...1,0	0,32
500...600	1,0...1,8	0,48
700	3,3	0,89



Рис. 1 – Вид образца из полистиролбетона после испытания на прессе

Теплотехнические расчеты с подбором необходимой толщины стены из полистиролбетонных блоков по методике ДБН [1] показали, что здесь можно использовать линейную зависимость от плотности материала: $h = \rho \cdot 10^{-3}$. Например, при плотности полистиролбетона в 400 кг/м³ необходимая толщина наружной стены из таких блоков для 1-й температурной зоны Украины составит 0,4 м (40 см).

Для определения оптимальной толщины наружной несущей стены из полистиролбетонных блоков выполнены расчеты напряжений в ней по методике СНиП [2] при пролете между несущими стенами в 6 м с нагрузками от 2-х этажного дома. Распределенные нагрузки в кПа: междуэтажное перекрытие – 6,0; чердачное перекрытие – 4,5; покрытие – 3,5. Результаты расчетов приведены на рис. 2, где зависимость напряжения в стене от ее толщины $\sigma =$

$\varphi(h)$ совмещена с зависимостью прочности кладки от плотности материала $R = f(\rho)$. При совмещении графиков можно определить, что толщину несущей стены нужно назначать от 30 см при плотности материала от 300 кг/м³.

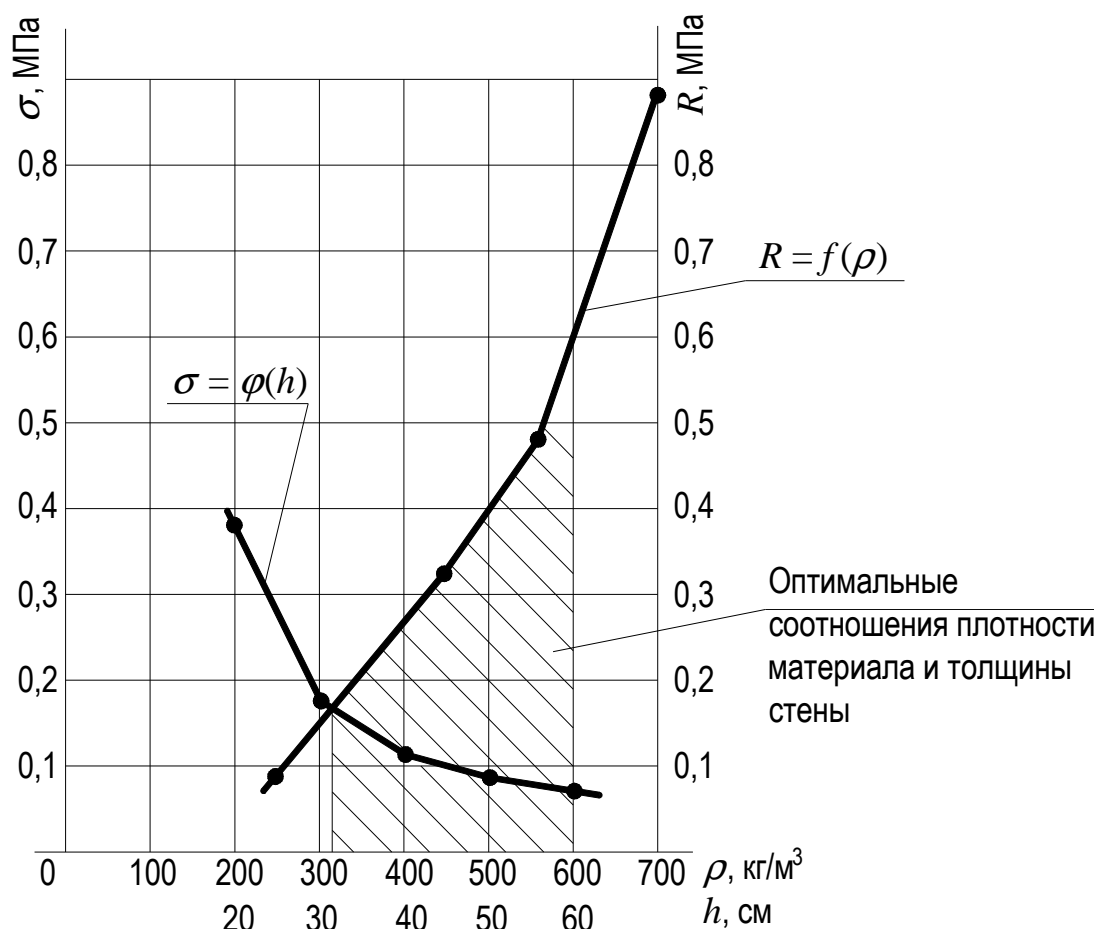


Рис. 2 – Графики зависимости напряжения в стене от ее толщины, прочности кладки от плотности материала

Таким образом, применение полистиролбетонных блоков при возведении несущих наружных стен малоэтажных зданий возможно с обеспечением необходимой прочности и теплоизолирующей способности при оптимальных значениях плотности материала в пределах 300...600 кг/м³ и толщины стены в 30...60 см.

1. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкции зданий и сооружений. Тепловая изоляция зданий. – К., 2006.
2. СНиП II-22-81. Каменные и армокаменные конструкции. Нормы проектирования. – М., 1983.
3. Пособие по проектированию каменных и армокаменных конструкций (к СНиП II-22-81). – М., 1988.

КОЛІЄСТІЙКІСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОНУ АРМОВАНОГО ГЕОСІТКАМИ

Жданюк В.К., *д-р техн. наук, проф.,* **Воловик О.О.,** **Костін Д.Ю.**

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

61002, Україна, м. Харків, вул. Петровського, 25

E-mail: sasha-vlvik@rambler.ru

В Україні для будівництва верхніх шарів покриттів дорожніх одягів на міських вулицях та дорогах загального користування найбільше застосування знаходять гарячі дрібнозернисті асфальтобетонні суміші. Результати обстеження дорожніх одягів показують, що в літній період експлуатації при високих температурах в асфальтобетонних шарах покриттів доволі часто накопичуються незворотні пластичні деформації у вигляді колії.

Одним із способів підвищення довговічності дорожніх одягів є застосування геосіток, як армуючих матеріалів, що укладаються між асфальтобетонними шарами для підсилення конструкції. Відомо, що армуючі сітки виготовляють з матеріалів, які можуть мати різну міцність та показник відносного подовження при розтягуванні. На сьогодні недостатньо дослідженим є вплив армуючих геосіток, виготовлених з різних матеріалів, на колієстійкість асфальтобетонних шарів дорожніх одягів.

Для досліджень були прийняті армуючі сітки ССНП 50/50-25(400)-ХАЙВЕЙ (Росія) та Armopal G 50/50 (Німеччина). Результати дослідження сіток показали, що вони характеризуються однаковим показником відносного подовження 5 % (за паспортними даними $4 \% \pm 2 \%$), хоча виготовлені з різних матеріалів (перша – зі склониток, а друга – з полімерних волокон).

Випробування виконувались в лабораторії кафедри будівництва і експлуатації автомобільних доріг ХНАДУ за допомогою спеціального стенду, який дозволяє проводити оцінку стійкості асфальтобетонів до утворення колії при різних температурах та рівнях навантаження на колесо при його русі по поверхні асфальтобетонного зразка.

Для випробувань був прийнятий дрібнозернистий щільний гарячий асфальтобетон на основі нафтового дорожнього бітуму марки БНД 60/90, який за гранулометричним складом відповідав типу «Б» (таблиця 1).

Випробування проводили при наступних режимах: навантаження на колесо еквівалентне 57,5 кН; температура випробування $+50^{\circ}\text{C}$; максимальна кількість проходів колеса по одному сліду складала 30000. Армуючі сітки в усіх випадках закладалися в зразок посередині, а саме, на відстані 40 мм від його поверхні. Для порівняння випробовувались також зразки вихідного дрібнозернистого асфальтобетону типу «Б» без армування. Результати порівняльних досліджень впливу армуючих сіток різних виробників на колієстійкість дрібнозернистого асфальтобетону наведені в таблиці 2.

Таблиця 1 – Гранулометричний склад асфальтобетону типу «Б», використаного для приготування зразків

Найменування матеріалу	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,32	0,14	0,07	<0,07
Границі повних залишків за ДСТУ Б В.2.7-119-2003	0	0 - 10	35- 45	47- 57	57- 67	67- 77	75- 84	82- 89	86- 92	8- 14
Повні залишки на ситах	0	2	40	56	60	70	79	85	92	8

Таблиця 2 – Значення глибини колії в досліджуваних асфальтобетонах

Кількість проходів по сліду	Глибина колії, мм		
	Асфальтобетон не армований	Асфальтобетон армований Armopal G 50/50	Асфальтобетон армований ССНП 50/50-25(400)-ХАЙВЕЙ
1000	1,62	1,82	1,54
2000	2,28	2,26	2,02
3000	2,76	2,62	2,26
4000	3,12	2,90	2,48
5000	3,52	3,12	2,70
10000	4,90	4,14	3,38
15000	6,04	4,86	3,58
20000	7,06	5,64	4,00
25000	8,20	6,16	4,22
30000	9,28	6,40	4,64

Наведені в таблиці 2 результати експериментальних досліджень показують, що застосування армуючих сіток Armopal G 50/50 та ССНП 50/50-25(400)-ХАЙВЕЙ для армування дрібнозернистого асфальтобетону типу «Б» забезпечує суттєве зростання його колієстійкості. При цьому склосітка забезпечує асфальтобетону найбільший опір колієутворенню. Отримані результати досліджень дозволяють констатувати, що застосування армуючих сіток при будівництві або підсиленні дорожнього одягу за технологією нарощування асфальтобетонних шарів покриття забезпечить підвищення як стабільності транспортно-експлуатаційних показників, так і довговічності конструкції в цілому.

СЕКЦИЯ 3

ТЕПЛОСТОЙКОСТЬ, ГОРЮЧЕСТЬ И ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ ПЛАСТМАСС И ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА КИНЕТИКУ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ ПОЛИМЕРОВ

Балев Ф.С., Селиванов С.Е., д-р техн. наук, проф.

*Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина
61077, Украина, г. Харьков, пл. Свободы, 4*

Во всем мире уделяется большое внимание повышению пожарной безопасности материалов. Для её обеспечения помимо активных средств предупреждения и защиты от развития очага пожара, в конструкции должна использоваться пассивная защита, затрудняющая возникновение и предотвращающая развитие очага пожара, т.е. должны применяться материалы, имеющие низкую пожарную опасность. К традиционным способам снижения горючести полимерных материалов (ПМ) можно отнести: введение замедлителей горения и их смесей; введение негорючих наполнителей; синтез негорючих полимеров; нанесение огнезащитных покрытий; химическая модификация; физическая модификация поверхности.

Наиболее перспективным направлением снижения горючести ПМ является физическая модификация поверхности существующих многофункциональных ПМ на примере облучения лазерным излучением, за счет которого происходит агрегация (сшивка) макромолекул.

Вопросами взаимодействия лазерного излучения с ПМ занимались многие исследователи. Особую роль в этих исследованиях стали играть модификация ПМ УФ лазерным источником, импульсным воздействием лазерного излучения и другие.

Установлено, что в основе лазерных процессов лежат физические и химические превращения полимеров. За счет источника энергии – лазера – материал подвергается воздействию электромагнитного излучения, энергия которого поглощается полимером и превращается в тепло, которое вызывает нагрев материала, тем самым возможно направленное изменение структуры приповерхностных слоев.

При падении лазерного излучения на материал эффективность использования энергии лазерного пучка зависит от свойств поверхности материала, в частности от коэффициента отражения. Коэффициент отражения определяется оптическими характеристиками материала и состоянием поверхности. На практике часто пользуются термином коэффициент поглощения, который характеризует поглощение материалом излучения с определенной длиной

волны. Коэффициент поглощения полимеров для ИК-излучения (5–15 мкм) лежит в пределах 0,98 – 0,86.

При действии ИК лазерного излучения (CO₂ – лазеры) на полимеры и композиты происходит поверхностное поглощение энергии, глубина слоя составляет от долей до десятков микрометров и зависит от состава полимера и композита. Время релаксации лазерной энергии в тепло в полимерных материалах составляет 10–12 с, что является высокоинтенсивным источником нагрева.

Целью данной работы является исследование влияния лазерного излучения на кинетику физических и химических превращений полимеров, на примере эпоксидных композиций, с использованием CO₂-лазера ИК-диапазона при непрерывном воздействии.

Исследования влияния лазерного излучения на кинетику физических и химических превращений пленочных и пластинчатых образцов (толщиной до $10 \cdot 10^{-3}$ м) эпоксидных композиций выполнялись с помощью непрерывного CO₂-лазера 1 типа ИЛГН–709 (длина излучения $10,6 \cdot 10^{-6}$ м), выходной мощностью излучения до 100 Вт, аттенюатором 2, блоком регулировки плотности мощности 3, измерителем средней мощности излучения 4 в диапазоне от 1 Вт до 100 Вт типа РСИСИ “Титан”, зеркало 5, образец 6 (рис. 1).

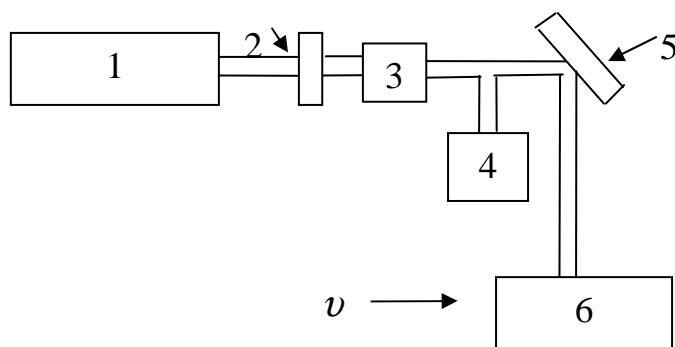


Рис. 1 – Упрощенная схема экспериментальной установки

Луч от лазера направлен на “качающееся” зеркало. Отраженное лазерное излучение от “качающегося” зеркала попадает на образец пластины (пленки) из исследуемого ПМ, закрепленную в специальном держателе, с необходимой скоростью сканирования. Держатель с пластиной (пленкой) перемещается в горизонтальном направлении со скоростью v . Температура на поверхности пластины измеряется с помощью передвижной вольфрамрениевой термопары.

На рис. 2 представлена иллюстративная технологическая схема, позволяющая облучать лазерным излучением движущую полимерную пленку.

Говоря о лазерной обработке поверхности ПМ, отметим, что мощность лазерного облучения во всех экспериментах была такова, что исключало опасность воспламенения материала.

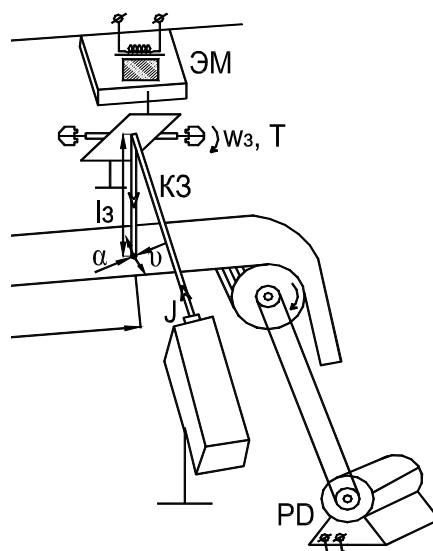


Рис. 2 – Иллюстративная технологическая схема лазерной модификации полимерной пленки

Применяя лазер как источник теплового потока, и учитывая физическую природу лазерного излучения, возможно путем фоновой теплопроводности или за счет энергосвободения при объемном поглощении электромагнитного излучения получить формирование прогретого слоя в объеме материала. Геометрические размеры этого слоя определяются только теплофизическими свойствами исследуемого полимерного материала.

Следует отметить, что у ПМ механизм поглощения электромагнитного излучения (электронный или молекулярный), а, следовательно, и тип теплового источника (поверхностный или объемный) однозначно определяются длиной волны.

Отличительной чертой лучистого теплообмена является то, что температура, развиваемая в зоне воздействия на начальных стадиях облучения, определяется абляционными свойствами исходного материала и имеет порядок температуры термостойкости. В зависимости от склонности полимерного материала к коксообразованию каналы газофазного воспламенения будут различаться.

Для анализа пленочных образцов эпоксидной композиции (ЭД-20 + МФДА) до и после облучения лазерным излучением применен метод УФ-спектроскопии, который позволил получить характеристические линии поглощения в исследуемой области УФ-спектра.

Анализ УФ-спектров пленочных образцов эпоксидной композиции (ЭД-20 + МФДА) показал, что при лазерном воздействии на ПМ увеличивается поглощение, которое далее растет по интенсивности, а затем переходит в бесструктурный спектр поглощения. Это свидетельствует об интенсивном, по мере роста плотности мощности воздействующего потока, образовании хиноидных структур, проявляющих себя как хромофоры. Спектр поглощения хромофора определяется в первую очередь химической структурой полимера. Хромофоры – это функциональные группы, которые поглощают

электромагнитное излучение независимо от того, возникает при этом окраска или нет. В данном случае карбонильная группа $C=O$ является хромофором, поглощающим в области 280 нм.

Последующая агломерация хиноидных структур, приводящая к образованию сопряженных фрагментов полимерной матрицы, усиливает процессы коксообразования.

ИК-спектральный анализ (проводился на приборе ИК-20) в диапазоне $400 - 5000 \text{ см}^{-1}$ показал, что в спектре исходного полимера наблюдались полосы поглощения следующих функциональных групп: валентный тип колебаний – OH , $C=O$, $C-O$ – бензольного кольца; деформационный тип колебаний – замещенного бензольного кольца. Для кокса характерны сигналы тех же функциональных групп, однако сигнал, относящийся к группе $C=O$, несколько уменьшается, а бензольного кольца увеличивается. В обоих случаях наиболее интенсивный сигнал группы $C=O$, т.е. для кокса характерны фрагменты исходной композиции. Следует отметить, что состав кокса практически не изменялся в реализованном интервале значений плотности мощности.

Сопоставление ИК-спектров пленочных образцов в диапазоне $800 - 1000 \text{ см}^{-1}$, подвергнутых лазерной обработке, показало, что при высоких плотностях мощности практически отсутствуют непрореагировавшие эпоксидные группы.

Таким образом, исследования, выполненные на пленочных образцах, показали, что поверхностная обработка лазерным излучением способствует возникновению зародышей коксообразования (хиноидных структур) и приводит к практическому исчезновению не прореагировавших эпоксидных групп. Образовавшийся кокс оказывает тормозящее действие на газификацию ПМ образованного воздействием лазерного излучения, уменьшает поток горючих газов к пламени и тем самым снижает горючесть ПМ, следовательно, таким полимерам легче придать свойства негорючести с использованием различных добавок.

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ГОРЮЧЕСТИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Карими Язди Амир Эхсан, Авраменко В.Л., канд. техн. наук

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

61002, Украина, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21

E-mail: avramenko@kpi.kharkov.ua

Применение пластмасс в строительстве обеспечивает повышение его технического уровня, способствует культуре производства, улучшает эксплуатационные качества зданий и сооружений, снижает стоимость их строительства.

Новые строительные материалы и изделия из полимеров находят широкое применение для устройства эффективной тепло- и звукоизоляции зданий, для изготовления санитарно-технических изделий, ограждающих конструкций, погонажных изделий, в отделке зданий.

По ряду физико-механических свойств пластмассы превосходят даже такие материалы как сталь, алюминий, дерево и т.д.

Однако некоторые пластмассы имеют и недостатки, ограничивающие области их рационального применения. К таким недостаткам относится невысокая теплостойкость и значительное снижение прочности при воздействии повышенных температур, ползучесть под действием постоянных нагрузок, а также явление так называемого старения полимеров.

Кроме того, существенным недостатком пластмасс как строительного материала является их горючесть. Большинство полимерных материалов при температуре 300-400°C разлагается с дымообразованием и выделением токсичных продуктов.

Поэтому пластмассы в строительстве следует применять после изучения не только их физико-химических свойств, но и пожарной опасности.

Для придания огнестойкости полимерным материалам существует несколько способов:

1. Огневая защита (плёнками или плитами, поверхностная пропитка, покрытие негорючими лаками);
2. Введение негорючих или не поддерживающих горение наполнителей;
3. Введение антипиренов;
4. Модификация полимеров для придания им огнестойкости.

Наибольшее распространение получили второй и третий методы придания огнестойкости полимерным материалам.

Одним из путей снижения пожароопасности пластмасс является введение в их состав дисперсных наполнителей, которые, кроме снижения горючести, могут улучшить или ухудшить их физико-механические свойства. Наиболее распространённые наполнители – окиси и гидроокиси металлов, окислы кремния, сурьмы, каолин, пемза, гипс, цеолит и другие. Из антипиренов широкое применение получили гидроокиси металлов ($Al(OH)_3$), фосфаты аммония и других металлов, хлорпарафины и другие.

Перспективным, но мало исследованным наполнителем - антипиреном является синтетический алюмосиликат (цеолит, который в своём составе содержит сорбированную и конституционную влагу). Одной из особенностей цеолитов является их высокая сорбционная активность и способность вступать в реакции ионного обмена, которые позволяют дополнительно иммобилизовать на его поверхность вещества, препятствующие горению.

Исследования в этом направлении практически не проводились.

Целью нашей работы было исследование влияния синтетического алюмосиликата с иммобилизованным на его поверхность антипиреном - полифосфатом аммония на горючесть и эксплуатационные свойства ПКМ на основе эпоксидной смолы.

ТЕПЛОСТОЙКИЕ АКРИЛОВЫЕ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Шутенко Л.Н., *д-р техн. наук, проф.*, **Волювач С.В.**, *канд. техн. наук*,
Золотов М.С., *канд. техн. наук*, **Золотов С.М.**, *канд. техн. наук*
Харьковская национальная академия городского хозяйства
61002, Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12
E-mail: zolotov@ksame.kharkov.ua

Одним из трех основных звеньев производственного цикла металлургических заводов является прокатка металлов. Для крепления оборудования прокатных станов (блуждающих, слябинговых, листовых, сортовых, трубопрокатных) и литейно-прокатных агрегатов, совмещающих процессы литья и прокатки в едином непрерывном потоке, используют огромное количество анкерных болтов, что само по себе диктует необходимость разработки ресурсосберегающих материалов и технологий.

Анкерные болты, с помощью которых крепят к бетонным и железобетонным основаниям фундаментные стальные плиты (плитовины), несущие на себе массивные станины (60-120 т) рабочих клеток, работают в термически и химически агрессивных условиях.

Натурные исследования на действующих станах горячей прокатки показали, что вследствие высоких начальных температур стали 1000-1300⁰С, титана и его сплавов 950-1100⁰С, меди 750-850⁰С, в бетонных основаниях температура достигает 130⁰С. Химическая агрессивность среды обусловлена смазкой, проникающей к анкерным соединениям из-за бесперебойной автоматической подачи ее по всем трущимся деталям механизмов прокатных станков.

В этой связи для крепления анкерных болтов перспективны модифицированные клеи типа акрилата самоотверждающегося термостойкого (АСТ-Т), отличающиеся теплостойкостью, химстойкостью и высокими прочностными характеристиками.

Необходимость модификации АСТ-Т связана с его недостаточной теплостойкостью (по Вика 90⁰С). Причиной этого является, во-первых, структура полиметилметакрилата (ПММА), представляющего собой порошковую часть АСТ-Т. Промышленно получаемый эмульсионный ПММА является аморфным атактическим полимером, в макромолекулах которого около 80% мономерных звеньев входит в синдиотактической последовательности (температура стеклования синдиотактического ПММА 115⁰С) и около 20% мономерных звеньев входит в изотактической последовательности (температура стеклования изотактического ПММА 45⁰С).

Такая структура ПММА закономерно обусловлена тем, что образование синдиотактической последовательности термодинамически выгоднее, поскольку характеризуется меньшей энергией активации, чем изотактической – разница в значениях энтальпии активации около 4,19 кДж/моль. Тем

не менее в ПММА изотактическая фракция присутствует и значительно снижает теплостойкость АСТ-Т.

Во-вторых, причиной снижения теплостойкости является неполная полимеризация в процессе самоотверждения АСТ-Т метилметакрилата (ММА), являющегося жидкой частью АСТ-Т. Известно, что наличие в ПММА около 1% ММА почти на 50⁰С снижает температуру стеклования.

Поэтому повышение теплостойкости акриловой композиции возможно за счет максимального истощения остаточного мономера, который пластифицирует полимер. Кроме того, следует ускорять полимеризацию композиции, что также способствует более полному истощению ММА и повышению температуры стеклования.

Следует учитывать и то, что теплостойкость полимера позволяет судить о верхних предельных температурах его использования при кратковременном тепловом воздействии. В условиях промышленной эксплуатации клеевых анкерных соединений теплостойкость зависит от приложенной механической нагрузки и длительности теплового воздействия. Поэтому реальная теплостойкость полимеров при длительном воздействии высокой температуры на действующих прокатных станах обычно на несколько десятков градусов ниже.

Для акриловых композиций применимы известные методы повышения теплостойкости, такие как введение активных наполнителей, усиление внутри- и межмолекулярного взаимодействия, образование поперечных химических связей (сшивка).

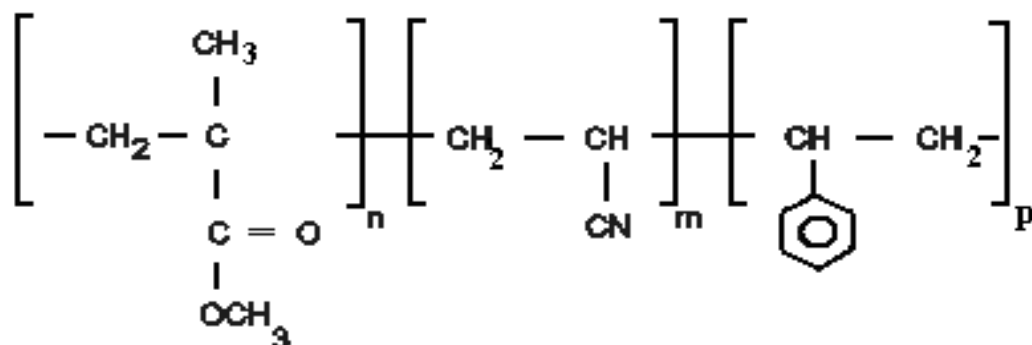
В качестве активных наполнителей для повышения теплостойкости чаще всего используют полимеры, которые смешивают с ММА и ПММА, и реже неорганические вещества.

При использовании поливинилхлоридной хлорированной смолы и стирольно-инденовой смолы в качестве активного наполнителя удастся улучшить прочностные характеристики акриловой композиции – предел прочности при изгибе увеличивается до 45,2 – 50,6 МПа, т.е. на 49-67%, а предел прочности при растяжении увеличивается до 43,5 – 46,8 МПа, т.е. на 58-70%. Кроме того, повышается ее теплостойкость по Вика до 106-111⁰С. Существенную роль в последнем играют серосодержащие соединения в стирольно-инденовой смоле (содержание общей серы до 6 мас.%), которые, как известно, подавляют термическую деструкцию ПММА до мономера и стабилизируют систему, повышая тем самым теплостойкость модифицированной акриловой композиции.

Усиление внутри- и межмолекулярного взаимодействия в акриловых композициях возможно за счет насыщения полимерных макромолекул полярными группами, ароматическими ядрами и конденсированными циклами в процессе сополимеризации.

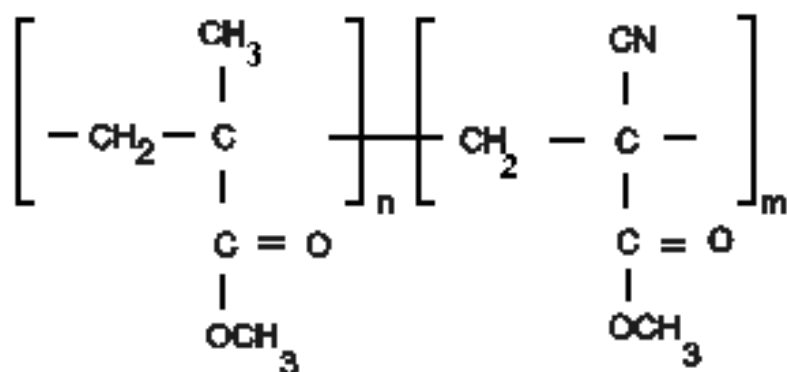
Использование в качестве сополимеров с ММА акрилонитрила и стирола позволяет наряду с увеличением стойкости к маслам в 2,4-3,5 раза, что крайне важно для клеевых анкерных соединений прокатных станков, одно-

временно повысить их теплостойкость. Сополимерная акриловая композиция:



имеет теплостойкость по Вика до 102⁰С, что обусловлено усилением межмолекулярного взаимодействия ввиду наличия в макромолекулах сополимера нитрильных групп и бензольных ядер.

Аналогично этому влияет на повышение теплостойкости сополимеризация ММА с метиловым эфиром 2-цианакриловой кислоты. Получаемый сополимер:

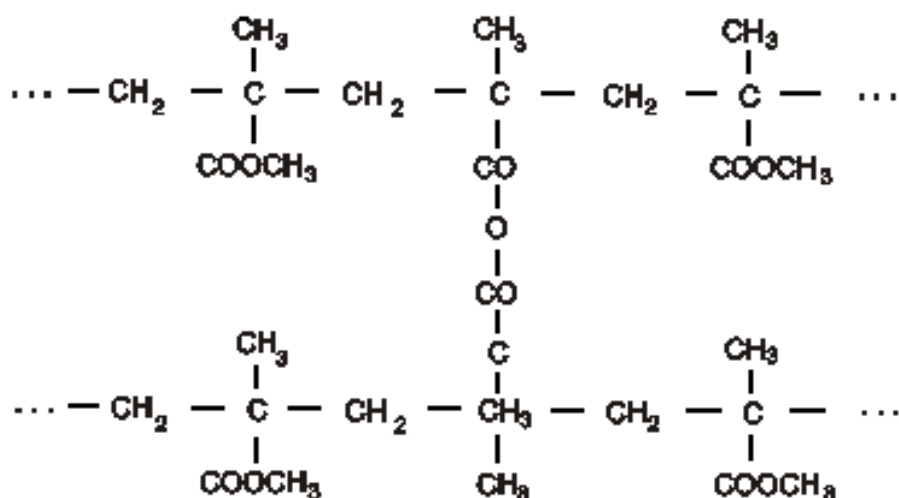


позволяет, прежде всего, увеличить адгезию акриловой композиции к бетону до 17,2 - 20,3 МПа, т.е. на 19-41%. При этом возможно эффективное крепление анкерных болтов во влажных условиях, например, в мокрый бетон, поскольку незначительные следы влаги ускоряют отверждение 2-цианметилакрила даже в отсутствие инициаторов и ускорителей. Одновременно повышается теплостойкость по Вика до 101⁰С акриловой композиции под влиянием нитрильных групп в макромолекулах сополимера, усиливающих межмолекулярное взаимодействие.

Образование поперечных химических связей между макромолекулами, приводящее к их пространственной сшивке и, как следствие, повышению теплостойкости композиции, происходит при использовании в качестве сополимеров многофункциональных соединений.

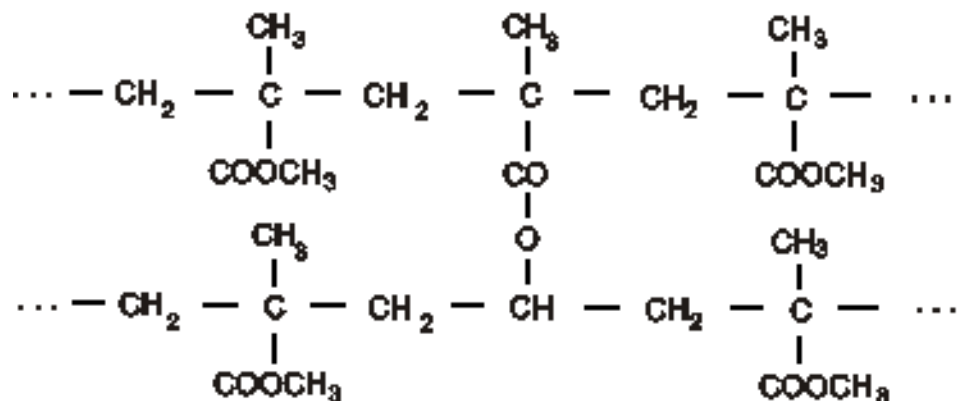
При сополимеризации ММА с метакриловым ангидридом, являющимся четырехфункциональным соединением, теплостойкость по Вика акриловой композиции повышается до 129⁰С за счет образования пространствен-

ных мостиков между линейными хаотично переплетенными макромолекулами:



Поперечные химические связи создают пространственно сшитый трехмерный сополимерный продукт с повышенной теплостойкостью.

Винилметакрилат, также являющийся четырехфункциональным соединением, при сополимеризации с ММА повышает теплостойкость по Вика акриловой композиции до 134⁰С в результате пространственной сшивки макромолекул по возможной схеме:



Степень пространственной сшивки определяется долей молекул четырехфункциональных соединений, прореагировавших обеими ненасыщенными группами, в данном случае метакриловыми и винильными.

В общем случае она зависит от химического строения сшивающего агента, его концентрации и условий сополимеризации. Существенное значение при этом имеет также концентрация, вид и степень дисперсности минерального наполнителя акриловых композиций ввиду возможной высокой поверхностной активности его. Как правило, увеличение числа поперечных сшивок, приводящее к повышению теплостойкости, сопровождается сниже-

нием предела прочности при изгибе и ударной вязкости акриловых композиций.

Следовательно, модификация их свойств является компромиссной задачей, когда ради повышения, например, теплостойкости, имеющей первостепенное значение для термически агрессивных сред эксплуатации, часто приходится мириться с ухудшением других характеристик – пределов прочности при сжатии, изгибе и растяжении, адгезии, ударопрочности и, соответственно, наоборот.

Поэтому конкретное практическое назначение и предопределяет направление модификации акриловых композиций путем изменения состава, химического строения и структуры полимеров, а также наполнителей.

СЕКЦИЯ 4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАСТМАСС И ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ГОРОДСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ

COLD APPLIED MATERIALS FOR FILLING THE EXPANSION JOINTS OF ROAD BRIDGES

Koval P.N., *PhD, tech. sci.*, **Babiak I.P.**, *PhD, tech. sci.*, **Tereshchenko T.A.**,
PhD (chemistry), Shulgin State Road Scientific Research Institute
(DerzhdorNDI)
03103, Ukraine, Kiev, Peremogi av. 57
E-mail: dornauka@post.com.ua

Bridge deck joints are inherent elements of road bridges designed to allow the cyclic expansion and contraction movements resulting from internal forces and to minimize the amount of water passing through expansion gaps. In Ukraine, the most widely used joint constructions for bridges with low thermal displacements are asphalt plug joints (APJ) and poured sealant expansion joints (PSJ) where total horizontal motions can be accommodated within the range of ± 6 mm for PSJ and within that of ± 10 mm \div ± 30 mm for APJ [1]. An inherent part of designated constructions is filling material - poured sealant (for PSJ) or polymer modified asphalt (for APJ) composed of polymer-modified bitumen and aggregate. For such purposes hot applied poured materials have long been used which application requires elevated temperatures of about 180-200 °C thus complicating technological process and leading to the rapid chemical aging of bitumen. One of the strategies to overcome this problem may be the use of cold applied sealants based on bitumen and chemically cured resins including liquid thiokols which are excellent in their compatibility with maltene fraction of bitumens [2].

In this study, road oil bitumen of trademark END 60/90 and liquid thiokol of trademark P-NT were used as main initial products for the elaboration of cold applied filling materials. Main parameter which determined the composition of materials under elaboration was the ratio thiokol/bitumen by their masses fixed at 10/1 (specimens PB-1), 3.3/1 (PB-2), 2/1 (PB-3).

Stress-strain behavior revealed elastic properties of PBs and plasticizing effect of bitumen. The complete results of physical and mechanical testing of PBs performed in accordance with standard methods [3, 4] were summarized in a table below.

Physical-mechanical properties of PBs

Parameter	Value		
	PB-1	PB-2	PB-3
Form	Resin-like black materials		
* Tensile strength, MPa	0,71	0,52	0,36
* Full elongation under maximum load, %	106	125	140
* Relative stress at 100% elongation, MPa	0,68	0,46	0,28
* Residual elongation, %	0	0	2
Temperature limit of material's flexibility, °C	below -45	below -45	below -45
Quality of cohesion of material with aggregate surface, grades	5	5	5
Heating resistance, °C	75	75	75
Water absorption, %	0,2	0,2	0,3
Density at 20 °C, g/cm ³	1,5		
* Shore A hardness	24	23	21

* – measured after the 3 days' curing

PB-3 possesses lower tensile strength and enhanced deformability and can be recommended as poured sealant for PS J when the main function of the material is compensation of span movements and the sealing itself. PB-1 differs in its heightened strength and induced solidification and can be recommended as a binder for APIs when the poured material accommodates also compressions loaded by vehicle wheels.

1. Departmental Construction Norms (VBN) V.2.3-218-533:2007. Transport constructions. Asphalt plug joints for artificial road constructions.

2. Khakimullin Yu.M., Murafo A.V., Sungatova Z.O., Nagumanova E.L, Khozin V.G. Investigation of the Structure and Characteristics of Curing Bitumen-Thiokol Compositions // Mechanics of Composite Materials. – 2000. Vol. 36, N25. – P. 423-428.

3. Standard GOST 270-75. Rubber. Method of elastic and tensile stress-strain properties determination.

4. Standard DSTU B V.2.7-116-2002. Sealing materials used in joints of aerodrome pavements. General specifications.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЕДИНЕНИЯ СТАРОГО БЕТОНА С НОВЫМ АКРИЛОВЫМИ КЛЕЯМИ

Торкатюк В.И., д-р техн. наук, проф., **Золотова Н.М.**, канд. техн. наук
Харьковская национальная академия городского хозяйства
 61002, Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12
 E-mail: zolotov@ksame.kharkov.ua

В настоящее время в Украине значительное число зданий и сооружений возводят из составных железобетонных и бетонных конструкций. Это

сборные и сборно-монолитные железобетонные конструкции, комплексные конструкции из бетонов разных видов, стены из бетонных блоков, монолитные здания при длительном перерыве в бетонировании разных частей, добетонированные конструкции при их усилении в процессе реконструкции либо восстановлении разрушенных сооружений. Как правило, вышеперечисленные конструкции имеют различные структурные и прочностные характеристики, связанные с процессом твердения, исходя из условий технологии выполнения процессов и технических особенностей архитектурно-конструктивных решений.

Для обеспечения эксплуатационной надежности зданий и сооружений, которая зависит от прочности контактов, монолитности стыков, трещиностойкости составных конструкций, их жесткости и устойчивости, как отдельных конструктивных элементов, так и всего сооружения и степени непроницаемости стыков все конструкции и контакты между ними должны обладать близким по величине запасом прочности. Поэтому большое внимание при проектировании и производстве работ уделяется совершенствованию конструктивных решений стыков и технологии их выполнения. С появлением высокопрочных синтетических материалов и, в частности, акриловых клеев, появилась возможность их применения в несущих конструкциях. Необходимо отметить, что в некоторых случаях применение акриловых клеев для усиления или восстановления несущей способности бетонных или железобетонных конструкций является единственно возможным способом.

В связи с указанным, авторами разработана технология соединения старого бетона с новым акриловыми клеями. Эта технология соединения бетонных элементов позволяет производить работы при положительных и отрицательных температурах окружающей среды.

Экспериментально установлено, что при выполнении всех производственно-технологических и технических требований клеевое соединение старого бетона с новым обеспечивает необходимую надежность работы стыка. Испытания таких соединений подтверждают, что клеевой шов по прочности, водонепроницаемости, водостойкости, морозостойкости и атмосферостойкости превосходит соединения, омоноличенные цементными композициями.

Как показали эксперименты, восстановленные бетонные и железобетонные конструкции имеют необходимую несущую способность. Установлено, что разрушение восстановленных конструкций происходило по новому бетону.

Названная технология соединения бетонных элементов была использована при реконструкции фундамента под крупный агрегат в ОАО «Харьковский электромеханический завод». Существующий фундамент представлял собой в плане 9,0х7,8 м, глубиной залегания 3,6 м и высотой 2,2 м. В связи с установкой на этом месте другого крупного агрегата завод решил возвести новый фундамент той же высоты, по другой конфигурации. Для этого предполагалось разобрать существующий фундамент. Академией было предложено сохранить старый фундамент, а к нему добетонировать два участка размерами в плане 6,1 х 1,8 м и 7,3 х 3,2 м с глубиной залегания 3,6 м и

высотой 2,2 м. При выполнении работ по изменению конфигурации фундамента соединяли новый со старым бетоном с помощью акриловых клеев. Общая площадь склеивания составила 28,30 м².

После набора новым бетоном проектной прочности на фундамент был установлен агрегат. Натурные наблюдения за поведением фундамента в период эксплуатации в течение более трех лет показали, что клеевые соединения не разрушались. Не наблюдалось также нарушения их целостности. Все это свидетельствует о надежности соединений бетонов акриловыми клеями.

В результате выполненных работ удалось сохранить 154,44 м³ существующего бетона. Расчет экономического эффекта был выполнен с использованием: ресурсных элементных сметных норм на строительные работы (ДБН Д.2.2-99); ресурсных элементных норм на ремонтно-строительные работы (ДБН Д.2.4-2000); указаний к применению ресурсных элементных сметных норм на строительные работы (ДБН Д.1.1-99), в том числе при реконструкции зданий и сооружений (ДБН Д.2.2-46-99), бетонные и железобетонные конструкции монолитные (ДБН Д.2.2-6-99).

Расчет экономического эффекта показал, что применение разработанной технологии позволило сэкономить 102,00 м³ бетона, арматурной стали периодического профиля 3,2 т, трудозатрат 839 чел.-дн., денежных затрат в сумме 185,3 тыс. грн.

Также по вышеописанной технологии были проведены работы по усилению и реконструкции фундаментов в ООО «Завод самоходных шасси» (Харьков). В этом случае при реконструкции с помощью акриловых клеев были выполнены работы по увеличению размеров фундаментов под кузнечное и штамповочное оборудование и реконструкция фундамента под установку карусельного станка КУ507Ø1 в действующем механосборочном цехе ООО «Завод самоходных шасси».

При выполнении работ по изменению конфигурации фундаментов необходимо было обеспечить надежное соединение старого и нового бетонов. Для соединения нового бетона со старым наносили на подготовленные для склеивания поверхности старого бетона, при наличии свежеприготовленной бетонной смеси. Время с момента нанесения клея до укладки нового бетона в опалубку не превышало технологической жизнеспособности клея.

После набора новым бетоном проектной прочности на реконструированные фундаменты были установлены соответствующие штамповочные и кузнечные агрегаты. Использование разработанной технологии позволило сохранить общий объем существующего бетона 204,8 м³, сократить сроки реконструкции фундаментов. Выполненный расчет экономического эффекта показал, что в результате выполненных работ сэкономлено 204,8 м³ бетона, арматурной стали периодического профиля 6,55 т, трудозатрат 1096 чел.-дн., денежных затрат в сумме 245,8 тыс. грн.

Таким образом, в результате выполненного опытного внедрения можно сделать вывод, что клеевые соединения бетонов акриловыми клеями более эффективны по сравнению с традиционными способами реконструкции

и восстановления бетонных и железобетонных конструкций и сооружений за счет:

- снижения расхода бетона и, соответственно цемента;
- снижения расхода стальной арматуры;
- снижения расхода энергоресурсов (электричества, топлива для автотранспорта и т.п.);
- уменьшения трудовых затрат при производстве работ;
- экономии денежных средств.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МЕМБРАН ПРИ ОЧИСТКЕ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД

**Коваленко А.В., канд. техн. наук, Солодовник М.В., Смилка Е.П.,
Душкин А.С.**

Харьковская национальная академия городского хозяйства

61002, Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12

E-mail: Maria.Vladova@list.ru

В последние годы широкое применение находят мембранные технологии подготовки воды, позволяющие эффективно удалять органические и неорганические компоненты, бактерии, вирусы и другие загрязнения. При этом в образующемся концентрате целесообразно проводить регенерации растворенных веществ, а пермеат (очищенная вода) рационально использовать для производственных и бытовых целей.

В настоящее время кроме неорганических мембран (керамические, стеклянные, графитовые, металлические) широко используют полимерные и полиамидные мембраны, при изготовлении которых используются: полисульфон, полиамид, полипропилен, ацетат целлюлозы [1].

Мембранные процессы классифицируются по размерам извлекаемых частиц, т.е. структуре мембран и прикладываемому давлению. Таким образом, выделяют:

- микрофильтрацию;
- ультрафильтрацию;
- нанофильтрацию;
- обратный осмос.

Микрофильтрация – процесс разделения растворов фильтрованием, позволяет задерживать тонкодисперсные и коллоидные примеси размером от 0,1 мкм до 10 мкм. Основным недостатком использования микрофильтрации является забивание мембран дисперсными частицами и образование осадков на их поверхности, что уменьшает производительность в целом.

Ультрафильтрация – процесс разделения растворов, содержащих высокомолекулярные соединения, мембранами с размером пор 1 – 100 нм. Ультрафильтрацию проводят при невысоком давлении 0,2-1 МПа. Движу-

щей силой при ультрафильтрации является разность рабочего и атмосферного давления по разные стороны мембран.

Нанофильтрация – предназначена для задержания растворенных веществ с молекулярной массой в пределах 200-500 при сравнительно невысоком давлении 0,5-1,5 МПА, т.е. ультра- и нанофильтрация работают при практически одинаковом давлении, но нанофильтрация обеспечивает извлечение примесей с размерами на порядок меньше, чем ультрафильтрация.

Обратный осмос – фильтрование растворов под давлением (10-25 Атм) через полупроницаемые мембраны с размером пор 0,1-1 нм. Теоретически содержание растворенных органических веществ после прохождения через мембрану должно равняться нулю, независимо от исходной концентрации. На практике же мембраны не обладают идеальной полупроницаемостью и наблюдается некоторый переход через мембрану растворенного вещества.

Одним из весомых недостатков всех мембранных методов очистки, независимо от размера пор, является загрязнение (закупорка) взвешенными частицами и коллоидными веществами, присущими исходной воде. При переходе очищаемой воды из примембранного слоя в фильтрат возникает концентрационная поляризация, в результате чего снижается скорость фильтрования и, следовательно, падает производительность мембран. Вследствие этого снижается качество фильтрата и на поверхности мембран формируется осадок их взвешенных частиц, нерастворимых солей.

Вредного влияния концентрационной поляризации можно избежать периодической (по мере необходимости) очисткой поверхности мембран, перемешиванием раствора и эффективной предочисткой.

В Харьковской национальной академии городского хозяйства был разработан способ очистки сточных вод полигонов твердых бытовых отходов [2], при котором предочистку высококонцентрированных сточных вод рекомендуется производить путем введения активированного раствора коагулянта. Исследования выполнялись на дренажных водах полигона №1 г. Запорожья, со следующим качественным составом:

Азот аммонийный	657,8 мг/ дм ³
БПК ₅	217 мгО ₂ /дм ³
Взвешенные вещества	149,5 мг/ дм ³
СПАВ	2,46мг/ дм ³
Цветность	130 ⁰ ПКШ
ХПК	1020 мгО/ дм ³
Минерализация	24400 мг/дм ³
рН	7,4

Сточную воду обрабатывали 10% раствором активированного сульфата алюминия, дозой 450 мг/дм³ (в пересчете на Al₂O₃), после перемешивания коагулянта с водой последняя отстаивалась в соответствии с правилами технического анализа сточных вод [3,4]. Результаты исследований приведены в таблице.

Таблица – Результат исследований по эффективности использования активированного раствора сульфата алюминия

Способ	Доза коагулянта, мг/дм ³	Показатели очищенной воды				Улучшение показателей по сравнению с обычным коагулянтом			
		БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	Взвешенные вещества, мг/дм ³	ХПК, мгО/дм ³	Цветность, град	БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	Взвешенные вещества, мг/дм ³	ХПК, мгО/дм ³	Цветность, град
Обычный коагулянт	450	105,2	105,4	774,8	82	-	-	-	-
Активированный раствор коагулянта	125	87,3	88,4	612,5	75	17	16	21	81
Активированный раствор коагулянта	250	65,4	79,2	404,7	64	62	24,8	47,8	21,9
Активированный раствор коагулянта	450	46,7	57,2	298,2	48	55,5	45,7	61,5	41,5
Активированный раствор коагулянта	600	60,2	69,4	341,6	58	42,8	34,2	56	29,3

Анализ опытных данных, приведенных в таблице, показывает, что предложенный способ может быть использован для предочистки сточных вод перед использованием мембранной очистки, что позволит значительно повысить эффективность очистки и избежать снижения удельной производительности мембран за счет закупорки или концентрационной поляризации. Полученные результаты показывают перспективность предложенного метода очистки, однако дальнейшие исследования в данном направлении необходимо продолжить.

1. Мельник А.Ф., Бурбан А.Ф., Брык М.Т. и др. Сульфированные полисульфоновые мембраны и их свойства // Химия и технология воды, 1990. – Т. 12. – №10.

2. Рішення про видачу деклараційного патенту на корисну модель «Спосіб очищення стічних вод полігонів твердих побутових відходів».

3. Технический справочник по обработке вод: в 2 т. Т.1. – Пер. с фр. СПб.: Новый журнал, 2007.

4. Методика технологического контроля работы очистных сооружений городской канализации. Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1977. – 299 с.

ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІЕТИЛЕНОВИХ ТРУБ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ ГАЗОВИХ МЕРЕЖ

Деркач І.Л., Усик Г.А., Жмура Д.С.

Харківська національна академія міського господарства

61002, Україна, м. Харків, вул. Революції, 12

E-mail: annau74@rambler.ru

Міські системи газопостачання представляють собою комплекс споруд, який складається із джерела газопостачання, газопроводів низького, середнього і високого тиску, газорозподільних станцій, ГРП і ГРУ, підземних сховищ газу і газгольдерних станцій; засобів телемеханізації.

Газопроводи є важливим елементом системи газопостачання, так як на споруду їх витрачається 70-80 % усіх капітальних вкладень. При цьому із загальної протяжності газопроводів 70-80 % складають газопроводи низького тиску і лише 20-30 % – газопроводи середнього і високого тиску.

Сьогодні триває розвиток крупномасштабного будівництва і експлуатації газопроводів. У всіх європейських країнах підземні газопроводи будують і реконструюють переважно із поліетиленових (ПЕ) труб і з'єднувальних частин. Сьогодні їх простоту в експлуатації, довговічність і ефективність оцінили і вітчизняні споживачі газу.

У газовій галузі, за думкою багатьох фахівців, широке застосування поліетиленових труб може радикальним чином змінити способи і темпи газифікації. Поліетиленові труби мають цілий ряд переваг, які визначають доцільність і високу ефективність їх використання. Строк служби поліетиленових труб значно більше, ніж металевих.

Гарантійний строк їх експлуатації складає 50 років. Вони не бояться ґрунтової корозії, не потребують катодного захисту, легше сталевих у два-чотири рази, випускаються довгомірними відрізками, потребують менших витрат на транспортування. При правильній організації робіт швидкість будівництва газопроводів із них у два-три рази вище швидкості будівництва із сталевих труб. Вартість будівництва газопроводів з використанням поліетиленових труб у середньому нижча порівняно з будівництвом сталевих газопроводів. Витрати праці при використанні поліетиленових труб у будівництві газопроводів менше у три рази, ніж при монтажі аналогічних сталевих конструкцій.

В Україні накопичений достатній досвід використання поліетиленових труб для будівництва газопроводів. Однак сьогодні їх застосовують при будівництві не більше 20 % нових газопроводів низького і середнього тиску (5 років тому не більше 2 %). В Європі цей показник перевищує 95 %. В Японії, наприклад, у законодавчому порядку сталеві труби замінюються на труби поліетиленові. Важливою особливістю застосування поліетиленових труб є їх висока стійкість до різних видів електрохімічної корозії. Витрати на захист від корозії зменшуються практично до нуля. В Україні, де активна газифікація проводилась у 70-ті роки минулого сторіччя, проблеми зношеності газопроводів внаслідок їх корозії потребують великих витрат і уваги експлуатаційних служб.

Використання труб із поліетилену при ремонті зношених газопроводів і прокладці нових (будівництво газопроводів) дозволяє значно знизити гостроту проблеми антикорозійного захисту і підвищити безпечність газових об'єктів. Незважаючи на переваги поліетилену і світовий досвід в його використанні при газифікації, існує цілий ряд факторів, які гальмують його активне застосування. Це – недооцінка можливості, доцільності та ефективності застосування поліетиленових труб в економіці з боку кінцевих споживачів, у тому числі при формуванні програми газифікації, будівельних програм, програми реформи ЖКГ, зайнятість ринкової ніші металевими трубами, недостатність нормативної бази.

При будівництві газопроводів із поліетиленових труб використовуються машини високого ступеню автоматизації, що дозволяє знизити вплив людського фактора при монтажі і укладанні труб і підвищити безпеку, а також не використовувати важку техніку, необхідну при прокладці сталевих газопроводів. Використовуються труби із поліетилену марки ПЕ-80 і ПЕ-100. Строк служби таких труб може досягати 75 років без будь-яких витрат на антикорозійні заходи.

За характеристиками міцності вони практично не уступають металевим трубопроводам, але більш легкі за вагою, що знижує витрати при транспортуванні і робить їх зручними при монтажі (відстань між стиками поліетиленових труб складає приблизно 400 метрів). Крім того, у теперішній час йде активне формування необхідної нормативної бази, яка дозволяє ширше застосовувати поліетиленові труби, з урахуванням позитивного світового досвіду і територіальних особливостей. Вже сьогодні прийняте рішення при бу-

дівництві газопроводів з тиском газу до 6 атмосфер використовувати поліетиленові труби. Це дозволить розвивати газопостачання в руслі світових тенденцій безпечно, швидко, надійно і економічно.

Застосування способу реконструкції зношених сталевих газопроводів за допомогою протягування у них поліетиленових труб меншого типорозміру дозволяє отримати суттєву економію порівняно з традиційним переукладанням нових сталевих труб.

Поліетиленові труби є самим оптимальним матеріалом для систем газопостачання тиском до 1,2 МПа, який найкращим чином з'єднує всі властивості, що необхідні для цієї мети:

- низька газова проникність;
- корозійна стійкість до зовнішнього середовища і газу, що транспортується;
- висока еластичність і удароміцність в інтервалі робочих температур від -20 до +30 °С;
- простота і надійність з'єднання;
- технологічність і економічність у виготовленні як самих труб, так й з'єднувальних деталей до них;
- легкість монтажу.

Тривала міцність поліетилену під час експлуатації вигідно відрізняється від інших термопластів до 30 °С, вище яких газопроводи не експлуатуються.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ЭЛЕКТРОНАГРЕВАТЕЛЕЙ НА ЭПОКСИДНОМ СВЯЗУЮЩЕМ

Толкынбаев Т.А., д-р техн. наук, проф., Шанкерей Т.К.

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева

010008, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Мунайтпасова, 5

E-mail: temtol@rambler.ru

Технология серийного изготовления полимерных электронагревателей предлагаемой конструкции должна удовлетворять следующим требованиям: возможность изготовления электронагревателей силами как специализированных предприятий, так и строительных организаций; обеспечение однородности (гомогенности) приготавливаемых композиций: минимальные отклонения толщины токопроводящего слоя от расчетной величины.

Дозировку составляющей композиции производили по массе путем взвешивания на стрелочных весах с ценой деления не более 5 грамм. Объем замеса определялся из следующих соображений. Он должен быть примерно на 20% меньше, чем объем композиции, напыляемый пистолетом-распылителем за время равное жизнеспособности композиций.

Погрешности при взвешивании не должны превышать 5 % от массы компонента на один завес. Перемешивание композиции осуществляется в

следующем порядке. Чашу смесителя снимают, ставят на весы, которые находятся под емкостью с эпоксидной смолой. Из емкости смолу загружают в чашу в количестве на один замес. Для ускорения вытекания вязкой смолы из емкости предусматривают ее подогрев с помощью ТЭНов или другим способом.

Рекомендуемая температура вытекающей из емкости смолы примерно 40 °С. Затем растворитель в количестве на один замес загружают в чашу на весах. После этого чашу возвращают на смеситель и подвергают эпоксидную смолу и растворитель перемешиванию в течение 2-х минут.

В случае приготовления композиций для токопроводящего слоя в чашу с разжиженной композицией загружают сначала взвешенную порцию графита, затем технического углерода, глицерин, после чего производят перемешивание в течение 2-х часов.

Отвердитель ПЭПА взвешивают и загружают в чашу смесителя и производят окончательное приготовление смеси в течение часов. Жизнеспособность композиции токопроводящего состава составляет 5 мин. Смесь выливают в расходный бачок пистолета-распылителя, из которого она по резиновому шлангу поступает в приемное отверстие пистолета.

В практике изготовления полимерных электронагревателей на основе различных связующих, например, полиуретана, напыление композиций производят вручную, применяя пистолет-распылитель по возможности равномерно и на одинаковом расстоянии от напыляемой поверхности. В этом случае для получения достаточно равномерной толщины каждого из конструктивных слоев нагревателя оператору необходим большой навык. Достаточно малый разброс толщины напыляемого слоя, что особенно важно для токопроводящего слоя, обеспечивается при весьма высокой квалификации оператора, что далеко не всегда имеет место на практике. Поэтому мы рекомендуем для напыления слоев полимерного нагревателя изготавливать простейшую установку.

Тележка с подложками для нагревателей равномерно с небольшой скоростью перемещается по рельсам, с помощью электролебедки. В начале рельсового пути устанавливают п-образную раму на верхней плоскости, которой осуществляется с помощью электромеханического привода возвратно-поступательное передвижение (слева направо, справа налево и т.д.) пистолета-распылителя на западной высоте над тележкой. Путем регулирования скорости перемещения тележки и скорости возвратно-поступательного перемещения пистолета-распылителя обеспечивается равномерное по толщине нанесение соответствующего слоя композиции и обеспечение его заданной толщины. Очередной слой нагревателя напыляют после отверждения предыдущего слоя. Перед напылением токопроводящего слоя на поверхности грунтовочного слоя закрепляют электроконтакты с помощью эпоксидного клея.

Анализ работы такой установки, использованной на полигоне для напыления стеклоцементных плит малой толщины, позволяет рекомендовать ее для изготовления полимерных нагревателей методом напыления. По

окончании напыления всех слоев нагревателей их выдерживают на подложках или поддонах, уложенных на стеллажах или в штабели в течение 24 часов при комнатной температуре. Чем выше температура среды, тем меньше продолжительность выдерживания. Например, при 80⁰С продолжительность выдерживания составляет 2 часа.

Напряжение к электроконтактам нагревателя подводят с помощью проводов. Конец провода пропускают через отверстие в палубе, в котором закреплены электроизоляторы. Поскольку коммутационные провода, замыкающие к обратной стороне палубы, огражденные с внешней стороны теплоизоляцией, эксплуатируются при расчетной температуре около 80⁰С, то при некоторых нештатных ситуациях их электроизоляция должна обладать соответствующей температуростойкостью.

Технология оснащения щитов опалубки, напыляемая полимерными нагревателями имеет некоторые особенности. Палуба из древесины должна быть гладко отстрогана. Перед нанесением грунтовочного слоя поверхность палубы должна быть обезжирена, например, с помощью ацетона.

При эксплуатации опалубки с полимерными нагревателями следует обеспечивать сохранность верхнего слоя нагревателя. Рекомендуется складировать щиты в вертикальном положении.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ АППАРАТУРНОМ ОФОРМЛЕНИИ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ ДРЕНАЖНЫХ ВОД ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Солодовник М.В., Душкин С.С.

*Харьковская национальная академия городского хозяйства
61002, Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12*

Работа выполнена в соответствии с госбюджетной темой «Разработка ресурсосберегающих экологически-безопасных технологий при очистке природных и сточных вод», номер государственной регистрации 0107U000253.

Анализ исследований, выполненных Сенявиным М.М. и др. [1-3], показывает, что данная проблема является актуальной и требует проведения дальнейших исследований, в частности изучения особенностей образования и процессов очистки дренажных вод полигонов твердых бытовых отходов (ТБО).

Полигон ТБО на протяжении всего жизненного цикла является источником негативного влияния на окружающую среду, в основном за счет образования фильтрационных вод и попадания их в подземные и поверхностные воды.

В Украине отсутствует элементарная инженерная инфраструктура на полигонах, что приводит к неконтролируемому накоплению фильтрата без его очистки. Наиболее интенсивное разложение отходов, и выделение

фильтрата, как правило, наблюдается на позднем эксплуатационном и рекультивационном периодах. Хотя необходимо заметить, что на скорость образования и объем фильтрата могут оказывать влияние и внешние факторы (климатические, высокая влажность отходов).

Фильтрат – это многокомпонентная, трудно поддающаяся очистке жидкая составляющая ТБО. Состав фильтрационных вод напрямую зависит от морфологического состава ТБО и жизненного цикла полигона и, как правило, имеет высокую степень химического и бактериального загрязнения за счет перехода продуктов разложения отходов и выщелачивания атмосферными осадками содержащихся в них компонентов.

Согласно основным стадиям биodeградации отходов и стадиям эксплуатации полигона можно выделить 2 категории фильтрата:

- «молодой фильтрат», образующийся на начальной стадии эксплуатации полигона (стадия ацтогенеза), характеризующийся средним значением рН 6, высокими значениями ХПК (до 60000 мгО₂/дм³) и БПК (до 40000 мгО₂/дм³), высоким содержанием аммонийного азота и железа.

- «старый фильтрат» формируется в течении постэксплуатационных периодов (стадия метаногенеза) и характеризуется значительным снижением показателей БПК (180-250 мгО₂/дм³) и ХПК (3000-4000 мгО₂/дм³).

«Возраст» фильтрата непосредственно влияет на выбор метода очистки. Так, для фильтрата, образующегося на стадии ацтогенеза, предпочтительней анаэробная очистка, обеспечивающая продолжение микробиологического анаэробного процесса.

Применение аэробных методов для очистки «старых» фильтратов нецелесообразно и возможно только лишь после их предварительной очистки физико-химическими методами, т.к. высокая цветность, наличие биологически трудноокисляемых органических соединений и высокое солесодержание негативно сказывается на работе активного ила.

Широкое применение приобрел метод интенсивной аэробной очистки с использованием аэротенков и биореакторов, погружных биодисковых фильтров. Последние представляют собой комбинированные сооружения, сочетающие признаки биофильтров и аэротенков. Основной частью является пространственная конструкция загрузки, обладающая развитой поверхностью и закрепленная на вращающемся горизонтальном валу над резервуаром со сточной водой. Дисковые погружные биофильтры состоят из пластмассовых дисков диаметром 0,6-2 м, насаженных на вал. Непрерывно вращающаяся дисковая загрузка периодически входит в контакт с воздухом и сточной водой. В результате чего поверхность дисков покрывается биопленкой. Контактная с дисковой загрузкой, сточная вода оставляет на ней нерастворенные примеси, а также коллоидные и растворенные органические вещества. При вращении биодисков часть биопленки отрывается и находится в обрабатываемой воде во взвешенном состоянии аналогично хлопьям активного ила, следовательно, биомодули, создавая обширную поверхность, обеспечивают гидродинамические условия, при которых отторгнутая биопленка продолжа-

ет работать, находясь во взвешенном состоянии. Для улавливания отработанной биопленки рекомендуется устраивать вторичный отстойник.

Применение данных сооружений позволяет эффективно удалять все биоразлагаемые соединения, производить снижение аммонийного азота, значение БПК на выходе составляет 10-15 мг/дм³.

В настоящее время довольно активно для очистки высококонцентрированных сточных вод используются мембранные технологии. Они позволяют эффективно удалять соли, различные высокомолекулярные соединения, бактерии, вирусы. Эффективность по некоторым показателям достигает 100% (СПАВ, железо, взвешенные вещества, фосфаты и др.), значительно снижаются показатели БПК и ХПК.

В зависимости от размера удаляемых частиц и прикладываемого давления, мембранные методы классифицируют на:

- ▲ микрофильтрацию;
- ▲ ультрафильтрацию;
- ▲ нанофильтрацию;
- ▲ обратный осмос.

Согласно классификации мембран, относительно их материала, 80% представлено полимерными мембранами. В качестве материалов для полимерных мембран используют полисульфон, поливинилфторид, полиакрилонитрил, производные целлюлозы, полиамид, алифатические полиамиды. Производительность полимерных мембран, особенно ацетатцеллюлозных, снижается со временем в результате гидролиза материала.

В последнее время широкое применение получили полиамидные мембраны, изготовленные из полых волокон, обладающие повышенной устойчивостью к воздействию щелочей и минеральных кислот, имеют высокую термостойкость, но более низкую проницаемость, чем полимерные.

Основными недостатками мембранных технологий являются поляризационные явления на мембранах, возникающие в результате изменения соотношения концентраций в объеме исходного раствора [4]. Накопление растворенного вещества у поверхности мембран соответственно увеличивает осмотическое давление раствора в пограничном слое. Осмотический поток уменьшает массоперенос через мембрану, благодаря чему уменьшается удельная производительность мембран. Снизить влияние концентрационной поляризации можно интенсивным перемешиванием раствора и периодической промывкой мембран, а также необходимо производить предочистку сточных вод.

Следовательно, эффективность очистки зависит от материала мембран и размера пор и качественных показателей сточных вод; в целом метод может быть использован в качестве доочистки на любом этапе жизнедеятельности полигона ТБО.

1. Сенявин М.М. Ионный обмен. – М.: Химия, 1990. – 272 с.

2. Особенности очистки дренажных сточных вод полигонов твердых бытовых отходов // Науковий вісник будівництва. – Х.: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2009. – Вип. 52. – С.171-175.

3. Рішення про видачу деклараційного патенту на корисну модель «Спосіб очищення стічних вод полігонів твердих побутових відходів».

4. Свитцов А.А. Введение в мембранную технологию. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 208 с.

СУЧАСНІ КОНСТРУКЦІЇ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ НА ПРОГОНОВИХ БУДОВАХ МЕТАЛЕВИХ АВТОДОРОЖНІХ МОСТІВ

Жданюк К.В., канд. техн. наук

ДНТЦ «Дор'якість»

Традиційно для захисту металевих прогонових будов автодорожніх мостів від механічного впливу і корозії та з метою забезпечення комфортного руху транспортних засобів влаштовують їх гідроізоляційний захист та шари покриття. Як правило, на проїжджій частині прогонової будови розташовують наступні шари: гідроізоляційний, захисний шар гідроізоляції та шари покриття.

Вибір матеріалу захисних шарів, які служать для захисту гідроізоляційних матеріалів прогонових будов автодорожніх мостів від пошкодження під час укладання та ущільнення асфальтобетонних шарів покриття, залежить від типу гідроізоляційного матеріалу, на який він улаштовується.

Для захисту прогонових будов мостів від корозії іноді застосовують асфальтобетонні суміші, які у своєму складі містять інгібітори корозії [1].

Типові конструкції гідроізоляційного захисту та шарів покриття на прогонових будовах металевих автодорожніх мостів, що розповсюджені в різних країнах, наведені на рис. 1 – 6 (товщина шарів показана в міліметрах).

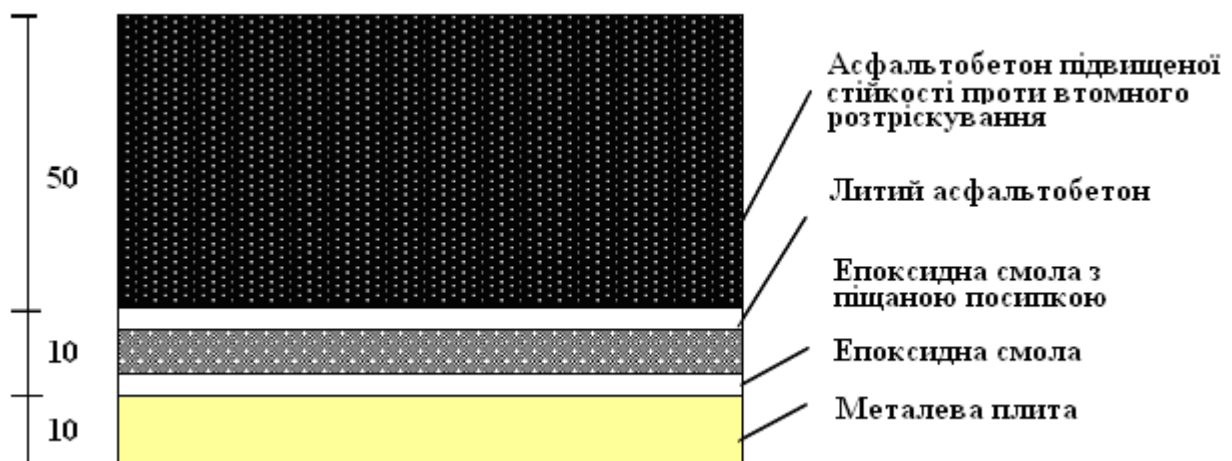


Рис. 1 – Типова конструкція в Нідерландах

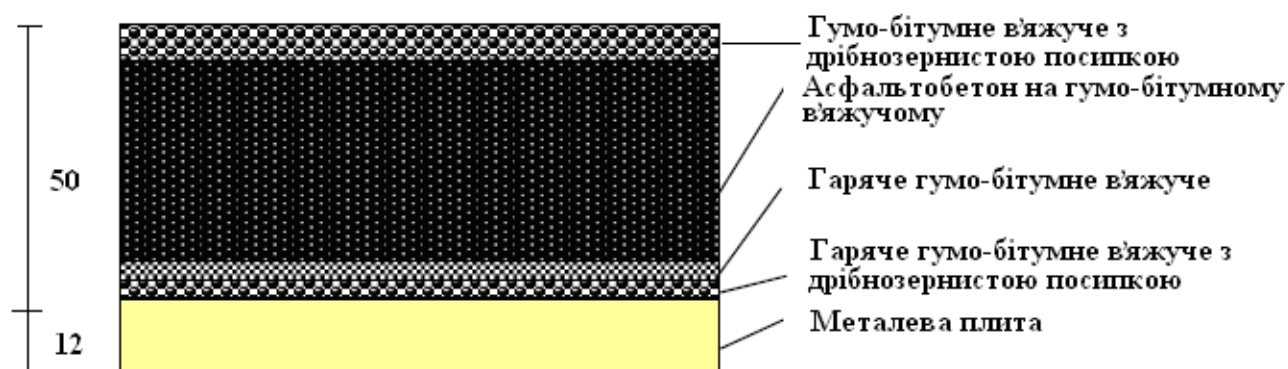


Рис. 2 – Типова конструкція у Франції

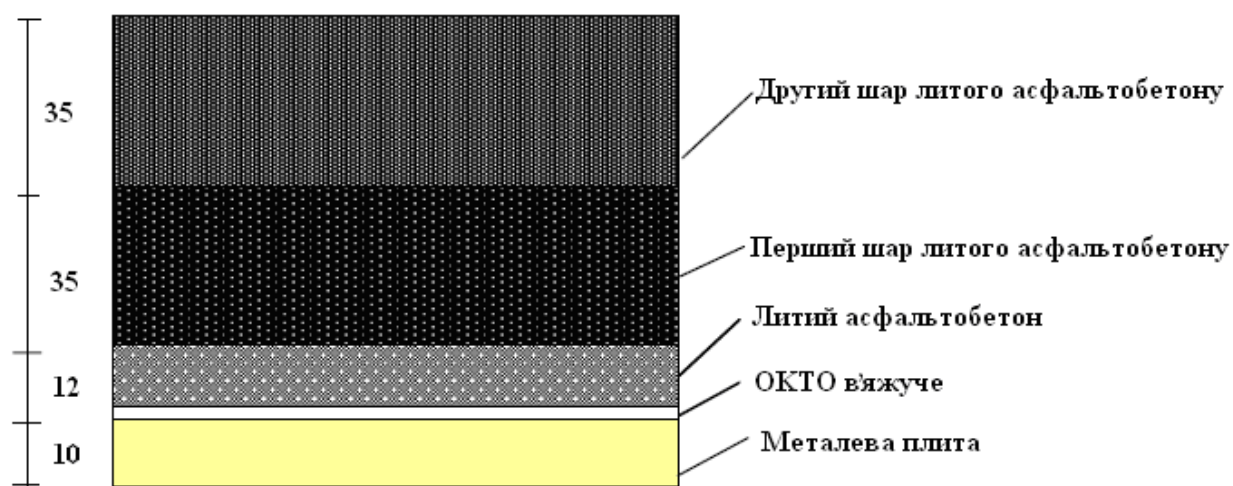


Рис. 3 – Типова конструкція в Німеччині

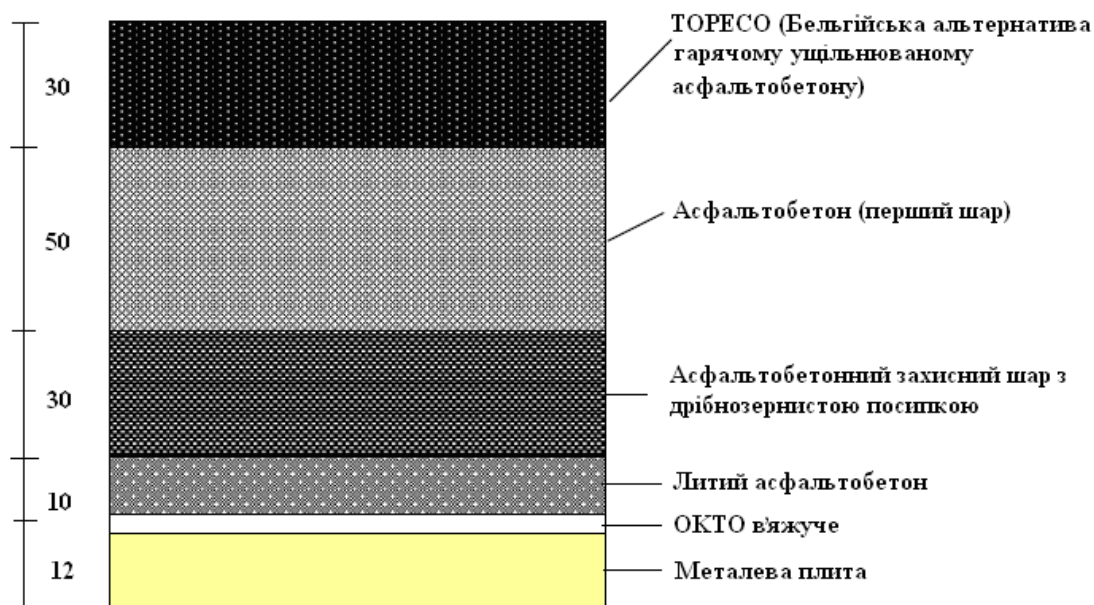


Рис. 4 – Типова конструкція в Бельгії

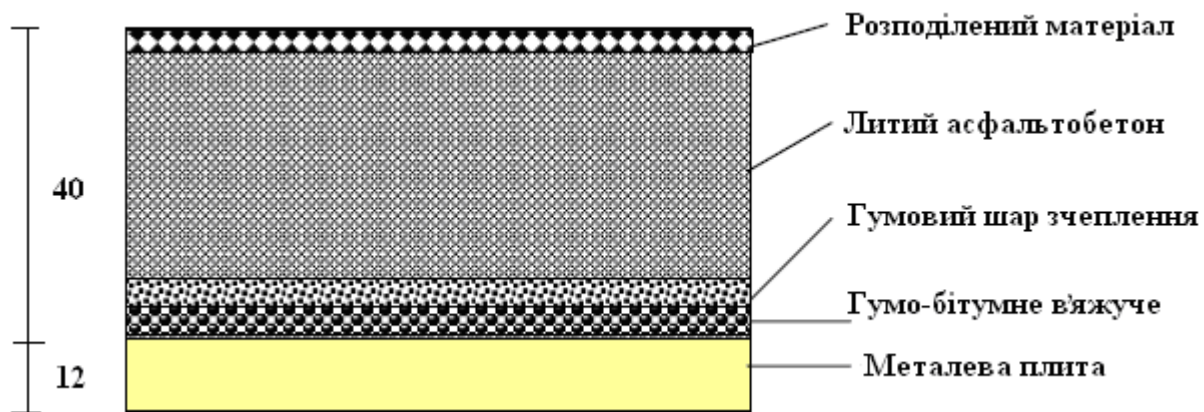


Рис. 5 – Типова конструкція у Великобританії

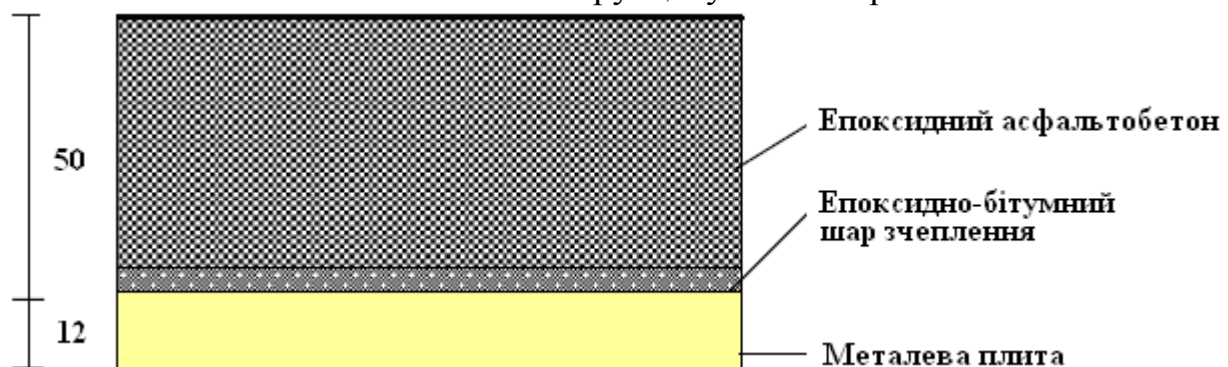


Рис. 6 – Типова конструкція у США

Відоме улаштування епоксидного асфальтобетону у якості покриття на мостах США та Китаю [3]. Такий асфальтобетон використовується у районах з високою температурою завдяки своїй підвищеній втомній міцності, опору колієутворенню та напливам при високих температурах. На мостах з металевою ортотропною плитою товщина такого покриття становить не менше 14 мм. Епоксидний асфальтобетон є асфальтобетоном, виготовленим із додаванням в'язучого, яке на відміну від традиційного в'язучого, не стає крихким при низькій температурі та не плавиться при високій температурі. Покриття із епоксидного асфальтобетону є більш стійким до пластичних деформацій при високих температурах, менше схильним до тріщиноутворення, менш проникним та зберігає шорсткість набагато довше, ніж традиційне асфальтобетонне покриття. Перевагою застосування епоксидного асфальтобетону на мостах з ортотропною плитою є надання прогоновій будові більшої жорсткості завдяки гасінню прогину плити прогонової будови. Товщина покриття із епоксидного асфальтобетону, залежно від конструктивного рішення, може становити від 25 до 75 мм, або 19 мм у якості шару перекриття [4].

При улаштуванні покриття із епоксидного асфальтобетону для покращення його зчеплення із металевою плитою виконується нанесення шару зчеплення (підґрунтовка). Завдяки високій щільності такого покриття на прогоновій будові непотрібно укладати шар гідроізоляційного матеріалу.

Крім того, металева поверхня, як правило, є попередньо вкритою захисним цинковим покриттям або фарбою багатою на цинк.

В Японії на поверхню ортотропної плити укладається шар литої асфальтобетонної суміші у якості нижнього шару та щільний шар із гарячої асфальтобетонної суміші у якості шару покриття [5]. Загальна товщина асфальтобетонного покриття становить 75-80 мм.

1. Mikulic D., Gucunski N., Maher A. Blacktop Resurfacing of Bridge Decks. Report No. FHWA 2001-011. June 2001. – 137 p.

2. NCHRP Report 381. Report on the 1995 Scanning Review of European Bridge Structures. – Washington, D.C., 1996. – 30 p.

3. Yongning Dai, Man-Chung Tang. Crossing the Yangtze. The city of Nanjing's second bridge across the Yangtze River features the first use of an epoxy asphalt deck pavement in China and one of the longest cable-stayed spans in the world // Civil Engineering Magazine, February 2002 (www.asce.org).

4. www.chemcosystems.com

5. Kodama T., Kondo A., Iwashita Y. A study of SFRC pavement on the steel deck bridge. – 2005.

ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІПРОПІЛЕНУ У ВИРОБНИЦТВІ ГОСПОДАРСЬКИХ ВИРОБІВ

Сорокіна С.В., канд. техн. наук, **Захаренко В.О.**, канд. техн. наук,
Іванова А.А., Харківський державний університет харчування та торгівлі
61051, Україна, м. Харків, вул. Клочківська, 333
E-mail: sorokina_sve@mail.ru

Афанасьєва В.А., канд. тех. наук
Харківський національний фармацевтичний університет
61002, м. Харків, вул. Пушкінська, 53

На сучасному етапі розвитку вітчизняної промисловості можливо відмітити, що з кожним роком значно збільшується виробництво продукції на основі синтетичних та природних полімерів. Пластмаси на їх основі мають різноманітні властивості, які впливають на їх застосування та використання. Основним показником для споживачів є якість готової продукції.

Якість готової продукції з пластмас визначається якістю проекту, виробничого виконання, повнотою і чіткістю маркування. Функціональна придатність виробів визначається якістю вихідних матеріалів, формою і конструкцією. Висока якість проекту повинна гарантувати оптимальний рівень ергономічних властивостей. Естетична цінність проектного зразка визначається ступенем відбиття у виробі сучасних естетичних уявлень. Надійність товарів із пластмас не нормується. Однак постачальник гарантує відповідність виробів господарського призначення вимогам стандарту до основних показників якості при дотриманні установлених правил транспортування і

зберігання. Тому дослідження споживчих властивостей господарських виробів з поліпропілену є актуальною проблемою.

Було проведено визначення відповідності показників якості виробів одноразового посуду з поліпропілену контактуючого з харчовими продуктами, п'яти різних виробників, які реалізуються на ринку м. Харкова, вимогам нормативно-технічної документації. В дослідних зразках було визначено: вимоги до якості виробничого виконання; вимоги до маркування; вимоги до пакування; визначення якості виробів. Для дослідження було відібрано п'ять найменувань зразків одноразового посуду з поліпропілену: стакан ємкістю 180/200 мл (білого та синього кольорів); стакан ємкістю 100 мл (білого, синього, рожевого та жовтого кольорів); тарілка мілка з діаметром 210 мм (білого та синього кольорів); тарілка глибока з діаметром 210 мм (білого, синього та рожевого кольорів); салатник з діаметром 210 мм (білого та синього кольорів).

Аналізуючи результати органолептичних досліджень показників якості одноразового посуду з поліпропілену встановили відповідність показників якості дослідних зразків вимогам ГОСТ 6-05-298. Аналізуючи отримані фізико-хімічні показники якості одноразового посуду з поліпропілену можна сказати, що усі зразки були міцними, не мали міграції фарб, були хімічно стійкими до дії кислот, лугів та органічних розчинників – бензин, бензол, спирт. Також вони витримували довгострокову термічну стійкість (температура не менш 100 °С) та були морозостійкими (температура до мінус 5 °С). Таким чином, можна зазначити, що одноразовий посуд з поліпропілену є безпечним, та може застосовуватися для контакту з харчовими продуктами.

За отриманими результатами досліджень одноразового посуду з поліпропілену, який реалізується на ринку м. Харкова, можливо зробити висновки, що одноразовий посуд з поліпропілену різних виробників відповідає вимогам ГОСТ 6-05-298 та здатний забезпечити екологічну безпечність, в процесі їх використання у побуті та підприємствах громадського харчування.

ЗАСТОСУВАННЯ ФІБРОБЕТОНУ В УКРАЇНІ. ВЛАСТИВОСТІ ДИСПЕРСНО АРМОВАНИХ БЕТОНІВ

Довженко О.О., канд. техн. наук, Юрко І.А., Кравченко В.В.

Полтавський національний технічний університет імені Юрія

Кондратюка, м. Полтава

36011, м. Полтава, пр. Першотравневий, 24

E-mail: xxxlona1986xxx@mail.ru

Важливими в даний час є питання економії енергії, необхідної для виробництва будівельних матеріалів. Відомо, що її кількість, потрібна для виготовлення бетонів виявляється мінімальною в порівнянні з виробництвом сталі, алюмінію, скла, цегли, пластмас. Армування бетонів приводить до відповідного підвищення енергоємності матеріалу. Оскільки застосування

залізобетону здійснюється в широких масштабах, постає проблема максимального скорочення витрат металу та найраціональнішого його використання в конструкціях.

Одним із шляхів підвищення техніко-економічного рівня та індустріалізації будівництва є виробництво нових ефективних матеріалів. Досвід будівельних компаній Великобританії, Італії, Німеччини, США, Франції та Японії показує, що перспективним напрямком розвитку будівельної індустрії є застосування бетонів, армованих синтетичними волокнами (фібробетонів), для конструкцій різного призначення.

В Україні виконано ряд досліджень із питань впливу поліпропіленової фібри на властивості бетону. В їх результаті було встановлено, що введення в склад бетону поліпропіленового волокна збільшує його міцність на стиск до 20%, на згин до 25%, початковий модуль пружності фібробетону при цьому на 15% нижчий ніж у звичайного бетону.

Дані будівельних норм свідчать про збільшення тріщиностійкості таких бетонів, що дуже важливо для елементів дорожніх та аеродромних покриттів.

Експериментальними дослідженнями було встановлено позитивний вплив армуючого поліпропіленового волокна на міцність, жорсткість і тріщиностійкість дрібнозернистого бетону. Руйнівне навантаження та міцність при згині збільшилися на 6% і 14% відповідно. Використання фібри в бетоні за умови забезпечення якісного перемішування і, відповідно, рівномірного розподілення, дозволяє виключити процес армування основи для підлог (стяжки) металевою сіткою.

В Україні повільне впровадження фібробетону можна пояснити лише поганим розумінням будівельника можливостей та переваг дисперсно-армованих бетонів, дефіцитом нормативної документації, браком обґрунтованої реклами, відсутністю цілеспрямованої роботи з застосування фібробетону.

Метою даної роботи є надати загальну характеристику розвитку досліджень фібробетону в Україні, описати головні фізико-механічні властивості та можливі галузі застосування дисперсно армованих бетонів, що може дати поштовх для подальших досліджень у даному напрямку.

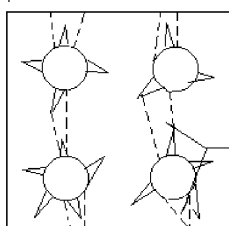
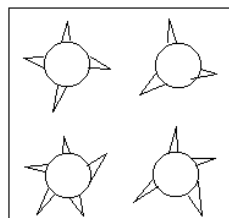
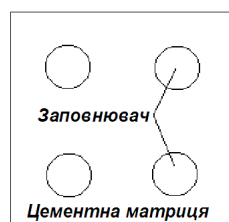
Дисперсне армування здійснюється волокнами-фібрами, що рівномірно розподіляються в об'ємі бетонної матриці. Для цього використовуються різні види металевих і неметалевих волокон мінерального та органічного походження. Звідси випливає широко поширена в технічній літературі назва – фіброармований бетон або залежно від виду волокон, що використовуються – сталеві фібробетон, склофібробетон і т.д.

Як і в традиційно армованих структурах, зміцнення волокнами ґрунтується на припущенні, що матеріал бетонної матриці передає волокнам прикладене навантаження за допомогою дотичних сил, які діють на поверхні розділу, і якщо деформативність волокна менше деформативності матриці, то основну частку прикладеного напруження сприймають волокна, а загальна міцність композиції пропорційна їх об'ємному вмісту. Фіброве армування

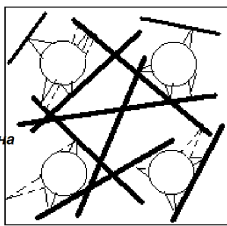
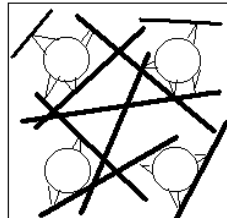
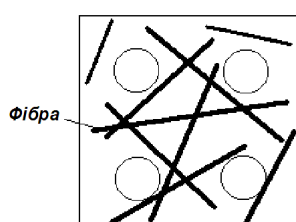
не має суттєвого впливу на міцність бетону на стиск, однак значно підвищує міцність на розтяг та згин. Підвищення міцності цементного каменю на розтяг в бетонах з довільною орієнтацією волокон пояснюється тим, що волокна, з достатньою рівномірністю в матеріалі, можуть сприймати зусилля практично будь-якого напрямку і тим самим перешкоджати виникненню та розвитку тріщин в цементному камені. У структурному відношенні цементний камінь є неоднорідним і має орієнтовані в різних напрямках початкові мікродефекти, котрі при силовій дії на них можуть переміщуватися, об'єднуватися і в подальшому призводити до появи та розвитку тріщин. Волокна як би уповільнюють рух цих мікродефектів. Якщо ж тріщина все таки виникає, то волокно блокує її практично з усіх сторін, перешкоджає її подальшому розвитку та росту, що більш ефективно порівняно зі звичайною арматурою. Це триває доки ще не подолано опір волокнистої арматури на розрив або не порушене її зчеплення з цементною матрицею.

Ефективність дисперсного армування цементного каменя та бетону при навантаженні залежить від:

Бетон



Фібробетон



1) початкового стану композиційної структури бетону;

2) розвитку напружень і дефектів на межі розподілу цементний камінь — заповнювач;

3) реакції структури бетону на прикладання статичного (динамічного) навантаження.

Схеми, що ілюструють вплив фібри на зміцнення бетону при статичному (динамічному) навантаженні

При використанні сучасних матеріалів, зокрема фібробетонів, можливо підвищити тріщиностійкість, не використовуючи додатково попередньо напружену арматуру. За рахунок розподілення волокон по всій матриці бетону забезпечується тривимірне зміцнення бетону в порівнянні з традиційною сталеву арматурою, котра забезпечує лише двомірне зміцнення.

Армування волокнами дозволяє використовувати нові принципи проектування та виготовлення виробів, оснований на тому, що матеріал і виріб

створюються одночасно в рамках одного і того ж технологічного процесу. У результаті суміщення армуючих елементів і матриці утворюється комплекс властивостей композиту, котрі не тільки включають початкові характеристики його компонентів, але мають також якості, котрими окремі компоненти не наділені. Зокрема, поява ряду нових властивостей у композитах пов'язана з гетерогенною структурою, що обумовлює наявність великої поверхні розділу між волокнами та матрицею. Так, наявність межі розділу між армуючими елементами та матрицею істотно підвищує тріщиностійкість матеріалу. За даними Г.Г.Степанової, тріщиностійкість бетону при введенні 1-3% сталевих волокон підвищилась в 2-3 рази, в'язкість більше ніж у 30 разів.

Синтетичне волокно характеризується підвищеною деформативністю. Модуль пружності таких волокон не перевищує $\frac{1}{4}$ модуля пружності звичайних бетонів. Тому синтетичні волокна не можуть виконувати роль несучої арматури для бетону. Однак їх використання вирішує ряд інших питань, пов'язаних з додатковим армуванням: підвищення тріщиностійкості, часткове підвищення ударної міцності, запобігання сколювання та пошкоджень при транспортуванні і монтажі виробів.

Низькомодульні волокна характеризуються здатністю локалізації процесу виникнення та розповсюдження мікротріщин у матеріалі, тим самим надаючи бетону еластичність, що сприяє підвищенню опору напруженням, що в ньому виникають.

Дія синтетичних волокон і поява формостійкості виробів є наслідком зниження напруження біля вершини тріщин за рахунок наявності в системі еластичного елементу структури, котрий частково здатний поглинати енергію, що вимагає більш високих напружень у матеріалі. Зміцнююча дія волокон обумовлена тим, що більш міцні та жорсткі по відношенню до матриці волокна, несуть у композиційному матеріалі основну частину навантаження, якщо їхня частка в матриці перевищує деяку критичну величину, що визначається експериментально-розрахунковим методом з урахуванням характеристик вихідних матеріалів.

Як показали дослідження Дж.Ромуальді та А.Манделя критичні напруження тріщиноутворення знаходяться в залежності від об'ємного вмісту волокон і відстані між ними. Дослідники вважають, що введення будь-яких видів волокон у в'язуче підвищує напруження тріщиноутворення.

При вивченні поведінки бетону, армованого низькомодульними волокнами, необхідно розрізняти стан матеріалу: до виникнення першої структурної тріщини та після її появи, і до повного його руйнування. Так, за даними Р.Ахмеднабієва до першої тріщини композиція може бути визначена пружною, а вже після її появи волокна з ростом навантаження починають витягуватись і матеріал набуває властивості псевдо пластичного матеріалу.

Таким чином, фібробетон рекомендується застосовувати у конструкціях, де найбільш ефективно можуть бути використані наступні їх технічні показники:

- підвищену тріщиностійкість, ударну міцність, в'язкість, зносо-, атмосферостійкість;

- можливість використання більш ефективних конструктивних рішень, у порівнянні зі звичайним армуванням, наприклад, тонкостінних конструкцій з різними типами армування;

- зниження трудовитрат на арматурні роботи, підвищення ступеня механізації та автоматизації виробництва конструкції, наприклад, у збірних і монолітних тонкостінних оболонках, у ребристих плитах покриття і перекриття, багатошарових стінових панелях, збірних колонах, балках, сваях, нез'ємній опалубці, дорожніх та аеродромних покриттях, монолітних і збірних підлогах, елементах обробки фасадів та інш.

Дисперсне армування набуває важливе значення і в антисейсмічному будівництві за рахунок здатності армованих синтетичним волокном конструкцій сприймати великі згинальні моменти, набуваючи таких властивостей, як: вища деформативність бетонної конструкції, висока тріщиностійкість.

Армування фіброволокном доповнює комплекс спеціальних конструктивних заходів, направлених на підвищення міцності та монолітності несучих конструкцій. В'язкість мікроармованого бетону змінює стадію руйнування, котра не відбувається раптово, як у звичайному бетоні. Руйнування відбувається поступово, з розкриттям тріщин в зоні чистого згину. Дисперсне армування синтетичним волокном дозволяє значно підвищити всю сукупність фізико-механічних показників бетонів.

АКРИЛОВЫЕ ПОЛИМЕРРАСТВОРЫ ДЛЯ МОНОЛИТНЫХ НАЛИВНЫХ ПОЛОВ

Золотов М.С., канд. техн. наук, проф., **Гапонова Л.В.,** канд. техн. наук,
Мороз Н.В., Харьковская национальная академия городского хозяйства
61002, Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12
E-mail: zolotov@ksame.kharkov.ua

В отечественной и зарубежной практике широко распространены полимеррастворы на основе эпоксидных, полиэфирных и других смол для устройства покрытий полов. Эти материалы характеризуются высокими прочностными свойствами, коррозионной стойкостью и т.п. Вместе с тем они обладают низкими технологическими качествами (высокой вязкостью, длительным отверждением, многокомпонентностью и др.) и имеют высокую стоимость. Как показали исследования, этих недостатков лишен раствор на основе акрилового полимера.

Выполненные авторами исследования на истираемость, когезионную и адгезионную прочность, а также прочность при ударных воздействиях показали следующее. В результате применения круга истирания установлено, что истираемость, т.е. потеря массы образцов после 560 оборотов диска составила $0,1...0,12 \text{ г/см}^2$, что соответствует требованиям СНиП 2.03.88.

Когезионную прочность таких полимеррастворов определяли испытанием опытных образцов кратковременной статистической нагрузкой при сжатии и изгибе. Анализ полученных результатов показал следующее. Прочность такого раствора зависит от количества и крупности наполнителя (кварцевого песка). Так, прочность акрилового полимерраствора при сжатии увеличилась от 46,4 до 90,6 МПа, изгибе – от 22,2 до 40,8 МПа при увеличении количества кварцевого песка (крупность зерен 0,14 мм) от 150 до 400 масс-частей.

Изменение крупности зерен кварцевого песка также вызывает изменение прочности акрилраствора. Например, введение в него 200 масс-частей кварцевого песка с крупностью зерен 0,14, 0,315 и 0,63 мм способствовало увеличению предела прочности акрилраствора на сжатие от 66,9 до 95,4 МПа. В то же время предел его прочности при изгибе снизился с 31,6 до 23,5 МПа.

Исследования адгезионной прочности покрытий на образцах клеевых соединений сталь – бетон при равномерном отрыве стального штампа размером 89х89х27 мм, приклеенного к бетону акриловой композицией, дали такие результаты. Независимо от класса бетона разрушение соединений происходило по бетону. Прочность на равномерный отрыв соединений для бетона класса В 15 составила 2,18, класса В20 – 2,37 и класса В30 – 3,71 МПа. Независимо от влажностного состояния бетона (сухой, влажный, насыщенный водой) клеевые соединения разрушались по бетону.

Испытания на ударные воздействия показали такие результаты. В зависимости от толщины покрытия ударная сопротивляемость материала, характеризующаяся удельной работой, составила для акрилрастворного покрытия толщиной 2, 5, 8, 10 мм соответственно 0,029, 0,475, 0,875, 2,45·10 кДж. Эти данные свидетельствуют о том, что сопротивляемость акрилрастворных покрытий ударным воздействиям в случае падения предметов в одно и то же место пола соответствует требованиям СНиП 2.03.13-88.

Для определения возможности использования акрилрастворных покрытий полов при влиянии различных агрессивных сред были проведены исследования их коррозионной стойкости под воздействием на образцы водной, кислотной (5%-ный раствор азотной, 10%-ный раствор соляной и серной кислот) и щелочной (10%-ный раствор едкого натра) сред, а также отработанного машинного масла. Установлено, что размеры образцов при этом оставались прежними, масса же изменилась следующим образом. В первые 20-25 суток выдерживания образцов в воде, масле, растворах соляной, азотной, серной кислот и едкого натра произошло резкое увеличение их массы. Через соответственно для каждого реагента 80, 120, 160, 130, 150, 80 суток изменение массы не наблюдалось.

Поглощение акрилраствором воды составило 2,2, отработанного машинного масла – 1,3, растворов соляной, серной и азотной кислот – соответственно 3,95, 3,85, 3,5, едкого натра – 1,55%.

Проницаемость акрилрастворных покрытий характеризуется коэффициентами диффузии, сорбции и проницаемости. Экспериментами установле-

но, что при воздействии водной среды, отработанного машинного масла, растворов соляной, серной и азотной кислот, а также щелочей коэффициенты диффузии соответственно равны: 0,35; 2,1; 0,45; 0,39; 0,63 и 0,9 см²/с, сорбции – 0,024; 0,12; 0,052; 0,027; 0,059 и 0,02 г/см², проницаемости – 0,011; 0,049; 0,023; 0,026; 0,053 и 0,022 г·см/(см²·с).

Прочность образцов акрилла раствора на сжатие в первые 60 суток воздействия водной среды, растворов соляной, серной кислот, едкого натра, отработанного машинного масла повысилась соответственно на 11,8; 9,2; 8,5; 6,8; 6,0%. За последующие 400 суток снижение прочности составило: для воды – 14,7; растворов кислот: соляной – 1,48, серной – 1,8; едкого натра – 3,6%; в масле снижение прочности не произошло. При воздействии раствора азотной кислоты в первые 330 суток наблюдалось снижение прочности на 13,4%. В дальнейшем прочность не изменилась.

Акриловый полимерраствор отличается высокими технологическими свойствами и может применяться для устройства монолитных покрытий полов. Этот материал можно наносить на подготовленную поверхность механизированно путем разлива из наливного бункера. Такая технология позволяет обеспечить точную дозировку, равномерное нанесение требуемого количества акрилла раствора, необходимую скорость и легкость очистки оборудования. Она состоит из следующих операций: подготовка бетонной поверхности, приготовление полимерраствора и нанесение его на бетонное основание.

Приготовление полимерраствора включает следующие операции: подготовка, дозирование составляющих и их смешивание. Процесс подготовки составляющих состоит из сушки наполнителя до влажности не более 1% и загрузки им расходных бункеров.

Приготовление акрилового полимерраствора рекомендуется проводить в такой последовательности. Необходимое количество полимера, отвердителя и наполнителей отвешивают в отдельные емкости. Смешивание компонентов возможно вручную или в растворомешалке типа СБ-43 или РП-63. Вручную рекомендуется приготавливать замесы до 10, а в растворомешалке – до 150 кг.

Время перемешивания акрилового полимерраствора после введения наполнителя составляет 3-5 мин, до достижения равномерного распределения зерен песка и пигментов в объеме смеси.

При механическом приготовлении смеси в растворомешалке последовательность операций аналогичная, но процесс набухания порошка в жидкости должен сопровождаться кратковременным включением растворомешалки в течение 20-25 сек через 3-5 мин.

Ориентировочное время набухания порошка в жидкости при температуре окружающей среды от 15 до 25 °С равно около 15 минут.

Время отверждения акрилового полимерраствора составляет при температуре среды:

от 0 до 0 °С	– до 24 часов;
от 11 до 1 °С	– до 12 часов;

от 16 до 20 °С
от 21 °С и выше

— до 10 часов;
— до 6 часов.

Таким образом, акрилласторовы имеют достаточную прочность и химическую стойкость для использования в качестве материала для восстановления, ремонта, устройства новых полов зданий различных предприятий, а также общественных зданий.

Кроме того, применение акрилластора снижает стоимость восстановления и ремонта полов в 2-5 раз в сравнении с полимеррастворами на основе эпоксидных смол, наиболее употребляемых в строительстве. При этом затраты труда уменьшаются в 1,5-3 раза.

ВИКОРИСТАННЯ ПІНОПОЛІСТИРОЛЬНОЇ ЗАСИПКИ ДЛЯ ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ ВОДИ

Орлов В.О., д-р техн. наук, проф., Трохимчук М.М.

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне
33000, Україна, м. Рівне, вул. Соборна, 11*

На даний час галузь будівництва та міського господарства неможливо уявити без використання пластмас. В свою чергу дані галузі неможливо уявити без водогосподарського комплексу (ВГК), поширення пластмас в якому набуло стрімкого розвитку. В склад ВГК входять споруди і засоби для забезпечення того чи іншого об'єкту питною чи технічною водою, а також забезпечення відведення відпрацьованих вод, їх очистку та скид у водне середовище.

Порівняно недавно пластмаса почала використовуватись в системах очистки природних вод. Популярною тенденцією останніх років стало використання пластмасової пінополістирольної засипки, як фільтруючого матеріалу водоочисних фільтрів. За ефективністю очистки вона не поступається звичайним важким засипкам і разом з тим володіє рядом експлуатаційних переваг – значно легше здійснюються операції засипки і заміни засипки, а також її регенерації (відпадає необхідність улаштування додаткових промивних насосів, промивних ємностей, тощо).

Для приготування плаваючого завантаження використовують гранульований неподрібнений або подрібнений полістирол марок ПСВ, ПСВ-С та ін. В склад технології приготування завантаження фільтрів входить сушка вихідного матеріалу, розсіювання його на фракції та спінювання. На ділянці спінювання слід забезпечити надійне вентилування.

Основними постачальниками вихідного матеріалу на підприємства по виготовленню пінополістиролу є:

1) Україна, м. Горлівка, підприємство „Стирол”, марки: М3 з діаметром зерен $d_{ек} = 1,5$ мм; М4 з діаметром зерен $d_{ек} = 0,5$ мм, середня ціна – 11500 грн/т;

2) Польща, фірма OWIPIAN, марки: FS0513 з $d_{ек} = 0,5 - 1,3$ мм; FS0308 з $d_{ек} = 0,3 - 0,8$ мм; FS0816 з $d_{ек} = 0,8 - 1,6$ мм; FS1325 з $d_{ек} = 1,3 - 2,5$ мм, середня ціна – 13000 грн/т;

3) Китай, Тайвань, марки: FS, FSA, FSB, FMS; середня ціна – 13000 грн/т.

Зазвичай пінополістирол, отриманий у виробничих умовах, може бути трьох марок з різним гранулометричним складом (табл. 1).

Крупність зерен пінополістиролу та їх однорідність в фільтраційному шарі характеризується даними ситового аналізу, вимірами на електронному мікроскопі або менш точно, за допомогою штангенциркуля, що дозволяє визначити наступні показники: еквівалентний діаметр зерен ($d_{екв}$); 10-, 20- та 80-%-ні діаметри зерен (d_{10}, d_{20}, d_{80}); коефіцієнт неоднорідності засипки (k_n).

Таблиця 1 – Розмір гранул та його вартість залежно від марки пінополістиролу

Марка пінополістиролу	Діаметр гранул, мм	Ціна 1 м ³ , грн.
М 15	5-10	220
М 25	2-5	279
М 35	1,5-2,5	400

Фізичні характеристики засипки, а саме насипна густина (γ_0''), питома густина (D) і пустотність ($v_{нуст}$) визначалися за відомими методиками. З цією метою для кожної вибірки пінополістиролу чи полістиролу відбирається 30-50 гранул в довільній послідовності. В табл. 2 наведено гранулометричний склад полістиролу, що може бути використаний в якості засипки фільтру, а в табл. 3 – його фізичні характеристики.

Довготривале перебування гранул пінополістиролу у воді мало впливає на його розміри і водостійкість, що обумовлює практично необмежене його використання в якості плаваючої засипки.

Таблиця 2 – Результати визначення гранулометричного складу засипки фільтрувальної колонки за допомогою мікроскопу

№ п/п	Характеристика полістиролу	$d_{екв}$, мм	d_{10} , мм	d_{80} , мм	$K = \frac{d_{10}}{d_{80}}$	d_{20} , мм
1	Комбінований пінополістирол	1,38	0,67	2,77	4,134	0,885
2	Спінений полістирол у виробничих умовах	2,8	2,045	4,865	2,4	2,455
3	Спінений полістирол у виробничих умовах	4,15	3,0	5,9	1,97	3,7

Таблиця 3 – Результати визначення фізичних характеристик полістиролу

№ п/п	Характеристики полістиролу	Питома густина, кг/м ³	Насипна густина, кг/м ³	Пустотність, %
1	Комбінований пінополістирол	70	13	82
2	Спінений полістирол у виробничих умовах	13	6,3	76
3	Спінений полістирол у виробничих умовах	61	27	16

При спіненні в гарячій воді можливе отримання гранул невеликого еквівалентного діаметру та значної питомої густини, одна з головних переваг такого пінополістиролу – більш розвинута питома поверхня гранул, яка легко змінюється в процесі їх спінювання. Але порівняно з пінополістиролом, що отриманий на виробництві, вартість його є значно вищою і значно вищі трудовитрати.

Проводилось гідрравлічне дослідження процесу фільтрування через отримані пінополістирольні засипки. Критеріями, за якими визначається режим фільтрувального потоку є число Рейнольдса і коефіцієнт опору. Існує багато залежностей, запропонованих різними авторами, які були отримані емпіричним шляхом, шляхом експериментальних досліджень, за допомогою методів теорії подібності і розмірностей. Відповідно до методики, запропонованої Орловим В.О. з врахуванням переходу в міжнародну систему одиниць вимірювання [Si], формули для визначення основних критеріїв фільтрувального потоку приймуть наступне вираження:

$$Re = \frac{v \cdot d_{ек} \cdot \rho_1 \cdot 10^{-3}}{6\mu \cdot \alpha \cdot (1 - m)}, \quad (1)$$

$$\eta = \frac{g \cdot H \cdot m^3 \cdot d_{ек} \cdot 10^{-3}}{L \cdot v^2 \cdot 6\alpha(1 - m)}, \quad (2)$$

де v – швидкість фільтрування, м/с; $d_{ек}$ – еквівалентний діаметр зерен, мм; ρ_1 – щільність рідини, кг/м³; μ – коефіцієнт динамічної в'язкості води, кг/м·с; α – коефіцієнт форми зерна; g – прискорення земного тяжіння, м/с²; H – напір води над засипкою, м; m – коефіцієнт пористості завантаження.

Перед побудовою графічних залежностей проводилась статистична обробка отриманих результатів експериментальних досліджень і виконувалась відсів аномальних значень. На основі отриманих результатів побудований графік залежності $\eta = f(Lg Re)$ (рис. 1), та графік залежності початкових втрат напору від швидкості фільтрування $h_0 = f(v)$ (рис. 2).

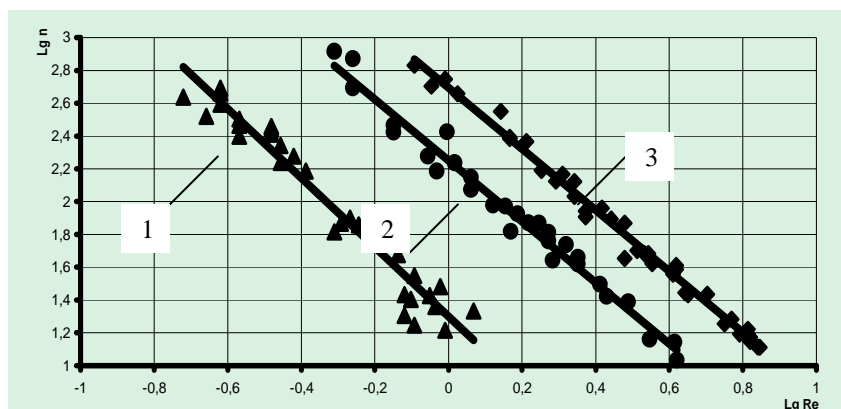


Рис. 1 – Графік залежності $\eta = f(Lg Re)$ для шару пінополістиролу при фільтруванні знизу ввверх (1 – $d_{ек} = 1,38$ мм; 2 – $d_{ек} = 2,8$ мм; 3 – $d_{ек} = 4,15$ мм)

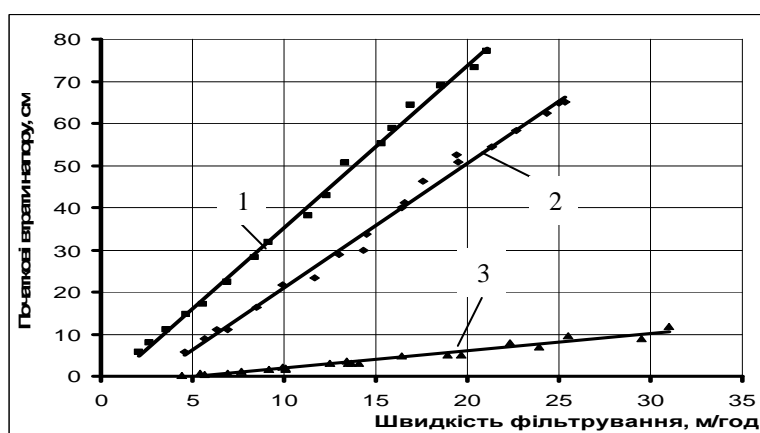


Рис. 2 – Графік росту початкових втрат напору при збільшенні швидкості фільтрування (1 – $d_{ек} = 1,38$ мм; 2 – $d_{ек} = 2,8$ мм; 3 – $d_{ек} = 4,15$ мм)

Як видно з графіків, дослідні точки з незначним розсіюванням розташовуються вздовж деяких прямих (причому величина достовірності апроксимації складає $R^2 = 0,95-0,99$), які вказують на залежність $\eta = f(Re)$.

Причини відхилення основної маси точок від прямих пов'язані з незначними помилками при лабораторних дослідженнях процесу фільтрування, таких як точність вимірювання витрат води, складність встановлення усталеного режиму фільтрування.

Проаналізувавши всі експериментальні прямі, що відповідають різним еквівалентним діаметрам фільтрувального матеріалу, встановлено, що залежність між логарифмами числа Рейнольдса та коефіцієнтом опору має прямолінійну залежність.

На експериментальній установці та в натурних умовах проводились дослідження процесу знезалізнення води, а потім регенерації плаваючої фільтруючої засипки. Процес знезалізнення проводився для трьох фільтроциклів із схожими характеристиками. Результати процесу знезалізнення наведені в таблиці 4.

Таблиця 4 – Результати процесу знезалізнення

№ п/п	Швидкість фільтрування, м/год	Вхідна концентрація заліза, мг/л	Концентрація заліза у фільтраті, мг/л
1	3	1,3 – 3,2	0,05 – 0,28
2	6	1,0 – 2,75	0,06 – 0,29
3	7	1,45 – 3,2	0,04 – 0,28

Регенерація фільтрувальної засипки проводилась трьома способами водяної промивки: безперервна з постійною інтенсивністю, імпульсна промивка і промивка з різними інтенсивностями. Результати промивок наведені в табл. 5.

Таблиця 5 – Результати процесу промивки

Дата проведення промивки	Тривалість промивки, с	Корисна тривалість промивки, с	Інтенсивність промивки, $л/с \cdot м^2$
Безперервна промивка з постійною інтенсивністю			
27.01.09	210	180	12
10.02.09	210	210	12
18.02.09	210	180	13
Імпульсна промивка			
30.01.09	300	150	13
11.02.09	300	150	14
20.02.09	300	150	13
Промивка з різними інтенсивностями			
29.01.09	390	90	11-17
12.02.09	390	90	11-20
24.02.09	390	60	14-19

Об'єм води, що витрачається на промивку: а) для безперервної промивки з постійною інтенсивністю: $w_n = 0,2192 \cdot 210 = 46,03$ л; б) для імпульсної промивки: $w_n = 0,239 \cdot 150 = 35,85$ л; в) для промивки з різними інтенсивностями: $w_n = 0,2635 \cdot 90 = 23,72$ л.

Висновки:

1. Встановлено залежність між основними критеріями фільтрувального потоку – числом Рейнольдса та коефіцієнтом опору при фільтруванні води через пінополістирольну засипку, дана залежність виражається прямою, нахиленою під певним кутом до осі ординат.

2. Встановлено, що до швидкості фільтрування $v=30$ м/год. через пінополістирольну засипку спостерігається ламінарний режим руху рідини (більші швидкості фільтрування не рекомендуються для роботи фільтрувальних споруд).

3. До швидкості фільтрування 7 м/год. і концентрації заліза у вихідній воді до 3 мг/л ефект знезалізнення в пінополістирольній засипці в середньому складає 95%.

4. При використанні безперервної промивки фільтрувальної засипки з постійною інтенсивністю кількість води, яка витрачається для регенерації пінополістирольної засипки на 35 % більше ніж при промивці з різними інтенсивностями чи на 20 % ніж при імпульсній промивці.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ ГОРОДА

Шевченко Э.Ю.

Коммунальное предприятие канализационного хозяйства

«Харьковкоммуночиствод»

61013, Украина, г. Харьков, ул. Шевченко, 2

E-mail: Shevchenko_E_U@mail.ru

В настоящее время материалы органического синтеза, в частности вторичные полимерные композиционные материалы (ВПКМ), в той или иной мере используются практически во всех сферах человеческой деятельности, причем номенклатура полимерных композиционных материалов (ПКМ), и объем их использования непрерывно возрастают [1]. Это обусловлено целым рядом преимуществ, которые обеспечивают использование полимеров взамен металла, керамики, дерева и других природных материалов. ПКМ обладают высокими функциональными возможностями и обеспечивают снижение массы изделий одновременно с повышением надежности, увеличением ресурса работы и возможностью эксплуатации в экстремальных условиях.

Применение ПКМ и, в первую очередь, углепластиков по сравнению с традиционными сплавами обеспечивает уменьшение массы металлической конструкции на 20-40 %, увеличение их ресурса в 1,5-3 раза, снижение трудо- и энергоемкости изготовления деталей до 50 %, повышение прочностных качеств конструкции в 1,5-2 раза, сокращение трудозатрат при подготовке производства до 40 %. Дополнительно с учетом разницы плотностей и уменьшением потерь от коррозии использование в конструкции 1 т углепластиков обеспечивает экономию до 5 т алюминиевых сплавов и до 12 т сталей.

В настоящее время имеются технико-экономические предпосылки для широкого применения ПКМ (табл.).

Таблица – Эффективность применения композиционных материалов на одну условную единицу металлоконструкции

Показатель	Условная единица металлоконструкции
Экономия металлов, т	0,5
Экономия топлива за ресурс, т	5
Экономическая эффективность за ресурс, тыс. грн. (ориентировочно)	10-15

В городском строительстве и хозяйстве широко используются различные полимерные материалы и композиции на их основе [2].

На объектах водоотведения полимерные материалы используются для труб водоводов, коллекторов и других конструктивов; санации трубопроводов, коллекторов и других конструкций водоотведения; напыления на конструкции при ремонтно-строительных работах; защиты оборудования технологических устройств, оснащения и др. от воздействия коррозионно-агрессивных сред путем крепления полиэтиленовых листов к стене, ремонта и изоляции поверхности с использованием блочной опалубки, установки цельносекционных железобетонных блоков, покрытых ребристыми полиэтиленовыми листами.

Быстрый рост индустрии пластических материалов заметно опережает развитие инфраструктуры переработки пластмассовых отходов. Согласно статистическим данным, в настоящее время в мире ежегодно накапливается до 20 млн. т отходов пластмасс. Из них 20-40 % по массе сжигаются, 35-70 % складываются на полигонах, свалках или просто закапываются в землю и только 15-30 % – подвергаются рециклингу. В Украине ежегодно образуется 750-800 тыс. т полимерных отходов, в Харьковском регионе 26-30 тыс. т в год. Среднегодовое накопление полимерных материалов на одного жителя г. Харькова на сегодня составляет 16-18 кг с прогнозом до 25 кг в 2015 году. Соответственно, кроме создания высокой экологической напряженности практически в любом регионе страны, где складываются отходы, происходит изъятие из экономического кругооборота значительных объемов ресурсно-ценного полимерного сырья [3, 4]. Переработке полимерных отходов в Украине подвергается не более 2-3 % от общего их накопления. Перерабатываются в основном полимерные отходы производств. Бытовые полимерные отходы потребления утилизируются выборочно до 3 % от общего количества их накопления.

Самым перспективным является использование полимерных отходов как вторичного сырья. В этом случае практически полностью используются все свойства полимеров с точки зрения их назначения. Вторичный полимерный материал используют, как правило, в составе композиции с модифици-

рованными наполнителями как самостоятельное (вторичное) полимерное сырье.

Основной продукцией из полимерных отходов, используемой в коммунальном хозяйстве, являются погонажные изделия строительного или другого назначения (в частности трубы и профильно-погонажные изделия), корпусные изделия. Безнапорные трубы из полимерных отходов обладают высокой антикоррозионной устойчивостью, относительно недороги, резко сокращают расход дефицитных стальных труб. Трубы безнапорные, получаемые прямой экструзией, могут применяться взамен металлических, асбоцементных или керамических для транспортирования жидких продуктов при невысоких давлениях (обычно до 0,25 МПа), для устройств канализационных стоков, для скрытых водостоков жилых и производственных зданий, для каналов связи, при прокладке силовых и слаботочных электрических сетей и др.

Экструзионно-прессовым методом из полимерных отходов целесообразно изготавливать корпусные изделия, элементы транспортных поддонов, решетчатые полы, тротуарную плитку, решетки для уличных стоков дождевой и талой воды, различные элементы конструкций канализационных стоков, прототипы черепицы, шифера и др.

В перспективе на КП КХ «Харьковкоммуночиствод» выявлены потребности во вторичном гранулированном полиэтилене высокого давления для производства продукции коммунального хозяйства города (люки, крышки, дождеприемники), потребности в полимерных безнапорных трубах самого КП КХ «Харьковкоммуночиствод», а также других видов продукции из полимерных композиционных материалов (ПКМ) для антикоррозионной защиты бетонных и железобетонных конструкций систем водоотведения г. Харькова.

Таким образом, использование полимерных материалов в коммунальном хозяйстве города является весьма перспективным. Научные разработки в области переработки полимерных отходов позволят снизить экологический ущерб, наносимый окружающей среде от поступления в нее использованной полимерной тары и упаковки и расширить базу сырьевых полимерных композиционных материалов для производства новых промышленных товаров и продукции, в особенности для нужд коммунального хозяйства города.

1. Назаров Г.И., Сушкин В.В, Дмитриевская Л.В. Конструкционные пластмассы // Справочник. М.: Машиностроение, 1973. – 192 с.

2. Горох Н.П., Саратов И.Е., Юрченко В.А. и др. Полимерные отходы в коммунальном хозяйстве города. Учебное пособие. – Харьков: ХНАГХ, 2004. – 375 с.

3. Корінько І.В., Піліграм С.С, Зеленський Б.К. Пластмаси й полімери на спорудах водовідведення // Коммунальное хозяйство городов: Научн.-техн. сб. Вып. 22. – К.: Техніка, 2000.

4. Авраменко В.Л., Горох Н.П., Коринько И.В. и др. Разработка технологии изготовления крышек люков и решеток дождеприемников ливневой канализации из отходов полимерных материалов. Технический отчет. – Харьков: КП КХ «ХКОВ» – НТУ «ХПИ», 2006. – 140 с.

ПОЛИОЛЕФИНЫ – ЗАЩИТА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Земке В.М., канд. техн. наук

Национальный университет «Львівська політехніка»

79013, Украина, г. Львов, ул. С. Бандеры, 12, корпус 8

E-mail: viva-tori@freemail.ru

Повышение срока службы промышленных зданий и сооружений вызывает необходимость усиления борьбы с коррозией бетона и металла и поиск новых эффективных методов защиты. В отечественной антикоррозионной технике для защиты строительных конструкций и сооружений чаще всего применяют лакокрасочные покрытия и комбинированные керамические футеровки. Однако в ряде случаев защита лакокрасочными материалами не может быть признана удовлетворительной. Наиболее эффективной защитой служат листовые пластмассы как в качестве футеровочных, так и конструкционных материалов. Практическое применение получили полиэтилен, сверхвысокомолекулярный полиэтилен, полипропилен, полиизобутилен и др. полимеры благодаря высокой химической стойкости к агрессивным средам, герметичности, высокой прочности, достаточной тепло- и холодостойкости, технологичности, а также относительно низкой стоимости.

Полиолефины в виде пленок различной толщины используются для защиты от коррозии оборудования, специальных сооружений и строительных конструкций. Например, для облицовки емкостей в качестве защитного материала используют полиэтилен и в последнее время полипропилен. Их предварительно специально обрабатывают с последующим приклеиванием клеем на основе синтетических каучуков. Полученные таким образом покрытия, к сожалению, не всегда оказываются долговечными, поэтому в настоящее время область применения их в значительной мере ограничена.

Одним из перспективных композиционных материалов широкого назначения можно считать сверхвысокомолекулярный полиэтилен (СВМПЭ). Этот легкий полимерный электроизоляционный материал обладает отменными эксплуатационными качествами. Он износостоек, отличается высокой атмосферо- и химической стойкостью, практически нулевым водопоглощением, прочностью и ударопрочностью (даже при сверхнизких температурах), хорошим вибропоглощением. Кроме того, материал имеет весьма низкий коэффициент трения и обладает высокой смазывающей способностью.

В строительной отрасли этот материал применяется в качестве высокопрочного износостойкого материала, способного служить долго и надежно в самых разных эксплуатационных условиях. В частности, его можно использовать при производстве высокопрочных труб, армированных сверхвысокомолекулярным волокном, в т. ч. для магистральных газопроводов. Применяют он и в конструкциях различных строительных машин и оборудования в качестве износостойкой облицовки ковшей экскаваторов и щитов бульдо-

зеров, копров, покриття дорожних катков и кузовов самосвалов, при изготовлении транспортных желобов, скатов и лент транспортеров, шнеков, цепных колес и звездочек, дисков, скребков и т. п.

Футеровка из СВМПЭ эффективно защитит поверхности оборудования, соприкасающиеся с агрессивными химическими и высокоабразивными материалами, а щиты на его основе незаменимы для обустройства долговечных причальных стенок пассажирских и грузовых причалов, предназначенных для швартовки судов различного назначения.

Таким образом, использование полиолефинов в строительной отрасли дает возможность повышения срока службы промышленных зданий, оборудования, а также использования их в самых разных эксплуатационных условиях.

АРМУВАННЯ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ МІСЬКИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Титар В.С., канд. техн. наук

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет
61002, Україна, м. Харків, вул. Петровського, 25*

Асфальтобетонні покриття вулиць та автомобільних доріг міст сприймають комплексну дію транспортних навантажень, природно-кліматичних чинників та додаткове зволоження, властиве їх використанню. Пошкодження конструкцій виникають під дією вертикальних і горизонтальних сил. Останнім часом дія транспорту суттєво змінилась: зросли навантаження на вісь вантажних автомобілів завдяки новим нормативним вимогам до конструкцій автомобілів і автопоїздів. На території України з'явилося чимало транспортних засобів зарубіжних країн, в яких замість спарених задніх коліс використовують однобалонні. Відмічена особливість негативно відбилась на руйнуванні конструкцій дорожніх одягів. Швидше утворюється колійність на смугах накочування, формуються тріщини як у поздовжньому, так і в поперечному напрямках, а в деяких випадках відбувається продавлювання всієї конструкції дорожнього одягу у вигляді проломів. Останні пошкодження частіше зустрічаються на другорядних дорогах, особливо в період послаблення несучої здатності земляного полотна (осінній та весняний період). Навпаки, на магістральних дорогах формуються мережива тріщин у вигляді «крокодилової шкіри». Причиною їх можуть бути прояви втоми матеріалу покриттів. Швидкості руху транспорту зросли, відповідно збільшилась частота навантажень на покриття, але більшість асфальтобетонних покриттів залишилась зі сталою релаксаційною здатністю. Внаслідок цього покриття не встигає відновити рівність після прогину, а нове навантаження переводить наявну деформацію до величини залишкової, що спонукає до руйнування конструкції, утворення тріщин. Однак причиною таких руйнувань, частіше супутником, може бути втрата несучої здатності основи. Остання виникає внаслідок її перезволоження завдяки прориву комунікацій, попадання вологи з поверхні самого покриття, яке має пошкодження. Природно-кліматичні чинники під-

силують руйнування покриттів: формування вибоїн, температурних поперечних тріщин, лушпиння поверхні асфальтобетону.

Таким чином, успішна протидія покриття комплексу транспортно-природних чинників досягається зменшенням інтенсивності означеної дії або модифікацією структури самого асфальтобетону. Доцільність застосування кожного з варіантів протидії чи сумісно обох визначається економічним розрахунком.

В першому варіанті широкого розповсюдження набуло застосування геосинтетиків. З усієї їх множини перевагу віддають геосіткам, георешіткам та геокомпозитам, роль підкладки в яких виконують тонкі термоскріплені матеріали.

Армовані асфальтобетонні покриття мають такі переваги:

- зменшується товщина асфальтобетонних покриттів;
- уповільнюється розвиток віддзеркалених тріщин;
- застосовується відносно проста технологія робіт;
- формується здатність, особливо геокомпозитів, після просочування виконувати функцію гідроізоляції;
- збільшується термін служби дороги (міжремонтні періоди);
- краще сприймаються динамічні навантаження;
- поліпшується зсувостійкість покриття;
- знижується коліє утворення.

Армування асфальтобетонів веде до росту опору покриття розтягуючим напруженням, зміни умов розвитку тріщин, прогнозованої деформативної поведінки покриття впродовж експлуатаційного періоду.

Досвід виробничників в армуванні асфальтобетонів, експериментальні дослідження в ХНАДУ сприяли систематизації вимог до геосинтетиків, які придатні для таких функцій.

Геосинтетичні матеріали повинні бути доступні для дорожніх підприємств за обсягами виробництва, умовами поставок та відпускнуою вартістю.

Геосинтетики повинні бути економічними щодо витрат в'язучого для підґрунтовки основи та з'єднання з шаром асфальтобетону.

Геосинтетики повинні мати здатність до сумісної роботи з асфальтобетонною сумішшю, тобто сприймати навантаження, особливо розтягуючої сили, з самого початку їх дії на покриття.

Геосітки повинні зберігати стабільність властивостей, зокрема високу термостійкість і малу повзучість, на всьому температурному інтервалі влаштування і експлуатації асфальтобетонних покриттів.

Зчеплення між асфальтобетоном і геосинтетиком повинне бути достатнім, щоб перерозподілити розтягуючі напруження на суміжні ділянки покриття, завадити розшаруванню суміші і витягуванню з неї геосітки.

Модуль пружності армуючого матеріалу повинен переважати модуль пружності асфальтобетону, але не більше одного порядку для надійного сприймання розтягуючих зусиль в покритті дорожнього одягу.

Вічка геосітки для взаємодії її з гарячим асфальтобетоном повинні бути розміром 30-40 мм. Така умова гарантує хороше проникання суміші в вічка сітки, фіксацію крупних зерен при дії експлуатаційних навантажень та сумісну роботу шарів дорожнього одягу.

Геосітка повинна бути технологічною, тобто зручною і міцною для укладання, транспортування, поєднання з асфальтобетонною сумішшю, легко рециркулюватись, тощо.

Геосітка повинна бути довговічною відповідно до терміну експлуатації асфальтобетонних покриттів.

Вибір геосинтетиків для армування асфальтобетонного покриття полягає у відповідності його переліченим вимогам і додатково здійснюється за такими параметрами: тип геоелемента (геосітка, георешітка, геокомпозит); матеріал або сировина, з якої виготовлений геоеlement; розміри вічка; міцність на розтяг в обох напрямках; відносна деформація на розтяг; модуль пружності при малих відносних деформаціях (2-3%); розміри сітки (решітки): ширина, довжина; величина адгезії з асфальтобетоном.

Частина з названих параметрів залежить від багатьох чинників. Адгезія визначається якістю геосітки, матеріалом для виготовлення, особливостями поверхні, якістю і нормою розливу в'язучого для підґрунтовки, типом асфальтобетонної суміші, якістю в'язучого в асфальтобетоні, температурою повітря на ділянці будівництва, технологічними особливостями укладки асфальтобетону на геосітку.

Широкий перелік параметрів для вибору геосинтетика для армування асфальтобетону свідчить про відсутність чіткого уявлення щодо оптимального комплексу його властивостей.

Переваги скловолосна полягають у малому подовженні при розриві, яке становить близько 3-4% та відсутності повзучості. Подовження його понад 0,5% в асфальтобетоні супроводжується утворенням тріщин.

У більшості полімерів, придатних для виготовлення геоеlementів, повзучість досягає 3-5%. Полімер починає сприймати навантаження лише після появи тріщин в асфальтобетоні. Скловолосна не втрачає міцності і не вступає в реакції з гарячим асфальтобетоном. Міцність на розрив клеяних геосіток досягає 50-200 кН/м. Склосітки ГСК, Армодор розкочуються в рівний шар без утворення хвиль. Деякі експерти відкидають використання базальтового геотекстилю, аргументуючи своє рішення нестабільністю властивостей сировини, а тому неможливо отримання базальтових волокон високої якості.

Дослідження, виконані в ХНАДУ, свідчать про необхідність диференційованого підходу до вибору геосинтетиків з урахуванням динамічності навантаження, зони розміщення геосинтетика в конструкції, різновиду асфальтобетону, обов'язкової перевірки показників властивостей, зазначених у супровідних документах, використання комбінованого армування в конструкціях доріг вищих категорій.

УПРАВЛІННЯ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ

Пахолюк О.А., канд. техн. наук, Задорожнікова І.В., канд. техн. наук

Луцький національний технічний університет

43018, Україна, м. Луцьк, вул. Потебні, 56

E-mail: kronos@newmail.ru

Процес життєдіяльності урбанізованого суспільства дає незмінно стійкий ефект – невинно зростаючу кількість відходів. Причому як промислових, так і побутових.

Тверді побутові відходи (ТПВ) – це відходи, які утворюються в процесі життя і діяльності людини і накопичуються у житлових будинках, закладах соцкультпобуту, громадських, навчальних, лікувальних, торгівельних та інших закладах (це харчові відходи, предмети домашнього вжитку, сміття, опале листя, відходи від прибирання та поточного ремонту квартир, макулатура, скло, метал, пластмаси, полімерні матеріали тощо) і не мають подальшого використання за місцем їх утворення (“Правила надання послуг із збирання та вивезення твердих і рідких побутових відходів”, затверджені наказом Держбуду України № 54 від 21.03.2000 р. та зареєстровані в Мінюсті України 31 липня 2000 р. за № 457/4678).

У структурі ТПВ переважає органіка і папір. При цьому, чим більше сільського населення і приватного сектору, тим більший відсоток органічних і харчових відходів. Крім того, за останнє десятиліття відзначається ріст об’ємів пластикових пакувальних виробів. У середньостатистичному смітєвому баку близько 15...25 % займають харчові відходи, 25...30 % – макулатура і упаковка, 14...16 % – пластмасові відходи, 5...7 % – скло і склотара, 4...5 % – брукт, 4...5 % – ганчір’я, 3...7 % – гума, 10...15 % – будівельні матеріали.

Україна щорічно продукує від 700 до 1 720 мільйонів тон твердих відходів. Тільки мала частка твердих відходів (10...12 %) переробляється. Загальна кількість накопичених відходів в Україні складає більш ніж 25 млрд. т (приблизно 40 кг на кожний квадратний метр площі). Полігони, звалища, сховища, шламонакопичувачі, терикони займають 165 тисяч гектарів, або близько 4% території України. Непромислові відходи зосереджені на 700 міських звалищах. На 80% з цих звалищ не здійснюють запобіжних заходів для захисту підземних вод і повітря від забруднення. В Україні немає дієвої системи поводження зі сміттям, не кажучи вже про безпечне знешкодження. Лише 3% побутових відходів переробляються.

Тому створення, розвиток і вдосконалення системи управління відходами є одним із головних завдань у сфері охорони навколишнього середовища.

Основними напрямками діяльності такої системи мають бути:

- мінімізація утворення ТПВ;
- повторне використання ТПВ;
- утилізація відходів.

На даний момент у нас пробують розвивати два останні напрямки. Для розвитку першого необхідна, в першу чергу, висока економічна та екологічна культура як виробників, так і продавців.

Повторне використання є не тільки радикальним способом для зменшення кількості ТПВ, але й можливістю отримати значну кількість недорогої сировини. У зв'язку з майбутнім поступовим виснаженням природних ресурсів ця можливість набуває особливого значення. Усі ТПВ, що не підлягають переробці та повторному використанню, повинні бути утилізовані шляхом знищення або захоронення. Аналіз світових тенденцій показує, що метод повного спалювання ТПВ є, перш за все, неекологічним. По-друге, він надзвичайно дорогий та неекономічний, причому не лише в плані витрат на будівництво, але і в експлуатації з дотриманням усіх санітарних норм. У багатьох штатах США і провінціях Канади будівництво нових сміттєспалювальних заводів заборонене законодавчо.

Відомо чотири основні підходи до використання ТПВ: поховання, спалювання, рісайклінг (рециклінг) і компостування із зброджуванням. Рісайклінгом називають раціоналізовану систему збору і переробки компонентів ТПВ у продукти, що мають споживчу вартість. І тенденція така, що весь світ відходить від спалювання і захоронення, все більше впроваджуючи повторну переробку, рісайклінг компонентів ТПВ. Поступово зростає і доля анаеробного компостування. Технологічний ланцюжок рісайклінгу починається з роздільного збору та ідентифікації відходів, придатних для повторної переробки. Потім проводиться сортування за типом сировини (скло, пластик, папір/картон, метали, гума і т. д.). Інша частина відходів (харчові, деревина, листя – інакше кажучи, все, що здатне перегнивати) йде на компостування або знову – таки на переробку. Залишок, який підлягає захороненню або спалюванню при такому підході складає не більше 30-40 % від загальної маси ТПВ.

Враховуючи інтенсивність накопичення, проблеми, що мають місце у сфері поводження з побутовими відходами, потребують невідкладного розв'язання та фінансування заходів як на державному, так і на місцевому рівнях. Питання інвестування цієї сфери повинне вирішуватись комплексно за рахунок усіх можливих джерел фінансування.

Однак, повноцінне впровадження селективного збору відходів – тривалий та затратний процес. Ліквідація відходів шляхом їх спалювання визнана у всьому світі екологічно небезпечною. При складуванні і довгостроковому зберіганні ТПВ виникає небезпека неконтрольованого їх розкладання і забруднення територій. Тому, на першому етапі впровадження системи управління відходами необхідно організувати швидке і якісне розділення відходів на певні групи, з якими можуть працювати спеціалізовані підприємства з переробки / утилізації. Сортувальні заводи можуть наполовину зменшити навантаження як на полігони, так і на сміттєспалювальні заводи.

Ефективність сепарації, що характеризується видобуванням на сортувальній установці цінних компонентів, і собівартість отримуваної

продукції, істотно залежить від якості сировини, що залучається до сортування.

При центральному сортуванні здійснюється сортування змішаних відходів на призначеному для цього об'єкті після їх збирання. Центральне сортування змішаних твердих побутових відходів може бути дуже складним, оскільки вагому частку цього виду відходів становлять вологі органічні відходи, що негативно впливає на інші фракції відходів, зокрема, папір та картон, а також створює небезпеку для здоров'я персоналу під час процесу сортування.

Центральному сортуванню можна піддавати й сухі змішані відходи, тобто при відокремленні в місцях утворення вологої/органічної фракції або при збиранні змішаної вторинної сировини. Чим чистішою є фракція, що сортується, тим легше вилучити з неї матеріали високої якості і тим кращими будуть умови роботи для персоналу.

Сортувальний центр позиціонується як обслуговуваний об'єкт, на який мешканці та підприємства малого бізнесу можуть доставити різні види побутових відходів. Мета такого центру полягає у створенні допоміжного об'єкта для оптимізації збирання певних видів відходів та утилізації вторинних матеріалів. Зазвичай нові сортувальні центри проектуються з можливостями приймання 10-15 різних видів вторинних матеріалів та габаритних відходів, в залежності від наявних об'єктів переробки та обробки, а також ринкових можливостей.

Стандартний сортувальний центр обслуговуватиме загалом від 30000 до 60000 населення і навіть понад 100000 чоловік у містах. Складно заздалегідь розрахувати точний обсяг відходів, які проходилимуть через запланований сортувальний центр. Визначальними чинниками є, наприклад, наближеність, доступність, реклама, рівень екологічної свідомості, звички, інші можливості видалення відходів та платежі/збори з користувачів за видалення несортованих відходів. На основі досвіду країн північної Європи загальну очікувану ефективність збирання з використанням сортувального центру було розраховано для перероблюваних матеріалів на рівні приблизно 10-15%, а для деяких фракцій відходів – на рівні 75-80%.

Однак ні сортувальні центри, ні роздільний збір відходів самі по собі не зможуть розв'язати проблему ТПВ. Необхідно забезпечити виробничі потужності з переробки основних груп відходів. Це і підприємства, і обладнання, і нові технології. До цього процесу потрібно масово залучати муніципальні та інвестиційні кошти. Сьогодні ж найкраща ситуація з переробкою відходів полімерів (особливо PET-пляшки).

ИНГИБИТОРНАЯ И БАКТЕРИЦИДНАЯ ЗАЩИТА ТЕПЛООБМЕН- НОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОБОРОТНОГО ЦИКЛА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФЕНОЛЬНЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Нестеренко С.В., канд. техн. наук

Повышенные требования к качеству и количеству сточных вод, передаваемых на городские очистные сооружения, а также высокая стоимость технической воды требуют от предприятий экономичного использования природной воды и перехода водопользования на оборотные системы. Сточные воды коксохимических предприятий по своему составу очень специфичны (табл.1), а их очистка требует широкого применения биологических и физико-химических процессов. В практике работы коксохимических заводов наиболее широко применимы биологические методы очистки на биохимических станциях (БХУ). Однако даже после очистки на БХУ фенольные воды по ряду показателей не могут быть сброшены на городские очистительные установки без дополнительной очистки. Практически на всех коксохимических заводах в той или иной степени эти воды используются для пополнения оборотной системы охлаждения первичных газовых холодильников (ПГХ). При использовании фенольных сточных вод в оборотном водоснабжении необходимо широкое использование ингибиторов коррозии и биоцидов, которые тормозят процессы коррозии и биоценоз микроорганизмов.

Таблица 1 – Нормативные и фактические показатели качества очищенных фенольных вод

Загрязняющие вещества	Содержание, мг/л			
	Норматив по «ПТЭ» для		Среднеотраслевой показатель	
	1 ступенчатой очистки	II ступенчатой очистки	1 ступенчатая очистка	II ступенчатая очистка
Фенол	< 2,0	< 2,0	1-2	< 1
CNS		< 10,0	200-600	5-20
Смолы и масла	< 35	< 20	20-30	15-20
H ₂ S	-	-	20-30	10-20
CN	-	< 5	5-15	5-8
XПК	< 1000	< 500	300-1500	200-600

Целью данной работы является разработка методов ингибиторной и бактерицидной защиты теплообменного оборудования коксохимического производства (ПГХ) при использовании в оборотном водоснабжении фенольных сточных вод.

Коррозионную активность оборотных вод оценивали потенциостатическим методом при помощи установки, моделирующую условия теплопередачи. Исследование процессов коррозии в промышленных условиях проводили с помощью измерителя скорости коррозии Р5126, а также гравимет-

рическим методом. На испытательном стенде моделировали: температуру среды 50-55⁰С; гидродинамические условия; добавки ингибиторов коррозии; условия теплопередачи. При испытании различных ингибиторов коррозии был определен защитный эффект ингибиторов при концентрации их в воде 100-200 мг/л. Результаты электрохимических исследований влияния ингибиторов на коррозионный процесс приведены в табл. 2 и на рис. 1. Анализ анодных и катодных поляризационных кривых (рис. 1) показывает, что ввод ингибиторов коррозии жидкого стекла и фосфата натрия приводит к торможению электрохимических процессов коррозии. На основе электрохимических исследований было установлено, что наиболее эффективной, доступной и технологической композицией для снижения коррозионной активности оборотной воды является композиция жидкое стекло – ортофосфат натрия при соотношении (5:1).

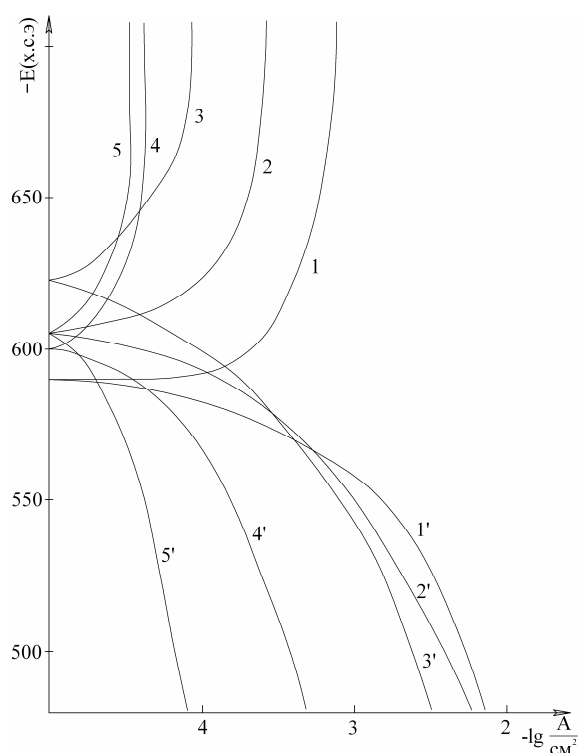


Рис. 1 – Поляризационные кривые углеродистой стали Вст3 в оборотной воде Харьковского коксового завода при добавлении ингибиторов коррозии.

1, 1' – без добавлений ингибиторов коррозии;

2, 2' – с добавкой силиката натрия 50 мг/л;

3, 3' – с добавкой силиката натрия 100 мг/л;

4, 4' – с добавкой силиката натрия и полифосфата натрия в соотношении 5:1 при концентрации 50 мг/л;

5, 5' – тоже при концентрации 100 мг/л

Анализ химического состава обо-

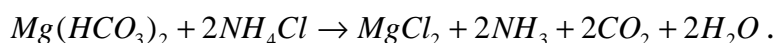
ротной воды при использовании фенольных сточных вод показал, что:

1. Содержание активаторов коррозии в оборотной воде составляет соответственно: хлоридов – 1200-1800 мг/л; роданидов – 500-800 мг/л;
2. *pH* оборотной воды составляет 6,5 - 6,9 ед.;
3. Содержание общего аммиака – 700-1200 мг/л;
4. Температура воды – 50 - 52⁰С;
5. Коэффициент упаривания – 2,2 - 2,4;
6. Установлено значительное 10^{10} - 10^{12} кл/мл количество (тионовых и сульфатовосстанавливающих) бактерий.

Таблица 2 – Влияние ингибиторов коррозии на коррозионную активность оборотной воды

Ингибиторы	Концентрация ингибитора, мг/л	Защитное действие, %	Скорость коррозии, г/м ² час
Бензоат натрия	100	30	1,53
Na_3PO_4	100	55	0,85
	200	60	0,72
Na_2SiO_3	100	45	0,95
	500	58	0,78
Na_2SiO_3	100	83	0,21
Na_3PO_4	200	89	0,11

Гравиметрические испытания образцов – свидетелей из углеродистой стали в оборотной воде показали, что коррозионная активность воды по отношению к углеродистой стали достигает 2,2-2,4 мм/год, при неравномерном характере разрушений, достигающих в язвах 1,5-2 мм (время испытаний образцов один месяц). Необходимо отметить, что образцы стали покрыты сульфидной пленкой (FeS), рис. 2а. Определение коррозионной активности выполнено ускоренным потенциостатическим методом. Коррозионная активность оборотной воды очень высокая и достигает 3,5 - 4,2 г/м² час при неравномерном характере разрушений. Количество взвешенных частиц составляет 500 - 600 мг/л, что указывает, что в оборотной воде протекает значительный биоценоз микроорганизмов и унос активного ила с биохимустановки. При комплексном обследовании оборотной системы установлено, что оборотные воды ПГХ при использовании фенольных сточных вод обладают высокой коррозионной активностью. Содержание общего железа 16-20 мг/л. Установлено полное отсутствие накипных отложений на теплообменных поверхностях, что обусловлено присутствием в воде аммонийных солей NH_4Cl ; $(NH_4)_2SO_4$; NH_4CNS , которые разлагают бикарбонат кальция и магния по реакциям:



Количество растворенного кислорода очень мало из-за восстановления его фенолами, которые присутствуют в оборотной воде.

Для четкого количественного определения действия биоцидов проводился высев исследуемых образцов на питательные среды по известным методикам. Результаты исследований представлены в табл. 3, 4.



а



б

Рис. 2 – Вид образцов углеродистой стали после испытаний в оборотной воде Харьковского коксового завода: а – до подачи ингибитора; б – при дозировании ингибитора коррозии.
Время испытаний – 720 часов

Таблица 3 – Определение бактерицидного действия ТФ и КВ на общую численность бактерий воды оборотного водоснабжения Харьковского коксохимзавода

Варианты опыта	Количество живых клеток микроорганизмов в 1 мл		Микробное число	Выживаемость, %	Гибель, %
1. Оборотная вода КХЗ без добавок	1024	1040	$1 \cdot 10^3$	100	0
2. Оборотная вода ККЗ+КВ	6	8	7	0,8	99,2
3. Оборотная вода ККЗ+ТФ	0	0	0	0	100

Таблица 4 – Определение бактерицидности ТФ и КВ на бактерии кишечной палочки

Варианты опыта	Коли-индекс	Коли-титр	Санитарная оценка воды по бактериологическим показателям
1. Оборотная вода без добавок	$5 \cdot 10^5$	менее 0,00001	Очень загрязнена
2. Оборотная вода ККЗ+КВ 0,01%	$2,5 \cdot 10^2$	менее 0,2	Умеренно загрязненная
3. Оборотная вода ККЗ+ТФ 0,01%	менее 3	более 333	Очень чистая

Из данных табл. 4 видно, что количество кишечных палочек, которое является косвенным санитарно-бактериологическим показателем возможности загрязнения воды патогенными микробами и прямым показателем фекального загрязнения, без добавок велико: в 1 мл содержится 50000 клеток. Такая вода по санитарно-бактериологическим показателям может быть отнесена к очень загрязненным водам, требующим обеззараживания. Добавление к оборотной воде КВ значительно снижает количество бактерий кишечной группы, и вода по их содержанию может быть отнесена к малозагрязненной, а добавление к оборотной воде ТФ убивает все жизнеспособные клетки микроорганизмов.

На основании лабораторных исследований был разработан технологический регламент по применению ингибиторов коррозии и бактерицида (ТФ) для снижения коррозионной активности оборотной воды цикла ПГХ при использовании фенольных сточных вод в оборотном водоснабжении. Для определения полифосфатов и ортофосфатов в оборотной воде КХЗ была разработана соответствующая методика. Подача ингибиторов полифосфата натрия и жидкого стекла осуществляется с помощью дозаторов, смонтированных в цехе улавливания КХЗ. Контроль над содержанием ингибиторов в оборотной воде, взвешенных частиц осуществлялся постоянно. Результаты мониторинга состава коррозионной среды приведены в табл. 5. Коррозионную активность оборотной воды при дозировании ингибиторов коррозии осуществляли гравиметрическим методом. Образцы - свидетели были установлены с помощью специального крепежа на тефлоновых стержнях в виде кассет в оборотную воду на выходе из ПГХ. Результаты коррозионных испытаний образцов - свидетелей в оборотной воде при подаче ингибиторов коррозии приведены в табл. 5 и на рис. 2б.

Таким образом, установлено, что применение ингибиторов коррозии (фосфатов и силикатов) совместно с бактерицидами (производные ксантанового водорода) позволяет снизить скорость коррозии углеродистой стали до допустимых пределов 0,2 - 0,3 мм/год, а также уменьшить количество взвешенных частиц в оборотной воде (100 - 120 мг/л). Это дает возможность использования очищенных сточных вод после БХУ в оборотном водоснабжении коксохимического завода. Применение данных вод в оборотном водоснабжении завода позволяет практически полностью перейти на замкнутое техническое водопользование завода, с использованием пирогенетической влаги угля, что позволяет уменьшить использование свежей технической воды в 2 - 3 раза.

Таблица 5 – Исследования оборотной воды при испытании ингибиторов коррозии

Параметры	Д а т а					
	13.11.07	14.12.07	05.01.08	06.01.08	9.02.07	19.02.09
pH	7,1	7,1	7,0	7,2	6,8	7,0

Роданиды, мг/дм ³	3,6	4,0	3,6	5,0	13,5	5,9
Взвеш. в-ва, мг/дм ³	445	354	250	125	70	87
Силикаты, мг/дм ³	-	407	83	127	80	86
Фосфаты, мг/дм ³	-	3,6	12,6	18,2	13,5	11,8
Хлориды, мг/дм ³	1564	1520	1542	1456	1345	1520
Железо, мг/дм ³	18,4	5,2	1,4	1,3	1,2	1,3
Скорость коррозии, мм/год	3,4	0,4	0,18	0,23	0,16	0,31

Установлено, что применение ингибиторов коррозии (фосфатов и силикатов) совместно с бактерицидами (производные роданистоводородной кислоты) в оборотном водоснабжении коксохимического завода, при использовании очищенных сточных вод после БХУ, позволяет снизить скорость коррозии углеродистой стали в оборотной воде до допустимых пределов 0,2 - 0,3 мм/год при равномерном характере процесса коррозии.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА «FLEXIGUM» В МЕТРОСТРОЕНИИ

Гетало Н.С.

*Харьковская национальная академия городского хозяйства
61002, Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12*

Гетало И.А., ОАО «Тоннельстрой»

E-mail: getalo77@mail.ru

Гидроизоляция служит для одной, но необычайно важной цели – защиты строительных конструкций от агрессивного воздействия воды и водно-солевых растворов. Исторически первым гидроизоляционным материалом явился битумный картон – рубероид. В настоящее время используется битум, модифицированный полимерами. Тип полимера существенно влияет на свойства получаемого материала.

Наиболее передовой разработкой в области гидроизоляционных материалов на сегодняшний день является гидроизоляционный состав Flexigum, который представляет собой последнее поколение модификации битумно-латексных эмульсий. Дисперсная система этого материала состоит из двух взаимно нерастворимых жидкостей (битум-вода). Одна дисперсная фаза (битум) распределена в другой дисперсной среде (воде) в виде мельчайших частиц диаметром 5...10 мкм, покрытых очень тонким слоем эмульгатора на основе жирных кислот, обеспечивающего технологическую устойчивость системы. Присутствие наполнителя — полихлоропренового латекса — значительно увеличивает прочностные и эластичные свойства материала. Благодаря введенным в композицию полимерным добавкам после затвердения гидроизоляционный слой имеет высокие физико-механические характеристики.

Максимально достоинства материала реализуются при гидроизоляции стен подземных этажей, подвалов, тоннелей, расположенных ниже уровня воды или имеющих сложные геометрические формы. С 2003 года ОАО «Киевметрострой» остановило свой выбор на гидроизоляционном материале Flexigum. Стремление и «Харьковметростроя» внедрить при строительстве метрополитена наиболее усовершенствованные гидроизоляционные технологии с использованием материалов нового поколения вполне обоснованно. Впервые в 2009г. был применен материал Flexigum при строительстве III линии III пускового участка Харьковского метрополитена. Экспериментальный участок находился в районе Алексеевской балки. Покрывались левый и правый перегонные тоннели по 60 п.м каждый, взамен ранее запроектированного гидроизоляционного рулонного материала споллизолита типа ГК-3,0 на основе битумной мастики. Преимуществом примененного нового материала является возможность его нанесения на бетонные поверхности, без предварительной подготовки, при высоких показателях адгезии, водонепроницаемости и эластичности, а также отсутствие рабочих швов гидроизоляционной мембраны. Практика показала, что коагуляция происходила мгновенно с сохранением гибкости и образованием однородного покрытия.

ОСНОВЫ МЕТОДИКИ АНАЛИЗА ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ

Капцов И.И., д-р техн. наук, проф., Лобко О.Н.

*Харьковская национальная академия городского хозяйства
61002, Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12*

Надежная работа систем централизованного теплоснабжения (СЦТ) является основой жизнеобеспечения населенных пунктов. Одним из показателей надежности тепловых сетей СЦТ является поток отказов [1] λ (1/км*год) – отношение количества повреждений трубопроводов к их длине за единицу времени.

Для повышения надежности СЦТ важное значение имеет качество и материал изготавливаемых трубопроводов. Пластмассы в тепловых сетях используются для антикоррозионного наружного покрытия стальных труб, для теплоизоляции трубопроводов, а также как основной материал для изготовления труб.

Определение зависимости потока отказов от срока службы теплопроводов необходимо для оценки их надежности, планирования расхода материально-технических и трудовых ресурсов.

Однако определение количества повреждений трубопроводов за весь период эксплуатации тепловых сетей затруднен из-за отсутствия данных, которые не фиксировались за указанный период или утеряны. В последнее время с (2003г.) КП «Харьковские тепловые сети» ведется учет повреждений тепловых сетей. В связи с этим предлагается определять зависимость сред-

него значения потока отказов $\lambda_{\text{ср}}$ от срока службы теплопроводов за весь период эксплуатации [2]. Величина $\lambda_{\text{ср}}$ определяется как среднее значение для участков теплопроводов, входящих в рассматриваемую систему, которые имели разные сроки ввода в эксплуатацию, и для которых имелись значения количества повреждений за несколько лет.

Варьируя значениями года ввода в эксплуатацию участков теплопроводов и годов снятия показаний по количеству повреждений, достигают равенства периодов эксплуатации участков, для которых определяют значение количества повреждений. Зная количество повреждений на соответствующем участке и его длину, определяют значение потока отказов λ (1/км*год).

Среднее значение $\lambda_{\text{ср}}$, соответствующее указанному периоду эксплуатации, определяется как сумма значений λ для отдельных участков деленных на их количество.

Таким образом, зная год ввода в эксплуатацию участков теплопроводов тепловой сети и значения количества повреждений этих участков за определенный период, не совпадающий со всем периодом эксплуатации, можно получить зависимость среднего значения потока отказов $\lambda_{\text{ср}}$ от срока эксплуатации системы теплопроводов за весь период работы.

1. Соколов Е. Я., Извеков А. В., Малофеев В.А. Нормирование надежности систем централизованного теплоснабжения // Электрические станции, 1993. – №12. – С. 20-24.

2. Соколов Е.Я., Извеков А.В. Количественный расчет надежности систем теплоснабжения // Теплоэнергетика, 1990. – № 9. – С. 14-15.

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАСТМАССОВЫХ ТРУБ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Эпоян С.М., *д-р техн. наук*, **Исакиева О.Г.**, *канд. техн. наук*

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

61002, Украина, г. Харьков, ул. Сумская, 40

Айрапетян Т.С., *канд. техн. наук*

Харьковская национальная академия городского хозяйства

61002, Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12

В последнее время с целью повышения надежности работы систем водоснабжения и водоотведения на их сетях и сооружениях все чаще применяют пластмассовые трубы из различных полимерных материалов. Это связано, прежде всего, с тем, что водопроводные и водоотводящие сети Украины находятся в изношенном состоянии. Для ремонта и замены водопроводных, водоотводящих, тепловых труб в Украине необходимо не менее 4 лет и более 100 млрд. грн. Из 100 тыс. км труб замене подлежит 80 тыс. км. В кри-

тическом состоянии находится 34% водопроводных сетей, 31% – водоотводящих, 15% – тепловых сетей.

Замена металлических и железобетонных трубопроводов водоснабжения и водоотведения пластмассовыми позволит решить ряд проблем жилищно-коммунального хозяйства. Главными недостатками металлических, особенно стальных, труб являются их недолговечность вследствие их коррозии, внутреннее «зарастание» отложениями и нерациональное использование металла. Железобетонные трубы подвержены различным видам газовой коррозии, особенно это ощутимо на сетях водоотведения.

Учитывая все это, необходимо использовать для сетей водоснабжения и водоотведения различные виды неметаллических труб, а именно пластмассовых.

Основными преимуществами пластмассовых труб являются [1, 2]:

- высокая коррозионная устойчивость, обеспечивающая долговечность трубопроводных систем и сокращение затрат на их капитальные ремонты;
- низкая шероховатость поверхности и незначительное гидравлическое сопротивление, снижающие затраты энергии на перекачку воды;
- устойчивость к зарастанию, уменьшающая эксплуатационные затраты на прочистку и промывку сетей;
- высокое электрическое сопротивление, позволяющее прокладывать трубопроводы в зоне действия сильных электрополей без устройства катодной защиты и усиленной изоляции труб;
- низкая звукопроводность, позволяющая без нарушения акустических санитарных норм увеличить скорость движения воды в напорных трубопроводах до 6–9 м/с (для стальных труб – 3 м/с), что увеличивает пропускную способность труб, уменьшает диаметры трубопроводов и материалоемкость систем;
- податливость (эластичность) труб позволяет смягчать гидравлические удары, возникающие при закрытии водоразборной арматуры, и замораживать воду в трубах без разрушения стенки трубы, что повышает надежность коммунальных систем;
- устойчивость к истиранию увеличивает срок службы труб, транспортирующих механические примеси;
- гибкость труб позволяет поставлять длинномерные отрезки труб;
- небольшая масса (легче металлических в 3–8 раз),
- пожаробезопасность при монтаже, простота монтажа и сокращение его сроков, низкая стоимость монтажных работ.

В коммунальных системах нашли применение такие полимерные трубы [1-4]:

1. Полиэтилен ПЭ РЕ-80 (РЕ-100):

- минимальной длительной прочностью: 6,3 МПа ПЭ-63 (РЕ-63); 8,0 МПа ПЭ-80 (РЕ-80); 10,0 МПа ПЭ-100 (РЕ-100);
- сшитый полиэтилен ПЭ-С (РЕ-Х): с помощью пероксидов СПЭ а (РЕ-Х а); методом silane процесса СПЭ в (РЕ-Х b); радиационным способом СПЭ с (РЕ-Х с); с помощью соединений азота СПЭ д (РЕ-Х d).

2. Полипропилен ПП (РР):

- тип 1 (гомополимер) ПП-Г (PP-H);
- тип 2 (блоксополимер) ПП-Б (PP-B);
- тип 3 (рандомсополимер) ПП-Р (PP-R).
- 3. Полибутилен ПБ (PB).
- 4. Поливинилхлорид ПВХ (PVC):
- хлорированный ХПВХ (PVC-V);
- поливинилдефторид ПВДФ (PEHD).
- 5. Политрифторхлорэтилен (Фторопласт-4) ФТ-4 (PTFE).
- 6. Полиэфир ПЭ (PE).
- 7. Полиакрил ПА (PA).
- 8. Композитные материалы:
- металлополимерные МП: сшитый полиэтилен-алюминий – сшитый полиэтилен П-Ал-П (PEX-AL-PEX); полипропилен-алюминий-полипропилен ПП-Ал-ПП (PP-AL-PP); полипропилен-алюминий-полиэтилен П-Ал-ПП (PEX - AL- PP);
- стеклопластиковые СП: на эпоксидной основе СТЭ (GRE); на полиэфирной основе СТП (GRP);
- армированные пластмассы;
- полимербетон.

Выбор метода соединения труб следует производить исходя из материала, диаметра, давления, особенностей монтажа. Трубы из ПЭ соединяют сваркой, из СПЭ, МП – обжимными механическими соединениями с накидными гайками, из ПП – сваркой, раструбными соединениями с резиновым уплотнением, ПВХ – склейкой, раструбными соединениями с резиновым уплотнением [3].

Выбор материала труб для систем водоснабжения и водоотведения производится на основе технико-экономического анализа с учетом требуемого давления в системе, долговечности и надежности (табл.) [1].

Таблица – Рекомендуемые материалы пластмассовых труб

Область применения	Рекомендуемые материалы труб
Водопровод холодной воды с $t_{раб} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	ПП, ПЭ, ПВХ (PP, PE, PVC)
Водопровод горячей воды с $t_{раб} = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$	ПП-Г, ПП-Б, ПП-Р, СПЭ, ПБ, ХПВХ (PP-H, PP-B, PP-R, PE-X, PB, PVC-C)
Водопровод горячей воды с $t_{раб} = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$	ПП-Г, ПП-Б, ПП-Р, СПЭ, ПБ, ХПВХ (PP-H, PP-B, PP-R, PE-X, PB, PVC-C)
Бытовые стоки	ПЭ, ПВХ, ХПВХ, ПП (PE, PVC, PVC-C, PP)

Поскольку проектирование на 70 % определяет качество системы, то при использовании новых технологий и материалов особое внимание должно быть уделено всем стадиям проектирования систем из пластмассовых трубопроводов. Поэтому в настоящее время в учебном процессе, а именно, при выполнении курсового и дипломного проектирования систем водоснабжения и водоотведения значительно чаще стали применять пластмассовые трубы, используя современные методики расчета [5].

В системах холодного и горячего водоснабжения зданий полимерные материалы применяют для изготовления водоразборной (туалетные краны, поплавковые клапаны, смесители и т. д.) и трубопроводной (вентили, краны, поворотные затворы и т. д.) арматуры, при устройстве внутренней и внутриквартирной сетей, водонапорных баков, счетчиков воды.

В системах водоотведения зданий полимеры применяют для изготовления санитарных приборов (ванн, умывальников, моек смывных бачков и т. д.), санитарно-технических блоков, кабин, гидрозатворов (сифонов), прокладки внутренних и наружных канализационных, водосточных сетей.

Таким образом, применение пластмассовых трубопроводов повышает надежность и долговечность систем водоснабжения и водоотведения, а также позволяет снизить затраты на капитальные ремонты и электроэнергию. Об этом свидетельствует тенденция к увеличению масштабов применения пластмассовых труб во многих коммунальных системах.

1. Исаев В.Н., Мхитарян М.Г. Особенности применения пластмассовых трубопроводов // Сантехника. Водоснабжение. Трубы. – М.: АВОК-ПРЕСС, № 1. – 2006. – С.54-59.
2. Ромейко В.С., Бухин В.Е. и др. Проектирование пластмассовых трубопроводов / Под ред. В. С. Ромейко. – М.: ТТО «Издательство ВНИИМП», 2002. – 134 с.
3. Ромейко В.С., Бухин В.Е. и др. Монтаж внутренних санитарно-технических трубопроводов из полимерных материалов / Под редакцией В.С. Ромейко. – М.: ТОО "Издательство ВНИИМП", 2004. – 173 с.
4. Власов Г. С. Трубы и соединительные детали для инженерных систем, станций водоподготовки и газовых сетей с гидравлическими характеристиками труб. – М.: LUXURY MEDIA. – 2004. – 260 с.
5. Епоян С.М., Ярошенко Л.М., Друшляк О.Г., Ісакієва О.Г., Сорокіна В.Ю. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Водопостачання і водовідведення» для студентів спеціальності 7.092108 «Теплогазопостачання та вентиляція» денної форми навчання. – Харків, ХДТУБА, 2008. – 36 с.

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПЛАСТМАСОВИХ ВИРОБІВ В ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМАХ БУДІВЕЛЬ

Абелешов В.І., канд. техн. наук

*Харківська національна академія міського господарства
61002, Україна, м. Харків, вул. Революції, 12
E-mail: Abeleshov vi@mail.ru*

Монтаж пластмасових виробів більш простий і зручний, потребує менших затрат праці у порівнянні з монтажем таких же виробів з традиційних матеріалів. Пластмасові вироби відрізняються меншою масою і значною корозійною стійкістю, не потребують нанесення захисного покриття.

Пластмасова арматура до змивних бачків надходить у змонтованому вигляді. Але після її встановлення слід перевірити працеспроможність арматури, забезпечивши вільне пересування деталей арматури.

Технічна експлуатація напірних пластмасових трубопроводів і санітарних приладів відрізняється від технічної експлуатації металевих трубопроводів. При експлуатації напірних пластмасових трубопроводів слід вважати на ряд умов: проведення випробувань на стійкість до внутрішнього гідростатичного тиску при підвищеній температурі не менш контрольного часу; виготовлення труб і з'єднувальних деталей до них в точній відповідності з нормативною технічною документацією; здійснення монтажу інженерних систем, з'єднання труб між собою і з арматурою у повній відповідності з розробленим технологічним регламентом і умовами.

При прийманні систем з пластмасових трубопроводів до експлуатації, слід в першу чергу здійснювати візуальний зовнішній огляд труб і місць їх з'єднань. Це дає можливість знайти на їх поверхні механічні пошкодження, визначити якість зварних з'єднань. Особливу увагу слід звертати на розміщення пластмасових труб в скобах, гільзах при перетині ними будівельних конструкцій; щоб гострі кромки цих деталей не мали безпосереднього контакту з поверхнею труб, а також на відстань між елементами кріплення, на якість з'єднання пластмасових труб з металевими, кріплення арматури до санітарних приладів і будівельних конструкцій.

Для забезпечення тривалої експлуатації пластмасових труб слід дотримуватися наступних вимог: не припускати пошкодження поверхні труб гострими речами; не припускати ударів, не відтягувати труби від стін і не тиснути їх до стін; не прислоняти до труб гарячі речі; не використовувати для очищення труб засоби з абразивними речовинами. Пластмасові трубопроводи систем холодного водопостачання не можуть бути використані для заземлення металевих ванн.

При експлуатації пластмасових труб, як правило, виникають повздовжні тріщини, а на з'єднувальних деталях – поперечні тріщини. Найбільш характерними видами несправностей при експлуатації каналізаційних пластмасових трубопроводів є: розтріскування труб і фасонних деталей, порушення герметичності з'єднань із-за зносу гумових кілець, негерметичність розтрубних з'єднань, порушення цілісності кріплень труб. Передчасне розтріскування труб і фасонних деталей визначається наступними причинами. Використанням для виготовлення цих виробів вторинного поліетилену марок для литва замість трубних марок і створенням в них додаткових механічних напружень при монтажі чи температурних деформацій трубопроводів при їх експлуатації. Фасонні частини розтріскуються по лініям холодного спаю чи по розтрубу у разі встановлення гумових кілець у жолобі розтруба з надмір-

ним зусиллям, що викликане неточністю розмірів. Такі фасонні деталі, як трійники і хрестовини, часто розтріскуються у нижній частині переходу від підводки до стояку, яка омивається стічними водами, що мають різну температуру.

Ремонт несправних трубопроводів і фасонних деталей зварного пластмасового трубопроводу ускладнений, тому що здійснити розбирання стоку в межах поверху, маючи одне розтрубне з'єднання з гумовим кільцем, неможливо. У разі необхідності несправну ділянку трубопроводу видаляють з таким розрахунком, щоб можна було, використовуючи зварювання, приєднати до трубопроводу нову ділянку труби чи фасонну частину з відрізками труб за допомогою двох муфт. При неможливості проведення ремонту на несправну ділянку встановлюють еластичну гумову прокладку, яку притискають до труби металевим хомутом чи дротом.

При експлуатації пластмасових санітарних приладів необхідно дотримуватися наступних вимог: періодичний контроль міцності кріплення приладів на кронштейнах, вони не повинні переміщатися чи прогинатися; не заповнювати ємності приладів рідинами, які є сильними фарбниками; не припускати пошкодження поверхні приладів гострими речами; не припускати ударів; не прислоняти до приладів гарячі речі; не використовувати для очищення труб засоби з абразивними речовинами; не видаляти через прилади, що виготовлені із нетермостійкої пластмаси, протягом значного часу гарячу воду з температурою близько 100°C і воду, що має домішки миючих засобів значної концентрації (більш ніж 10%) та інше.

Очищення поверхні пластмасових санітарних приладів металевими щітками чи пастами з абразивними речовинами неприпустиме.

Найбільш характерною несправністю пластмасових санітарних приладів є утворення тріщин. При частому видаленні гарячої води через умивальник можлива поява дрібних тріщин навколо випуску, а при раптових ударах твердими речами – утворення проломів. Найбільш характерними несправностями пластмасової арматури для змивання води є розтріскування випусків, корпусів, гайок, зварних з'єднань, знос гумових прокладок, негерметичність з'єднань, засмічення. Ремонт пластмасової арматури для змивання води стосується заміни несправних деталей новими, заміни гумових прокладок, очищення арматури та інше. Він не являє особливих труднощів тому, що пластмасова арматура для змивання води легко розбирається і збирається знову за допомогою накидних пластмасових гайок.

СЦИНТИЛЯЦІЙНИЙ МЕТОД – ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ ОПТИЧНО-ПРОЗОРИХ ПОЛІМЕРІВ

Близнюк Д.О., Лебедєв В.В., Авраменко В.Л., канд. техн.наук
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

61002, Україна, м. Харків, вул. Фрунзе, 21

Сцинтиляційний метод реєстрації випромінювань – розділ науки і техніки, який виник і почав бурхливо розвиватися наприкінці 19 – початку 20 століття. Його становлення та розвиток відповідає нагальним рішенням фундаментальних і практичних завдань, пов'язаних з використанням лазерних джерел світла, створенням матеріалів для атомної, космічної і геологічної техніки, медицини та контролю радіаційної безпеки в міському господарстві.

Як детектори в цьому методі використовуються сцинтилятори, які характеризуються здатністю до перетворення енергії електронного випромінювання в світлову. Основою для виготовлення сцинтиляторів є оптично-прозорі неорганічні, органічні та полімерні матеріали, здатні світитися (люмінесціювати) під дією активуючого випромінювання різної природи.

Найбільш розповсюдженими оптично-прозорими люмінесціюючими полімерами, які використовуються для отримання пластмасових сцинтиляторів, на сьогодні є полістирол, поліметилметакрилат і їхні кополімери та похідні. Відомі також пластмасові сцинтилятори на основі вінілкарбазола, органосилоксанів, вінілдифеніла, вінілнафталіна, однак вони не знайшли широкого застосування через їх погану розчинність, малу прозорість та низькі люмінесцентні характеристики.

В залежності від типу випромінювання, яке реєструється, використовують пластмасові сцинтилятори різного складу та розміру. Для реєстрації γ -випромінювання високої енергії необхідні пластмасові сцинтилятори великої товщини, тому до них висуваються підвищені вимоги до прозорості до світла власного випромінювання. Детектори малих розмірів, які мають високий світловий вихід, застосовуються для реєстрації великих потоків γ – випромінювання. Оскільки реєстрація низькоенергетичного γ – випромінювання відбувається лише за рахунок фотоефекту, то детекторами в цьому випадку виступають пластмасові сцинтилятори малих розмірів.

Виходячи з того, що отримання полімерного матеріалу високої прозорості є досить важким завданням, для виготовлення високоякісних пластмасових сцинтиляторів необхідне поєднання ефективних методів очищення вихідних мономерів від домішок, що поглинають випромінювання, і оптимального способу їх синтезу і переробки. Вибір технології грає важливу роль при виготовленні пластмасових сцинтиляторів для тієї чи іншої потреби.

Специфічними особливостями технології отримання пластмасових сцинтиляторів є:

- застосування вихідної сировини високого ступеня чистоти та проведення технологічного процесу в умовах, що виключають контакт реагуючої маси з поглинаючими іонами перехідних металів;
- необхідність забезпечення максимальної оптичної однорідності полімеру;
- відсутність залишкового мономера, залишкових напружень, мікротріщин і, особливо, міхурів.

На сьогодні, пластмасові сцинтилятори отримують за допомогою лиття під тиском, екструзійним методом формування, пресуванням та шляхом полімеризації у формі. Не дивлячись на те, що найвищі оптичні характеристики мають сцинтилятори, які отримані за допомогою полімеризації у формі, при якій синтез полімеру і його переробка в готовий виріб поєднані в єдиний цикл, завдяки більшій продуктивності також широко вживаються лиття під тиском і екструзія.

Babiak I.P. 82
Koval P.N. 82
Tereshchenko T.A. 82

Абелешов В.І. 132
Абракітов В.Е. 35
Авраменко В.Л. 11, 28, 75, 134
Айрапетян Т.С. 129
Акмен В.О. 41
Антонов А.М. 21
Афанасьєва В.А. 99

Балев Ф.С. 72
Близнюк А.В. 33
Близнюк Д.О. 134
Бутковська Л.С. 21
Быков Р.А. 43

Войтова Ж.Н. 52
Воловик О.О. 8, 54, 70
Волювач С.В. 77

Гапонова Л.В. 104
Гарбуз А.О. 58
Гетало И.А. 127
Гетало Н.С. 127
Гоженко Л.П. 39
Григоров В.И. 121
Григорян Г.Г. 3, 12
Гукасян С.Ж. 3, 12

Данильцев В.Г. 28
Данченко Ю.М. 43
Деркач І.Л. 89
Довженко О.О. 100
Душкин А.С. 86
Душкин С.С. 93

Жданюк В.К. 8, 16, 46, 54, 70

Жданюк К.В. 8, 96
Жмура Д.С. 89

Задорожнікова І.В. 118
Захаренко В.О. 99
Земке В.М. 114
Золотов М.С. 24, 44, 58, 77, 104
Золотов С.М. 22, 61, 77
Золотова Н.М. 83
Зубрій О.Г. 6

Исакиєва О.Г. 129

Іванова А.А. 15, 99

Канцедаль Л.Д. 121
Капцов И.И. 128
Карандашов О.Г. 29
Карими Язди Амир Эхсан 75
Качеманова М.П. 43
Коваленко А.В. 86
Колесник Т.Л. 15
Колибаб'юк П.В. 21
Костін Д.Ю. 8, 16, 70
Кравченко В.В. 100

Лапшин А.С. 66
Лебедєв В.В. 134
Летута Т.М. 41
Лобко О.Н. 128
Лукашова В.В. 6, 39
Любченко М. А. 24, 44

Магазій П.М. 39
Макарчев О.О. 8
Масюк Ю.А. 46
Мкртчян А.Р. 3
Мороз Н.В. 104
Морозов И.В. 52

М'ячиков О.В. 41

Черкашина А.Н. 28, 33

Наконечный Ю.И. 21

Нат Т.П. 26

Нестеренко С.В. 26, 30, 121

Шадриков А.С. 11

Шанкерей Т.К. 91

Шевченко Э.Ю. 112

Шрестха Р.Б. 16

Шутенко Л.Н. 50, 58, 64, 77

Орлов В.О. 107

Щербов В.Ю. 64

Пахолук О.А. 118

Петухов А.Д. 6

Подгорная Л.Ф. 28, 33

Поливода И.А. 33

Попов Ю.В. 43

Пыхтин Б.М. 66

Эпоян С.М. 129

Юрко І.А. 100

Седышев Е.С. 66

Сейранян А.А. 3, 12

Селиванов С.Е. 72

Скляр В.А. 50

Скрипник Е.С. 22

Смилка Е.П. 86

Солодовник М.В. 86, 93

Сорокіна С.В. 41, 99

Супрун О.Ю. 36

Яковлева Р.А. 43

Ярема І.Т. 21

Яшин В.А. 16

Титар В.С. 116

Ткаченко Р.Б. 64

Толкынбаев Т.А. 91

Торкатюк В.И. 83

Трач В.М. 60

Трохимчук М.М. 107

Усик Г.А. 89

Фаріна І.О. 35

Хоружий М.М. 60

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1

Структура, физико-механические, физико-химические, технологические свойства и методы исследования пластмасс и полимеров, а также материалов с их использованием

<i>Гукасян С.Ж., Григорян Г.Г., Сейранян А.А., Мкртчян А.Р.</i> Высоконаполненные полимерные композиты на основе органофильного бентонита.....	3
<i>Петухов А.Д., Лукашова В.В., Зубрий О.Г.</i> Дослідження властивостей екструдованих пінополімерів.....	6
<i>Жданюк В.К., Воловик О.О., Костін Д.Ю., Жданюк К.В., Макарьев О.О.</i> Властивості асфальтобетонів з волокнистою полімерною добавкою.....	8
<i>Шадриков А.С., Авраменко В.Л.</i> Стабилизация полимерных материалов, эксплуатирующихся в условиях факторов светопогоды.....	11
<i>Гукасян С.Ж., Григорян Г.Г., Сейранян А.А.</i> Гидрофобизация поверхности частиц бентонита жирными кислотами.....	12
<i>Колесник Т.Л., Иванова А.А.</i> Дослідження показників якості сучасних будівельних матеріалів з пінополістиролу.....	15
<i>Жданюк В.К., Шрестха Р.Б., Костин Д.Ю., Яшин В.А.</i> Исследование влияния технологических режимов перемешивания на свойства битумов с добавкой «Icomont bs 100».....	16
<i>Колибаб'юк П.В., Ярема І.Т., Наконечний Ю.І., Антонов А.М., Бутковська Л.С.</i> Кінетика водопоглинання поліамідних зразків різної товщини та його вплив на величину модуля пружності.....	21
<i>Золотов С.М., Скрипник Е.С.</i> Влияние физико-механических факторов на адгезионные свойства акриловых клеев.....	22
<i>Золотов М.С., Любченко М.А.</i> Релаксационные явления в защитно-декоративных полимерных покрытиях.....	24
<i>Нестеренко С.В., Нат Т.П.</i> Совершенствование химических способов подготовки поверхности металла под окраску	26
<i>Авраменко В.Л., Данильцев В.Г., Карандашов О.Г., Подгорная Л.Ф., Черкашина А.Н.</i> Исследование стеклопластиков для труб холодного и горячего водоснабжения.....	28
<i>Нестеренко С.В.</i> Термоабразивная очистка металлических и железобетонных конструкций от органических и неорганических наслоений любой прочности перед нанесением на них лакокрасочных покрытий (ЛКП).....	30
<i>Черкашина А.Н., Подгорная Л.Ф., Поливода И.А., Близнюк А.В.</i> Разработка состава для получения поливинилхлоридного гранулята с улучшенной способностью к переработке.....	33

<i>Абракітов В.Е., Фаріна І.О.</i> Дослідження звукопоглинаючих властивостей пінополіуретану.....	35
<i>Супрун О.Ю.</i> Растворы на основе жидкого стекла с добавкой акрилового компаунда для защиты от коррозии строительных конструкций.....	36
<i>Гоженко Л.П., Магазій П.М., Лукашова В.В.</i> Реологічні властивості вторинного поліетилентерефталату.....	39
<i>Сорокіна С.В., Летута Т.М., Акмен В.О., М'ячиков О.В.</i> Дослідження споживчих властивостей пластиків.....	41
<i>Яковлева Р.А., Попов Ю.В., Данченко Ю.М., Быков Р.А., Качеманова М.П.</i> Прогнозирование скорости отверждения эпоксиаминных композиций низкотемпературного отверждения.....	43
<i>Золотов М.С., Любченко М.А.</i> Влияние модификатора на водопоглощение покрытий на основе полимерных материалов.....	44
<i>Жданюк В.К., Масюк Ю.А.</i> Властивості литих асфальтобетонів на основі модифікованих бітумів.....	46

СЕКЦИЯ 2

Расчет и исследование строительных конструкций с применением пластмасс и полимеров

<i>Шутенко Л.Н., Скляр В.А.</i> Влияние динамических нагрузжений на изменения усилий предварительной затяжки анкерных болтов на акриловых клеях	50
<i>Войтова Ж.Н., Морозов И.В.</i> Расчет поликарбонатных панелей с учетом изменения прочностных свойств по показателям предела прочности и модуля упругости.....	52
<i>Жданюк В.К., Воловик О.О.</i> Колієстійкість асфальтобетону на основі дорожніх бітумів різних марок.....	54
<i>Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Гарбуз А.О.</i> Влияние некоторых факторов на выносливость соединений бетонных элементов акриловыми клеями.....	58
<i>Трач В.М., Хоружий М.М.</i> Стійкість анізотропних циліндричних оболонок із шаруватих волокнистих композитів при крученні.....	60
<i>Золотов С.М.</i> Влияние условий динамического нагружения на усталостную прочность акриловых клеев.....	61
<i>Шутенко Л.Н., Щербов В.Ю., Ткаченко Р.Б.</i> Влияние некоторых технологических факторов на прочность и деформативность клеевой анкеровки арматурных стержней.....	64
<i>Лапишин А.С., Пыхтин Б.М., Седышев Е.С.</i> Оценка возможности использования блоков из полистиролбетона при возведении стен малоэтажных зданий.....	66
<i>Жданюк В.К., Воловик О.О., Костін Д.Ю.</i> Колієстійкість асфальтобетону армованого геосітками.....	70

СЕКЦИЯ 3

Теплостойкость, горючесть и пожаробезопасность пластмасс и полимерных материалов

<i>Балев Ф.С., Селиванов С.Е.</i> Влияние лазерного излучения на кинетику физических и химических превращений полимеров.....	72
<i>Карими Язди Амир Эхсан, Авраменко В.Л.</i> Пути снижения горючести полимерных материалов.....	75
<i>Шутенко Л.Н., Волювач С.В., Золотов М.С., Золотов С.М.</i> Тепло-стойкие акриловые композиции для промышленного строительства.	77

СЕКЦИЯ 4

Использование пластмасс и полимерных материалов в городском хозяйстве и строительстве

<i>Koval P.N., Babiak I.P., Tereshchenko T.A.</i> Cold applied materials for filling the expansion joints of road bridges.....	82
<i>Торкатюк В.И., Золотова Н.М.</i> Эффективность соединения старого бетона с новым акриловыми клеями.....	83
<i>Коваленко А.В., Солодовник М.В., Смилка Е.П., Душкин А.С.</i> Повышение эффективности работы мембран при очистке природных и сточных вод.....	86
<i>Деркач І.Л., Усик Г.А., Жмура Д.С.</i> Використання поліетиленових труб при будівництві та реконструкції газових мереж.....	89
<i>Толкынбаев Т.А., Шанкерей Т.К.</i> Изготовление полимерных электронагревателей на эпоксидном связующем.....	91
<i>Солодовник М.В., Душкин С.С.</i> Применение полимерных материалов при аппаратурном оформлении процессов очистки дренажных вод полигонов твердых бытовых отходов.....	93
<i>Жданюк К.В.</i> Сучасні конструкції дорожнього одягу на прогонових будовах металевих автодорожніх мостів.....	96
<i>Сорокіна С.В., Захаренко В.О., Іванова А.А., Афанасьєва В.А.</i> Використання поліпропілену у виробництві господарських виробів.....	99
<i>Довженко О.О., Юрко І.А., Кравченко В.В.</i> Застосування фібробетону в Україні. Властивості дисперсно армованих бетонів...	10
<i>Золотов М.С., Гапонова Л.В., Мороз Н.В.</i> Акриловые полимеррас-творы для монолитных наливных полов.....	0
<i>Орлов В.О., Трохимчук М.М.</i> Використання пінополістирольної за-сипки для знезалізнення води.....	10 4
<i>Шевченко Э.Ю.</i> Применение полимерных материалов в жилищно-коммунальном хозяйстве города.....	10
<i>Земке В.М.</i> Полиолефины – защита строительных конструкций.....	7
<i>Титар В.С.</i> Армування асфальтобетонних покриттів міських автомо-більних доріг.....	11

<i>Пахольук О.А., Задорожнікова І.В.</i> Управління побутовими відходами.....	2 11
<i>Нестеренко С.В., Григоров В.И., Канцедаль Л.Д.</i> Ингибиторная и бактерицидная защита теплообменного оборудования оборотного цикла при использовании фенольных сточных вод.....	4 11
<i>Гетало Н.С., Гетало И.А.</i> Применение гидроизоляционного материала «flexigum» в метростроении.....	6
<i>Капцов И.И., Лобко О.Н.</i> Основы методики анализа повреждаемости трубопроводов.....	11 8
<i>Эпоян С.М., Исакиева О.Г., Айрапетян Т.С.</i> Применение пластмассовых труб для повышения надежности систем водоснабжения и водоотведения.....	12
<i>Абелєшов В.І.</i> Деякі особливості експлуатації пластмасових виробів в інженерних системах будівель.....	1
<i>Близнюк Д.О., Лебедєв В.В., Авраменко В.Л.</i> Сцинтиляційний метод – високотехнологічна галузь застосування оптично-прозорих полімерів.....	12 7
Авторский указатель	12 8
	12 9
	13 2
	13 4 13 6

Научное издание

**«Применение пластмасс в строительстве
и городском хозяйстве»**

Материалы
IX Международной научно-технической
интернет - конференции

25 ноября – 25 декабря 2009 г.

Ответственный за выпуск проф. *М.С.Золотов*
Редактор *Н.С.Гетало*

Подп. к печати 06.01.2010	Формат 60х84 1/16	
Бумага офисная.	Усл.-печ. л. 8,3	
Уч.-изд. л. 9,8	Тираж 150 экз.	Заказ №
Печать на ризографе.		

Харьковская национальная академия городского хозяйства
Сектор оперативной полиграфии ЦНИТ ХНАГХ
61002, г. Харьков, ул. Революции, 12.