

В.А. Черватюк, І.М. Кушнір, О.Є. Волліс  
Фізико-механічний інститут НАН України, м. Львів

## СИСТЕМА АНТИКОРОЗІЙНОГО ПОКРИТТЯ НА ОСНОВІ БІТУМНО-ПОЛІМЕРНОЇ КОМПОЗИЦІЇ

© Черватюк В.А., Кушнір І.М., Волліс О.Є., 2013

Проаналізовано перспективи використання водних бітумних емульсій для антикорозійного захисту об'єктів нафтогазового комплексу. Особливу увагу приділено методу отримання покриття на основі бітумно-полімерної емульсії. Наведено переваги використання бітумно-полімерних емульсій для антикорозійного захисту об'єктів нафтогазового комплексу. Наведено властивості покриття, отриманого з емульсійних композицій. Розроблено систему покриття на основі отриманого матеріалу. Зроблено висновок, що отримана система покриття може бути використана для антикорозійного захисту об'єктів нафтогазового комплексу.

**Ключові слова:** модифікована бітумна емульсія, латекс, система покриття.

The prospects of usage of water bitumen emulsion for anticorrosive protection of objects of oil and gas facilities are analyzed. Special attention is given to the method of obtaining the coating based on a polimer-bitumen emulsion. The advantages of the usage of polimer-bitumen emulsions for anticorrosive protection of objects of oil and gas facilities are given. The properties of coating obtained from emulsion compositions are shown. The coating system based on obtained material is developed. Conclusions that obtained coating system can be used for anticorrosive protection of objects of oil and gas facilities are made.

**Key words:** modified bitumen emulsion, latex, coating system.

**Вступ.** В умовах тотальної економії та нових екологічних викликів надзвичайно перспективними для використання в антикорозійному захисті є бітумні емульсії [1]. Використовуючи те, що бітум не розчинний у воді і для утворення бітумної емульсії використовують спеціальні емульгатори та стабілізатори, можна домогтись фактично миттєвого утворення шару бітумного покриття заданої товщини на металевій поверхні. Під час руйнування шару емульгатора навколо краплинки бітуму миттєво відбуваються процеси коагуляції (злипання) та коалесценції. Частинки бітуму злипаються, утворюючи шар монолітної ізоляції. Головною перевагою застосування бітумної емульсії є значна економія енергозатрат – більше 40 % і менші капіталовкладення. Цей ефект досягається завдяки відсутності нагрівання. Також ця технологія екологічно чиста, оскільки відсутні шкідливі викиди від розчинників в атмосферу і повністю вибухобезпечна, коли йдеться про обробку та транспортування бітумної емульсії. Надзвичайно важливою також є можливість модифікування бітумних емульсій і створення на їх основі модифікованих покриттів холодного нанесення – бітумно-полімерних композицій. Перспективними матеріалами для модифікації бітумів і бітумних емульсій та отримання на їх основі бітумно-полімерних композиційних матеріалів є латекси. Це зумовлено широкою сировинною базою та комплексом корисних властивостей латексу [2, 3]. Отже, зберігаючи необхідні властивості бітуму, можна отримати якісний ізоляційний матеріал із заданими характеристиками.

**Мета роботи** – розробити модифіковане покриття холодного нанесення на основі швидкорозпадної бітумної емульсії та розробити конструкцію системи протикорозійного захисту на основі одержаного покриття, яка характеризується експлуатаційними властивостями, що відповідають сучасним нормативним вимогам.

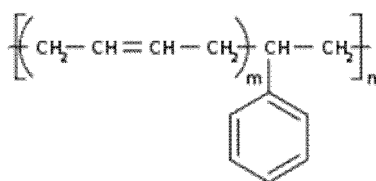
**Зразки та методика досліджень.** Для цієї роботи було приготовлено бітумну емульсію (аніонну) на установці SEP 0.3R (серія № 000343, 1998 р.). Виробник A/S Marius Pedersen; Oerbaekvej 49; DK-8563 Ferritslev. Потужність установки – 300 л/год, швидкість обертання ротора – 8000–12000 об/хв. Був використаний бітум Nynas 100/150 (аналог БНД 130/200) виробництва Швеції.

Бітумну емульсію приготовлено такого складу:

- бітум Nynas 100/150 – 60 %;
- емульгатор (Redicote 505) – 1,1 %;
- стабілізатор NaOH;
- вода.

Як модифікатор аніонної бітумної емульсії був використаний стирол-бутадієновий синтетичний каучук (SBR-полімер) TORTEX B. Виробник – Alcol Chemicals (Швеція).

Стирол-бутадієновий каучук – продукт сополімеризації бутадієну та стиролу, отриманий за допомогою емульсійної радикальної полімеризації або полімеризації у розчині. Загальна формула така:



Латекс стирол-бутадієнового синтетичного каучука – водна дисперсія стирол-бутадієнового полімеру, малов'язка рідина білого кольору, розроблена спеціально для модифікації бітумних емульсій.

Латекс стирол-бутадієнового каучука – це термоеластопласт, тобто дуже еластичний полімер, для “затвердіння” якого необхідне лише видалення води. Модифікатор виконує роль полімерної матриці, в якій розташовуються крапельки бітуму. Полімерна матриця забезпечує такі важливі характеристики матеріалу, як еластичність, міцність під час розтягу та на розрив, здатність відновлювати форму після зняття навантаження. Бітум, виконуючи роль наповнювача, забезпечує необхідну адгезію матеріалу та захисні властивості (міцність під час удару).

Модифікацію бітумної емульсії здійснювали за допомогою диспергування стирол-бутадієнового латексу у готовій бітумній емульсії. Полімер був доданий у кількості 3, 5 і 7 % відповідно до маси бітумної емульсії.

Як ініціатор утворення покриття був використаний калій сірчаноокислий кислий (KHSO4).

Під час розроблення системи була використана ґрунтовка “БУДІЗОЛ-ґрунт” виробництва ТОВ “Центр передових технологій будівництва та ремонту автомобільних доріг” (м. Харків) та стрічка полівінілхлоридну (ПВХ) виробництва фірми “ОЗОМ” (м. Одеса).

**Результати досліджень та їх аналіз.** Властивості емульсії аніонної бітумної немодифікованої (ЕА) та модифікованої (ЕАМ) наведено у табл. 1.

Під час змішування бітумно-латексної емульсії з ініціатором утворення покриття відбувається руйнування оболонки емульгатора і дрібні частинки полімеру злипаються у більшій угруповання, та потрапляючи на поверхню, утворюють мембрану, в порожнинах якої розташовуються крапельки бітуму. Після відділення технологічної води матеріал набирає властивостей антикорозійного покриття.

Стан отриманого покриття перевіряли візуально. Поверхня в усіх випадках була суцільною, без скупчень зайвого матеріалу, пухирців. Через 24 год під час натискання матеріал не деформується і на його поверхні не залишається відбитка, тобто його оцінювали як сформований.

У табл. 2 наведено властивості покриття, отриманого з емульсійних композицій.

Таблиця 1

## Властивості емульсій аніонних: немодифікованої (ЕА) та модифікованої (ЕАМ)

№ з/п	Назва показника	Вимоги ДСТУ Б В 2.7-129-2006	Результати випробувань				
			ЕА (немодифікована)	ЕАМ (3 % SBR)	ЕАМ (5 % SBR)	ЕАМ (7 % SBR)	
1	Зовнішній вигляд	Темно-коричнева рідина без згустків бітуму	відповідає	відповідає	відповідає	відповідає	
2	Умовна в'язкість, с, не більше	20	12,2	12,0	11,7	7,8	
3	Однорідність (залишок на ситі № 014), не більше	0,5	0,01	0,01	0,01	0,01	
4	Показник концентрації водневих іонів, рН	8,0-12,0	10,3	9,6	9,38	9,15	
5	Вміст твердої фази, %	50-70	60,2	60,3	60,6	61,3	
6	Стійкість під час зберігання: залишок на ситі № 014, %, не більше:						
		• після семи діб	0,8	0,01	0,01	0,01	0,05
		• після 14 діб	1,2	0,01	0,01	0,01	0,05

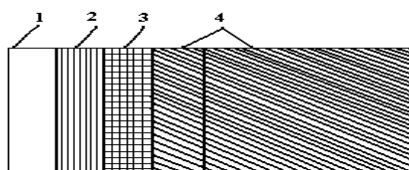
Таблиця 2

## Властивості покриття, отриманого з різних емульсійних композицій

№ з/п	Назва показника	Результати випробувань		
		матеріал на основі ЕАМ (3 % SBR)	матеріал на основі ЕАМ (5 % SBR)	матеріал на основі ЕАМ (7 % SBR)
1	Загальна товщина покриття, мм	0,58	0,65	0,63
3	Температура розм'якшення, °С	57	46	55
6	Температура плавлення, °С	73	70	72
7	Діелектрична суцільність, кВг	5	5	5
8	Адгезія до сталі, кг/см <sup>2</sup>	1,9	2,9	1,8

Проаналізувавши отримані результати, бачимо, що властивості бітумно-полімерного матеріалу (за модифікації різною кількістю латексу) підтверджують описані у літературі [4] залежності (наявність трьох фаз у модифікованій композиції). Згідно з проведеними випробуваннями для створення конструкції системи покриття була обрана бітумно-полімерна композиція із 5 % кількістю латексу. У зв'язку з тим, що покриття повинно мати комплекс різних властивостей, воно являє собою складну систему, що складається з різних матеріалів, кожний з яких виконує певну функцію.

На рисунку показано конструкцію системи покриття посиленого типу, а в табл. 3 – властивості цієї системи покриття.



Конструкція системи покриття посиленого типу: 1 – металева основа; 2 – ґрунт; 3 – матеріал на основі ЕАМ (5 %SBR); 4 – стрічка

## Властивості конструкції системи покриття

№ з/п	Назва показника	Вимоги ДСТУ 4219-2003	Результати випробувань
	Загальна товщина покриття, мм, не менше <ul style="list-style-type: none"> <li>• грунт</li> <li>• матеріал на основі ЕАМ (5 %SBR)</li> <li>• два шари стрічки</li> </ul>	2,0	2,2  0,06 0,94  1,2 (0,6×2)
1.	Діелектрична суцільність	Відсутність пробою електричним струмом за напруги 5 кВт/мм	Покриття витримує електричний струм напругою 20 кВт/мм
2.	Міцність під час удару, Дж, не менше	8,0	15,0
3.	Адгезія стрічки до матеріалу, кг/см <sup>2</sup>	–	0,5

**Висновки.** Досвід експлуатації нафтогазопроводів з різними видами ізоляційних покриттів показав, що конструкція бітумного ізоляційного покриття забезпечує надійний захист трубопроводу від корозії. Велика частина трубопроводів заізольована бітумними покриттями, термін служби яких без втрати захисних властивостей становить більше 20 років. Проведені дослідження довели, що запропонована конструкція системи покриття відповідає необхідним вимогам щодо забезпечення антикорозійного захисту нафтогазопроводів і може мати великі перспективи, насамперед для ремонту вже існуючих об'єктів.

1. Черватюк В.А., Кушнір І.М. Перспективи використання захисних покриттів на основі водних бітумно-полімерних емульсій для антикорозійного захисту об'єктів нафтогазового комплексу // Фізико-хімічна механіка матеріалів. Проблеми корозії та протикорозійного захисту матеріалів. – 2012. – Спец. вип. №9. – Т. 2. – С.677–683. 2. Синтетический каучук / под ред. И.В. Гармонова. – Л.: Химия, 1983. – 560 с. 3. Мурафа А.В., Макаров Д.Б, Нуриев М.А., Хозин В.Г. Наномодифицированные битумные эмульсии строительного назначения\* // Известия КазГАСУ. – 2010. – № 2 (14): Строительные материалы и изделия. – С. 245–249. 4. Всемирная дорожная ассоциация // Технический комитет “Нежесткие дороги”. Модифицированные битумные вяжущие, специальные битумы и битумы с добавками в дорожном строительстве / пер. с франц. д.т.н. В.А. Золотарев, инж. Л.А. Безпалова; под общ. ред. д.т.н. В.А. Золотарева, д.т.н. В.И. Братчуна. – Харьков: Изд-тво ХНАДУ, 2003. – 229 с. 5. ДСТУ Б В.2.7-129:2006. Емульсії бітумні дорожні. Технічні умови // В. Вирожемський, Е. Гнатюк, С. Кіщинський, Л. Кириченко та ін. – К.: Мінбуд України, 2006. – 28 с. 6. ДСТУ 4219-2003. Трубопроводи сталеві магістральні. Загальні вимоги до захисту від корозії. – К., 2003. – 86 с. 7. Кемалов Р.А. Научно-практические аспекты процессов коррозии и способов защиты: монография / Р.А. Кемалов, А.Ф. Кемалов. – Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2008. – 280 с.