

Г.М.Никифорчин¹, В.А.Черватюк¹, В.І.Маруха², З.В.Слободян¹, І.М.Кушнір¹, Л.В.Стехнович¹

**ТЕХНОЛОГІЯ ПРОТИКОРОЗІЙНОГО ЗАХИСТУ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ
ПОКРИТТЯМИ НА ОСНОВІ ШВИДКОТВЕРДНОЇ БІТУМНО-ЛАТЕКСНОЇ
ЕМУЛЬСІЇ**

¹ Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, Львів, повна поштова адреса
та телефон установи

² ДП Інженерний центр «Техно-Ресурс» НАН України, Львів, повна поштова адреса та
телефон установи

Створено рецептури швидкотвердних бітумно-латексних емульсій і покриттів на їх основі, проведено лабораторні випробування їх фізико-хімічних та протикорозійних властивостей. Розроблено технологію протикорозійного захисту, технічну документацію на установку для отримання водних бітумно-латексних емульсій, змонтовано установку та випущено дослідну партію швидкотвердної емульсії. Проведено дослідно-промислово перевірку технології нанесення покриттів на труби нафтогазової промисловості.

Ключові слова: бітумно-латексна водна емульсія, емульгатор, ініціатор, інгібітор, протикорозійне покриття, адгезія.

Г.М.Никифорчин¹, В.А.Черватюк¹, В.И.Маруха², З.В.Слободян¹, И.М.Кушнир¹, Л.В.Стехнович¹

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОТИВОКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ СТАЛЬНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЯМИ НА ОСНОВЕ БЫСТРОТВЕРДЕЮЩЕЙ БИТУМНО-
ЛАТЕКСНОЙ ЭМУЛЬСИИ**

¹ Физико-механический институт им. Г.В. Карпенка НАН Украины, Львов, полный почтовый
адрес и телефон организации

² ДП Инженерный центр «Техно-Ресурс» НАН Украины, Львов, полный почтовый адрес и
телефон организации

Созданы рецептуры быстротвердеющих битумно-латексных эмульсий и покрытий на их основе, проведены лабораторные испытания их физико-химических и про-тивокоррозионных свойств. Разработана технология про-тивокоррозионной защиты, техническая документация на установку для получения водных битумно-латексных эмульсий, смонтирована установка и выпущена опытная партия быстротвердеющей эмульсии. Проведена опыт-но-промышленная проверка технологии нанесения пок-рытий на трубы нефтегазовой промышленности.

Ключевые слова: битумно-латексная водная эмульсия, эмульгатор, инициатор, ингибитор, противокоррозионное покрытие, адгезия.

H.M.Nykyforchyn¹, V.A.Chervatyuk¹, V.I.Marukha², Z.V.Slobodyan¹, I.M.Kushnir¹, L.V.Stehnovych¹

TECHNOLOGY OF ANTICORROSIVE PROTECTION OF STEEL CONSTRUCTIONS BY COATINGS BASED ON RAPID—HARDENING BITUMEN-LATEX EMULSION

¹ G.V. Karpenko Physical-Mechanical Institute, NAS of Ukraine, Lviv, address and telephone

² SE «Techno-Resource», NAS of Ukraine, Lviv, address and telephone

The recipes of rapid—hardening bitumen-latex emulsions and coatings on its base are created, in-laboratory tests of their physical, chemical and anticorrosive properties are carried out. The technology of anticorrosive protection and the installation technical documentation for making of aqueous bitumen-latex emulsion is developed, installation is mounted and a pilot lot of rapid—hardening emulsion is produced. Experimental-industrial approbation of the technology of coating formation on pipes in oil and gas industry is carried out.

Keywords: bitumen-latex aqueous emulsion, emulgator, initiator, inhibitor, anticorrosive coating, adhesion.

Останнім часом в Україні збільшилася необхідність створення сучасних довговічних, економічно виправданих, технологічно простих та екологічно надійних ізоляційних покриттів для протикорозійного захисту металоконструкцій. Ця проблема особливо актуальна для проти-

корозійного захисту трубопроводів, резервуарів для зберігання нафтопродуктів, різного устаткування тощо [1]. Один із шляхів розв'язання цього завдання полягає у використанні покриттів на основі швидкотвердної бітумної емульсії (БЕ). Відома ціла низка модифікованих БЕ, які містять різні добавки: похідні мо-нокарбонівих кислот, біоліпідні екстракти, епоксидовані жирні кислоти, натрієві солі карбоксиметилцелюлози і фосфорної кислоти, натуральний латекс і рідкий каучук, гомополімер акриламиду та ін.

Класична технологія нанесення покриттів із гарячих бітумних мастик малотехнологічна, енергоємна та екологічно не бездоганна. Крім того, такий процес формування протикорозійного покриття може спричинити деформаційне старіння металу, який уже попередньо зазнав пластичної деформації (в першу чергу це стосується трубопроводів). Внаслідок цього ще до початку експлуатації може істотно зменшитися опір металу крихкому руйнуванню.

Більшість промислово розвинених країн відмовляються від застарілих технологій розбавлення бітуму органічними розчинниками або нагріванням до температури плавлення. Поширеним є холодний спосіб приготування БЕ з істотно меншою в'язкістю вже при 20 °С, яка співмірна з в'язкістю дисперсного середовища (водної фази) і має вищу адгезію до поверхонь різної структури та природи. Крім того, зарубіжний досвід показує [2], що холодні технології з використанням БЕ в дорожньому будівництві забезпечують економію бітуму на 30 % і знижують енерговитрати майже в 1,5 рази. Тому, враховуючи поліпшення експлуатаційних характеристик в'язучого матеріалу, скорочення питомих та енергетичних витрат, зменшення шкідливих викидів в навколишнє середовище і підвищення економічної ефективності та безпеки проведення робіт, можна найближчим часом сподіватися зростання частки споживання БЕ, модифікованих полімерними матеріалами. Перспективними для модифікації бітумів та отримання на їх основі бітумно-полімерних композиційних матеріалів є латекси, які мають широкий спектр властивостей та забезпечені достатньою сировинною базою [3].

У Фізико-механічному інституті (ФМІ) ім. Г.В. Карпенка НАН України розроблено та випробувано ряд рецептур бітумно-латексних водних емульсій [4, 5] і покриттів на їх основі, до-

сліджено фізико-механічні та протикорозійні властивості останніх, що стало основою для доведення Державним підприємством «Інженерний центр "Техно-Ресурс" НАН України» цих досліджень до практичної реалізації.

Задекларована технологія має дві принципові стадії: 1) синтез бітумно-латексної водної емульсії та 2) формування швидкотвердого покриття в процесі його «холодного» нанесення на металеву поверхню шляхом додавання до емульсії спеціального ініціатора. Характерною особливістю другої стадії є миттєве витіснення води на поверхню покриття, що відкриває реальну перспективу нанесення композиції на мокру поверхню.

ПРИГОТУВАННЯ ВОДНОЇ БІТУМНОЇ ЕМУЛЬСІЇ

Загалом склад БЕ може коливатися в доволі широкому діапазоні основних складників: бітуми нафтові — 40—80 %; емульгатори — 0,5— 3.0%; стабілізатори — 1—3 %. На основі проведених досліджень за базову композицію вибрана аніонна БЕ такого складу: бітум Nynas 100/150 — 60 %; емульгатор (Redicote 505) — 1%; стабілізатор NaOH; вода. Фізико-хімічні показники композиції відповідають вимогам ДСТУ Б В 2.7-129-2006 (табл. 1, колонка 3).

МОДИФІКАЦІЯ БІТУМНОЇ ЕМУЛЬСІЇ

Емульсію модифікували латексом стирол-бутадієнового синтетичного каучуку (SBR-полімер) торгової марки TORTEX В (рис. 1). Це термоеластопласт, що твердне при видаленні води, виконує роль полімерної матриці, в якій розташовуються краплі бітуму. Будова молекули стирол-бутадієнового каучуку дає можливість формувати полімерну матрицю, яка забезпечує поєднання таких важливих характеристик матеріалу, як міцність та еластичність. Водночас бітум, виконуючи роль наповнювача, формує необхідну адгезію матеріалу та міцність під час удару.

Латекс за концентрацій 3, 5, 7, 10 і 15 % стосовно маси БЕ не змінює зовнішнього вигляду композиції, її однорідності та стійкості під час зберігання. Отже, його додавання до композиції в таких кількостях не повинно впливати на термін її зберігання. Зі збільшенням концентрації латексу а в композиції зростає вміст твердої фази с (рис. 2), оскільки її вміст у стирол-

бутадієновому латексі є дещо вищим порівняно з вихідною БЕ: $64,0 \pm 1,0$ % супроти 60,2 %. Встановлено, що низькі концентрації латексу ($a = 3\text{—}7$ %) практично не змінюють в'язкості композиції v , однак за вищих a (10—15 %) вона істотно підвищується.

Зазначимо, що вміст латексу в досліджуваному діапазоні концентрацій практично не впливає на інші показники модифікованої БЕ (див. Табл. 1).

ФОРМУВАННЯ ПОКРИТТЯ З БІТУМНО-ПОЛІМЕРНОЇ КОМПОЗИЦІЇ

Покриття на поверхні металу з бітумно-полімерної композиції формується під впливом т.зв. ініціатора — неорганічної сполуки, здатної руйнувати оболонку міцел, утворених емульгатором. При цьому високодисперсні частинки полімеру, злипаючись, утворюють на поверхні металу своєрідну мембрану, в порожнинах якої розташовуються краплі бітуму. Час утворення такого покриття становить 1—5 с. Після виділення технологічної води покриття набуває протикорозійних властивостей.

Зазначимо, що поверхня покриття суцільна, з рівномірним розподілом матеріалу, без пухирів та нерівностей. Отримане таким способом бітумно-полімерне покриття стабілізується, тобто його можна вважати повністю сформованим, через ~24 год після нанесення (покриття під впливом натискання не деформується і на його поверхні не залишається відбитків).

Основні характеристики покриття в залежності від концентрації латексу в бітумній емульсії наведені в табл. 2. Помітні зміни в деяких показниках спостерігаються лише при високих a . Так, за максимальної $a = 15$ % температури розм'якшення та плавлення композиції зростають в середньому на $9\text{—}12^\circ$, а діелектрична суцільність підвищується на 10 кВ/мм порівняно з композицією, що містить 3 % латексу. Однак у цілому отримані показники відповідають вимогам, які ставляться до даного виду покриттів.

На основі отриманих результатів випробувань та з урахуванням конструктивних особливостей такого типу захисних покриттів для створення надійної цілісної конструкції покривної системи було обрано як найбільш оптимальну бітумно-полімерну композицію із 5—7%-м вмістом латексу. Для цього варіанту в табл. 3 наведена загальна характеристика системи

грунтовка—покриття—стрічка з огляду на протикорозійний захист трубопроводів (рис. 3).

Отримані показники відповідають вимогам ДСТУ-4219-2003, а деякі (напр., діелектрична суцільність та міцність при ударі) навіть перевищують їх.

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Кінцевим продуктом проведених науково-дослідних робіт стала технологія виробництва бітумно-латексної емульсії та відповідна дільниця для її реалізації. Розроблена технологія має низку переваг (табл. 5) над традиційними технологіями за рахунок скорочення витрати в'язучого матеріалу на 20—40 %, зниження до 40 % енерговитрат та зменшення екологічних ризиків.

ВИСНОВКИ

Суб'єкти застосування розробленої технології — це в першу чергу підприємства нафтогазового комплексу. Однак ця технологія має перспективи і в інших галузях будівництва, там, де необхідно забезпечити якісний, надійний і недорогий протикорозійний захист металоконструкцій.

Нами виготовлена та апробована дослідно-промислова установка для приготування швидкотвердної бітумно-латексної емульсії (рис. 5, 6), випущена дослідна партія емульсії та спільно з ТОВ-компанією «Пульсар і К^о» (м. Рівне) на виробничій базі ПрАТ «Нафтогазбуд» проведена дослідно-промислова перевірка технології її нанесення на трубу діаметром 325 мм. Протикорозійне ізоляційне покриття загальною товщиною 3 мм має конструкцію відповідно до ТУ У 23.9-03534506-003-14 та складається з шарів: бітумно-полімерної ґрунтовки; емульсії; армувального матеріалу виробництва ТОВ-компанії «Пульсар і К^о»; емульсії; полівінілхлоридної плівки; обгортки виробництва ПрАТ «Одеський завод оздоблювальних матеріалів». Атестація створеного покриття на відповідність вимогам ДСТУ 4219-2003 підтвердила ефективність розробленої технології.

Зазначимо, що розроблена технологія призначена, в першу чергу, замовникам ізоляційних робіт (наприклад, ПрАТ «Укртранснафта», ПАТ «Укртрасгаз», ВАТ «Укргазвидобування»),

підприємствам-виробникам ізоляційних матеріалів (ПрАТ «Одеський завод оздоблювальних матеріалів», ТзОВ «НВП "Український центр радіаційних технологій"», ТзОВ «Дайвер», ТОВ-компанія «Пульсар і К°») та виконавцям ізоляційних робіт (ПрАТ «Нафтогазбуд», ПрАТ «Нафтогазбудізоляція», ДПШЦ «Техно-Ресурс», ТзОВ «Центр передових технологій будівництва та ремонту автомобільних доріг»). Технологія має перспективи застосування і в інших галузях промисловості та будівництва, де необхідно забезпечити якісний, надійний і недорогий протикорозійний захист металоконструкцій.

Дослідження підтримане науково-технічним проектом НАН України «Розроблення технології протикорозійного захисту трубопроводів та металоконструкцій покриттями на основі швидкотвердної бітумно-латексної емульсії» (2014 р.), № держреєстрації 0114U000924.

ЛІТЕРАТУРА

1. Никифорчин Г.М., Поляков С.Г., Черватюк В.А., Ори-няк І.В., Слободян З.В., Джала Р.М. Міцність і довговічність нафтогазових трубопроводів і резервуарів. — Львів: СПОЛОМ, 2009. — Том 11.— 504 с.
2. Черватюк В.А., Пермінова І.М. Сучасні тенденції у застосуванні протикорозійних покриттів для захисту магістральних нафтогазопроводів та резервуарів // Фіз.-хім. механіка матеріалів. — Спец. випуск № 8. — Львів, ІФТУНГ, 2010. — Том 2. — С. 625—630.
3. Черватюк В.А., Кушнір І.М. Перспективи використання захисних покриттів на основі водних бітумно-полімерних емульсій для антикорозійного захисту об'єктів нафтогазового комплексу // Фіз.-хім. механіка матеріалів. — Спец. випуск № 9. — Львів, ІФТУНГ, 2012. — Том 2. — С. 677—683.
4. Черватюк В.А., Кушнір І.М. Протикорозійні покриття на основі водної бітумно-полімерної композиції з великою швидкістю формування // Фіз.-хім. механіка матеріалів. — 2013. — № 3. — С. 110—113.

5. Черватюк В.А., Кушнір І.М., Волліс О.Є. Система антикорозійного покриття на основі бітумно-полімерної композиції. — Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», Вісник «Хімія, технологія речовин та їх застосування», 2013. — С. 261—264.
6. Розенфельд І.А., Рубінштейн Ф.И. Антикорозионные грунтовки и ингибированные лакокрасочные покрытия. — М.: Химия, 1980. — 200 с.

REFERENCES

1. Nykyforchyn G.M., Poljakov S.G., Chervatjuk V.A. Micnist' i dovgovichnist' naftogazovyh truboprovodiv i rezervuariv. L'viv: SPOLOM, 2009. Tom 11 [in Ukrainian].
2. Chervatjuk V.A., Perminova I.M. Suchasni tendencii' u za stosuvanni protykorozijnyh pokryttiv dlja zahystu magistral'nyh naftogazoprovodiv ta rezervuariv. Fiz.-him. mehanika materialiv. Spec. vypusk N 8. L'viv, IFTUNG, 2010. Tom 2: 625—630 [in Ukrainian].
3. Chervatjuk V.A., Kushnir I.M. Perspektyvy vyko rystannja zahysnyh pokryttiv na osnovi vodnyh bitumno-polimernyh emul'sij dlja antykorozijnogo zahystu ob'ektiv naftogazovogo kompleksu. Fiz.-him. mehanika materialiv. Spec. vypusk N 9. L'viv, IFTUNG, 2012. Tom 2: 677— 683 [in Ukrainian].
4. Chervatjuk V.A., Kushnir I.M. Protykorozijni pokryvy na osnovi vodnoi' bitumno-polimernoi' kompozycji' z velykoju shvydkistju formuvannja. Fiz.-him. mehanika materialiv. 2013, N 3: 110—113 [in Ukrainian].
5. Chervatjuk V.A., Kushnir I.M., Vollis O.Є. Systema antykorozijnogo pokryttja na osnovi bitumno-polimernoi' kompozycji'. L'viv: Vydavnyctvo NU «L'vivs'ka politehnika», Visnyk «Himija, tehnologija rečovyn ta i'h zastosuvannja», 2013: 261—264 [in Ukrainian].
6. Rozenfel'd I.A., Rubinshtejn F.I. Antikorrozionnye gruntovki i ingibirovannye lakokrasochnye pokrytija. Moskvs: Himija, 1980 [in Russian].