

НАУКОВО-ПРАКТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ КАМ'ЯНО-ВУГІЛЬНОЇ ІЗОЛЯЦІЇ

Р. Т. Мартинюк

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу;
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15;
тел. +380 (342) 72-71-38; e-mail: snp@nupq.edu.ua*

З 2005 року в трубопроводному транспорті України збільшився асортимент і позитивно змінилась структура виробництва та імпорту сучасних ізоляційних матеріалів. Розширились області використання полімерних, лакофарбових і композиційних покриттів та багатошарових конструкцій ізоляції. Це ізоляційні матеріали, покриття та композиційні системи для захисту магістральних газонафтопроводів, резервуарів для нафти і нафтопродуктів і металоконструкцій на поліефірній, кам'яновугільній, нафтобітумній, а також полімерній стрічкових основах.

Ключові слова: *ізоляційні матеріали, композиційні покриття, багатошарова конструкційна ізоляція.*

У світовій практиці протикорозійного захисту магістральних газонафтопроводів широко використовують кам'яновугільні покриття, модифіковані еластомерами на каучуковій і поліуретановій основах. Для здешевлення поліпоксидної, поліуретанової та іншої полімерної ізоляції та надання їй біостійкості, а також здатності інгібувати сталеві поверхні в композиції для їх нанесення часто вводять кам'яновугільні пекі, смоли і високов'язкі коксохімічні продукти.

У західних країнах для протикорозійного ізолювання магістральних трубопроводів різних типів застосовують кам'яновугільні мастикові покриття. Широке застосування кам'яновугільних ізоляційних матеріалів обумовлено доступністю та відносно низькою вартістю вихідної сировини – кам'яновугільних пеків, смол і продуктів їх дистиляції. Важливим фактором, що в перспективі може стати вагомим і для України, є промислове освоєння у вказаних країнах технологічних процесів та сучасного обладнання для ізолювання труб у заводських (базових) і магістральних трубопроводів у трасових умовах нафтобітумними («асфальтовими») покриттями.

Основа (матриця) в даному ізоляційному покритті має температуру 20°C. При температурах вище 100°C ці покриття здатні розплавлятися, що використовується в технологічних процесах їх нанесення на труби (трубопроводи) і металоконструкції методами поливу або безповітряного розпилення. В композиційному плані кам'яновугільна матри-

ця складається із взаємозв'язаних у єдиній колоїдній системі (міцелі) компонентів: високомолекулярних пеків і смол в оболонці висококиплячих оливоподібних продуктів меншої молекулярної маси. Найчастіше оболонку колоїдних міцел формують, використовуючи продукти дистиляції кам'яновугільних смол.

Для підвищення температури розм'якшення та фізико-технічних параметрів до складу кам'яновугільних мастик вводять мінеральні наповнювачі та полімерні модифікатори. При формуванні захисних покривів газонафтопроводів з метою поліпшення їх механічних і деформаційних характеристик кожен шар кам'яновугільної мастики армують склотканинами чи склополотнами, а зовнішню поверхню захищають паперовими або полімерними обгортками.

До суттєвих переваг кам'яновугільних покривів магістральних газонафтопроводів, що визначаються, передусім, властивостями їх матриць відносяться водо-, хімічна і мікробіологічна стійкість, високі ізоляційні характеристики, опір катодному відшаруванню, а також висока адгезія та здатність інгібувати поверхню сталі. Комплекс вказаних параметрів забезпечує надійний захист сталевих поверхонь при тривалій експлуатації в середовищах різної корозійної активності.

Тому, незважаючи на недостатні фізико-механічні та деформаційні характеристики і понижену морозостійкість, кам'яновугільна ізоляція широко засновується в протикорозійному захисті магістральних газонафтопроводів і металоконструкцій у Великобританії, Франції, Німеччині, США та інших країнах.

Максимально ефективність кам'яновугільних покривів проявляється на магістральних і технологічних трубопроводах та інших металомістких об'єктах, що експлуатуються у важких корозійних умовах, зокрема, на морі, в тропіках чи в засолених обводнених ґрунтах. З вітчизняних і зарубіжних публікацій відомо, що кам'яновугільна ізоляція за терміном служби і надійністю протикорозійного захисту досягає рівня одношарових поліепоксидних і поліуретанових покривів і наближається до тришарової поліетиленової ізоляції.

Дослідивши покриви на основі кам'яновугільної мастики «Карбопласт» (Франція), встановлено, що величина їх адгезії до сталі після 1000 год витримки зразків у воді практично не змінилась і становила $3,25 \text{ кН/м}^2$. Для системи «сталь-кам'яновугільний покрив товщиною 4,0 мм» перехідний електричний опір після 7 місяців витримки в 3%-ному водному розчині NaCl мав високе значення – $2,0 \times 10^7 \text{ Ом}\cdot\text{м}^2$. Результати досліджень узгоджуються з даними експериментальних праць і загальними висновками оглядів ізоляційних покривів. На основі досліджень було встановлено, що тільки кам'яновугільна ізоляція здатна забезпечити надійний захист підземних і підводних трубопроводів протягом 35-40 років.

Проблеми технології виробництва кам'яновугільних ізоляційних мастик і можливостей їх практичного застосування на магістральних і

комунальних трубопроводах СРСР розроблялись у 80-тих роках минулого століття. Було науково обґрунтовано питання підбору складових мастики.

Проведені разом із АКХ ім. К.Д. Памфілова технологічні дослідження завершилися розробкою кам'яновугільно-талькової мастики «Катізол» (ТУ 204 РСФСР 1068-80) і конструкції покритву комунальних труб (трубопроводів) на її основі.

Мастика «Катізол» мала близькі до нафтобітумно-мінеральних мастик характеристики. Її температура розм'якшення за методом «кільця і кульки» («КіК») становила від 75 до 90°C; дуктильність (розтяг) – 1,5 см і penetрація – 20 ум. од. Подальші дослідження показали, що мастика «Катізол», як і інші кам'яновугільні матеріали, характеризувалась низьким водопоглинанням, інгібувальною дією на поверхню сталі та мікробіологічною стабільністю.

Для добре сумішених кам'яновугільно-каучукових і кам'яновугільно-поліуретанових мастик, крім того, вивчали водохімічну стійкість та зміну електроізоляційних (діелектричних) характеристик при водопоглинанні. За аналогічною програмою для порівняння досліджували модифіковані продуктами дистиляції кам'яновугільних смол – інгібіторами «Нефган» (КХО нафтобітумні матеріали). Величини протикорозійних параметрів ємності (С) і опору (К) систем «сталеві пластини-вказані покритви» визначали імпедансним способом при тривалому (до 2600 год) контакті з 3%-ним водним розчином NaCl.

Модифікація кам'яновугільної мастики «Катізол». З урахуванням описаних у технічній літературі принципів підвищення основних параметрів кам'яновугільних мастик співробітники ФМІ НАН України вивчили суміщення розплавленої мастики «Катізол» з різнотипними каучуковими і полімерними матеріалами. В контрольних експериментах, як об'єкт модифікації використовували основний компонент мастики «Катізол» – середньотемпературний кам'яновугільний пек, пластифікований високиплячими фракціями кам'яновугільної смоли. Підвищення захисних властивостей нафтобітумної трубопровідної ізоляції здійснювалось шляхом введення кам'яновугільних продуктів в рецептури їх ґрунтовок і мастик.

Нафтобітумні матриці на основі бітуму ізоляційного БНИ-IV і мастики бітумно-гумової МБР-90 модифікували оливо- або оливоводорозчинними інгібіторами корозії, насамперед, отриманими на основі важких піридинових основ.

У процесі модифікації кам'яновугільної мастики «Катізол» співробітники ФМІ НАН України встановили, що внаслідок специфічного складу (вищих ароматичних вуглеводнів із конденсованими ядрами, важких піридинових основ, кисневмісних високомолекулярних сполук тощо) кам'яновугільна матриця суміщалась із обмеженою кількістю полімерів. Так, поліетилен, ізотактичний поліпропілен, бутадієнстирольний каучук СКМС-30 АРМК-15 і бутадієн-стирольний термоеласто-

пласт ДСТ-30 незадовільно суміщались і не утворювали гомогенних розплавів із вихідною кам'яновугільною мастикою «Катізол».

Ці модифікатори утворювали в кам'яновугільно-тальковій матриці мастики «Катізол» тривимірно-зшиті високомолекулярні еластичні сітки. Механізм утворення композиційної системи «кам'яновугільна матриця-відходи виробництва гексахлорбензолу», яка за рядом параметрів перевищувала вихідну мастику «Катізол», полягав, на нашу думку, в рівномірному розподіленні гексахлорбензолу і високомолекулярних продуктів його полімеризації в кам'яновугільній матриці.

Тому поліепоксидно-кам'яновугільні покриття одношарового нанесення до товщини від 200 до 800 мкм рекомендувались для ізолювання сталевих і залізобетонних конструкцій і споруд, що експлуатуються в жорстких корозійних умовах. Наприклад, покриття такого типу отримували на основі двокомпонентних матеріалів Йотагард і «Новітар АС» компанії «Йотун Пейтс» (Норвегія), «Амеркоут 78 НВ» і «Амеркоут 2171» фірми «Амерон Інтернешнл» (США).

Вищенаведені приклади, загалом, підтверджують правильність висновків щодо композиційної структури каучуко- і поліуретановмісних матеріалів на основі кам'яновугільної мастики «Катізол» та її основних складових, зроблених нами на основі експериментальних результатів праць. Про утворення композиційних матеріалів, в яких зшитий бутадієн-нітрильний каучук СКН-10-1А формував тривимірну структурувальну сітку в кам'яновугільній матриці, свідчили отримані в ФМІ НАН України електронні мікрофотографії.

Ще одним вагомим доказом було в застосуванні даного типу ізоляційного покриття є суттєве зростання фізико-механічних параметрів модифікованої бутадієн-нітрильним каучуком СКН-10-1А мастики «Катізол». При цьому, розтяг вказаних кам'яновугільно-каучукових композитів зростала від 8 до 15 разів порівняно з вихідною мастикою «Катізол» у залежності від концентрації каучукового модифікатора та режимів його структурування.

В той же час, кам'яновугільна мастика «Катізол» і покриття на її основі за всіма параметрами, перерахованими вище, значно перевищували нафтовий бітум БНИ-IV, мастику МБР-90, їх системи з важкими піридиновими основами – інгібіторами серії «Нефган» (КХО), а також відповідні покриття. Так, відносні величини приросту маси зразків у дистильованій воді та 3%-них водних розчинах NaCl і NaOH за 700 год для МБР-90 становили від 0,3 до 0,7%, для мастики «Катізол» і системи «Катізол-каучук СКН-10-1А» – від 0,08 до 0,12%.

Діелектричні параметри змінювались наступним чином. Значення інградієнтів при частоті 1000 Гц кам'яновугільної мастики «Катізол» та її композитів із каучуком СКН-10-1А, полідієнуретаном і гексахлорбензолом через 250 год. витримки в дистильованій воді стабілізувались і не змінювались у проміжку часу до 2600 год. Натомість, показники інградієнтів нафтобітумних матеріалів незалежно від їх складу проявляли

чітко виражену тенденцію до зростання з часом витримки у водних середовищах. Так, наприклад, внаслідок проникнення молекул води та іонів Na^+ і Cl^- в масу мастики МБР-90 значення є зросли за 30 діб з 2,65 до 2,85; а на частоті 1000 Гц – з $0,8 \times 10^{10}$ до $1,7 \times 10^{10}$ Ом/см.

Один із шляхів підвищення захисних властивостей нафтобітумних покриттів, у цілому, є введення в їх склад ефективних інгібіторів корозії. Так, наявність у складі нафтобітуму БНІ-IV інгібітора корозії «Нефган» (КХО) у кількості 3% суттєво стабілізувалось зростання ємності сталевого електроду з покритвом. При цьому, за ефективністю протикорозійного захисту модифікована 3% «Нефгану» (КХО) нафтобітумна ізоляція поступалась лише системі «мастика «Катізол-каучук СКН-10-1 А».

Теоретичні результати досліджень корелюють з експериментальними результатами. Зокрема, значення перехідного електричного опору кам'яновугільного покриття на основі мастики «Катізол» після 100 діб витримки в 3%-ному водному розчині NaCl практично не змінилось і становило $1,0 \times 10^8$ Ом.м². Для покриття на бітумно-гумовій мастиці МБР-90 вказаний показник знизився від вказаного значення до $1,0 \times 10^3$ Ом.м². Отримані експериментальні результати поставили під сумнів відповідність захисних властивостей покриттів на основі бітумно-гумової мастики МБР-90 вимогам до трубопровідної ізоляції.

В [2] показано, що поліепоксидно-кам'яновугільні покриття одношарового нанесення до товщини від 200 до 800 мкм рекомендувались для ізолювання сталевих і залізобетонних конструкцій і споруд, що експлуатуються в жорстких корозійних умовах. Наприклад, покриття такого типу отримували на основі двокомпонентних матеріалів «Йотагард» і «Нові-тар АС» компанії «Йотун Пейтс» (Норвегія), «Амеркоут 78 НВ» і «Амеркоут 2171» фірми «Амерон Інтернешл» (СІЛА) та інші. З 2004 року знайшов практичне використання і в Україні для трасового переізолювання магістральних газопроводів діаметром від 530 до 1420 мм при їх капітальному ремонті поліуретаново-кам'яновугільний покриття «Акозан Т.Ю.» фірми «Метротек спеціаліст» (Великобританія).

Вищенаведені приклади, загалом, підтверджують правильність висновків щодо композиційної структури каучуко- і поліуретановмісних матеріалів на основі кам'яновугільної мастики «Катізол» та її основних складових, зроблених нами на основі експериментальних результатів. Про утворення композиційних матеріалів, в яких зшитий бутадієн-нітрильний каучук СКН-10-1А формував тривимірну структуровану сітку в кам'яновугільній матриці, свідчили отримані в ФМІ НАН України електронні мікрофотографії.

Ще одним вагомим доказом було суттєве зростання фізико-механічних параметрів модифікованої бутадієн-нітрильним каучуком СКН-10-1А мастики «Катізол». Наприклад, дуктильність (розтяг) вказаних кам'яновугільно-каучукових композитів зростала від 8 до 15 раз порівняно з вихідною мастикою «Катізол» у залежності від концентрації каучукового модифікатора та режимів його структування.

Співробітники ФМІ НАН України проводили взаємозв'язані дослідження кінетики водопоглинання ($\Delta m/m$), відносної діелектричної проникливості (ϵ), провідності (G) модифікованих кам'яновугільних і нафтобітумних матеріалів і, як підсумок, протикорозійних характеристик – ємності (C) і опору (R) сталевих електродів з покриттями на їх основі. Зокрема, випробування в дистильованій воді та 3 %-них водних розчинах NaCl і NaOH показали, що кам'яновугільні композити з низькомолекулярним каучуком СКН-Ю-1А і полідіенуретаном перевищували за комплексом вищевказаних параметрів вихідну кам'яновугільну мастику «Катізол».

В той же час, кам'яновугільна мастика «Катізол» і покриття на її основі за всіма вищеперечисленими параметрами значно перевищували нафтовий бітум БНИ-ІУ, мастику МБР-90, їх системи з важкими піридиновими основами – інгібіторами серії «Нефган» (КХО), а також відповідні покриття. Так, відносні величини приросту маси зразків у дистильованій воді та 3%-них водних розчинах NaCl і NaOH за 700 год для МБР-90 становили від 0,3 до 0,7% мас, для мастики «Катізол» і системи «Катізол-каучук СКН-10-1А» – від 0,08 до 0,12% мас.

Діелектричні параметри змінювались наступним чином. Значення ϵ і G на частоті 1000 Гц кам'яновугільної мастики «Катізол» та її композитів із каучуком СКН-10-1А, полідіенуретаном і гексахлорбензолом через 250 год витримки в дистильованій воді стабілізувались і не змінювались у проміжку часу до 2600 год. Натомість, показники ϵ і G нафтобітумних матеріалів незалежно від їх складу проявляли чітко виражену тенденцію до зростання з часом витримки у водних середовищах. Так, наприклад, внаслідок проникнення молекул води і іонів Na^+ і Cl^- в масу мастики МБР-90 значення ϵ зросли за 30 діб від 2,65 до 2,85; а G на частоті 1000 Гц – від $0,8 \times 10^{10}$ до $1,7 \times 10^{10}$ Ом/см [3].

БНИ-ІУ зросла (знизила захисті властивості) на два порядки – від 3,9 до 255 пФ/см². Значно чутливішою до впливу водних корозійних середовищ була різниця в зміні протикорозійних параметрів кам'яновугільних і нафтобітумних покриттів на сталевих пластинах. Так, величина ємності (C) сталевих електродів з ізоляцією «мастика «Катізол»-каучук СКН-10-1А» за 250 діб мало змінилась – від 13,0 до 20,0 пФ/см², а електроду з ізоляцією на основі бітуму. Різниця у величинах опору сталевих електродів із вказаними покриттями при тій же (250 діб) базі випробувань досягала вже 3-х порядків. Все це підтверджує суттєву перевагу протикорозійних характеристик кам'яновугільної ізоляції порівняно з нафтобітумною.

Відомо, що одним із шляхів підвищення захисних властивостей нафтобітумних покриттів, у цілому, є введення в їх склад ефективних інгібіторів корозії. Так, наявність у складі нафтобітуму БНИ-ІУ інгібітора корозії «Нефган» (КХО) у кількості 3% мас. суттєво стабілізувала зростання ємності сталевих електродів з покриттям. При цьому, за ефективністю протикорозійного захисту модифікована 3% мас. «Нефгану»

(КХО) нафтобітумпа ізоляція поступалась лише системі «мастика «Катізол-каучук СКН-10-1А».

Вищенаведені результати досліджень співробітників ФМІ НАН України корелюють з експериментальними результатами інших науковців. Зокрема, значення перехідного електричного опору (Ω) кам'яновугільного покриття на основі мастики «Катізол» після 100 діб витримки в 3%-ному водному розчині NaCl практично не змінилось і становило $1,0 \times 10^8$ Ом.м². Для покриття на бітумно-гумовій мастиці МБР-90 вказаний показник знизився від вказаного значення до $1,0 \times 10^3$ Ом.м². Отримані експериментальні результати поставили під сумнів відповідність захисних властивостей покриттів на основі бітумно-гумової мастики МБР-90 вимогам до трубопровідної ізоляції [3].

В аналогічних умовах експерименту дослідники визначили на заізолізованих сталевих пластинах кінцеві значення Ω для покриттів із мастики «Катізол», модифікованих бутадієнітрильним каучуком СКН-10-1А і полідієнуретаном. Вони, відповідно, становили $2,3 \times 10^8$ Ом.м² і $2,8 \times 10^8$ Ом.м², що узгоджувалось з результатами досліджень. Необхідно додати, що поліуретаново-кам'яновугільний покрив «Акозан Т.Ю.» фірми «Метротек спеціаліст» (Великобританія) змінював початкове значення Ω від $3,3 \times 10^7$ Ом.м² до $5,0 \times 10^8$ Ом.м² після 100 діб витримання в 3%-ному водному розчині NaCl.

Дослідно-промислова перевірка і впровадження розроблених в Україні кам'яновугільних матеріалів і покриттів

Таким чином, на основі розглянутого у даному розділі матеріалу можна зробити висновок, що модифіковані низькомолекулярними синтетичними каучуками і полідієнуретанами кам'яновугільні мастики за комплексом фізико-механічних, електроізоляційних, протикорозійних параметрів, водостійкістю та мікробіологічною стабільністю відповідають типу «Катізол» та їх нанесенні на труби в базових і трубопроводах в трасових умовах покриття такого типу зможуть забезпечити надійний і тривалий захист газових і нафтових комунікацій України.

Виходячи з відповідності кам'яновугільно-каучукових (СКН-10-1А) покриттів комплексу вимог до трубопровідної ізоляції в рамках завдання Всесоюзної трубопровідної програми співробітники ФМІ НАН України провели необхідні технологічні дослідження вимогам до ізоляційних покриттів підземних трубопроводів. За умови розв'язання питань забезпечення техніки безпеки і промислової санітарії при виробництві кам'яновугільних мастик і здійснили дослідно-промислове впровадження вказаних протикорозійних матеріалів. В результаті виконання планових завдань вони розробили технологію та нормативно-технічну документацію на процеси виготовлення і нанесення на труби (трубопроводи) кам'яновугільно-каучукової мастики. Вказана мастика отримала технічну назву «Катізол-ФМІ».

Співробітники ФМІ НАН України випустили на установці для виготовлення бітумно-гумової мастики МБР-90 Бориславського експери-

ментального ливарно-механічного заводу (нині МКП «Мажор») Львівської обл. дві дослідно-промислові партії мастики «Катізол-ФМІ» в кількості 300 кг і 1500 кг (акти від 29.12.2003 р. та 02.11.2004 р.) [1, 2]. Вказані партії мастики відвантажили для проведення дослідно-промислових випробувань в ДП «ПрикарпатЗахідтранс».

В період з 10 по 12 липня 2007-го року дослідно-промисловою партією кам'яновугільно-каучукової мастики «Катізол-ФМІ» (1500 кг) нанесли на магістральний нафтопровід «Узень-Шевченко» діаметром 530 мм на ділянці від ПК780+35 до ПК 780+51. Роботи (акт від 12.07.2007 р.) здійснювались в процесі переізолювання нафтопроводу при його капітальному ремонті. Стару нафтобітумно-гумову ізоляцію посиленого типу знімали, механічно очищаючи поверхню нафтопроводу стандартною очисною машиною.

За результатами комісія встановила, що технологічний процес нанесення на магістральний нафтопровід кам'яновугільно-каучукового покриття стандартною ізоляційною установкою не вимагав змін в технології та режимах роботи. Розплавлена в трасовому бітумоплавителі мастика «Катізол-ФМІ» подавалась у піддон ізоляційної установки і наносилось на поверхню нафтопроводу рівним шаром товщиною 4,0 мм. Як захисну обгортку для мастики «Катізол-ФМІ» використали радіаційно-зшити поліетиленову стрічку марки «ЛТСИ» (за ТУ 102-411-86).

У акті дослідно-промислових випробувань від 12.07.2007 р. відзначалось, що кам'яновугільна мастика «Катізол-ФМІ» добре суміщалась з стрічкою «ЛТСИ». Крім того, підкреслювалась перспективність застосування вказаної мастики для ізолювання магістральних трубопроводів при їх будівництві та капітальному ремонті. Особливо зверталась увага на необхідність удосконалення технологічних процесів приготування і нанесення мастики «Катізол-ФМІ» з метою забезпечення належних санітарно-гігієнічних норм роботи працівників трасової ізоляційної бригади. Адже кам'яновугільно-каучукові композиції, як і всі кам'яновугільні мастики, в розплавленому виді характеризуються токсичністю і канцерогенністю [2].

Висновки

У статті наведено основні технічні характеристики вказаних ізоляційних матеріалів, покриттів та конструкцій. Описано технологічні процеси і обладнання для очистки поверхонь і нанесення покриттів. В окремий розділ виділено засоби протикорозійного захисту видобувних платформ, трубопроводів, резервуарів, що експлуатуються на морі та в приморських зонах суходолу. Розглянуто науково-технологічні проблеми ізолювання зварних стиків трубопроводів.

З експериментальних і теоретичних узагальнень, з матеріалів досліджень можна зробити висновок, що в процесі тривалої експлуатації нафтобітумна і значно менше кам'яновугільна трубопровідна ізоляції піддаються руйнуванню (корозії) під впливом ґрунтових бактерій і плі-

сеневих грибів. Зокрема, на органічну (вуглеводневу) частину вказаних покривів негативно діють вуглецьокисні (ВОб), сульфатвідновні (СВБ), тіонові (ТБ), денітрифікувальні (ДНБ) бактерії, а на подальших стадіях зниження експлуатаційних параметрів – стрептоміцети та інші плісеневі гриби. Ймовірний розподіл руйнівальних функцій між вищеперечисленими мікроорганізмами на поверхнях трубопроводів та їх захисних покривів у ґрунтових середовищах описано співробітниками ІВМ НАН України [2].

Література

1. Трубопровідний транспорт газу / М.П. Ковалко, В.Я. Грудз, В.Б. Михалків та ін. – К.: Арена ЕКО, 2002. – 650 с.
2. Середняцький Я. Сучасна протикорозійна ізоляція в трубопровідному транспорті (3-тя частина) / Я. Середняцький, Ю. Банахевич, А. Драгілев. – Львів-Київ, 2008. – 288 с.
3. Сучасна протикорозійна ізоляція в трубопровідному транспорті / Я. Середняцький. Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка. – Львів: ПТВФ Афіша. 1999. – 239 с.

*Стаття надійшла до редакційної колегії 12.05.2018 р.
Рекомендовано до друку д.т.н., професором Грудзом В.Я.,
д.т.н., професором Говдяком Р.М. (м. Київ)*

SCIENTIFIC AND PRACTICAL REASONS FOR USE SEMI-CORAL INSULATION

R. T. Martynjuk

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas;
76019, Ivano-Frankivsk, Carpatska str., 15;
ph. +380 (342) 72-71-38; e-mail: snp@nunq.edu.ua*

Since 2005, the pipeline transport in Ukraine increased range and positively changed the structure of production and import of modern insulating materials. Expanded the scope of the polymer, paints and coatings and multilayer composite konstruksiy isolation. This insulating material covering and composite systems for protection of main gas and petroleum pipelines, tanks for oil and petroleum products in polyester and metal, coal, naftobitumnyy and polymer tape substrates.

Key words: *insulation materials, composite sheets, multilayer structural insulation.*