

## ПРОБЛЕМАТИКА НАНЕСЕННЯ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ НА РУЛОННІ ТЕКСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

*В сучасному стані промисловості питання надання тканинним матеріалам специфічних властивостей є вкрай актуальним. Розмаїття будь-яких сфер, де застосування спеціалізованих тканин є життєвою необхідністю, породжує попит на нові технології та матеріали, що наносяться на тканини. Необмежені за рецептурними складовими, полімерні суміші вимагають нових технологічних рішень в процесі нанесення покриттів. Актуальність поєднання різних за своєю структурою процесів зумовлена попитом на ринку тканинних виробів.*

*Ключові слова: полімерні покриття, пристрої для нанесення плівок, електростатичне осадження, нанесення захисних покриттів*

I.O. GOLINKA  
Khmelnyskyi National University

### PROBLEMS OF PROTECTING COATINGS ON RULL TEXTAIL MATERIALS

*In the current state of the industry, the issue of providing tissue materials with specific properties is extremely relevant. The diversity of all areas where the use of specialized tissues is a vital necessity generates the demand for new technologies and materials that are applied to fabrics. Unconventional formulations, polymer mixtures require new technological solutions in the process of applying coatings. Actuality of the combination of different in its structure of processes is due to demand in the market of fabric products.*

*Keywords: polymer coatings, devices for applying films, electrostatic precipitations, application of protective coatings*

#### Вступ

В даний час важко назвати галузь промисловості, в якій не використовуються матеріали, що представляють собою комбінацію основи-підкладки (тканини, фольги, паперті та т. д.) з різноманітними покриттями (фарбою, лаком, клеєм та ін.). Асортимент цієї продукції, що використовується всіма галузями, обчислюється тисячами видів.

Велику групу складають матеріали з покриттям на текстильну (тканину та неткану) основу. Це бязь, тик, сатин, мішковина, парусина, нейлон, склотканина та інші підкладки з покриттями з вінілових, резинових, поліуретанових, поліефірних та інших складів, що використовуються як лінолеум, оздоблювальні матеріали, штучні шкіри, клеєні для виготовлення тентів, дощовиків, кораблів, вентиляційних систем, корпусів автомобілів та інше.

Широко використовуються матеріали, що випускаються на основі полімерних плівок, листів, еластичних пористих стрічок. Полімерні матеріали (пластмаси, композити, пластики) - це композиції певного складу, які отримують з мономерів, олігомерів, полімерів з введенням при їх виготовленні або в процесі формування виробу різних компонентів (інгредієнтів) для цілеспрямованого отримання властивостей як матеріалу, так і виробу з нього. До цієї групи відносяться: клейові плівки, призначені для збірки деяких конструкцій у будівництві, автомобільному та суднобудуванні; плівки та ленти з нанесеним липким шаром для упаковки товарів, обробки приміщень, герметизації будівельних конструкцій, кріплення афіш, побутового призначення; фотоплівки різноманітного призначення; плівки для зберігання та транспортування продуктів харчування; плівки з особливими видами покриттів, що застосовуються в електротехнічній, радіоелектронній та інших галузях промисловості.

#### Загальні риси нанесення полімерних покриттів

У полімерний матеріал можуть входити одночасно або в різному поєднанні: сполучна (полімерна матриця), наповнювачі, пластифікатори, стабілізатори, барвники, зшиваючі агенти (отверджувачі), структуроутворювачі, пороутворювачі, мастила, антипірени, антистатика, антимікробні агенти і інші компоненти, які надають специфічні властивості композиції в цілому.

Покриття, що наносяться можуть бути односторонніми або двосторонніми, з одного і того ж або з різних складів, однакової і різної товщини. У ряді випадків використовують багат шарові покриття.

З точки зору характеру розподілу покриття на підкладці можна виділити чотири основні види покриттів (рис. 1):

- згладжувальні - призначені для згладжування мікрорельєфу підкладки. Іноді покриваючий склад може покривати виступи, утворюючи тонкий шар. Особливістю такого покриття є нерівномірність товщини, що відображає нерівномірність мікрорельєфу підкладки. Покриття цього виду застосовують при мелуванні паперу, ґрунтовки текстильних підкладок, листів. До товщини покриття і товщини матеріалу в цілому не пред'являють жорстких вимог. Головною метою процесу є отримання гладкої поверхні підкладки;

- вирівнюючі - призначені для вирівнювання не тільки мікрорельєфу, а й профілю підкладки, щоб отримати рівномірне по товщині виробу в цілому або площинність однієї з його сторін. Такий характер розподілу можна спостерігати при виробництві штучної шкіри, декоративних листових матеріалів і

дерев'яних плит;

- просочуючі - призначені для просочення підкладки з утворенням або без утворення суцільного поверхневого шару. Проникаючі вглиб підкладки склади використовують для модифікації її властивостей (надання міцності, водо- чи вогнестійкості та інше.);
- рівнотовщинні - призначені для будь-яких технічних функцій, що залежать від товщини покриття, або для остаточної обробки виробів з декоративною метою [1].

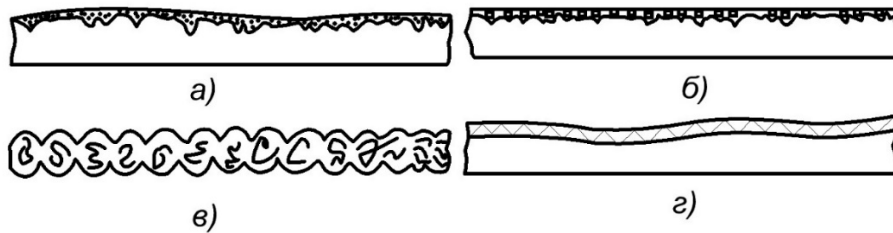


Рис. 1. Види розподілу покриття на підкладці: а) згладжувальний; б) вирівнюючий; в) просочуючий; г) рівнотовщинний

Різноманіття вживаних підкладок з огляду на матеріал, розміри, форму і механічні властивості, а також вимог, що пред'являються до покриттів і їх властивостей, зумовило різноманітність використовуваного обладнання як за складом, так і за конструктивним виконанням.

Найбільш прості машини містять завантажувальний, наносний і приймальний пристрої; сушка покриттів проводиться в окремих камерах. Такі машини застосовують для покриття деяких штучних підкладок (деталей взуття, одягу, плит і таке інше). У більш досконалому обладнанні, особливо для нанесення покриттів на рулонні підкладки, сушильний пристрій розташовують між наносним і прийомним (відділ намотування). При необхідності дублювання покритої підкладки з іншими рулонними матеріалами між сушильним пристроєм і намотуванням встановлюють розмотування для з'єднується матеріалу і ламинатор для з'єднання останнього з покритою підкладкою. Роботу всіх машин і пристроїв підпорядковують необхідній технологічній послідовності, синхронізують швидкості машин, в результаті чого утворюється єдина технологічна лінія з централізованим пунктом контролю і управління.

Перед нанесенням покриття в ряді випадків готують підкладку: знепилують, деаерують, промивають, розгладжують, активізують поверхню та ін.

Лінії оснащують пристроями для орієнтації підкладки, зняття статичної електрики; приладами для виміру товщини покриття, що наноситься; пристроями для склеювання підкладки виробленого і нового рулонів; магазинами запасу, що забезпечують безперервність процесу в момент перезарядки і склейки підкладки; механізмом стабілізації її натягу та ін.

### Способи нанесення полімерних плівок з огляду на технологію

Істотний вплив на склад обладнання надає спосіб нанесення покриття і спосіб виробництва продуктів в цілому.

У сучасному обладнанні використовують в основному спосіб прямого нанесення покриттів, проте в деяких випадках застосовують непрямий спосіб. При прямому способі покриття наносять безпосередньо на оброблювану підкладку. [2]

Сутність непрямого методу полягає в тому, що покриття наносять на тимчасову підкладку, а потім перекладають зафіксований шар на оброблювану підкладку. В якості тимчасової підкладки використовують поверхні металевих барабанів, металеві стрічки, рулонні підкладки з попередньо нанесеним антиадгезійним (наприклад, кремнійорганічним) складом. Непрямий спосіб застосовують для отримання одно-товщинних шарів, якщо нерівнотовщинність підкладки не дозволяє отримати їх прямим нанесенням; в тих випадках, коли необхідно зменшити адгезію покриття з підкладкою з метою подальшого поділу їх; для отримання багатошарових покриттів з чіткими кордонами між шарами, а також в тих випадках, коли режими сушки покриття неприйнятні для основної підкладки.

Для виробництва багатьох видів продукції використовують багатошарові і двосторонні покриття підкладок. При цьому організація технологічного процесу і відповідна їй конструкція обладнання можуть бути виконані в трьох варіантах.

Найбільш простим є обладнання, в якому процес отримання кожного шару здійснюється окремо, з неодноразовим проходом виробу (послідовний метод). Однак при такій технології процесу відзначається зайва витрата енергії на сушку покриття та зниження продуктивності, пропорційне числу шарів.

Багатошарові або двосторонні покриття намагаються наносити в одній лінії і отримувати на виході готовий виріб (паралельно-послідовний метод). З цією метою в лінії встановлюють кілька наносних пристроїв і кожний наступний шар наносять після повного або часткового просушування попереднього шару (мокрый по сухому). У порівнянні з послідовним цей метод дозволяє підвищити продуктивність в стільки разів, скільки наноситься шарів, без урахування часу, необхідного на проходження підкладки від першого до останнього наносного пристрою. Лінії, в яких використовується цей метод, відрізняються громіздкістю. Крім того, попередні шари піддаються кількарізовому впливу температурних навантажень,

що застосовуються для сушіння наступних шарів.

Повторне проходження матеріалу в наносному пристрої може призвести до деформації попереднього шару. При нанесенні тонких багат шарових покриттів погіршуються умови досягнення необхідної рівновзвешеності шарів. Це в ряді випадків призводить до погіршення якості покриття і продукції в цілому.

Очевидно, найбільш ефективним є паралельний метод, при якому всі шари наносять в одному місці, декількома або, що ще краще, одним наносним пристроєм. Здійснення паралельного способу часто вимагає спеціальних конструкцій нанесених пристроїв, розробка і освоєння яких є одним з головних шляхів вдосконалення обладнання.

Для створення таких конструкцій важлива правильна організація процесу сушіння і вибір конструкції сушильного пристрою.

Велике значення в підвищенні ефективності процесу, економії матеріалів і енергії має збільшення концентрації складників, що наносяться. Багато сумішей, що наносяться як покриття, не можуть бути замінені розплавами, однак збільшення концентрації їх є необхідною умовою підвищення ефективності обладнання.

Покращуючи умови сушіння, збільшення концентрації створює додаткові труднощі в конструюванні наносних пристроїв, зокрема в забезпеченні точності шару, що необхідно враховувати при розробках.

Яким би за своїм складом і конструкцією не було обладнання, невід'ємною і головною частиною його є наносна апаратура та пристрої. З іншого боку, наносні пристрої і обраний спосіб нанесення покриттів великою мірою зумовлюють конструкцію обладнання, його продуктивність і інші техніко-економічні показники. Цим визначається важливість правильного вибору, проектування і експлуатації наносних пристроїв.

На рисунку 2 наведена узагальнююча класифікаційна схема наносних пристроїв, що застосовуються в різноманітних галузях промисловості для нанесення покриттів на рулонні текстильні матеріали.

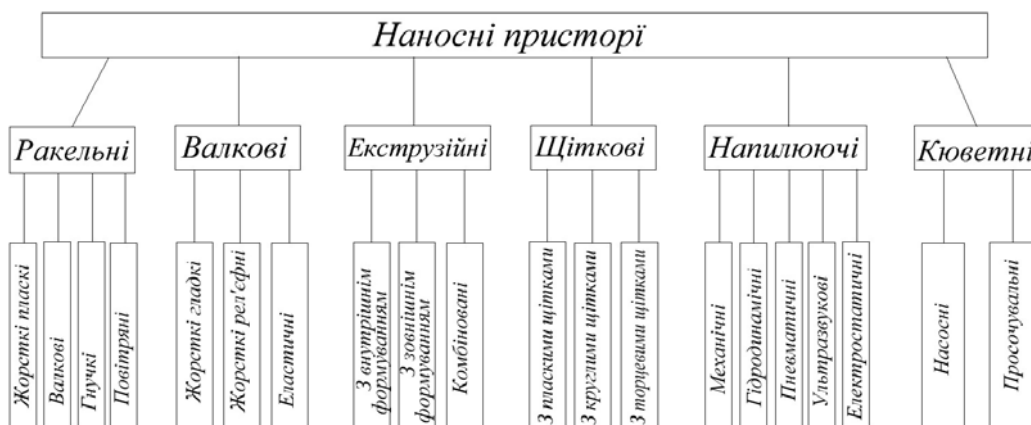


Рис. 2. Класифікація наносних пристроїв

### Специфіка розпилювальних та електроосаджувальних пристроїв для нанесення

Серед усіх запропонованих типів нанесення найбільш цікавим для нашої роботи є напилюючі пристрої.

Напилювані пристрої використовують для нанесення покриттів на рулонні і штучні підкладки, в тому числі неправильної геометричної форми, з рифленою і перфорованою поверхнею.

Розпилення матеріалу здійснюють пневматичними, гідродинамічними, механічними, ультразвуковими і електростатичними розпилювачами. Часто для цих цілей застосовують стандартні розпилюючі головки, конструкції яких описані в спеціальній літературі. Характерною особливістю цих головок є те, що матеріал, який подається від них, розширюється в бік підкладки конусоподібним факелом. При цьому найбільша кількість матеріалу осідає в центральних перетинах основи конуса, а найменша - в перетинах, найбільш віддалених від центру. Тому для рівномірності розподілу матеріалу, головки встановлюють на каретках, що здійснюють зворотно-поступальний рух по ширині підкладки. З цією ж метою, а також для збільшення продуктивності кілька головок встановлюють в один або кілька рядів по ходу руху підкладки.

До недоліків описаних конструкцій слід віднести велику нерівномірність (до 30%) покриттів, великі непродуктивні витрати матеріалу, що наноситься, забруднення обладнання і зворотного боку підкладки.

Для нанесення покриттів на рулонні підкладки частіше всього використовують спеціальні розпилювачі, що утворюють плоский потік по всій ширині підкладки. Найбільш простим з них є механічний розпилювач, робочим органом якого є валкоподібні щітки або вали з рифленою поверхнею, що обертаються з частотою 300-1800 рад / с [1].

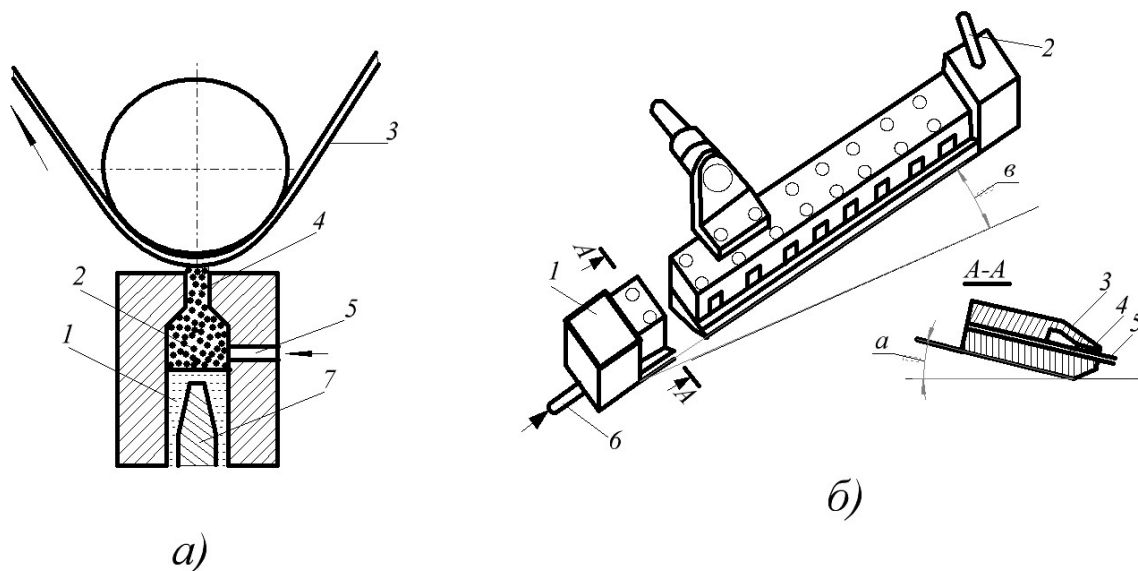


Рис. 3. Ультразвуковий (а) та електростатичний щільний (б) пристрої для нанесення

Останнім часом все більше застосування знаходять і ультразвукові розпилювачі [3–5]. Останні являють собою випромінювачі механічних коливань, з'єднані з генератором електричних коливань частотою від 15 кГц до 5 МГц. За допомогою ультразвукових розпилювачів можна одержувати покриття товщиною, що становить частки мікронів. На схемі, що зображена на рис.3-а вказані основні вузли пристрою: 1- матеріал, що наноситься; 2 – дрібнодисперсний шар суміші, що підіймається догори за допомогою потоку повітря з отвору 5; 3 – підкладка; 4 – вихідна щілина для суміші.

З метою отримання більш спрямованого потоку, економії матеріалу і збільшення адгезії до підкладки, між розпилювачем і підкладкою створюють електростатичне поле. Для цього на розпилювач подають позитивний заряд величиною до 60 кВ, а опорний вал заземлюють. Такі пристрої використовують, наприклад, при нанесенні клею, лаків і крохмалю на папір [6, 7].

Відомі розпилювачі [8], в яких перенесення матеріалу здійснюється тільки за рахунок електростатичного заряду.

Корпус щільного електростатичного розпилювача (рис. 3, б) складається з двох з'єднаних половинок, між якими встановлена стальна пластина 5 завтовшки 0,1-0,2 мм, що виступає з корпуса на 2 мм. Матеріал, який наноситься подається з торця корпуса через патрубок 6, розповсюджується по каналу 3 й частково виходить з іншого торця через патрубок 2, рецеркулюючи по всій системі. В верхній половині корпуса є канали 4 для виходу матеріалу на коронуючу кромку пластини. Розпилювач з'єднують з джерелом високої напруги, а підкладку пропускають по заземленому валу, внаслідок чого між ними виникає електростатичне поле. Стікаючи з кромки пластини, заряд захоплює за собою дрібні частки матеріалу, що наноситься і переносить їх на підкладку. Розпилювач встановлюють під нахилом в двох, площинах: кут  $\alpha = 15^\circ$ , кут  $\beta = 30-60^\circ$ . Певне обмеження в застосуванні електростатичних розпилювачів вносить те, що матеріал що наноситься повинен володіти певним питомим об'ємним опором.

До недоліків електростатичного наплення слід віднести його пожежовибухонебезпечність.

Ультразвукове розпилення та електростатичне осадження є найбільш перспективними в галузі дрібного та середнього промислового процесу отримання захисних покриттів на рулонних тканинах. Вони не вимагають використання великого об'єму розчину, конструктивно зменшується технологічна ділянка нанесення покриттів з огляду на відсутність ємностей з матеріалами.

Саме виходячи з недоліків електростатичного осадження, а також з вагомих переваг – відсутність вологого впливу на тканини, збереження початкової структури волокна, а також технічних можливостей сучасності, обумовлена кінцева форма пристрою, який слугуватиме базою в вузлі нанесення полімерного покриття. Для забезпечення пожежної та вибухової безпеки слід обирати інертні полімерні суміші, які не спричиняють розрядження в повітрі [9]. Також можна вважати політетрафторетилен (ПТФЕ), який є чудовою мембранною та захисною сполукою. При використанні дрібнодисперсного порошку (розмір частки 25–50 мкм) він чудово може переноситись з поверхні наносного барабана на підкладку за допомогою статичноактивних часток. Сам ПТФЕ має майже нульовий електричний потенціал, є непоганим діелектриком. Певні варіації цього полімеру можуть сплавлятися при температурі  $157^\circ\text{C}$ , що є допустимою для більшості натуральних тканин. В подальшому використанні цих тканин можливе в військовій, службовій та навіть в побутових сферах життя.

### Висновки

Для отримання нових властивостей в текстильних виробках найбільш економічним є нанесення полімерних покриттів на поверхню ще цілого рулону тканини. Таким чином можна варіювати процеси та

технології нанесення в залежності від подальших потреб. В загальних обрисах можна виділити найбільш популярні процеси нанесення, це ракельні, валкові та екструзійні. Всі вони передбачають великі технологічні лінії для нанесення, сушіння та змотування, складні процеси контролю за товщинами покриття, що наноситься на всіх технологічних щаблях. Якщо обирати розпилюючі пристрої нанесення, то основною проблемою є контроль самого покриваючого матеріалу, так як він має бути дрібнодисперсним, однакового розміру та щільності. Досягти таких характеристик можливо лише за допомогою якісного матеріалу, що використовуємо. Ще одним з недоліків саме процесу електростатичного осадження є необхідність застосування специфічного обладнання, що дозволить наносити статичнонеактивні порошкові суміші, що тягне за собою певні витрати на проектування та виготовлення обладнання. Перевага останніх – можливість реалізації малих та середніх підприємств текстильної промисловості для отримання специфічних якостей тканин, швидкого переобладнання установки на інакші за характеристиками покривні матеріали, а також отримання надтонких плівок за рахунок коригування кількості нанесеної суміші.

### Література

1. Пегловський В.Л. Обладнання для нанесення полімерних покриттів на рулонні та штучні матеріали / Пегловський В.Л., Піскорський Г.А. – К. : Техніка, 1981. – 189 с.
2. Sen A.K., Tech M. Coated textiles. Principles and Applications. – Technomic publishing co., inc., 2001.
3. Пат. 2012141991А Російська Федерація МПК B05B12/14. Распылитель и способ нанесения однокомпонентных и многокомпонентных средств покрытия / Манфред МИХЕЛЬФЕЛЬДЕР Бернхард ЗАЙЦ Франк ХЕРРЕ. – № 2012141991А ; заявл. 15.05.2006 ; опубл. 2015-11-10
4. Пат. RU2008149126А Російська Федерація, МПК B05C5/0225. Устройство для нанесения покрытия / Франк ХЕРРЕ (DE) Франк ХЕРРЕ. – № 2008149126А ; заявл. 15.05.2006 ; опубл. 2011-09-27
5. Пат. RU2006142442А Російська Федерація, МПК B05B12/14. Способ распыления жидкости и устройство для его осуществления / Юрий Анатольевич Крамаров (RU), Юрий Анатольевич Крамаров, Александр Анатольевич Панич (RU), Александр Анатольевич Панич. – № RU2006142442А ; заявл. 130.11.2006 ; опубл. 20.10.2008
6. Пат. RU2011108653А Російська Федерація, МПК C09B 127/24. Поливинилхлоридный (перхлорвиниловый) лак с улучшенными характеристиками / Дмитрий Николаевич Кондратьев, Виктор Вольфович Гольдин. – № RU2491310C2 ; заявл. 09.03.2011 ; опубл. 27.08.2013.
7. Пат. 3536880А США, МПК B23H1/02 Method and apparatus for machining through intermittent electric discharges / Rhyner Heinz. – № CA1003052A1 ; заявл. 4.03.1965 ; опубл. 27.10.1970.
8. Порошковые краски. Технология покрытий / ЗАО "Промкомплект" – Санкт-Петербург : ХИМИЗДАТ, 2001. – 256 с.
9. Шевченко В.Г. Основы физики полимерных композиционных материалов : учебное пособие для студ. / Шевченко В.Г. – Москва, 2010.

### References

1. Pehlowskyi V.L., Piskorskyi H.A. Obladnannia dlia nanesennia polimernykh pokryttiv na rulonni ta shtuchni materialy(ros.). – K.: Tekhnika, 1981. – 189 s.
2. Sen A.K., Tech M. Coated textiles. Principles and Applications. – Technomic publishing co., inc., 2001 year.
3. Pat. 2012141991A Rosiyska Federatsiya MPK B05B12/14 Raspylitel i sposob naneseniya odnokomponentnykh i mnogokomponentnykh sredstv pokrytiya / Manfred MIKHELFELDER Bernkhard ZAYTs Frank KhERRE № 2012141991A; Zayavl. 15.05.2006; Opubl. 2015-11-10
4. Pat. RU2008149126A Rosiyska Federatsiya. MPK B05C5/0225 Ustroystvo dlya naneseniya pokrytiya / Frank KhERRE (DE) Frank KhERRE. - № 2008149126A; Zayavl. 15.05.2006; Opubl. 2011-09-27
5. Pat. RU2006142442A Rosiyska Federatsiya. MPK B05B12/14 Sposob raspyleniya zhidkosti i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya / Yuriy Anatolyevich Kramarov (RU) Yuriy Anatolyevich Kramarov Aleksandr Anatolyevich Panich (RU) Aleksandr Anatolyevich Panich. - № RU2006142442A; Zayavl. 130.11.2006; Opubl. 20.10.2008
6. Pat. RU2011108653A Rosiyska Federatsiya. MPK C09B 127/24 Polivinilkhlordnyy (perkhlorvinilovyy) lak s uluchshennymi kharakteristikami / Dmitriy Nikolayevich Kondratyev, Viktor Volfovich Goldin. - № RU2491310C2; Zayavl. 09.03.2011; Opubl. 27.08.2013
7. Pat. RU2011108653A Rosiyska Federatsiya. MPK C09B 127/24 Polivinilkhlordnyy (perkhlorvinilovyy) lak s uluchshennymi kharakteristikami / Dmitriy Nikolayevich Kondratyev Viktor Volfovich Goldin. - № RU2491310C2; Zayavl. 09.03.2011; Opubl. 27.08.2013
8. Poroshkovye kraski. Tekhnologiya pokrytiy ZAO "Promkomplekt" - Sankt-Peterburg. KhIMIZDAT. 2001 g. - 256 s.
9. Shevchenko V.G. Osnovy fiziki polimernykh kompozitsionnykh materialov. Uchebnoye posobiye dlya studentov po spetsialnosti «Kompozitsionnyye nanomaterialy». Moskva, 2010.

Рецензія/Peer review : 06.11.2017 р.

Надрукована/Printed :07.12.2017 р.  
Рецензент: д.т.н., проф. Скиба М.Є.