

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи №6
«Дослідження процесу напилювання полімерних матеріалів»
з дисципліни «Зварювання пластмас»
для студентів освітньої програми «Технології та устаткування
зварювання» всіх форм навчання

2018

Методичні вказівки до лабораторної роботи №6 «Дослідження процесу напилювання полімерних матеріалів» з дисципліни «Зварювання пластмас» для студентів освітньої програми «Технології та устаткування зварювання» всіх форм навчання / Укл. О.Є. Капустян. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018 – 10 с.

Укладач: О.Є. Капустян, старш. викладач,
Рецензент: А.О. Шумілов, канд. техн. наук, доцент
Редактор: І.П. Аверченко
Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол № 6
від 31.01.2018

Рекомендовано до видання
НМК ІФФ
Протокол № 6
від 13.02.2018

1 МЕТА РОБОТИ

Опанувати процес напилювання полімерів вихровим способом. Вивчити вплив параметрів режиму напилювання на товщину полімерного покриття.

2 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

2.1 Напилювання полімерів

Напилювання пластмас знаходить все більше застосування при нанесенні антикорозійних, зносостійких, електроізоляційних, декоративних та інших типів покриттів з особливими фізико-хімічними властивостями. Вироби з полімерними покриттями відзначаються істотними перевагами. Вони мають такі ж міцнісні властивості, як і металеві конструкції, і одночасно відрізняються високими антикорозійними та іншими властивостями, які є характерними для полімерних матеріалів.

Напилювання полімерів – метод здобуття тонкошарових покриттів і тонкостінних виробів шляхом нанесення порошкоподібних полімерних композицій на поверхню деталі або форми. Суцільна захисна плівка, або стінка виробу утворюється при нагріванні деталі, або форми з нанесеним шаром порошку вище за температуру плавлення полімеру або при витримці в парах розчинника, в якому полімер набухає. У промисловості застосовують різні способи напилювання полімерів: газополуменеве, вихрове, в електричному полі, комбінацію двох останніх (так зване електровихрове); менш поширені – струмінне, плазмове і деякі ін.

Газополуменеве напилювання здійснюють за допомогою спеціальних апаратів, до складу яких входить розпилюючий пальник і живильник полімерного порошка. Вони з'єднані між собою шлангами, через які в пальник поступає горючий газ, повітря і порошок полімерного матеріала. Пролітаючи крізь факел полум'я пальника, порошок розплавляється і в розплавленому стані за допомогою потоку гарячих газів наноситься на поверхню виробу, розтікається по ній і

утворює шар полімерного покриття. Газополуменевий спосіб напорошування використовують для нанесення покриттів на окремі ділянки поверхні крупногабаритних виробів.

Вихровий спосіб напилювання використовують для нанесення покриттів на внутрішні і зовнішні поверхні малогабаритних деталей складної конфігурації.

При напилюванні полімерів в електричному полі заряджені частки порошку осідають на деталі із зарядом протилежного знаку.

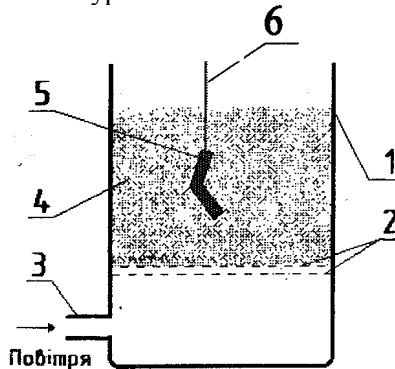
Струмінне напилювання полімерів полягає в розпиленні порошку спеціальним пневматичним розпилювачем, плазмове – при короткочасній дії іонізованого газу (плазми) з температурою 15000°C – 30000°C . Найбільше поширення в промисловості отримав спосіб напилювання полімерів в електричному полі завдяки його простоті, можливості легкої автоматизації і мінімальним втратам порошку.

Методом напилювання полімерів отримують антикорозійні, декоративні, електро-, тепло- і звукоізоляційні покриття по металу, бетону, склу, кераміці, а також деякі порожнисті великогабаритні вироби, наприклад ємності. Трудомісткість методу менше трудомісткості здобуття лакофарбних покриттів в 2–3 рази, гальванічних – в 5–10 разів. Для напилювання полімерів використовують широкий асортимент порошкових матеріалів, у тому числі на основі полімерів з високою температурою плавлення, наприклад фторопластів. Ці матеріали не містять органічних розчинників, що важливе з економічних і санітарно-гігієнічних точок зору. При напилюванні полімерів необхідно дотримувати правила захисту від статичної електрики, використовувати герметизоване устаткування, здійснювати дистанційний контроль і управління. Напилювання полімерів почали застосовувати в промисловості в 1950-і р. У 1972 в промислово розвинених країнах Західної Європи цим методом отримували близько 14% захисних покриттів.

2.2 Процес вихрового напилення

Процес вихрового напилення полягає в наступному: між підставою резервуара (рис. 2.1) і агломераційної камерою

розташовується повітря- або газопроникна плита з металокераміки або ж фільтр з синтетичного матеріалу (діаметр пор < 25 мкм). У агломераційну камеру завантажується полімерний порошок. Розмір частинок, що утворюються в результаті спікання порошків, становить від 50 мкм до 300 мкм. Для спікання в нижній відсік резервуара (підстава резервуара) вдувається повітря, який, рівномірно розподіляючи при проходженні через пористу пластину, проникає в агломераційну камеру і створює «киплячий» шар порошку. Необхідний тиск повітря залежить від висоти «киплячого» шару і щільності порошку і становить від 2,6 бар до 2,0 бар. Необхідна кількість повітря одно від 80 м³ до 100 м³ на годину і на 1 м² поверхні днища. Завихрення порошок поводитьсь подібно рідини (він «псевдоожіжен»), тому предмети, на які потрібно нанести покриття, можуть бути легко в нього занурені.



1 – корпус пристрою; 2 – сітчаста перегородка; 3 – подача повітря; 4 – полімерний порошок; 5 – напорошувана деталь; 6 – підвіска

Рисунок 2.1 – Схема пристрою для напилювання полімерних покриттів вихровим способом

Для розплавлення порошку необхідний попередній нагрів металевих предметів, на які передбачається нанести покриття. Попередній нагрів доцільно здійснювати в сушильних печах з циркуляцією повітря при температурах вище плавлення відповідного полімеру (100° С – 200° С). До попереднього нагрівання поверхню знежирюється. Підготовлені і нагріті металеві вироби опускаються в киплячий шар порошку. Після нанесення покриття охолодження полієфірів має по можливості здійснюватися повільно. Полімерне покриття може бути доведено до дзеркального блиску.

Температура нагрівання виробу залежить від типу і теплофізичних властивостей застосовуваного полімеру, а також від співвідношення маси і поверхні виробу. Чим менше це співвідношення, тим більша повинна бути температура підігріву виробу. В той же час вона має бути не надто великою, щоб порошок при контакті з поверхнею виробу плавився, а не розкладався в результаті термодеструкції.

Товщина нанесеного полімерного шару залежить як від маси і температури виробу, так і від часу перебування деталі в контакті з порошком. Для виробів малої маси з розвинутою поверхнею після нанесення покриття потрібен додатковий підігрів для забезпечення кращого розтікання часток розплавленого полімеру і отримання рівномірного за товщиною покриття.

Для напилювання придатні такі полімери, які при нагріванні можуть переходити в рідкотекучий стан і мають значний температурний інтервал між температурою плавлення і температурою термодеструкції. Вони повинні також добре змочувати матеріал деталі, яку напорошують.

Найбільш широко для напилювання використовують порошки полівінілбутиралю, поліетилену з добавками стабілізаторів, полістиролу і їх різноманітні композиції. Такі покриття відзначаються високою стійкістю у водних розчинах солей, лугів, органічних кислот і слабких розчинах неорганічних кислот (до 25% H_2SO_4). Покриття з полівінілбутиралю мають гарне золотаво-зелене забарвлення і широко використовують як декоративні.

Для нанесення антикорозійних покриттів широко використовують порошки ПФН-12 і ТПФ-37. Порошок ПФН-12 має в своєму складі полівінілбутираль, графіт і домішки таких стабілізаторів, як ідітол і уротропін. Порошок ТПФ-37 складається з полівінілбутиралю, поліетилену, графіта, фенолоформальдегідної смоли і домішок уротропіна.

Перед процесом нанесення покриттів порошки просушують і просіюють. Грануляція порошку повинна знаходитись в межах 0,10 мм – 0,25 мм.

Поверхню деталі перед напилюванням очищують від бруду, мастила, іржі, фарби й окалини. Гострі кромки на поверхні деталі заокруглюють радіусом $R \geq 3$ мм. Підсилення швів знімають, або роблять його гладким. На поверхні швів не допускається наявність

пор, раковин та інших дефектів. При їх наявності вони заповнюються і захищаються.

На поверхні виробу необхідно створити шершавість шляхом струменевої обробки гострокутним дробом або електрокорундом. Можлива очистка грубозернистою абразивною шкіркою або абразивним кругом.

Після цього деталь підігрівують в печі до потрібної температури і швидко занурюють у заздалегідь спучений полімерний порошок і витримують певний проміжок часу до утворення покриття потрібної товщини. Після витягнення деталі з напорошувального пристрою необхідно зробити витримку на повітрі для повного розплавлення і розтікання полімеру.

Якщо частки прилиплої порошку не розплавляються повністю, що може мати місце при малій масі деталі і недостатній кількості накопиченого тепла, виріб знову переносять в піч для повторного нагріву до температури розтікання полімеру.

3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Необхідно з'ясувати суть процесу напилювання полімерів вихровим способом, особливості виконання, застосовуване обладнання, правила техніки безпеки при виконанні роботи. До проведення роботи слід приготувати загальну частину звіту, в якій необхідно привести назву роботи, мету, методику виконання, таблицю для запису результатів.

4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Суть і різновидності напилювання полімерних покриттів.
2. Які матеріали можна використовувати для нанесення

полімерних покриттів?

3. Яке обладнання використовують для нанесення полімерних покриттів вихровим способом?

4. Яка технологія нанесення покриттів?

5. Як впливають параметри режиму напилювання на якість і товщину покриття?

5 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

1. Пластини з маловуглецевої сталі $\delta = 4$ мм; 6 мм; 12 мм.
2. Полімерний порошок ПФН-12.
3. Абразивний папір.
4. Штангенциркуль.
5. Пристрій для кріплення зразків, кліщі.
6. Піч для нагрівання зразків.
7. Компресор.
8. Установка для напилювання полімерів.

6 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1. Роботи по нанесенню полімерних покриттів проводити на постах, обладнаних витяжною вентиляцією.

2. Завантажувати зразки в піч і витягувати їх звідти можна тільки після відключення напруги на нагрівальних елементах печі.

3. Завантажувати і витягувати зразки можна тільки за допомогою кліщів.

4. Проводити огляд напилених зразків і їх вимірювання можна тільки після їх охолодження до кімнатної температури.

7 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Підготувати поверхню зразків із сталі із $\delta = 4$ мм; 6 мм; 12 мм до проведення процесу напорошування.

2. Підготувати порошок і установку для напилювання. Засипати порошок в установку, подати повітря і створити псевдокиплячий шар полімеру.

3. Нагріти зразки в печі до $t = 350^\circ \text{C}$.

4. Почергово занурити в шар полімеру на проміжок часу, рівний 6 с, по одному зразку $\delta = 4$ мм; 6 мм; 12 мм.

5. Після вказаної витримки витягнути зразки і дати їм можливість охолонути на спокійному повітрі.

6. Оцінити якість і товщину нанесеного полімерного покриття.

7. Нагріти ще два зразки товщиною 6 мм і занурити їх в шар полімерного порошку на 10 с і 15 с відповідно.

8. Після витягнення зразків з напорошувального пристрою і охолодження, оцінити якість і товщину полімерного покриття.

9. Оформити результати спостережень у вигляді таблиці

№	Товщина зразка, мм	Час напилювання, с	Товщина покриття, мм	Якість покриття
---	--------------------	--------------------	----------------------	-----------------

10. Побудувати графічну залежність товщини покриття від товщини зразків і часу їх напорошування. Зробити висновки по роботі.

8 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Назва мета роботи.
2. Методика виконання.
3. Схема установки для напилювання.
4. Результати дослідів у виді таблиці і графічної залежності.
5. Висновки по роботі.

9 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Паніматченко А.Д. Переробка пластмас. - Спб: Професія, 2005.
2. Карякіна М.І., Попцов В.Є. Технологія полімерних покриттів: Навчальний посібник для технікумів. - М.: Хімія, 1983 – 336 с.
3. Яковлев А.Д., Здор В.Ф., Каплан В.І. Порошкові полімерні матеріали і покриття на їх основі. Л.: Хімія, 1979. - 254 с.
4. Майссела Л., Гленга Р. Технологія тонких плівок: Довідник / Под ред. Елінсон М. І., Смолко. Г. Г. Пер. з англ.. - М.: Радянське радіо, 1977. -Т. 1. - 406 с.; Т. 2. - 353 с.
5. Ліпін Ю.В., Рогачов А.В., Сидорський С.С., Харитонов В.В. Технологія вакуумної металізації полімерних матеріалів. - Гомель, 1994. - 206 с.
6. Ройх І.Л., Калтунова Л. Н. Захисні вакуумні покриття на сталі. М.: Машинобудування, 1971. - 280 с.
7. Брук М.А., Павлов С.А. Полімеризація на поверхні твердих тіл. - М.: Хімія, 1990. - 130 с.
8. Ясуда Х. Полімеризація в плазмі. - М.: Світ, 1988. - 376 с.
9. Красовський А.М., Толстопятов Е.М. Отримання тонких плівок розпиленням полімерів у вакуумі / Под ред. Білого В.А.- Мн.: Наука і техніка, 1989.