

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Запорізький національний технічний університет

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторної роботи №7

«Дослідження процесів газополуменового напилення полімерних матеріалів» з дисципліни “Зварювання пластмас” для студентів освітньої програми „Технології та устаткування зварювання” всіх форм навчання

2018

Методичні вказівки до лабораторної роботи №7 «Дослідження процесів газополуменевого наплення полімерних матеріалів» з дисципліни “Зварювання пластмас” для студентів освітньої програми „Технології та устаткування зварювання” всіх форм навчання / Укл. О.Є. Капустян. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018 – 14 с.

Укладачі: 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

**ЗМІСТ**

1	МЕТА РОБОТИ.....	4
2	ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ .....	4
2.1	Сутність процесу газополуменевого напилення.....	4
2.2	Устаткування для газополуменевого напилення пластмас .....	5
2.3.	Підготовка установки до роботи і порядок її запуску .....	8
2.4.	Технологія нанесення покриття .....	9
3	ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ.....	10
4	КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ.....	11
5	МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ .....	11
6	ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ .....	12
7	ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ ...	12
8	ЗМІСТ ЗВІТУ .....	13
	РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА .....	14

## **1 МЕТА РОБОТИ**

Вивчення будови і принципу роботи установки для напилення полімерних матеріалів. Освоєння техніки нанесення покриттів і дослідження впливу параметрів режиму на якість напиленого шару.

## **2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ**

### **2.1 Сутність процесу газополуменевого напилення**

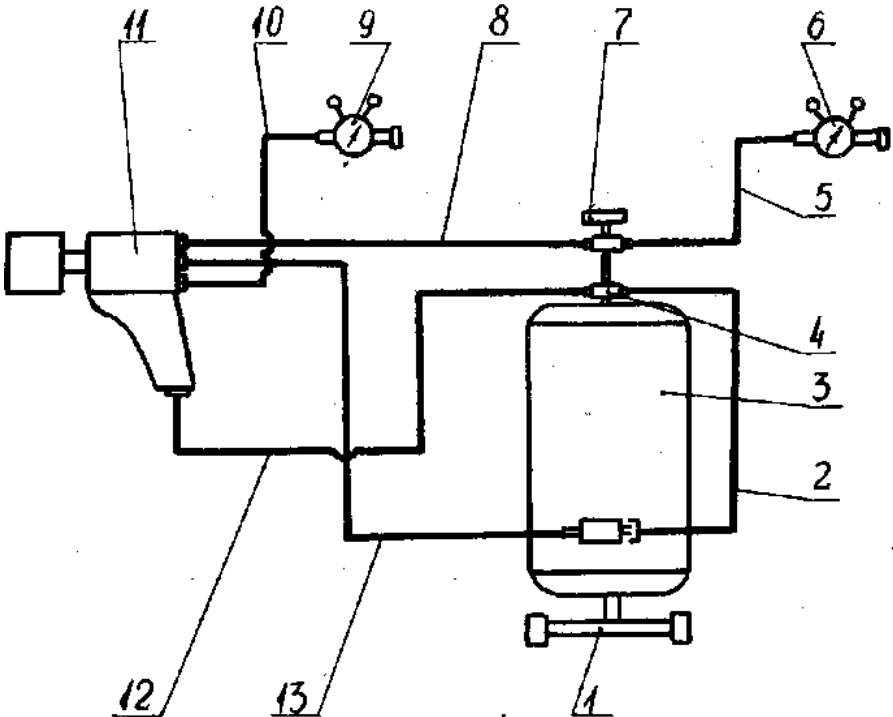
Сутність газополуменевого напилення полягає в тому, що порошок полімеру продувається через полум'я спеціального розпилювального пальника, де він розплавляється і в розплавленому стані струменем стисненого повітря наноситься на поверхню виробу. Потрапляючи на поверхню деталі частки розплавленого порошку розтікаються і зчіплюються з нею, утворюючи шар покриття.

Для напилення придатні полімери, які при нагріванні переходять в рідкий або в'язкотекучий стан. При цьому температура розплавлення повинна бути значно нижче температури деструкції полімеру. Для напилення можна використовувати полімери, що мають хорошу змочувану здатність по відношенню до матеріалу поверхні, що напиляється.

Найповніше відповідають цим вимогам і найширше використовуються для напилення поліетилен, полівінілбутіралі, поліаміди або різні їх комбінації. Широко відомі в промисловості композиційні матеріали ПФН-12 і ТПФ-37, виконані на базі полівілбутіраля з добавками графіту, поліетилену та інших добавок, що модифікують. Покриття з цих матеріалів виходять високої якості з гарною адгезією і мають високі антикорозійні властивості в атмосферних умовах і багатьох водних розчинах.

## 2.2 Устаткування для газополуменового наплення пластмас

Для наплення полімерних матеріалів газополуменовим методом найбільш широко використовується установка УГПЛ, що серійно випускається. Установка складається із стояка, апарату газополуменового наплення (пальники), живильника, редукторів і шлангів. На рис. 2.1 приведена схема з'єднань установки.



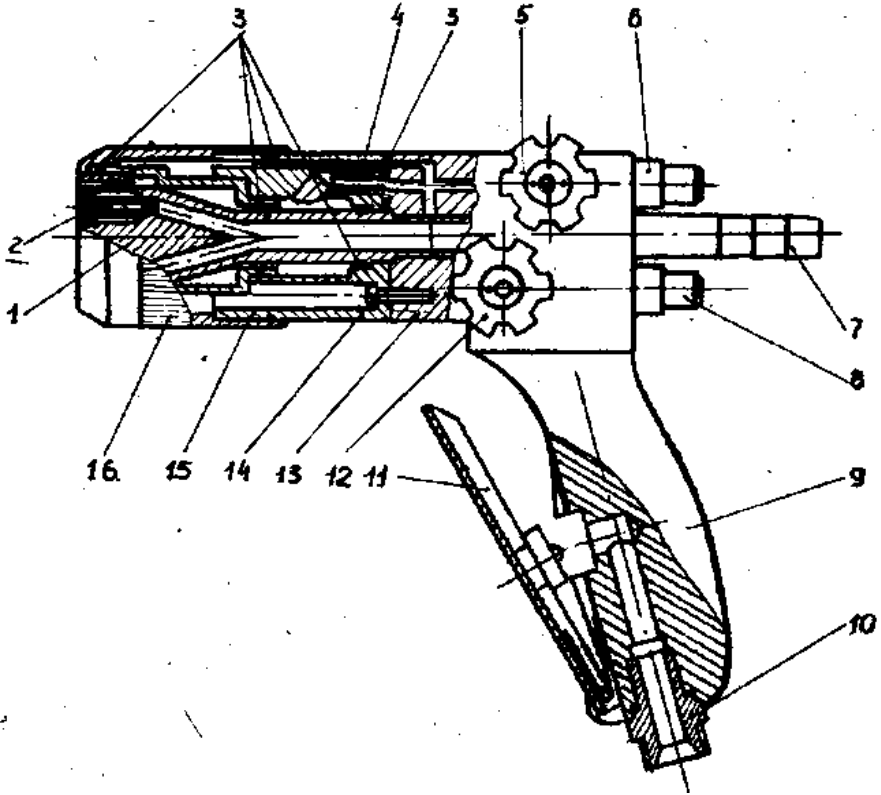
1 – стояк; 2 – шланг; 3 – живильник; 4 – вентиль з манометром; 5 – шланг;  
6 – редуктор кисневий; 7 – кермо; 8 – шланг; 9 – редуктор ацетиленовий; 10 – шланг;  
11 – розпилювальний апарат; 12 – шланг; 13 – трубка

Рисунок 2.1 – Схема підключення установки УГПЛ

Апарат газополуменового наплення (пальник) (рис. 2.2) складається з заднього корпусу з двома вентилями і двома штуцерами, переднього корпусу з двома інжекторами, головки розпилювальної з впресованими в неї вісьмома трубками і рукоятки з курком і штуцером. Задній і передній корпуси і розпилювальний пальник

з'єднані між собою через гумові кільця за допомогою чотирьох гвинтів і гайки спеціальної.

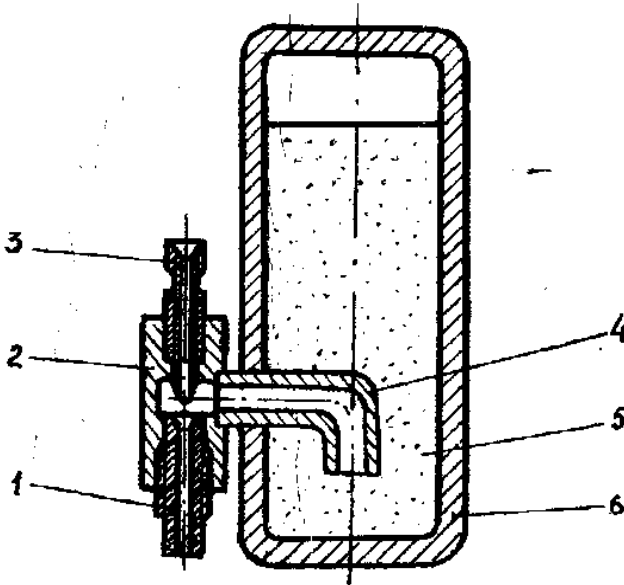
Живильник (рис. 2.3) складається з бачка, всередину якого встановлена труба спеціальна таким чином, що утворює зазор між торцем і дном бачка 2 мм – 3 мм. На трубі спеціальній встановлений трійник з інжектором і камерою змішування. Через горловину кришки, заглушеною заглушкою, проводиться засипка порошкового матеріалу.



- 1 – головка розпилювальна; 2 – трубки; 3 – кільця гумові; 4 – інжектор;  
 5 – вентиль повітряний; 6 – штуцер повітряний; 7 – ніпель спеціальний; 8 – штуцер ацетиленовий; 9 – рукоятка; 10 – штуцер повітряний; 11 – курок; 12 – вентиль ацетиленовий; 13 – корпус задній; 14 – гвинт; 15 – корпус передній; 16 – гайка спеціальна

Рисунок 2.2 – Розпилюючий апарат (пальник) установки УГПЛ

Стиснене повітря, надходячи на інжектор живильника (рис. 2.3), створює в трубці спеціальній і бачку розрідження, підсмоктує порошок з бачка і через камеру змішування транспортує його по трубці в головку розпилюючу (рис. 2.2). Кількість порошку, що транспортується, регулюється вентилям (рис. 2.1). Припинення подачі порошку здійснюється скиданням повітря від інжектора живильника (рис. 2.3) при відкриванні курка (рис. 2.2) або перекриванням вентиля (рис. 2.1).



1 – камера змішування; 2 – трійник; 3 – інжектор; 4 – трубка; 5 – порошок; 6 – бачок

Рисунок 2.3 – Порошковий живильник установки УГПЛ

Стиснене повітря, надходячи на два інжектори, запресовані в передній корпус, інжектуються ацетилен і, змішуючись з ним, виходить з головки розпилювальної по 24 отворів. Частина повітря з корпусу переднього надходить в зазор між трубками головки розпилювальної і охолоджує її.

Витрата повітря і ацетилену регулюється вентилями корпусу заднього.

За основними параметрами відповідно до ГОСТ 11966-78 установка відноситься до типорозміру ГпПР11-11, О-ПМ і має наступні технічні дані.

Таблиця 2.1 – Технічні дані установки

Найменування показника	Величина показника
Максимальна продуктивність по напilenням матеріалу, кг / год цинковий порошок полімерний порошок ПФН-12	7 11
Середня питома продуктивність по напilenням матеріалу	9
Коефіцієнт використання матеріалу при напilenні, % цинковий порошок полімерний порошок ПФН-12	70 70
Розміри напилуваного порошку, мкм цинковий порошок полімерний порошок ПФН-12	5–10 150–250
Робочий тиск, МПа (кгс / см <sup>2</sup> ) стисненого повітря ацетилену	0,3–0,6 (3–6) 0,03–0,1 (0,3–1,0)
Витрата, м <sup>3</sup> / год стисненого повітря ацетилену	25–30 0,8–1,0
Корисний об'єм живильника, дм <sup>3</sup>	10
Габаритні розміри, мм, не більше живильника на стояку апарату	460×395×1100 200×60×200
Маса установки, кг, не більше в тому числі апарату	16 1,0

### 2.3. Підготовка установки до роботи і порядок її запуску

Підготовка установки до роботи здійснюється в наступній послідовності:

1) проводиться під'єднання установки відповідно до схеми (рис. 2.1). Ацетиленовий шланг під'єднується до апарату після



перевірки розрідження. У робочих умовах розрідження зазвичай перевіряється дотиком пальця до ацетиленового штуцера апарату. У разі нормального розрідження прилипання пальця досить відчутно;

2) засипають порошок в живильник через горловину кришки і закривають її заглушкою;

3) пуск установки в роботу проводять за таким порядком:

- відкривають незначно спочатку повітряний вентиль апарату, потім ацетиленовий;

- запалюють горючу суміш і регулюють полум'я;

4) натискають курок і плавно відкривають вентиль на кермі стояка до отримання необхідної продуктивності;

5) для короткочасного припинення подачі порошку відпускають курок;

6) при короткочасних перервах у роботі:

- погасити полум'я, закрити спочатку ацетиленовий, а потім повітряний вентиля апарату;

- закривають вентиль на кермі стояка;

7) при тривалій зупинці скидають тиск на редукторах.

#### **2.4. Технологія нанесення покриття**

Поверхня виробу, на яку наноситься покриття з пластмас, повинна бути чистою, сухою, знежиреною і мати достатню шорсткість. Необхідна шорсткість забезпечується за рахунок піскоструминної обробки електрокорундом або дробеструменової обробки гострокутовим дробом.

Перед використанням грудок порошки повинні бути просіяні через сито. Напилення полімерів має проводитися на поверхню, нагріту до температури розтікання полімеру. Попередній підігрів оброблюваних виробів зазвичай здійснюється в печах або газовими пальниками.

Важливим фактором, що впливає на якість покриття, є тепловий режим напилення, який для кожного виду порошку встановлюється дослідним шляхом.

Дистанція напилення (відстань від порошкового сопла до поверхні виробу) знаходиться, як правило, в межах 100 мм. при цьому

кінчик факела – у поверхні, що напиляється. При великій дистанції охолоджуються частки і поверхню, на яку вони наносяться. В результаті погіршується зчеплення покриття з підкладкою. При малій дистанції відбувається перегрів покриття і його матеріал починає розкладатися.

Регулювання теплового режиму може здійснюватися як за рахунок зміни дистанції напилювання, так і за рахунок потужності полум'я, швидкості польоту частинок, а також швидкості переміщення факела уздовж поверхні виробу.

Потужність полум'я слід вибирати такий, щоб частки, що потрапляють на поверхню виробу плавилися і з'єднувалися між собою. При цьому потужність полум'я і концентрація повітряно-порошкової суміші повинні бути відрегульовані так, щоб не відбувалося загоряння частинок порошку.

Температуру полум'я можна також регулювати за рахунок варіювання співвідношення повітря і пального газу в горючій суміші. Швидкість руху частинок в полум'ї регулюють за рахунок зміни витрати газу, який транспортує.

Таким чином, при регулюванні процесу напилення необхідний ефект може бути досягнутий різними способами. Найважливіше забезпечити рівномірне оплавлення шару, що наноситься без його підгоряння. За один прохід, як правило, наносять шар товщиною 0,15 мм – 0,3 мм. При необхідності отримання більш товстих покриттів вони наносяться в декілька шарів. Після напилення виріб повинен повільно охолоджуватися.

### **3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ**

При підготовці до лабораторної роботи необхідно засвоїти сутність процесу газополуменевого напилення полімерних матеріалів, вимоги до матеріалів, що використовується для напилення, пристрій і основні технічні дані установки УГПД, правила техніки безпеки при роботі з установкою.

До заняття має бути підготовлена загальна частина звіту, в якій наводиться назва роботи, її мета, схема підключення установки (рис. 2.1) і її основні технічні дані, методика проведення роботи.

#### **4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ**

1. У чому сутність процесу газополуменевого напилення полімерів?
2. Які матеріали можна використовувати, для нанесення полімерних покриттів?
3. Яке обладнання використовується для нанесення полімерів?
4. Які основні технічні дані установки УГПЛ?
5. Як змінюється витрата порошку при налаштуванні режиму напилення?
6. Як змінюється потужність полум'я розпилювального апарату?
7. Як впливає зміна параметрів режиму напилювання на якість полімерного покриття?

#### **5 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ**

1. Пластини з маловуглецевої сталі розміром 100 мм × 100 мм × 4 мм.
2. Наждачний папір для зачистки пластин.
3. Ацетон.
4. Пристосування для кріплення зразків при напиленні.
5. Балони з системою газопостачання.
6. Установка для напилення полімерів.
7. Сушильна шафа для підігріву зразків.

## **6 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ**

1. Роботи з газополуменевого напилювання полімерів проводяться на постах, обладнаних місцевою витяжною вентиляцією. При виконанні робіт необхідно користуватися захисними окулярами і фартухами.

2. Ацетиленовий балон повинен встановлюватися в спеціально відведеному місці на відстані більше 5 м від відкритого вогню і кріпитися у вертикальному положенні.

3. Перед початком роботи перевірити кріплення всіх шлангів. Не допускається підтяжка хомутиків і різьбових з'єднань під тиском.

4. При напиленні зразки повинні бути надійно закріплені в спеціальному пристрої.

5. Запуск і вимикання установки мають проводитися строго відповідно до вказівок підрозділу 2.3 цієї інструкції.

6. При запаленні факела полум'я розпилювального апарату необхідно тримати таким чином, щоб факел був направлений в патрубок витяжної вентиляції.

7. Напилені зразки з пристосування можна виймати після їх повного охолодження. При цьому необхідно користуватися плоскогубцями і захисними рукавицями.

## **7 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ**

1. Ознайомитися з принципом роботи установки і відповідно до рекомендацій підрозділу 2.3 цієї інструкції відпрацювати прийоми запуску установки в роботу.

2. Підготувати 5 пластин під напилення, очистивши їх поверхню грубим абразивним папером і знежирити поверхню ацетоном.

3. Встановити 2 пластини в пристосування.

4. Засипати в живильний бачок установки порошок ПФН-12. Виставити за манометрами тиск повітря 0,5 МПа, тиск ацетилену – 0,05 МПа.

Запустити установку в роботу.

5. Відкрити плавно на 1/2 обороту вентиль на кермі стояка і, витримуючи відстань до пластини, що напилюється, в межах 120 мм, нанести на її поверхню шар полімеру, рівномірно переміщуючи розпилювальний апарат уздовж поверхні зразка.

6. Збільшити витрати полімеру, відкривши вентиль на кермі стояка ще на 1/2 обороту, і напилити другу пластину, витримуючи таку ж відстань і темп переміщення розпилювального апарату.

7. Оцінити якість напилених покриттів за зовнішнім виглядом. Зробити висновок про вплив витрати порошку на якість покриття.

8. На режимах, встановлених на етапі 6, зробити напилення ще двох пластин, витримуючи дистанцію напилення для першої пластини – 80 мм, для другої – 200 мм. Оцінити якість напиленого шару за зовнішнім виглядом. Зробити висновок про вплив дистанції напилення на якість покриттів.

9. Підігріти пластину в сушильній шафі до температури 150° С, встановити її в пристосуванні і відразу напилити на обраному режимі при дистанції напилення 200 мм. Оцінити якість покриття за зовнішнім виглядом.

10. Оформити результати спостережень у вигляді таблиці.

№ зразка	Тиск, МПа		Витрата порошку	Дистанція напилення, мм	Якість покриття
	ацетилену	повітря			

11. Зробити висновки за результатами проведених дослідів.

## 8 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Назва, мета.
2. Схема підключення установки УГПЛ і її технічні дані.
3. Методика проведення.
4. Результати дослідів, оформлені у виді таблиці.
5. Висновки.

## 9 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Гальчинский Л.В., Осмак М.И. Сварка, склеивание и напыление пластмасс – Львов: Издательство Львовского университета. – 1968. – с. 253...275.