

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ РОЗПИЛЕННЯ ПОЛІМЕРУ З ФОРСУНКИ

В статті розглядається процес розпилення форсункою полімеру. Полімер в рідкій фазі може бути розпилений на певну площу. Змодельований факел розпилення. Визначені діаметри крапель розпилення в залежності від тиску повітря. Визначено вплив поверхневого натягу на діаметр крапель. Визначено, що діаметри крапель майже не міняються в залежності від відстані до об'єкту для нанесення. З'ясовано, що зі збільшенням сили поверхневого натягу, середній діаметр крапель збільшується, що знижує якість нанесення полімеру. Тому для якісного фарбування необхідно попередньо нагрівати полімер. Для полімеру з попереднього підігріву становить 150 °C

Ключеві слова: полімер, розпилення, сопло, форсунка

S.L. HORIASHCHENKO, V.V. STRELBITSKIY

Khmelnitsky National University

RESEARCHING QUALITY OF SPUTTERING OF POLYMER FROM NOZZLES

Abstract – In the article the process of spray nozzle polymer. The polymer in the liquid phase can be sprayed on a particular area. Simulated torch spraying. Designated diameters drops spraying depending on the air pressure. The influence of surface tension in diameter droplets. Determined that the diameters of the drops almost do not change depending on the distance to the object for the application. It was found that with increasing force of surface tension, the average diameter of drops increases, which reduces the quality of the application of the polymer. Therefore for quality painting necessary to heat the polymer. For polymer preheating stanovyt 150 °C

Key words: polymer spray nozzle

Вступ

В останній час в світі були проведені експериментальні дослідження, які показали а раках теорії розпаду рідини вплив різних фізичних властивостей і режимних параметрів на дисперсність струменю, що розпиляється потоком повітря. Б.Д. Кацнельсон та В.А. Шваб [1] використовували метод подібності при дослідженні розпиленні рідини пневматичними форсунками. Вони вважали, що результат розпилення є результат дії потоку повітря на струмінь рідини та вивели залежність:

$$Lap = \frac{r Q_r v^2}{\sigma} = A \left(\frac{V d_0}{v_r} \right)^n$$

де Lap – критерій Лапласа; r – середній радіус краплин; σ – коефіцієнт поверхневого натягу;

Q_r , v_r – щільність та коефіцієнт кінематичної в'язкості розпилюваного повітря. v – відносна швидкість повітря та рідини в момент їх зустрічі, яка фактично дорівнює швидкості повітряного потоку. A та n – константи, що характеризують конструкцію форсунки.

Передбачалось, що розпад струменя є результатом взаємодії потоків рідини та повітря.

Аналіз кривих показує, що при розпиленні в'язких рідин суттєвим фактором, що впливає на дисперсність струменю є в'язкість. Крім того вплив температури також є суттєвим. Особливо якщо йде мова про паливо. Збільшення поверхневого натягу призводить до зростання розмірів краплин. Однак граничні зміни поверхневого натягу палива незначні, при чому цей фактор не може вплинути на якість розпилення.

Розмір крапель характеризується розміром індивідуального факелу розпилення, який включає в себе характеристики розпилення сопла. Всі бризок крапель в даному факелу не однакові. Деякі з різних способів для опису розмірів крапель в факелу визначені такі як: середній діаметр, масовий середній діаметр (МСД): засіб розмір краплі виразити в термінах Обсяг рідини розпорошується. Обсяг краплі середній діаметр Розмір, коли вимірюється об'єму (або маси) є значення де 50% від загального обсягу з розпорошеною рідини з краплі діаметром більше середнє значення і 50% з менші діаметри. Саутер середній діаметр (SMD) Також виражається D32: кошти вираження тонкість спреї по поверхні Площа виробництва аерозолу. Саутер середній діаметр діаметр краплі, які мають Обсяг же площа до поверхні Ставлення в загальному обсязі всіх краплі до загальної поверхні площа всіх крапель.

Основна частина

Є багато аналізатори розміру крапель, що розпилюються. Більшість з них використовують оптичне методи, щоб охарактеризувати факел розпилення. Оптичні методи діляться на дві основні категорії: візуалізація та без візуалізації. Зображень включає в себе фотографії і голографія. Методи зображень можуть бути поділені на два класи, ті, які вимірюють велику кількість крапель одночасно (Ансамбль) і ті, які розраховувати і розмір окремих крапель по одному (Лічильники окремих частинок). Оптичні аналізатори, як правило, нечутливі не впливають на поведінку факелу розпилення під час тестування.

Так повторювані результати тестування мають важливе значення в порівнянні даних розміру краплі, належні процедури тестування повинні бути дотримані. Тестування змінні повинні бути враховані

результати, в тому числі обмеження аналізатора.

Аналізатори оптичних зображень як найкраще підходять для аналізу краплин рідини, що розпилюється. Ці аналізатори складаються з джерела світла, відеокамери і комп'ютера. [2] Світло використовується для висвітлення факелу; який записується за допомогою відеокамери, зображення сканується і краплі вимірюються та аналізуються комп'ютером і за розміром розділюються на різні класи. Пристрій включається аналіз розмиття, глибину варіацій поля та неналежного розміру зразків як джерела помилок на початку формування факелу. Ці джерела помилок визначаються і виправляються програмно.

Для більш чіткого визначення потрібно врахувати можливі потоки рідини. Для цього змодельовано факел розпилення. Потік частинок показано на рис.1.

Факел розпиленої рідини будемо розглядати як відкриту для зовнішніх впливів систему рухомих і взаємодіючих крапель (утворених розпилюючим пристроєм) і суцільного середовища. [3,4,5]

Таким чином, в кожній точці простору рух як суцільної так і дисперсної фаз залежить від внутрішніх причин (міжфазової взаємодії і зовнішніх (взаємодія факела і зовнішнього середовища)).

Вихідні дані для розрахунку по моделі можна розділити на три групи: які описують геометричні розміри конкретного апарату; які характеризують розміщення розпилювачів в апараті та описують режимні параметри процесу. Аналіз тиску та факелу на рис.2.

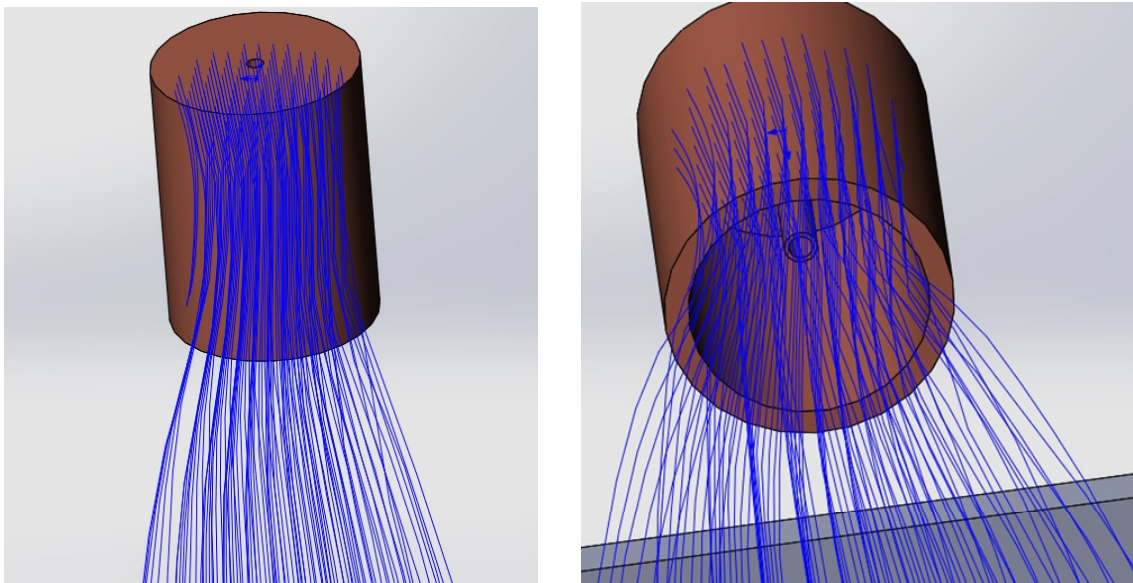


Рис. 1. Моделювання розпилення факелу з сопла

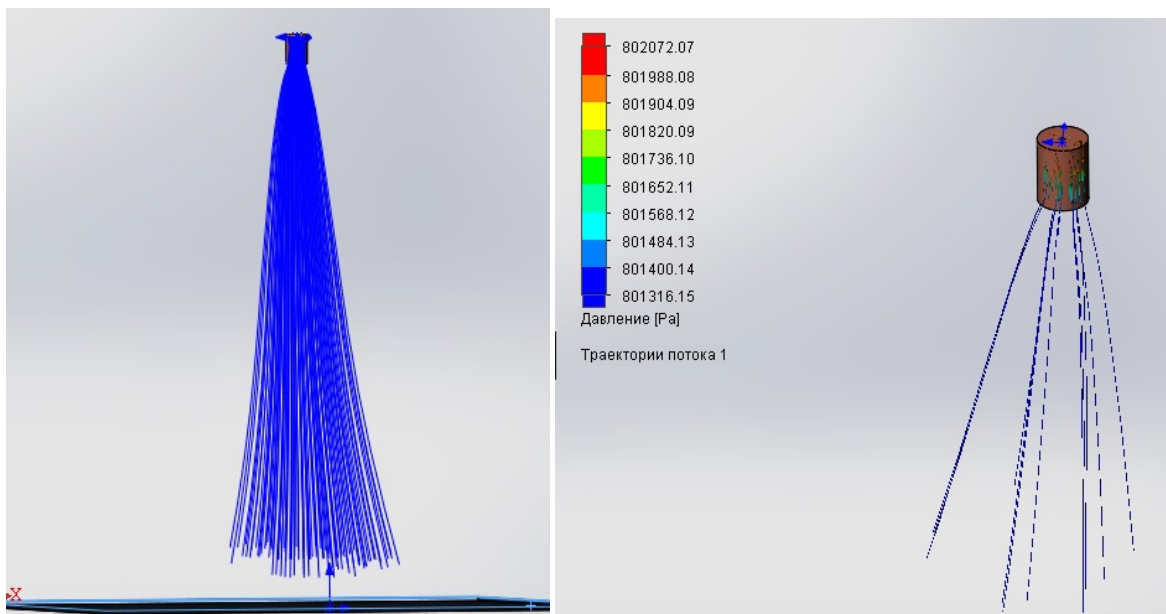


Рис. 2. Факел розпилення

З режимних параметрів необхідно задавати: початкові температури газу і рідини, абсолютний тиск в апараті, початкову швидкість газу (або витрата), початкові концентрації пилу і сорбіруемості компонента в газі і рідині, витрата рідини. Залежно від конкретного процесу деякі параметри можуть приймати нульові значення.

Для апарата з кільцевим перерізом задають його зовнішній і внутрішній діаметри, діаметр кільця (або кільця), за яким встановлені розпилювачі, їх кількість і висоту контактної зони. Далі задають характеристики розпилю або призводять рівняння для їх розрахунку.

У розглянутих нами випадках режим відноситься до течію тонких плівок в трубах з коефіцієнтом опору 0,05. Отже, опір контактної зони не повинно перевищувати 1 Па/м, і їм можна знехтувати.

Були проведені експериментальні дослідження на обладнанні що описано в [6]

Порівняння результатів аналітичних та експериментальних досліджень розпилення полімеру

На рис. 3-6 зображені залежності величини дисперсності капель розпиленого полімеру, що використовувалась при експериментальних дослідженнях та аналітичних розрахунках.

З представлених графіків видно, що аналітична модель та отримані регресійні залежності з коефіцієнтами задовільно узгоджуються (відносна відхилення експериментальних значень від теоретичних не перевищує задану величину, що підтверджує правомірність допущень, які були прийняті при обґрунтуванні аналітичної моделі процесу розпилення.

Вплив газодинамічних параметрів руху повітря в форсунці сопла впливає не тільки на вихідний потік факелу а й на подальше його переміщення. В залежності від розташування мішені (тканини) від сопла ми отримаємо різні значенні покриття. Визначено що зі збільшенням відстані діаметр краплинок падає. Це пов'язано з опором повітря, яке протидіє основному напрямку потоку факелу. Результат показано на рис. 7.

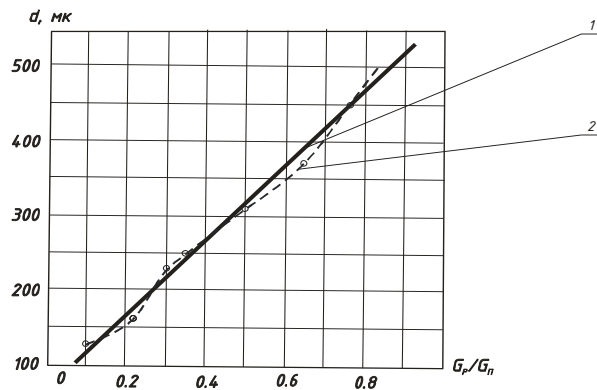


Рис. 3. Графік залежності середнього діаметра капель від відношення витрат рідини і повітря
1 – теоретичний; 2 – експериментальний

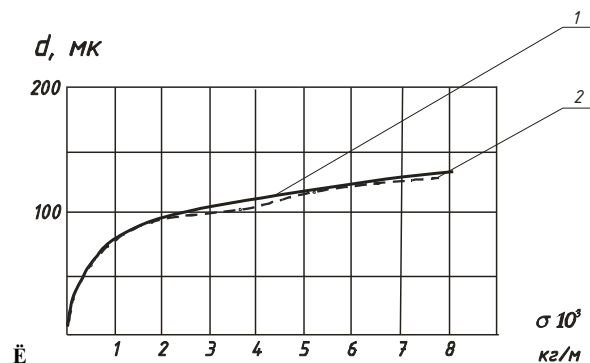


Рис. 4. Графік залежності середнього діаметра капель від коефіцієнта поверхневого натягу. Відносна швидкість повітря $V=150$ м/с.
1 – теоретичний; 2 – експериментальний.

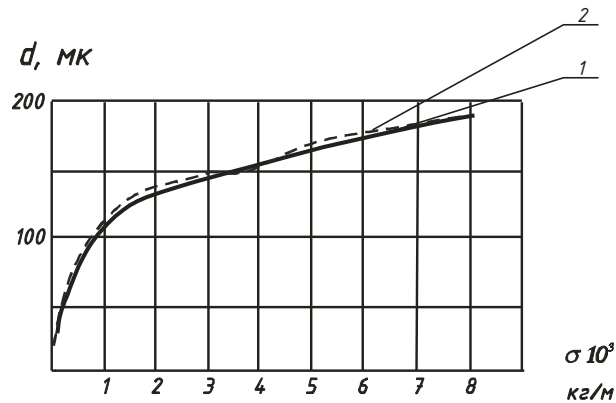


Рис. 5. Графік залежності середнього діаметра капель від коефіцієнта поверхневого натягу. Відносна швидкість повітря $V=100$ м/с.
1 – теоретичний; 2 – експериментальний.

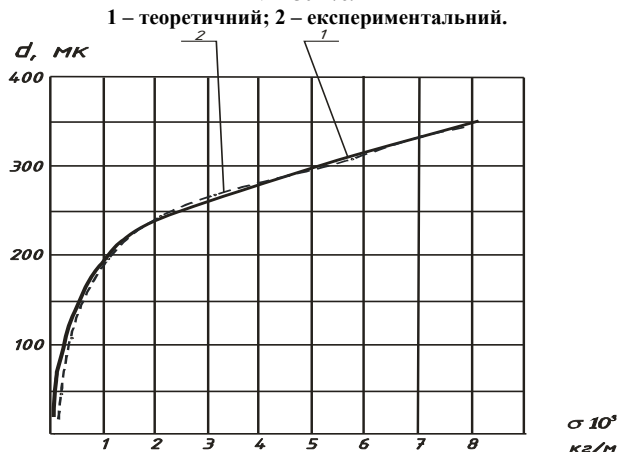
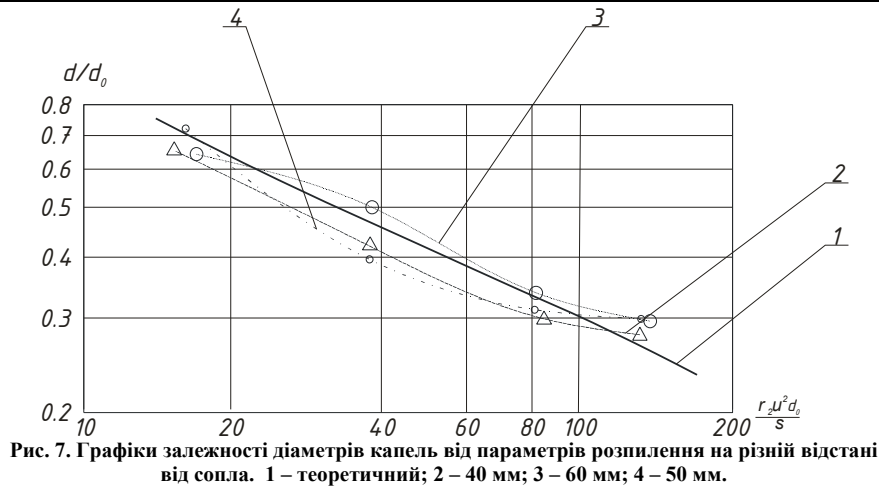


Рис. 6. Графік залежності середнього діаметра капель від коефіцієнта поверхневого натягу. Відносна швидкість повітря $V=50$ м/с.
1 – теоретичний; 2 – експериментальний.

Розбіжності математичної моделі і результатів дослідів обумовлені неминуchoю помилкою експерименту, а також деякою невідповідністю математичної моделі, в наслідок прийнятих при аналітичному дослідженні положень для спрощення.

З графіків 3-6 бачимо, що збільшення сили поверхневого натягу веде до зростання діаметрів капель, а отже і погіршенню якості нанесення покриття. Отримані регресійні залежності показують, що по-перше, подрібнення струменя і капель проходить на невеликому проміжку після зустрічі повітря з рідиною, по-друге, на те, що відсутня помітна коагуляція в результаті зіткнення капель [3]. Таким чином, аналітична модель розпилення полімеру з достатньою для розрахунків точністю описує процес пневматичного розпилення рідини. Це дозволяє використовувати запропоновану в роботі модель для розрахунків конструктивних та технологічних параметрів розпилюючих пристроїв при відомих властивостях полімерів.



Висновки

Визначено вплив сили поверхневого натягу полімеру на кінцеву дисперсність капель. З'ясовано, що зі збільшенням сили поверхневого натягу, середній діаметр капель збільшується, що знижує якість нанесення полімеру. Тому для якісного фарбування необхідно попередньо нагрівати полімер. Для полімеру з $\rho_p = 1200 \text{ кг/м}^3$ температура попереднього підігріву фарби становить 80°C . Рекомендовано 150°C

З'ясовано, що середні діаметри капель практично не змінюються в залежності від відстані до сопла форсунки. Це вказує на те, що, при постійному значенні критерію $\frac{\mu_p^2}{\rho_p \cdot \sigma \cdot d_0}$, по-перше, подрібнення струменя і капель проходить на невеликому проміжку після зустрічі повітря з рідиною, по-друге, на те, що відсутня помітна коагуляція в результаті зіткнення капель.

Література

1. Рожков А.Н. Динамика и разрушение капель слоних жидкостей. Дис.на здоб. д.т.н. – М., 2014 – 335 с.
2. Gula Igor. Measuring thickness of layers of polymeric materials by using phase measurer based on multiplicity impulses / Igor Gula, Serhiy Horiashchenko Kostyantyn Horiashchenko // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та комп'ютерної інженерії": сб. наук. пр. – Львів-Славське, 25 лютого – 1 березня 2014 р. – С. 272-274.
3. Горященко С.Л. Моделирование процесса распыления жидкости в оборудовании для модификации поверхностей сложной формы / Горященко С.Л., Карван С.А. // Вісник Хмельницького національного університету. – 2014. – № 3. – С. 159-163
4. Горященко С.Л. Моделирование процесса нанесения покрытия на поверхность материалов легкой промышленности методом распыления / С.Л. Горященко // Вісник Хмельницького національного університету. – 2014. – №5. – С. 90-94
5. Горященко С.Л. Моделирование процесса распыления форсунками полимерных материалов газодинамическим методом./ Горященко С.Л., Голінка Є.О. – Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах, 2014, т.2 с. 41-44
6. Горященко С.Л. Разработка способа нанесения полимера на детали взуття та пристрою для його здійснення – Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. 2013. – №1. – С. 238-240

References

1. Rozhkov A.N. Dinamika i razrushenij kapel' slonih zhidkostej. Dis.na zdob. d.t.n. – M., 2014 – 335 s.
2. Igor Gula, Serhiy Horiashchenko, Kostyantyn Horiashchenko. Measuring thickness of layers of polymeric materials by using phase measurer based on multiplicity impulses. Materiali mizhnarodnoї naukovo-praktichnoї konferencії "Suchasni problemi radioelektroniki, telekomunikacij ta komp'juternoї inzhenerії": sb. nauk. pr. – L'viv-Slavs'ke, 25 ljutogo – 1 bereznja 2014 r. – S. 272-274.
3. Horiashchenko S.L., Karvan S.A. Modeljuvannja procesu rozpilennja ridini u obladnanni dlja modifikacії poverhon' skladnoї formi. Khmelnytskyi. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Technical sciences. 2014. Issue 3. P. 159-163
4. Horiashchenko S.L. Modeljuvannja procesu nanesennja pokryttja na poverhnju materialiv legkoї promyslovosti metodom rozpilennja. Khmelnytskyi. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Technical sciences. 2014. Issue 5. P. 90-94
5. Horiashchenko S.L. , Golinka E.O. Modeljuvannja pcesu rozpilennja forsunkami polimernih materialiv gazodinamichnim metodom. Khmelnytskyi. Measuring and Computing Devices in Technological Processes. 2014. Issue 2. P. 41-44
6. Horiashchenko S.L. Rozrobka sposobu nanesennja polimeru na detali vzuttja ta pristroju dlja jogo zdijsnennja. Khmelnytskyi. Measuring and Computing Devices in Technological Processes. 2013. Issue 1. P. 238-240

Рецензія/Peer review : 4.6.2015 р. Надрукована/Printed : 24.6.2015 р.
Рецензент: д.т.н., проф. Параска Г.Б.