

تذير السوائل باستخدام قرص دوار مع هزاز

الدكتور جوني تقلا*

الدكتور سامي قدسية*

ثراء حسون**

(قبل للنشر في 2003/10/4)

□ الملخص □

يتضمن هذا البحث إيجاد طريقة لتذير السوائل بواسطة قرص دوار + هزاز من أجل تأمين قطرات من السائل بأقطار صغيرة جدا /عدة ميكرونات/ متقاربة من بعضها البعض ومتجانسة. الهدف من هذه العملية تذير السوائل بدون وجود مركبات فريونية المستخدمة عادة في البخاخات، والاستفادة منها أيضا في الاستخدامات الطبية والكيميائية والصناعية، مما يساعد في تخفيض الكلفة الاقتصادية من جهة ، والحفاظ على البيئة من جهة أخرى.

*أستاذ في قسم القوى الميكانيكية - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية -جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.
**طالبة دراسات في قسم القوى الميكانيكية - كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية -جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

Atomization of Liquids by a Rotating Disk and Vibrator

Dr.Jony Takla*
Dr.Sami Koudsie*
Tharaa Hassoun**

(Accepted 4/10/2003)

□ ABSTRACT □

The purpose of this research is to find a technique for atomization of liquids by a rotating disk and vibrator to produce tiny drizzles of liquids, this device should produce the same size of drizzles with the same diameter and should be about few microns, so as to be able to spray liquids without Freon compounds which are usually used in sprayers.

This way of atomization can be put into chemical medical and industrial use and is both cost effective and environment friendly.

*Lecturer In Department Of Production And Designing –Faculty Of Engineering - Tishreen University-Lattakia-Syria.

**Postgraduate Student In Department Of Production And Designing –Faculty Of Engineering - Tishreen University-Lattakia-Syria.

مقدمة:

تشكل السوائل عنصرا أساسيا في تكوين الصناعات التكنولوجية القديمة والحديثة ، وقد تطورت الأساليب التي تتحكم بكمية المادة المرسلّة إلى مكان ما ، ومدى تجانسها نتيجة للسعي الدائم من قبل الباحثين للوصول إلى الاستخدام الأمثل لها ، كما هي الحال في عملية التذير التي تستخدم في مجالات عملية كثيرة زراعية وصناعية وطبية [1]، لذلك كان من الضروري دراسة عملية التذير من أجل تحسين الإنتاج والمردود الاقتصادي ، والأهم من هذا كله الحفاظ على البيئة عن طريق التخلص من وسائط التبريد المعروفة بالفريونات، لما لها من أذى كبير على طبقة الأوزون وإيقاف استخدامها في آلات التبريد ومجال ال spray، وإيجاد آلية من أجل التذير بأقطار صغيرة جدا والتحكم بهذه الأقطار مع تحقيق تجانس تام بينها عن طريق تصنيع جهاز يعطي تذير متحكم به باستخدام قرص دوار + هزاز ، من أجل تصنيع هذا الجهاز كان لابد من فهم ودراسة آلية تشكل الذرات على سطح قرص دوار .

1-آلية تشكيل ذرات السائل

عندما ينتشر السائل على سطح دائري ذي تناظر محوري نلاحظ تشكل الذرات وفق ثلاث حالات [2]:

-التشكيل الفردي للذرات

-تشكيل خطوط

-تشكيل فلم

وذلك حسب /HINZE-MATSUMOTO/

1-1-التشكيل الفردي للذرات:

توجد آليتين ميكانيكيتين تؤديان إلى تشكل الذرات:

*-في الأولى: يجري السائل حسب فلم رقيق ويتجمع على سطح القرص بقطر كبير فعندما تصبح الإجهادات اللحظية المطبقة على القطرات أكبر من التوتر السطحي فإن وصول كميات زائدة من السائل يساعد على تفكيك القطرات أو تجزيء السائل بشكل ذرات أو قطرات ، هذه الظاهرة تسمى بظاهرة التشكل الفردي للذرات حيث يرافق الذرات الرئيسية ذرات صغيرة قطرها أقل بأربع مرات من قطر الذرات الرئيسية [3] حسب العالم K-R.MAY .

*-في الثانية: يكون تدفق الجريان صغيرا وسرعة دوران القرص عالية ويقدر الاقتراب من حافة القرص فإن الجريان يزداد اضطرابا مما يساعد على تحطيم هذا الجريان حيث نلاحظ في البداية ظهور منطقة ذات جريان مستقر ثم منطقة عدم استقرار يتشكل فيها نظام موجات [4] حسب العالم J.TAKLA . وبالنهاية تظهر منطقة يكون الجريان فيها مضطربا وأحيانا يمكن أن تظهر نقاط ناشفة ونسفي ذلك بالتشكيل المضطرب .

1-2-التشكيل الفلمي:

الفلم: عبارة عن غطاء مائي يتشكل بعد ترك الماء لحافة القرص وذلك في الفراغ المحيط بالقرص .

ومن هذا الفلم تتشكل الذرات حسب العالم Dombrowski وفق آليتين فيزيائيتين:

-الانفكاك الايروديناميكي للنظام الموجي .

-الانفكاك الاضطرابي الموصوف بظاهرة Chaos .

1-3-تشكيل الخطوط :

هو ظاهرة وسطية بين التشكل الفردي للذرات والتشكل الفلمي وهو عبارة عن انقطاع للخيط نتيجة عدم استقرار يؤدي إلى تشكل قطرات ذات أحجام غير متجانسة لان الخيط تترقق وتصبح قليلة الثخانة كلما ابتعدت عن حافة القرص وتكون نقطة الانقطاع عشوائية.

بما أن أنصاف أقطار القطرات متناسبة مع أنصاف أقطار الخطوط في نقطة التجزئة فإن أقطار قطرات السائل المتشكلة تكون متغيرة.

إن مفهوم التجزئة الطبيعية للخطوط ووجود عدة خطوط يعطي تجزئة متحكم بها.

*-شروط تشكل خطوط السائل [5]:

إن الجريان التناظري المحوري على قرص دوار سطحه أملس يتعلق بستة عوامل :

-تدفق السائل Q_v .

-السرعة الزاوية للقرص W .

-نصف قطر القرص R .

-قوة الشد السطحي للسائل σ .

-اللزوجة الديناميكية للسائل μ .

-الكتلة النوعية للسائل f .

*-حساب قطر خط السائل :

h : سماكة الفلم السائل على القرص.

\bar{V} : السرعة الوسطى عند حواف القرص.

V_j : سرعة التدفق المفترضة في خط السائل.

$$Q_v = (2pRh)\bar{V} = V_j (pR_j^2)Z \quad (1)$$

حيث Z : عدد الخطوط

R_j : نصف قطر خط السائل

إن الاستمرار في زيادة السرعة يؤدي إلى $V_j=V$ وهذا يعطي:

$$R_j = \sqrt{2Rh/Z} \quad (2)$$

*-أبعاد قطرات السائل:

إذا كان لخط السائل مقطع ثابت فإن قطر قطرات السائل المتشكلة تنتج من علاقة ريليه [6]:

$$D_g = 1.88D_j = 3.76 \sqrt{2Rh/Z} \quad (3)$$

معطاة بالجدول: z, h

D_g : قطر قطرة السائل المتشكلة.

الدراسة التجريبية لدومبروسكي [7] تعطي القطر الوسطي لقطرة السائل :

$$\bar{D} = 0.0397 \frac{Q_v^{1.3}}{W^{4.3} \cdot R^{1.22} \cdot m^{0.1}} \frac{Q_v^{1.3}}{W^{4.3} \cdot R^{1.22} \cdot m^{0.1}} \quad (4)$$

وتم تحقيق ذلك في المجال:

$$2.5 \cdot 10^{-2} < R < 15 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$0.101 < \mu < 0.0073 \text{ Kg/m/s}$$

2- أجهزة التذير:

توجد أنواع مختلفة من أجهزة التذير ، يختلف بعضها عن البعض الآخر بطريقة تقديم الطاقة للسائل المراد تذييره وهي [1]:

- الأجهزة الهيدروليكية ذات الفتحة الدوارة.
- الأجهزة التي تستخدم الطاقة الحركية للغاز .
- باستخدام القوة الطاردة المركزية (قرص دوار).
- باستخدام قرص دوار + طاقة كهروساكنة.
- بالإضافة إلى التذير باستخدام قرص دوار + هزاز (موضوع بحثنا هذا).

2-1- التذير باستخدام قرص دوار + هزاز:

تعتبر هذه الطريقة حديثة في التذير ومن أجل اختبارها واستخدامها قمنا بتصميم وتصنيع جهاز لهذه الغاية ، حيث اعتمدنا على توجيه سائل عن طريق أنبوب إلى مركز قرص دوار يدور بسرعة 10000 دورة / دقيقة. يتوضع على هذا القرص من الأسفل هزاز يعمل على توليد اهتزازات بترددات منتظمة تساعد على تقطيع السائل بشكل منتظم حتى نحصل في النهاية على ذرات صغيرة جدا ودقيقة ذات أقطار متجانسة تشكل حالة ضبابية حول القرص.

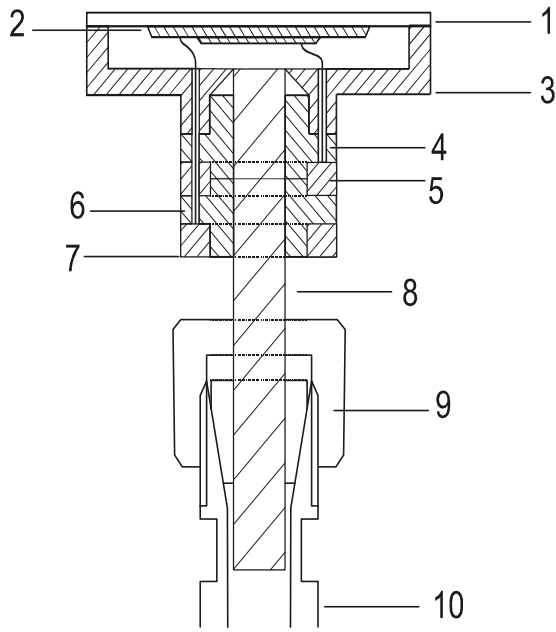
تركيب أجزاء هذا الجهاز: الشكل (1)

1. محرك كهربائي: يدور بسرعة تصل حتى 10000 دورة / دقيقة ، يؤمن الحصول على عدد كبير من الذرات الصغيرة والدقيقة.

2. القرص الدوار: وهو عبارة عن صفيحة ملساء رقيقة جدا من النحاس تتمتع بوزن خفيف جدا لتسهيل الاهتزاز .

3-الهزاز: وهو عبارة عن صفيحة من الكوارتز تتوضع على السطح السفلي للقرص وتقوم بتوليد اهتزازات.
↓ السائل

4-حامل نحاسي: وهو عبارة عن قطعة من النحاس على شكل فنجان يتوضع عليه من الأعلى القرص والهزاز ومن الأسفل حلقتين نحاسيتين مهمتهما توصيل الدارة الكهربائية للمذبذب مع الهزاز ، يفصل بينهما قطعتين عازلتين من الفيبر .



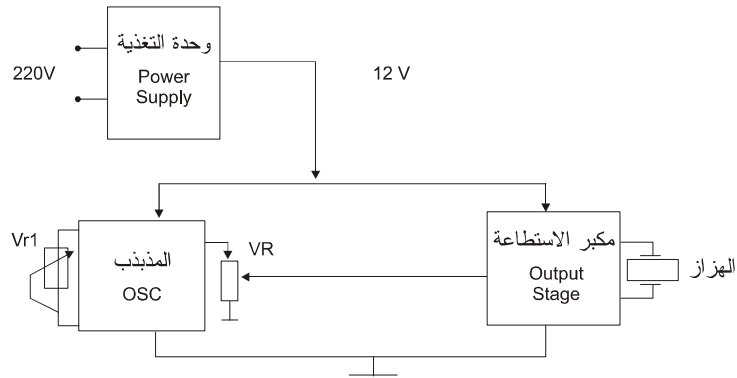
- 1 - القرص الدوار
- 2 - الهزاز
- 3 - الحامل النحاسي
- 4 - قطعة فيبر أولى
- 5 - حلقة نحاسية علوية
- 6 - قطعة فيبر ثانية
- 7 - حلقة نحاسية سفلية
- 8 - محور الجهاز
- 9 - صامولة
- 10 - محور المحرك

الشكل (1) يبين الجزء الفعال في الجهاز

5-دارة المذبذب: الشكل (2)

تتألف من:-وحدة التغذية:تقوم هذه الوحدة بتغذية دارة المذبذب ودارة مكبر الاستطاعة بالطاقة الكهربائية اللازمة لعملهما ،تقوم بتحويل التيار الكهربائي من 220v إلى 12v
 -دارة المذبذب المتعدد اللامستقر :يولد نبضات مربعة الشكل ويمكن التحكم بتردد النبضات المتولدة عن طريق المقاومة المتغيرة VR1 .

-دارة مكبر الاستطاعة :تؤمن التحكم بانتساع الاهتزاز واستطاعته عن طريق المقاومة المتغيرة VR .



الشكل (2) يبين الدارة الإلكترونية

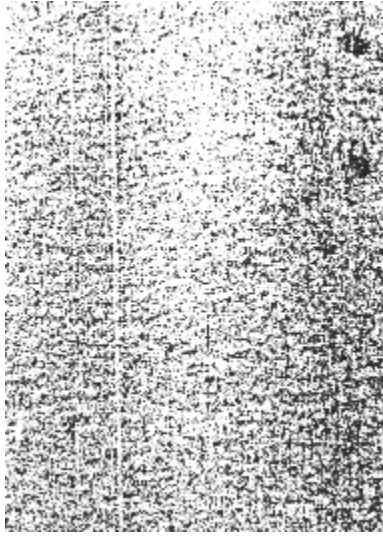
3-نتائج التجارب العملية:

لدى قيامنا بعدة تجارب على جهاز التذير الذي قمنا بتصنيعه تمكنا من الوصول إلى الهدف الأساسي من بحثنا وهو الحصول على ذرات صغيرة جدا ومتجانسة على شكل ضباب (توزع أفضل للذرات في وحدة المساحة)، وقد تم ذلك بتغيير المعطيات المتوفرة لدينا (تدفق السائل $Qv[cm^3/s]$ ، التردد $F[hz]$ ، واستطاعة الهزاز $P[w]$) وفق مراحل متعددة، ولوحظ من خلال هذه التجارب أن أفضل النتائج التي يمكن الحصول عليها هي عندما يكون تدفق السائل صغيرا (0.2 - cm^3/s) وتردد الاهتزاز هو تردد الطنين، واستطاعة الاهتزاز أعظمية. هذا ما يؤكد بوضوح الشكل (3) الذي يبين الحالة الضبابية المنتشرة حول القرص حيث يلاحظ كثافة الذرات بشكل واضح على مسافة (20 cm) تقريبا من مركز القرص وارتفاع بحدود (15 cm) تقريبا.

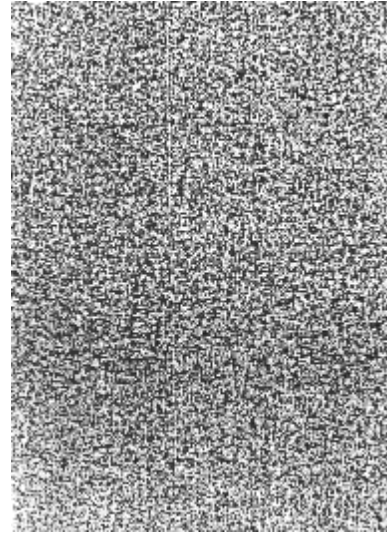


الشكل (3) يبين الحالة الضبابية

وقد قمنا بتجارب لقياس كثافة الذرات عن طريق استخدام لوحة من الورق المقوى الأبيض بعد تلوين السائل (الماء)، وتميرها بشكل عمودي أمام القرص بسرعة 1.5 cm/s على بعد 10 cm من المركز والشكلان (A) و (B) يبينان توزيع الذرات في واحدة المساحة من خلال تجربتين مختلفتين بالبارامترات.



الشكل (A)



الشكل (B)

حيث يبين الشكل (A) إحدى التجارب التي يظهر من خلالها عدم تجانس الذرات وتوزع غير منتظم ولا يغطي الرذاذ مساحة كبيرة من الشريحة المأخوذة.

أما الشكل (B) فيبين تجربة أخرى تظهر تجانس في الذرات وتوزع منتظم لها حيث تشكل كثافتها 85% من المساحة المأخوذة لشريحة 1 cm وتم ذلك عند البارامترات الأنسب المذكورة سابقا. قمنا بإجراء هذه المقارنة للحصول على البارامترات الأنسب التي تمكننا من الوصول إلى هدف البحث وذلك من خلال التجربة الأفضل وهي التجربة (B).

3-1- تحليل التجارب العملية وبعض المقترحات عليها:
بعد قيامنا بعدة تجارب توصلنا إلى النتائج التالية:

- إمكانية الانتقال من التشكل الفردي للذرات إلى تشكل الخيوط ثم تشكل الفلم وذلك بزيادة التدفق عند سرعة دوران ثابتة.
- إضافة منبع اهتزاز هو طريقة أكيدة وفعالة لضبط تشكيل القطرات.
- إن تغيير تردد ومطال الاهتزاز القسري الذي يؤثر به يسمح بتغيير أبعاد القطرات.
- جريان موجة سطحية من المركز إلى محيط القرص يساعد في تنظيم تقسيم الخطوط والنقطة القسري ينظم الانهيار فتصبح مسافة التقسيم ثابتة وتبدو القطرات المنولدة معيرة جيدا.
- إضافة منبع اهتزاز إلى قرص دوار يساعد في الوصول إلى حالة الضباب المنشودة.

من خلال التجارب التي قمنا بها وتحليل نتائج هذه التجارب فإنه للحصول على توزع أحادي للقطرات نقترح

مايلي:

1-زيادة التردد لاهتزاز ذو سعة كافية.

2-زيادة سعة الاهتزاز بتردد معطى ، ولدينا مجال واسع ومسموح للترددات.

المراجع:

.....

- 1-Balachandran W.,4th UMIST short course,Manchester.1990
- 2-Davies C.N.chean p.k.p.,”spinning generators of homogeneous aerosols” ,J.Aerosol. sci.,vol.15,No.6,pp 719-739,1984
- 3-Chaudhary K.C.,Redekopp L.G.,”The nonliner capillary instability liquid” jet.part1. | 1992
- 4-TAKLA J., La pulverisation d´ un liquide, Université Paris VI. 1980
- 5-Chicheportiche J.M.,Renaudeaux J.P.Brevet n 90029 14PC/ML du14 mass 1991.
- 6-Comolet R., Mecanique experimentale des fluides,Tom 2,Masson. 1994
- 7-Dombrowski N.,Johns W.R.(instability),Chem.Engng. Sci.,p.203,1963.