SPRAY DYNAMICS UNDER THE EFFECT OF ACOUSTIC WAVES

BY

AMAL ALY EL SAYED EL BERRY

( B. Sc. M. Sc. )

A Thesis Submitted to the Faculty of Engineering , Cairo University

In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

DOCTOR OF Philosophy

In

Mechanical Power Engineering ,

Faculty of Engineering, Cairo University

GIZA , EGYPT

2001

SPRAY DYNAMICS UNDER THE EFFECT OF ACOUSTIC WAVES

BY

AMAL ALY EL SAYED EL BERRY

( B. Sc. M. Sc. )

A Thesis Submitted to the Faculty of Engineering , Cairo University

In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

DOCTOR OF Philosophy

In

Mechanical Power Engineering ,

Prof. Dr. Mahmoud Fouad Prof. Dr. Abdel MotalebMostafa

Professor, Mechanical Power Professor, Mechanical Power

Engineering Department Engineering Department

Cairo University Cairo University

Prof. Dr. NihadElChazly

Head of Mechanical

Engineering Department

N .R .C .

Faculty of Engineering, Cairo University

GIZA , EGYPT

2001

ABSTRACT

An experimental Study is conducted to characterize the turbulent flow structure of isothermal sprays subjected to an acoustic field excitation. The spray is produced by high shear atomizer .The acoustic ideal axisymmetric acoustic waves. The speakers are connected to an amplifier and an audio generator to obtain different sound pressure levels and frequencies .

The spray parameters are measured by using a phase Doppler particle analyzer. The droplets sauter mean diameter (SMD) , droplets mean velocities and droplets number densities, Liquid volume flux, and root mean square velocities are measured at several and axial Locations. Also the cone angle is measured by direct photography method.

With and without excitation under the same operating conditions.

Five liquid flow rates are considered; 2.5, 3 38, 4.34, 6. 18 and 7.5 g/sreaspectively Five air flow rates are used; 1.49,2.024,2.6,2.88 and 3.2 g/s. the experimental program cover a Strophe number ranges from 0.15 to 0.75. This range represents the fundamental mode as well as the subharmonic modes. The obtained results cover different sound pressure levels ranges from 95 to 110 dBA.

The results indicate that the spray characteristic parameters are almost symmetric about the spray axis. At each axial spray cross section, the SMD has a minimum value at the spray centerline has a more comlex variation in the downstream direction because of the secondary atomization at high air velocity near the nozzle exit and droplet .

**ديناميكية الرذاذات تحت تأثير الموجات الصوتية**

**إعداد**

**المهندسة / أمل علي السيد البري**

**رسالة مقدمة الي كلية الهندسة ، جامعة القاهرة**

**كجزء من متطلبات الحصول علي درجة الدكتوراه**

**فــــــي**

**هندسة القومي الميكانيكية**

**إشـراف**

**أ.د. / محمود أحمد فؤاد أ.د. / عبد المطلب علي مصطفي**

**أستاذ بقسم هندسة القوي الميكانيكية بقسم هندسة القوي الميكانيكية**

**كلية الهندسة – جامعة القاهرة كلية الهندسة – جامعة القاهرة**

**أ.د. / نهاد محمد الشاذلي**

**أستاذ ورئيس قسم الهندسة الميكانيكية**

**المركز القومي للبحوث**

**كلية الهندسة – جامعة القاهرة**

**الجيزة – جمهورية مصر العربية**

**2001**

**الملخص**

**تم إجراء التجارب العملية التي تصف ديناميكية السريان المضطرب للرذاذ بدون تسخين والذي يتعرض لمجال صوتي . ويتم توليد الرذاذ بواسطة مرذاذ عالي القص . وتم الحصول علي المجال الصوتي بواسطة إستخدام سماعات وضعت حول وجه خروج المرذاذ لينتج مجال صوتي متماثل نموذجي . وتم توصيل السماعات بمضخم صوت ومولد صوت لكي نحصل علي مستويات مختلفة لضغوط الصوت والترددات .تم قياس خواص الرذاذ باستخدام**

**"Phase Doppler Particle Analyzer والعوامل التي قيست هي الأقطار المتوسطة للقطيرات وسرعتها المتوسطة والكثافة العددية للقطيرات والفيض الحجمي للسائل والمتوسط الجذري لسرعة القطيرات اللحظية وتم القياس في الإتجاه المحوري والأتجاه النصف قطري . كما انه تم قياس زاوية مخروط الرذاذ بواسطة تقنية التصوير عند نفس ظروف التشغيل . وقد أجريت الدراسه عند معدلات مختلفة لسريان المائع وهي 5و2 و 83و3 و 34و4 و 18و6 و 5و7جم / ث**

**وكذلك خمس معدلات سريان للهواء وهي 49و1 و 024و2 و 6و2 و88و2 و 2و3 جم /ث . وقد غطي البرنامج العملي رقم سترويل الذي يترواح من 15و0 الي 75و0 وهذا النطاق يمثل الشكل الأساسي والتوافقي للموجات الصوتية والنتائج التي تم الحصول عليها تغطي مستويات ضغوط للصوت مختلفة تتراوح من 95 الي 110 ديسبل .**

**وقد بينت النائج ان الرذاذ متماثل حول محوره . وعند كل مقطع الأقطار المتوسطة للقطيرات يكون لها أقل قيمة عند المحور وتزيد كلما إتجهنا الي المحيط الخارجي للراذاذ. والتوزيع النصف قطري للسرعة المتوسطة للقطيرات تصل الي قيمة قصوي عند المحور وتقل كلما إتجهنا الي المحيط الخارجي. أما الكثافة العددية للقطيرات فتزيد في الإتجاه النصف قطري حتي تصل الي قيمة قصوي عند نقطة معينة ثم تعود مرة أخري لتقل وهكذا . وللفيض الحجمي للسائل نفس التوزيع القطري للكثافة العددية للقطيرات. المتوسط الجذري لسرعة القطيرات يقل كلما إتجهنا قطريا الي الخارج. أيضا النتائج وضحت أن .**

**جامعة القاهرة**

**كلية الهندسة**

**دراسة تجريبية عن السلوك الحراري**

**العابر للسوائل في الخزانات الإسطوانية**

**رسالة مقدمة للحصول علي درجة ماجستير العلوم**

**فــي**

**هندسة القوي الميكانيكية**

**مقدمة من**

**المهندسة / أمل علي السيد البري**

**قسم الهندسة الميكانيكية**

**المركز القومي للبحوث**

**تحت إشراف**

**ا.د. / عبد اللطيف إبراهيم الشرقاوي أ.د. ثامر لطفي علي**

**أستاذ الهندسة الميكانيكية أستاذ الهندسة الميكانيكية**

**المركز القومي للبحوث بقسم هندسة القوي الميكانيكية**

**القاهرة**

**1993**

**الخلاصة**

**هذا البحث عبارة عن دراسة للسلوك الحراري للخزانات الاسطوانية الشكل والتي يكون وسط للتخزين فيها سائل . تبدأ الدراسة بمراجعة ماسبق عمله في مجال تخزين الطاقة الحرارية بصفة ومجال للتخزين بالحرارة المحسوسة في السوائل بصفة خاصة. وهذه الابحاث أظهرت أهمية وجود وسائل تخزين للطاقة وخاصة في المنظومات التي تعتمد علي الاشعاع الشمسي كمصدر أولي للطاقة . وقد تبين من دراسة هذه الابحاث أنه يوجد نقص في الدراسات التجريبية حتي يمكن مطابقتها علي العديد من الابحاث النظرية المتاحة في هذا الموضوع .**

**وقد اشتملت الرسالة علي فصل خاص بدراسة النماذج الرياضية الخاصة بالخزانات الحرارية. وقد صمم جهاز معملي خاص استخدام في هذه الدراسة ويتكون من خزان اسطواني الشكل معزول جيدا لتقليل الفاقد الحراري للخارج وتم تمثيل المجمع الشمسي بسخان كهربي وضع في صهريج منفصل تتم فيه عملية التسخين للسائل قبل تمريره الي الخزان وتم قياس التوزيع الزمني والفراغي لدرجة الحرارة داخل الخزان الاسطواني بواسطة عدد من الازدواجات الحرارية عند ثلاثين نقطة تمثل كافة الابعاد المحورية والقطرية للخزان عند تغيير عدد من المتغيرات لدراسة أثرها علي دراسة أداء الخزان وهي معدل السريان ودرجة حرارة الدخول ودرجة الحرارية الاولية داخل الخزان قبل بدء الشحن الحراري .**

**وقد تم عمل هذه التجارب في حالتي الشحن والتفريغ . وقد تم عرض ومناقشة النتائج بصورة توضح أثر العوامل التصميمية المختلفة بالاضافة الي ظروف التشغيل ولقد استخدم برنامج مطور لهذا الغرض يمكن من خلاله تمثيل درجات الحرارة الثابتة داخل الخزان وقد نوقشت هذه النتائج تفصليا مع الاستعانة بنتائج الابحاث السابقة والتحاليل النظرية المتاحة .**

**لقد وجد في حالة الخزانات المعزولة جيدا ان النموذج النظري الأحادي الأبعاد يعتبر كافيا ويعطي نتائج ذات دقة عالية وكافية للتعبير عن السلوك الحراري داخل الخزان حيث ان التغير في درجات الحرارة في الاتجاه القطري صغير في معظم الحالات نظرا لعدم تسرب الحرارة من خلال جدار الخزان.**

**كما وجد أن كلا من درجة حرارة السائل الساخن أثناء الشحن ومعدل السريان له تأثير علي سرعة الشحن بينما تؤثر درجة الحرارة وحدها علي سعة التخزين وحدها علي سعة التخزين. وقد تم التوصل الي توصيات هامة منها امتداد البحث في هذا الموضوع ليشمل دراسة أثر السوائل والاوساط المختلفة المستخدمة للتخزين الحراري وبصفة خاصة المواد التي يتغير طورها في أثناء الشحن والتفريغ وبالتالي التي تؤدي الي ثبوت وانتظام في درجات الحرارةأثناء عمليتي الشحن والتفريغ .**

CAIRO UNIVERSITY

FACLTY OF ENGINEERING

EXPERIMENTAL STUDY ON THE

TRANSIENT BEHAVIOR OF TGERMAL LIQUID

STORAGE TANKS

A Thesis

Submitted in partial Fulfillment

For the Degree of Master of Science

In

MECHANICAL POWER ENGINEERING

BY

AMAL ALY EL SAYED EL BERRY

National Research Center

Mechanical Engineering Department

Under the Supervision of

Prof .Dr. A. I. El SharkawyProf .Dr . S.L.ALY

Secretary General, Mech. Power Engineering Dept.

Supreme Council for Research Faculty of Engineering

Centers and Institutes Cairo University

Cairo

1993