مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث العلمية سلسلة العلوم الهندسية المجلد 15 (العدد 1) 1413-1993.

ديناميك جريان نفاث مشتت بشكل شعلة مسطحة .

د.م. ايفان انطونوف م.ليوين ايلينكوف
م. عاصم قـداح م. نيقـــولاي بتكوف

عند التأثير المتبادل الفراغي لنفاثتين "أو ثلاث" متناظرة محورياً، واقعة في مستوى واحد وتشكل زوايا فيما بينها، يتولد جريان بشكل شعلة مسطحة ويشابه بشكل كبير النفاثات المستوية، مقطعه العرضي له شكل قطع ناقص محوره الكبير يقع في مستوي توضع النفاثات. بيدي الجريان الناتج ثباتاً كبيراً - خلافاً للجريانات ذات المقطع العرضي البدائي المربع أو المستطيل - ذلك أنه لا يظهر أي ميول بالتحول الى جريان بتناظر محوري "ضمن الأطوال المدروسة على الأقل".

هذه الجريانات تجد تطبيقاً في الحالات التي تتطلب تكثيف عملية تبادل محددة، وعلى هذا الأساس تم وضع نماذج لحراقات تستخدم في المراجل ذات الاستطاعات العالية (1) .

إن امكانية التحكم بشكل وهيكلية الجريان الناتج وتوضعه الفراغي، تسمح لحراقات من هذا النوع بأن تستخدم عند حرق وقود له أي حالة من حالات المادة الفيزيائية، "غاز - سائل - غبار الفحم". النموذج النظري لحراقات مشابهة بـ(2) .

واعتمادا" على التشابه الجدلي بين عملية الحرق والعملية المعاكسة "اطفاء حريق ما"، يقترح في (3) و(4) هيكل لأداة اطفاء حريق تعمل بالمبدأ الموصوف.

يبين هيكل الجهاز المقترح بالشكل /1/: على ذراع واحدة تتوضع ثلاث بخاخات تغذى بسائل لاطفاء الحريق "في الحالة المدروسة يستخدم الماء". ويمكن أن يغير البخاخان الطرفيان وضعيهما بالنسبة للبخاخ المركزي الثابت. والجهاز مصمم بحيث يمكن التحكم بالتدفق المعطى لكل بخاخ على حدة وكذلك يمكن التحكم بزاوية الانحراف عن الأفق. وبتغيير تدفق الجريان لكل بخاخ والزاوية فيما بينها يتم تغيير شكل المقطع العرضي للجريان الكلي الناتج، كذلك البعد الأقصى الذي يصل اليه الجريان.

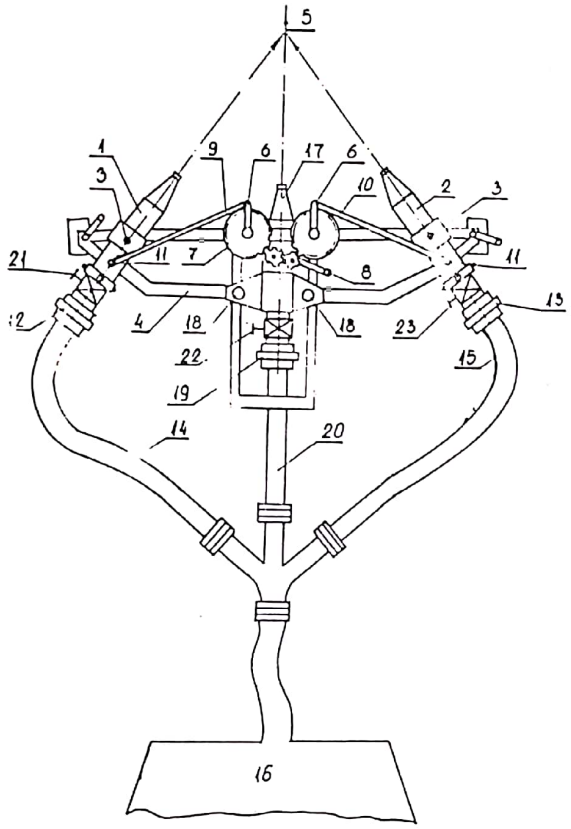
وخلافاً للأجهزة المشابهة المعروفة في هذا الجهاز توضع نفاثة أساسية "مركزية" يطلق عليها اسم "التابع الحامل" وهذه النفاثة تزيد ثبات الجريان والبعد الأقصى الذي يصل اليه.

عند التأثير المتبادل "الصدم" بين النفاثات المائية يتولد جريان مشتت "مرذذ"

بشكل شعلة مستوية، يتوزع الجزء المترذذ ضمن حدود عريضة جداً وبشكل عام يكون قطر الرذاذ بحدود (300 ÷ 0,3) µ.m وعند ذلك تكون قيم عدد wekp في حدود (4675 ÷ 5389,8) والجداء ($We.Re^{0.5}$) بحدود ($We.Re^{0.5}$=(80.72÷82.6)

d_k = (0,2÷ m.m , (200

حسب (5) هذه البارامترات توافق حالة التفتت الانفجاري. بهذا النظام من الرش تأخذ القطرات أبعاداً أقل بكثير من تلك الأبعاد للقطرات الخارجة من فوهة النفاثات. وهذا مثبت بالدراسات بالتصوير الضوئي.



الشكل (1)

(1-2) النفاثات الجانبية .

(3) محور دوران النفاثات الجانبية .

(4) الذراع الحامل .

(5) نقطة التلاقي لتشكل الجريان بشكل الشعلة المسطحة .

(6-7-9-10-11) جهاز ادارة النفاثات الجانبية بالنسبة لمحور التناظر

(8) عتلة تحكم .

(12-13-19)فلنشات وصل .

(14-15-20)أنابيب ايصال الماء الى النفاثات .

(16) خزان السائل .

(17)النفاثة المركزية .

(18) قطع لتثبيت النفاثات على الذراع.

(21-22-23) صمامات تحكم بالتدفق المعطى لكل نفاثة .

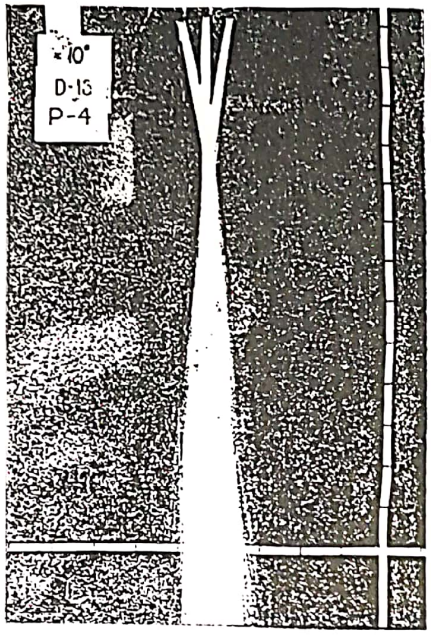
يمكن استخدام الجريان الناتج لتشكيل جدران وقاية عند اطفاء الحرائق، لحماية الأشخاص والحيوانات والمعدات من التأثير المباشر للحريق، كما يستخدم لغسيل الجو من التلوث النووي، وطرد الغازات السامة وغيرها.

والدراسات التجريبية المجراة تقدم تأكيداً لذلك .

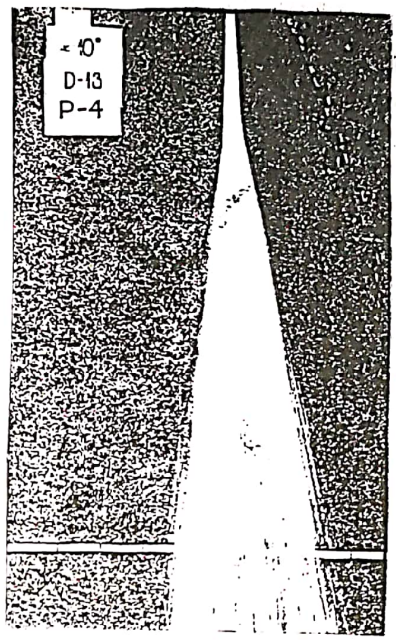
التصوير الضوئي للجريان المتشكل معطى في الشكل (2- آ و ب) عند زوايا توضع بين البخاخات(α=10°)، وقطر للبخاخات (d = 13 mm) وضغط (p=0,4MPa) وفي الشكل (3- آوب) من أجل (α=20°) (d=7mm) (P=0.4Mpa) في الشكلين يظهر التصوير الضوئي لشكل الجريان الناتج بمستويين متعامدين.

تملك دراسة كثافة الرسن اهتماماً

خاصاً من وجهة النظر النظرية ويفهم كثافة الرسن كمية الخليط التي تعبر واحدة السطح من مقطع الجريان في واحدة الزمن (q') وتقاس كثافة الرسن q' بـ $[Kg/m^2.S]$ تظهر الأشكال (4- آوب) و(ج - آ وب) خطوط كثافة الرسن الثابتة لحالتين من حالات الجريان عند زوايا توضع ($\alpha=20^o$)، ($\alpha=10^o$). خطوط كثافة الرسن الثابتة ($q' = Const$) معطاة في مستويين متعامدين احدهما على طول الجريان و الآخر على المقطع العرضي للجريان .

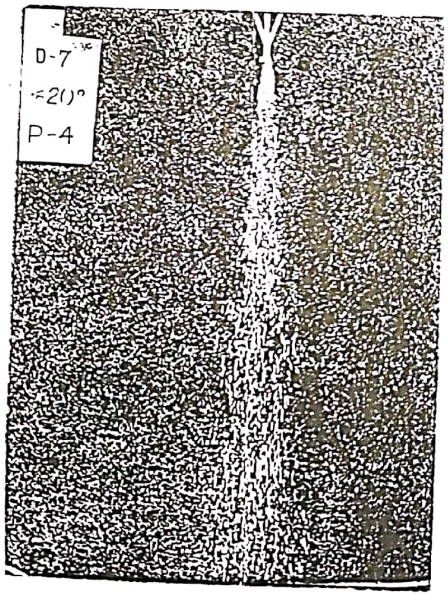


(ب)

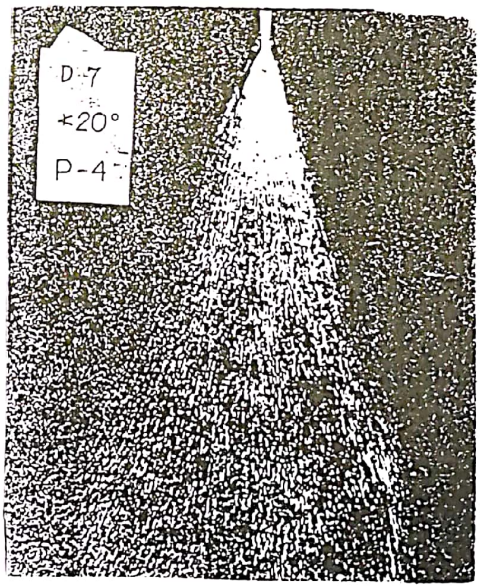


(آ)

الشكل (2)

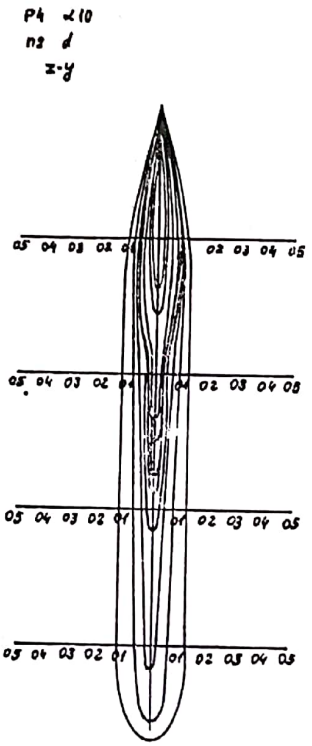


(ب)



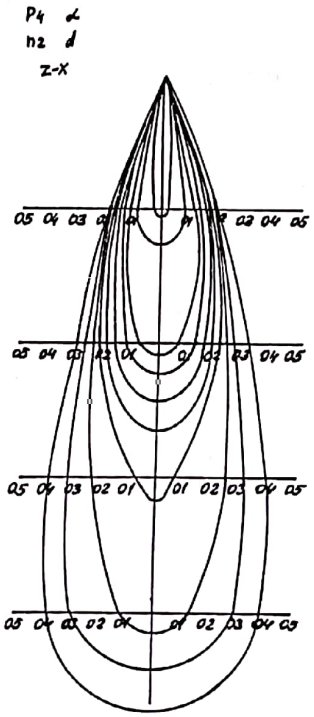
(آ)

الشكل (3)



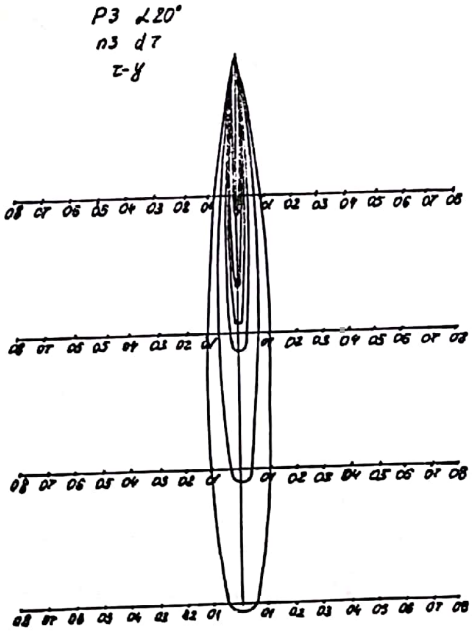
(ب)

α =10°
d=13 mm
p=0.4 Mpa
Z – X →
← Z – Y



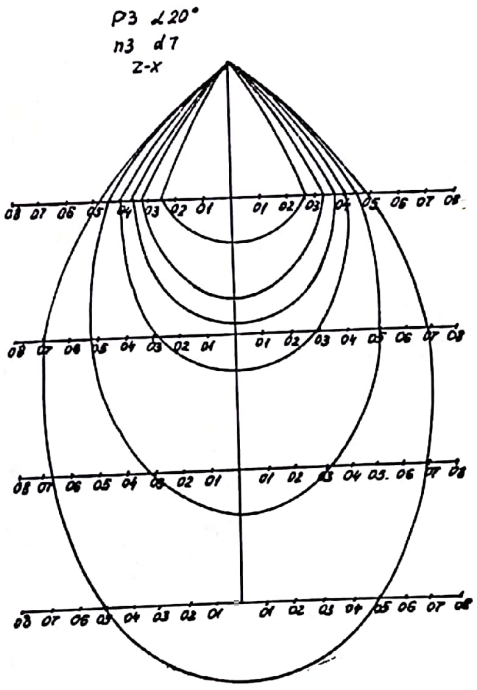
(أ)

الشكل (4)



(ب)

α =20°
d=13 mm
p=0.3 Mpa
Z – X →
← Z – Y



(أ)

الشكل (5)

واضح في الأشكال (4-5) شكل الشعلة المستوية الذي يأخذه الجريان كما هو واضح ثبات الجريان على كامل الطول المدروس.

وفي مستوي البخاخات (2,4) يظهر اقتراب خطوط $q' = Const$ نحو محور الجريان مما يؤدي الى تزايد مكاني لكثافة الرسن. قريب من ظاهرة "التشكل الخيطي" للمزيج. يمكن أن يفسر هذا بالانخفاض السريع للاضطراب في القطاع المحوري مما يؤدي الى حجزه المزيج نحو المحور.

أحد البارامترات الهامة للجريانات المستخدمة في اطفاء الحريق هو البعد الأقصى الذي يصل اليه الجريان أي الامكانية الحدية التي يمكن أن يدفع سائل اطفاء حريق اليها بواسطة نفاثة، بتقريب مقبول لدراسة جريانات مشابهة يمكن أن يستخدم النموذج الرياضي التالي:

يدرس بطريقة لاغرانج حركة قطره واحدة أو جزئية واحدة من المزيج لأن حركة القطرات عامة ومتشابهة إلى حد كبير في الدراسات المشابهة، ولايجاد الموديل الرياضي يقبل بمجموعة الفرضيات والتبسيطات التالية :

- يقبل أن مسارات قطرات السائل المستقلة لاتتقاطع وبالتالي فان القطرات لاتؤثر على بعضها .
- يقبل شكل القطرات على أنه كروي والقطرات تحافظ على أبعادها على طول الجريان .
- تتحرك القطرة في جريان ثنائي الطور وبالتالي توجد سرعة انزلاق بين الطورين (القطرات والطور الذي يحملها).
- تؤثر فقط قوتي المقاومة (Fa)و الكتلة (Fg)، كما هو بالنسبة لقطرة تتحرك على خط السرعة العظمى ، ومجموع القوى العرضية يساوي الصفر "فرضية ساقمن وغيره".

معادلات الحركة لجريان ثنائي البعد بصيغة لاغرانج وبشكلها الأكثر شمولا" لها الشكل:

$$m_p \frac{dU_p}{dt} = \sum_{i=1}^{n} fxi \quad - 1$$

$$m_p \frac{dV_p}{dt} = \sum_{j=1}^{m} fyj \quad - 2$$

حيث m_p كتلة القطرة، U_p و V_p سرعتاها على المحاور x و y.

fxi و fyj مركبات قوة التأثير بين الأطوار.

قوة المقاومة f_A تحسب بالعلاقة:

$$f_A = 0,5 C_t \rho g S \left|\vec{V}_r\right| \vec{V}_r \quad - 3$$

لمعامل القاومة الهيدروليكية تستخدم العلاقة.

$$C_t = 24\, Re_p^{-1}(1 + 0,179\, Re_p^{0,5} + 0,013\, Re_p) \quad - 4$$

عند $\mathrm{Re}\,p = \frac{d_p . V_r}{\nu}$

سرعة الانزلاق Vr تحدد بالعلاقة

$$\vec{V}_r = \vec{V}_g - \vec{V}_p \quad - 5$$

بهدف تبسيط الحل يقبل بوجود تناسب بين السرعات $\vec{V}_g$ و $\vec{V}_p$ من الشكل

$$\left|\vec{V}_r\right| \approx K\left|\vec{V}_p\right| \quad - 6$$

وبالتالي

$$U_p - U_g \approx KU_p \ , \ V_p - V_g \approx KV_p$$

بعد القبول بهذه الخطوة يمكن الحصول على جملة المعادلات التالية:

- 7

$$m_p \frac{dU_p}{dt} = -0,5C_f . S.\rho_g . K^2 . U_p \sqrt{U_p^2 + V_p^2}$$

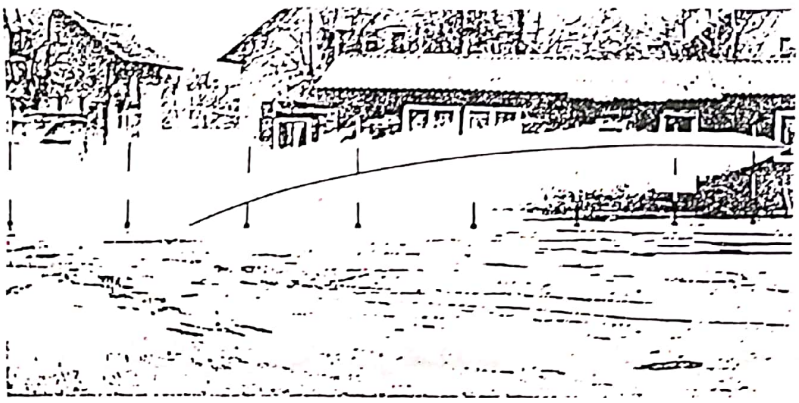
- 8

$$m_p \frac{dV_p}{dt} = m_p . \rho_g - 0,5C_f . S.\rho_g . K^2 . V_p \sqrt{U_p^2 + V_p^2}$$

المعامل K يحدد من الدراسات التجريبية ويختبر الى أي حد يمكن أن يطبق في النموذج الحسابي .

حلت المسألة باستخدام برنامج قياسي لحل معادلات تفاضلية عادية، كما تمت مقارنة نتائج الحل الحسابي بنظامين للجريانات في النفاثات المدروسة. تمت المقارنة مع اعادة حساب السرعة البدائية،لأنه بعد التأثير المتبادل "الصدم" بين النفاثات يتشكل جريان بشكل شعلة مستوية له مقطع بدائي أكبر بعدة مرات من مقطع النفاثة. والذي يوافق سرعة أقل.

في الأشكال (6-7) يظهر مسار الجزئيات مرسوما" (على الصورة الضوئية للجريان) حسب الحل الحسابي المذكور يمكن التأكيد على أن التطابق جيد جدا" ويصف بتقارب كاف حركة الجزئية على خط السرعة العظمى (أي على محور تناظر الجريان)



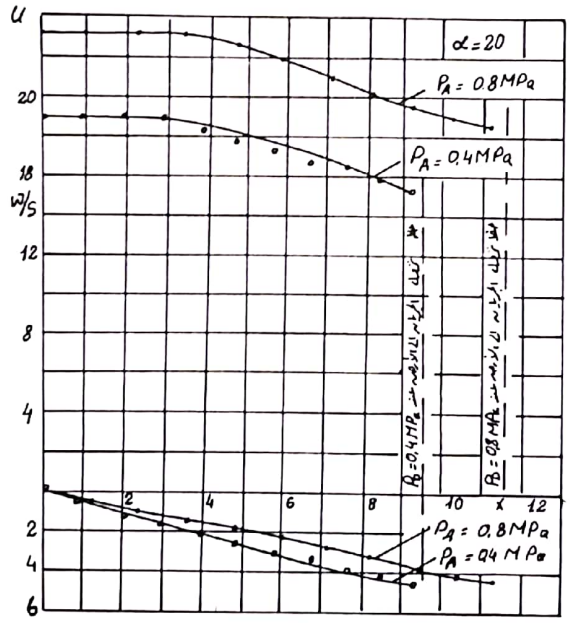
$\alpha = 20^o$
d=13mm
p=0,8Mpa
من الحل الحسابي

الشكل (6)

$\alpha = 20^o$
d=13mm
p=0,4Mpa
من الحل الحسابي

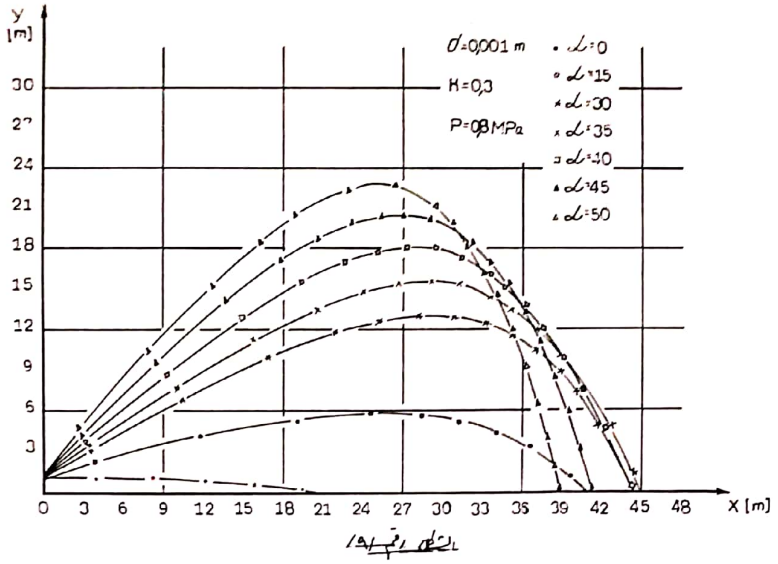
الشكل (7)

الشكل 8 يبين تغير السرعات Up و Vp لنفس الحالات المصورة بالأشكال (6-7)



الشكل (8)

دراسة تأثير الزاوية التي تصنعها البخاخات مع الأفق على البعد الأعظمي الذي يصل اليه الجريان مبيناً في الشكل (9) من التجريب الحسابي نجد أن البعد الأعظمي للجريان ينتج عند زاوية انحراف لجهاز اطفاء الحريق بالنسبة للأفق بحدود (35^o)



الشكل (9)

ختامـــاً يمكـــن التـــأكيد أن النظـــام المدروس والموصوف لجهاز اطفـاء الحريـق جهـاز تشـكيل جدار وقايـة بسـائل مشـتت ، والمسجل ببراءة الاختراع رقم :

(# 44728 MIIKA 62C 31/02 30.11.87)

يولد جريان بالمواصفات اللازمة حسب المتطلبات التي صمم من أجلها الجهـاز وهـو ذو فعالية تقنيـة متعددة الجوانـب، اذ يمكـن أن يسـتخدم فـي الانتـاج الزراعـي "ري الأراضي"، تقنيـات الحـرق، غسـل الشـوارع والساحات وغيرها.

AERODYNAMIC OF A FLAT - TORCH DISPERSED JET

A. KADDAH N.P.PETKOV
I.S ANTONOV L.A. ELENKOV
Technical University - sofia - Bulgaria
Hydroaerodynamics department

A dispersed stream , Caused by the space interaction of round water jets , arranged. the configuration of its cross section is almost like the cross- section of a flat stream and it is named after it .

Having built the lines of irrigation constant intensity, which gives a clear view of the type of the stream , the characteristics of distribution are investigated.

With the help of eguation of motion in la grange form , an approximate model of the stream is worked out to define the range of dispersed jet .

The velocity of phase slip is also read - it is accepted that the velocities of the phase do not coinide .

المراجع

1- كانتسنلسن .ب.د،آ.ن . شاتيل ، آ.ن . تراسوف وغيرهم . الدراسة الايروديناميكية لحراقات لها شعلة مسطحة . الطاقة الحرارية ./ 1 / 1974

2- انطونوف . ا.س .، س . تودورف ، الموديل النظري لحراقات بشكل شعلة مسطحة ، الطاقة / 11/ 1981.

3- انطونوف أ. س ، ل . ايلنكوف . حول امكانية تحقيق حاجز وقاية مشكل من نفاثة مشتتة بشكل شعلة مسطحة . مؤتمر علمي في المعهد العالي للميكانيك والكهرباء . غابرفو . (11-13) تشرين الأول .1989

4- ايلنكوف .ب.، أ. س . انطونوف . جهاز لتشكيل حاجز وقاية بسائل مشتت . براءة اختراع (# 44728 MIIKA 62C 31/02 30.11.87) انطونوف ، ايلنكوف

5 - باجي .د.غ، ف .س . غالوستوف . الأسس التقنية لترذيذ السوائل ، موسكو ، الكيمياء ، 1984.