تجربة البثق Impact of Jet

د. عبدالكريم عبدالوهاب

1 –الغرض من التجربة : تعين معامل قوة بثق الماء على صفيحة مستوية C_I ($C_I = \frac{F_a}{F_{th}}$)

C_I – Jet Coefficient F_a – actual force , F_{th} – theoretical force

2 –الأدوات المستخدمة في التجربة : جهاز ، يحتوي على مضخة ماء ، وأنابيب ، ونوزل ، وصفيحة ، وخزان ماء ، وذراع موازنه ، وثقل ، وراتوميتر لقياس التصريف .

3 –الجانب النظري : التوربينات المائية تستخدم كثيرا في توليد الطاقة الكهربائيه ، وفكرة التوربينات المائيه ، تعتمد على بثق الماء من النوزلات على ريش التورباين ، لتدوير التورباين المربوط مع المولد الكهربائي والذي يولد الطاقة الكهربائيه ، والتوربينات المائيه ، أنواع عديدة ، منها بلتون ويل Pelton Wheel.

فأذا أستخدمنا صفيحة مستويه أفقية ، وسلطنا عليها من الأسفل بثق ماء شاقولي خارج من نوزل ، كما في الشكل (رقم 1) .

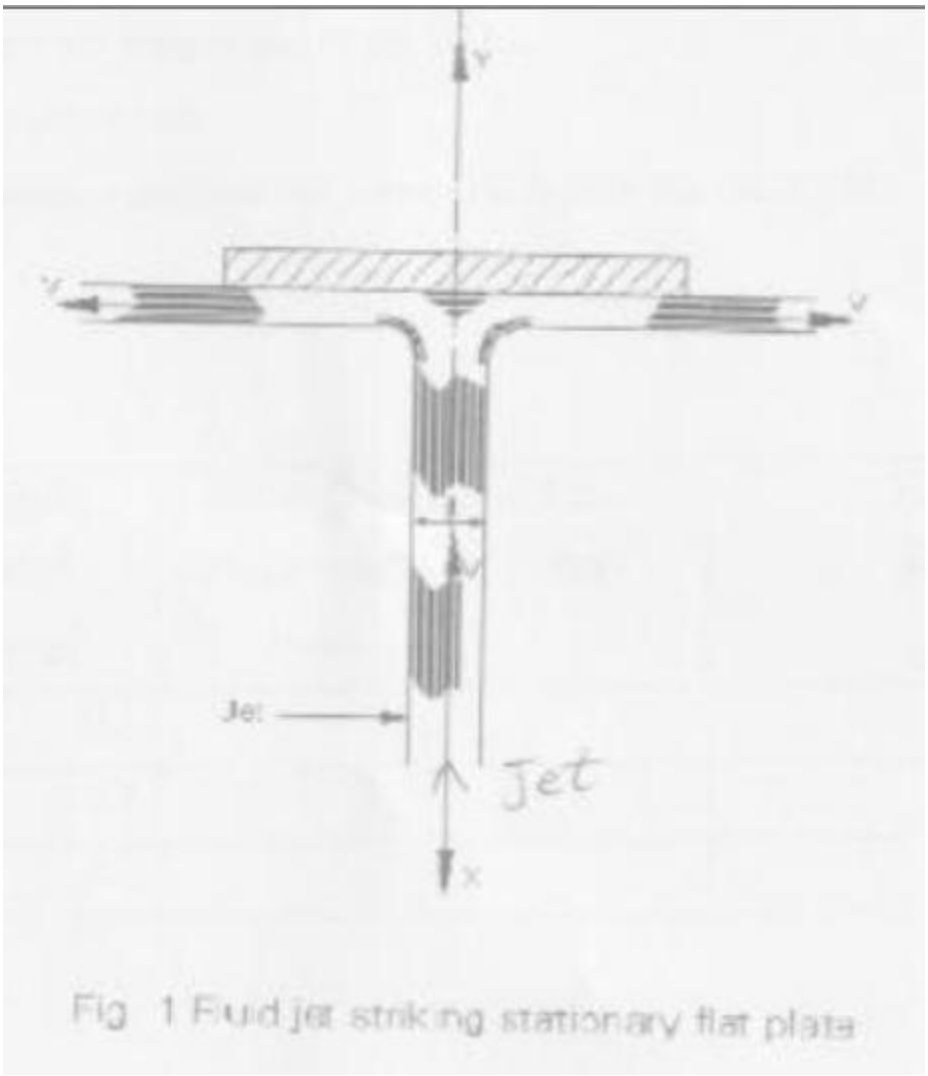

Fig 1 Fluid jet striking stationary flat plate

فالتحليل الرياضي ، كما يلي :

$$F = \rho_w Q (V_2 - V_1) \qquad (1)$$

Where,

F – Force due to pressure of jet water. (N)

ρ – Mass density of water. (Kg / m^3)

Q - Discharge of water. (m^3/ s)

V_2 - final velocity of water at impact of plate. ($V_2 = 0$) (m/s)

V_1 – Jet velocity of water (from nozzle). (m/ s).

Therefore,

$F = \rho_w Q (0 - V_1)$

- $F = -\rho_w Q V_1$

$F_{th} = \rho_w Q V_1$ **(1)**

But $Q = AV_1$

Therefore, $F_{th} = \rho_w A V_1^2$ **(1)**

ومن المعادلة (1) نحسب F_{th} ، حيث نقيس التصريف بجهاز الروتوميتر ، ونحسب السرعة من المعادلة أعلاه ($Q = AV$) ، حيث أن قطر النوزل معلوم ، نقيس مساحة فوهة النوزل A .

Diameter of nozzle = 10 mm

Area of nozzle (A_n) = $\frac{\pi d_n^2}{4} = 0.785 \times 10^{-4}$ m^2

12.5 cm المسافة بين نقطة تأثير قوة البثق ونقطة الأرتكاز (شكل رقم 2)

4 –طريقة العمل Procedure :

1 – بعد تشغيل المضخة وتوجية بثق الماء الشاقولي على الصفيحة المستقيمه الأفقية ، وموازنة الصفيحة بأ ستخدام ذراع الصفيحه ، بتقريب الثقل الموجود أو أبعادة عن مركز العزم ، كما في الشكل (رقم 2) ، حتى تتوازن الصفيحة .

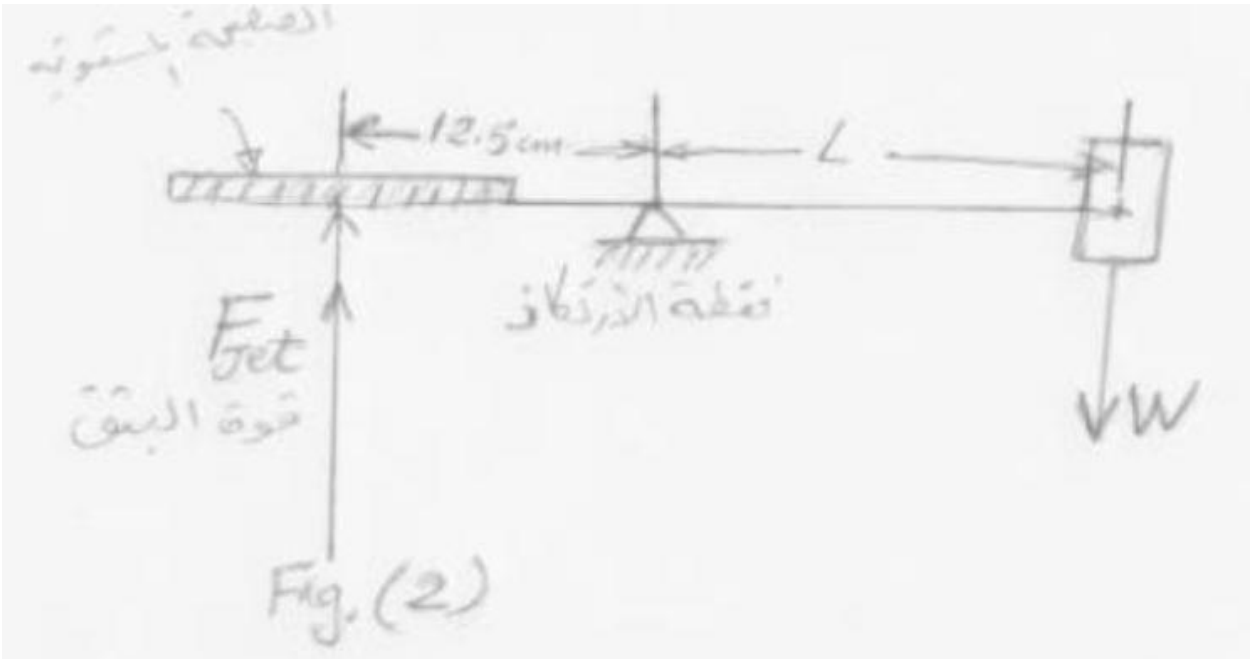

Fig. (2)

2 – نفتح الصمام لزيادة كمية البثق (التصريف) ، والذي يؤدي الى زيادة سرعة البثق ، والتي تؤدي الى زيادة قوة البثق F وحسب المعادلة رقم (1) أعلاة ، وهكذا كلما نزيد كمية البثق ، تزداد قوة البثق ، ونأخذ عدة حالات ، ونعمل جدول بالقيم المتغيرة ، ومن معادلة العزم ، معادلة رقم (2)أدناه ، نحسب القوة في كل مرة تتغير بها قيمة القوة .

$$F \times 0.125 = mg \times L \qquad (2)$$

3 – كما في كل مرة نفتح الصمام ، وتتغير السرعة والقوة ، نقيس مسافة الثقل عن مركز العزم (نقطة الارتكاز) . (الثقل هو كيلو وربع) .

$$F \times 0.125 = 1.25 \times 9.81 \times L \qquad (2)$$

4 – كما أن مقياس الراتوميتر يسجل لنا التصريف ب (لتر / دقيقة) ويجب تحويلها الى (m^3/s) .

5 – وهكذا في كل مرة نفتح الصمام أكثر ، يزداد التصريف ، وهذه الزيادة في التصريف ، تؤدي الى زيادة السرعة ، نظرا لثبوت المساحة ، والزيادة في السرعة تؤدي الى زيادة القوة (حسب المعادلة) ، وفي كل مرة ، يجب أن نجري توازن للصفيحة المستوية ، والتوازن يكون من خلال تحريك الثقل بمسافة أبعد قليلا من مركز الموازنة (أنظر الشكل رقم 2) ، ونسجل المسافة بين الثقل ومركز الموازنة في كل مرة (L) .

جدول

No	discharge	discharge	Velocity	L	Force
-	L/min	m^3/s	m/s	m	N
1	10	6.66×10^{-4}	8.48	0.057	5.6
2	15	9.99×10^{-4}	12.72	0.129	12.7
3	20	13.32×10^{-4}	16.97	0.23	22.6
4	25	16.65×10^{-4}	21.21	0.36	35.3

6 – مثلما قلنا أعلاه ، في كل مرة نفتح الصمام ، لزيادة التصريف ، والذي بدورة يؤدي الى زيادة السرعة ، وهذه الزيادة في السرعة ، تؤدي الى زيادة القوة ، لذلك نعمل على موازنة الصفيحة ، بواسطة الذراع والذي في نهايته الثقل ، وذلك بتحريك الثقل بعيدا عن نقطة الارتكاز ونقيس المسافة الجديدة بين الثقل ونقطة الارتكاز ونحسب مقدار القوة من معادلة العزم .

7 - قيم القوة التي في الجدول هي القيم الحقيقية ، والقيم التي تم أحتسابها من المعادلة (1) مباشرتا هي القيم النظرية :

$$C_i = \frac{F_a}{F_{th}}$$

C_i - Coefficient of impact

وقيم القوة التي تم أحتسابها بالتجربة ، هي القيم الحقيقية (القيم التي في الجدول) .

2021 / 3 / 31