تجربة رقم (1)

اسم التجربة : جريان الهواء خلال انبوب أملس دائري المقطع

هدف التجربة : دراسة الجريان اللاانضغاطي للهواء خلال انبوب أملس دائري المقطع لحساب معامل الاحتكاك في الانابيب (f) واجهاد القص (τ_w) بالاضافة الى حساب توزيع السرعة عند احد مقاطع الانبوب في منطقة الجريان كامل التطور .

الجهاز المستخدم :

يتكون الجهاز من مروحة نابذة تسحب الهواء الى الانبوب عن طريق بوق مشكل . هذا الانبوب مصنوع من الألمنيوم المسحوب سطحه الداخلي املس وله قطر داخلي (76mm) . يوجد عدد من الثقوب موزعة على طول الانبوب يمكن تسجيل الضغط عند كل منها بتوصيلها بواحد من أفرع مانومتر متعدد الانابيب . وتأخذ هذه الثقوب أرقاما من (1) الى (14) .

يوجد عند نقطة تسجيل الضغط رقم (14) والتي تبعد عن مدخل الانبوب بمسافة مقدارها (6.13m) انبوب بيتو مثبت في رأس ميكرومتر ويمكن تحريكه خلال قطر الانبوب مع قياس ازاحة انبوب بيتو وقد صنع المقطع في هذه المنطقة من مادة بلاستيكية شفافة تمكن من الرؤية . بعدها يثبت الانبوب الى مدخل المروحة عن طريق ناشر ومعدل جريان على شكل خلية النحل . ويوصل مخرج المروحة بانبوب مركب عليه صمام منزلق يمكن بواسطته

تغيير تدفق الهواء وبالتالي التحكم بسرعة جريان الهواء خلال الانبوب . وتصل السرعة العظمى للجريان الى حوالي (40 m/s)

تجربة رقم (2)

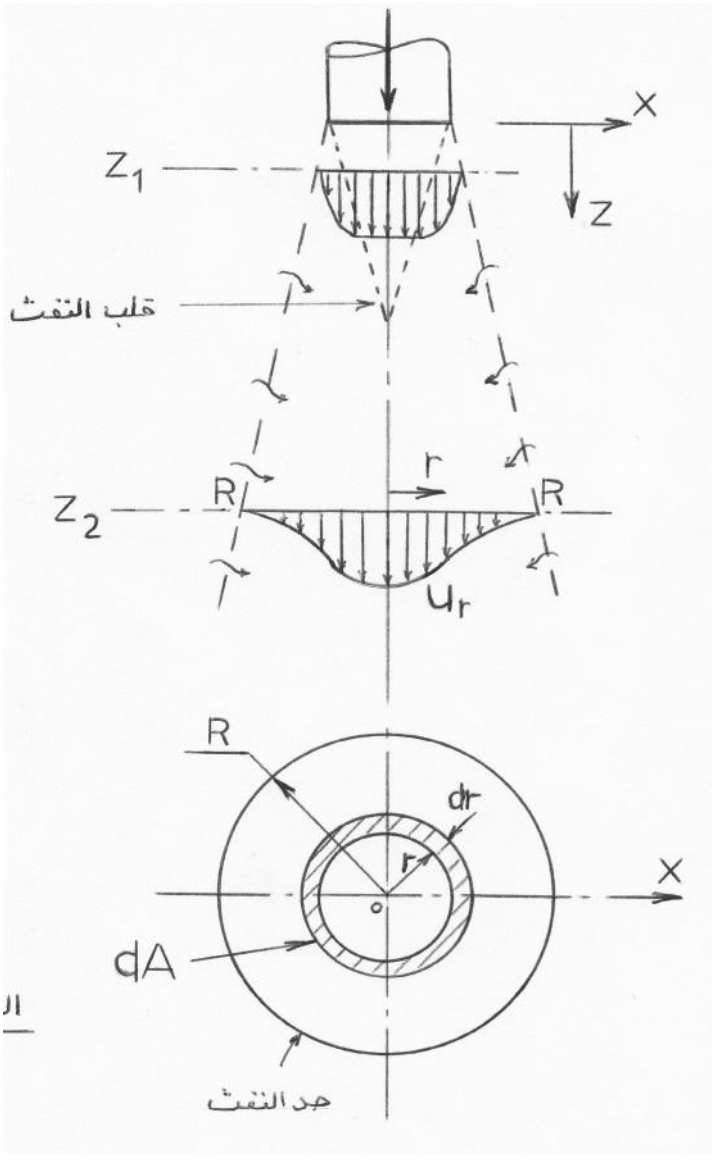
اسم التجربة : **النفث الدائري الاضطرابي**

هدف التجربة : دراسة نفث هوائي دائري وايجاد شكل توزيع السرعة عند مقاطع مختلفة خلال النفث واستخدام هذه الاشكال لاثبات مايلي :

1- تدفق الكتلة يزداد مع المسافة z عن فوهة النفث نتيجة لاختلاط الهواء الجوي بالنفث.
2- تدفق الزخم يظل ثابتاً في اتجاه z .
3- الطاقة الحركية تتناقص مع المسافة z عن فوهة النفث.

الجهاز المستخدم :

يتم استخدام منضدة اختبار تيار الهواء مع تثبيت الجزء الخاص بنفاث الهواء الذي يتكون من انبوب وفيه ينتج النفث الدائري بتدفق تيار الهواء من صندوق الهواء بمنضدة الاختبار خلال انبوب دائري ذو فوهة متسعة ومستديرة عند الدخول لمنع انفصال التيار. وقد زود الجهاز بآلية تحرك مرتكزة على عمود بحيث يمكن لانبوب بيتو الوصول الى اي موضع داخل النفث وفي اي اتجاه نريد.



الشكل (1)

تجربة رقم (3)

اسم التجربة : **الجريان حول اسطوانة دائرية المقطع .**

هدف التجربة :

ايجاد الكبح الناشئ عن اسطوانة دائرية المقطع مغمورة في تيار هواء وذلك من شكل توزيع الضغط على سطح الاسطوانة.

الجهاز المستخدم :

يتم استخدام منضدة اختبار تيار الهواء وذلك للحصول على التيار المناسب وبسرعات مختلفة ويركب عليها مقطع الاختبار الخاص بالتجربة ويتكون من صندوق شفاف . وتوجد اسطوانة جدارها مثقوب ثقب رفيع جدا عند نقطة تقابل الزاوية صفر تقع على مقطع عمودي على المحور ، ويوصل هذا الثقب الى احد اطراف مانومتر لتسجيل الضغط ، وعند ادارة الاسطوانة يتغير وضع النقطة كما لو كانت تتحرك على محيط المقطع ، ويمكن قياس الزاوية θ باستخدام منقلة مثبتة بالاسطوانة

تجربة رقم (4)

اسم التجربة : الطبقة المتاخمة " The Boundary layer "

هدف التجربة :

دراسة الطبقة المتاخمة بنوعيها الطباقية "Laminar" والاضطرابية " Turbulent" على سطح مستوي املس وعلى اخر خشن ، ويتم ذلك بدراسة توزيع السرعة عند مسافات مختلفة من الحافة الامامية للصفيحة ، وكذلك دراسة شكل الطبقة المتاخمة وتغير سمكها على طول الصفيحة ، وحساب قوة الكبح الناتجة عن الاحتكاك.

الجهاز المستخدم :

يتم استخدام منضدة اختبار تيار الهواء وهى مكونة أساسا من مروحة نابذة تسحب الهواء الجوي وتوصله عبر مجاري متغيرة المقطع إلى صندوق الهواء ومنه الى مقطع الاختبار حيث تثبت الصفيحة المعدنية التي يجري عليها الاختبار ، ويمكن التحكم في سرعة الهواء بواسطة صمام التحكم الخاص بذلك .
يستخدم انبوب بيتو " Pitot tube" لقياس توزيع السرعة وهو يتحرك عموديا على مستوى الصفيحة ويمكن تحديد ازاحاته بواسطة ميكرومتر .

تجربة رقم (5)

اسم التجربة : أداء المضخة النابذة (Centrifugal pump)

هدف التجربة : دراسة أداء المضخة النابذة وذلك في الحالات التالية :

1- مضخة نابذة ذات مرحلة واحدة .
2- مضخة نابذة ذات مرحلتين على التوالي .
3- مضخة نابذة ذات مرحلتين على التوازي .

وفي جميع الحالات اعلاه يتم التشغيل عند سرعة دوران عالية واخرى واطئة .

الجهاز المستخدم :-

1- يتكون الجهاز من مضختين من النوع النابذ (الطارد المركزي) يدير كل منها محرك كهربائي قدرته (1 hp) وله سرعتين العالية في حدود (2900 rpm) والواطئة في حدود (1490 rpm) . يركب المحرك على محور ارتكاز دوراني مزود بذراع لوي وميزان زنبركي حيث يمكن قياس العزم (T) في كل محرك ، ويستخدم عداد دورات مع ساعة توقيت لقياس سرعة الدوران .
2- تتكون المضخة من دفاعة ذات ريش منحنية للامام (Forward blades impeller) ويحيط بالدفاعة غلاف المضخة (circular case) .
3- يتم سحب الماء من خزان الامداد بواسطة انبوب السحب مارا بمصفاة وصمام سفلي الى صمام خنق يستخدم لتنظيم ضغط السحب الى المضخة حيث يخرج الماء الى انبوب التصريف . ويمكن تنظيم ضغط التصريف (التجهيز) بواسطة صمام بوابي حيث يوجه الماء بعد ذلك الى خزان القياس . زود خزان القياس بزجاجة بيان و مسطرة لقياس

ارتفاع مستوى الماء في الخزان ، هذا ويستخدم صمام متراوح يمكن ادارته لتوجيه الماء بعد خروجه من المضخة اما الى خزان القياس او إلى الخزان الرئيسي خلال انبوب بواسطة خزان الامداد .

4- توجد مقاييس ضغط على كل من انبوب السحب وانبوب التصريف لقياس ضغط السحب وكذلك ضغط التصريف .

تجربة رقم (6A)

اسم التجربة : دراسة إيضاحية لأنماط جريان الموائع المثالية.

هدف التجربة: دراسة نمط الجريان للمائع المثالي وذلك باظهار شكل خطوط الانسياب لحالات مختلفة من الجريان الجهدي Potential flow .

الجهاز المستخدم:

يستخدم في هذه التجربة جهاز إظهار الجريان المسمى(Hele show) يتكون الجهاز من قناة مشكلة بين سطحين الاعلى زجاجي والاسفل من برسبيكس ابيض عمقها (7.6mm). و للحصول على جريان منتظم خلال هذه القناة وضعت شبكتين عند كل من مدخل ومخرج القناة يدخل الماء الى الجهاز بواسطة انبوب يوصل الى منضدة هيدروليكية بينما يوضع الصبغ في قنينة زجاجية ترتكز على حامل مركب على قاعدة الجهاز . ينساب الصبغ من القنينة الزجاجية عبر انبوب مطاطي الى مشط يحوي سبعة عشر فوهة يخرج منها الصبغ باتجاه التيار. يتم تحضير محلول الصبغ بمزج كمية قليلة من الفلورسين مع الماء ثم يوضع في قنينة الصبغ فنحصل على صبغ اخضر اللون. يوجد في السطح الاسفل للقناة اربعة ثقوب رفيعة يمكن توصيل أي منها أما الى ضغط ماء فيؤثر على الجريان كنبع (source) او توصيل الى نقطة سحب فيؤثر كغور (sink) ويتم التحكم في الشدة باستخدام صمامات ثلاثية الأفرع . يخرج الماء بعد ذلك من الجهاز خلال انبوب التصريف يجب التأكد من عدم دخول الهواء الى الجهاز ويتم اخراج اي كمية من الهواء الزائد في الجهاز بامالته الى صمام طرد الهواء الموجود اعلى المستوى الزجاجي .

نظرية التجربة :

الجريان الجهدي هو الجريان المنتظم اللاانضغاطي ثنائي الابعاد لمائع مثالي غير لزج المائع المستخدم في هذا الجهاز هو الماء الذي يمكن اعتباره لا انضغاطيا ولكنه ليس مثاليا ولكن طريقة جريانه في هذا الجهاز (خلال قناة تشكل بين سطحين علوي وسفلي) تجعل سرعته المتوسطة تحقق معادلة الجريان الجهدي . ويحقن بعض

الصبغ لاظهار خطوط الانسياب لحالات مختلفة من الجريان الجهدي . إن فرضية الجريان الجهدي تمكن من حل مسائل توزيع السرعة والضغط اذا كان افتراض ان المائع غير لزج افتراضا مناسبا .

يمكن استخدام الجهاز لاظهار الحالات التالية (لاحظ الأشكال المرفقة) :

أ ـ تيار منتظم (uniform flow)

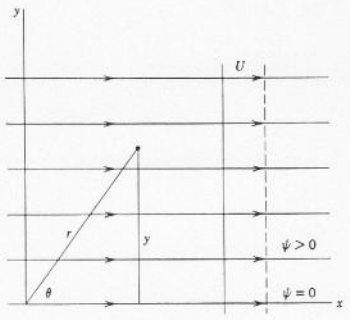
ب- نبع في تيار منتظم (uniform flow and source)

ج- غور في تيار منتظم (uniform flow and sink)

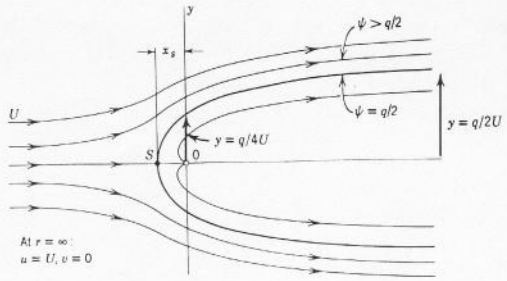
د- نبغ وغور في تيار منتظم (uniform flow and a source-sink pair)

هـ- قطب مزدوج فـــي تيار منتظم (uniform flow and a doublet)

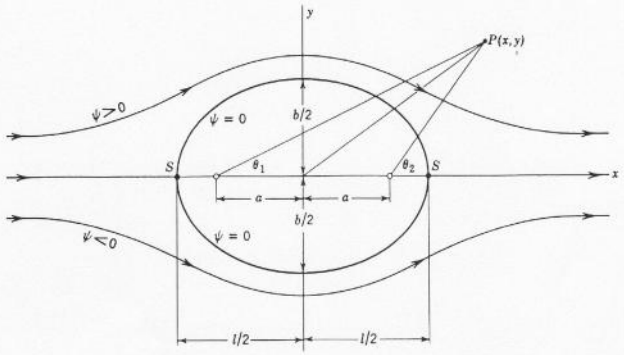
و- الجريان المثالي حول الاجسام كالاسطوانة الدائرية والمقطع الانسيابي (airfoil)



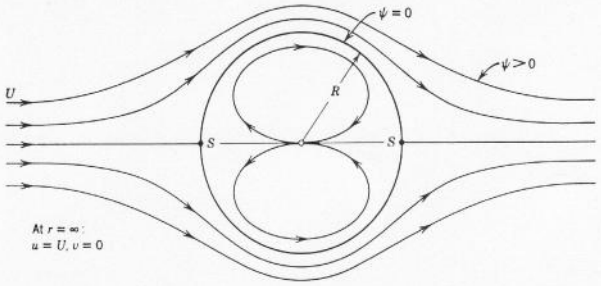
Horizontal rectilinear flow.



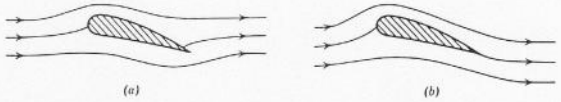
Half-body: source in horizontal rectilinear flow.



Rankine oval: source and sink (of equal strength) in horizontal rectilinear flow.



Doublet in horizontal rectilinear flow.



تجربة رقم (6B)

اسم التجربة : دراسة ايضاحية لانماط جريان الموائع الحقيقية

هدف التجربة دراسة نمط الجريان للمائع الحقيقي حول عدد من النماذج المتاحة ، وعند سرعات مختلفة للتيار وذلك باستخدام طرق اظهار الجريان التالية :

1- **طريقة الدخان Smoke method**

2- **طريقة فقاعات الهيدروجين Hydrogen-Bubble method**

3- **طريقة الصبغة Color dye method**

الاجهزة المستخدمة :

اولا : نفق الدخان smoke tunnel

مصنوع من صفائح الصلب ويرتكز عموديا على حامل متحرك . يتولد تيار الهواء بواسطة مروحة يديرها محرك كهربائي متغير السرعة مثبت في قمة النفق . يدخل الهواء الى مقطع الاختبار من الاسفل الى الاعلى وتثبت النماذج بالجدار الخلفي لمقطع الاختبار بينما يكون الجدار الامامي سهل الرفع للتمكن من تغير النماذج وقد صنع من مادة شفافة . يخرج الدخان من مشط موضوع اسفل مقطع الاختبار وهو يحوي (23) ثقبا لانسياب الدخان . هذا وقد وضعت اضاءة مناسبة لمقطع الاختبار للتمكن من رؤية انماط الجريان بوضوح . يمكن التحكم بسرعة التيار بين (صفر و 3 m/s)

مولد الدخان: يتولد الدخان في هذا الجهاز بتبخير الكيروسين في مبخر زجاجي باستخدام عنصر مقاومة كهربائية لتسخين الكيروسين . تقوم مروحة صغيرة بالجهاز

بتزويد كل من المبخر والقنينة الحاوية على الكيروسين بهواء تحت ضغط منخفض . يخرج الكيروسين المتبخر من اعلى المبخر الى المستقبل الزجاجي حيث يسحب الدخان بعد ذلك الى النفق .

ثانيا: جهاز اظهار الجريان باستخدام فقاعات الهيدروجين Hydrogen–Bubble method

يتالف الجهاز من حوض ماء مصنوع من مادة الفايبركلاس ويكون ذو سطح داخلي املس ويحتوي على وعائين جانبيين . يسحب الماء بواسطة مضخة صغيرة من الجانب الايمن للحوض ويدفع خلال التوصيلات الداخلية الى الجانب الايسر للحوض ليجري بعدها على الجزء الوسطي المتمثل بمقطع الاختبار . يحتوي مقطع الاختبار على زجاجة شفافة لغرض تهيئة نظام اضاءة ملائم لاظهار الجريان . يوضع في جانب دفع الماء للحوض مخمدات جريان كروية الشكل .

مولد غاز الهيدروجين :

يحتوي على دائرة كهربائية خاصة لتحليل الماء كهربائيا حيث يوضع قطبي الدائرة اللذان يحملان تيار مستمر بفولتية ملائمة امام الجسم المراد اظهار الجريان حوله في مقطع الاختبار فتتكون لدينا خلية تحليل كهربائية من النوع الالكتروليتي . نتيجة لذلك سيتحلل الماء كهربائيا وتتولد فقاعات صغيرة جدا من غاز الهيدروجين عند الكاثود .تنتقل هذه الفقاعات مع تيار الماء وتحيط بالجسم ومن خلال مسارها يمكن التعرف على نمط الجريان باستخدام منظومة اضاءة ملائمة . يصنع قطبي الدائرة الكهربائية من سلك ذو قطر دقيق ولزيادة كفاءة التحليل الكهربائي للماء تضاف اليه كمية محدودة من مادة كبريتات الصوديوم .

ثالثا: جهاز إظهار الجريان باستخدام الصبغة Color dye method

يستخدم فيه الماء مع محلول ملون لتوضيح خطوط الانسياب . تقع قناة الاختبار الرقيقة بين سطحين السفلي منها ابيض يمكن إضاءته بضوء فلورسنت بينما السطح العلوي زجاجي شفاف

مركب في اطار يسهل رفعه . عند مدخل قناة الاختبار توجد غرفة الاستقرار حيث يوجد موضع خاص لوضع قنينة الصبغ التي تطفو على الماء حيث يمكنها ذاتيا المحافظة على مستوى معين للصبغ بالنسبة لمستوى قناة الاختبار . ويغذى الجهاز بالصبغ عن طريق مشط يحوي (57) انبوبا ذو قطر صغير . وللحصول على نتائج جيدة يجب ان يكون مستوى الماء في غرفة الاستقرار اعلى من مستوى قناة الاختبار بحوالي (25mm) مع التحكم في كمية الماء والصبغ الداخلين بواسطة الصمامين المخصصين لذلك .

نظرية التجربة :

يعرف خط الانسياب (Stream line) بانه خطا وهميا يرسم خلال مجال جريان المائع بحيث ان كل مماس له عند اية نقطة يبين اتجاه السرعة وفي اي لحظة ، اي ان خط الانسياب هو منحني يمثل مسلك الجريان . من خواص خطوط الانسياب انها لا تتقاطع مع بعضها او مع نفسها وان تقاربها او تباعدها يدل على مقدار سرعة الجريان فكلما تقاربت خطوط الانسياب مع بعضها دل ذلك على زيادة سرعة الجريان . ان شكل خطوط الانسياب في الجريان المستقر ثابت لا يتغير مع الزمن .يمكن جعل خطوط الانسياب مرئية بواسطة استخدام طرق إظهار الجريان لتوضيح نمط خطوط الانسياب وملاحظة ظاهرة الانفصال والاثر المتكون خلف الاجسام المختلفة .

تجربة رقم (7)

اسم التجربة : جريان الهواء حول مقطع جناح.

هدف التجربة : استخدام نفق الريح لغرض قياس توزيع الضغط على سطح مقطع جناح، وحساب معاملات الرفع والكبح وعزم الخطران.

الجهاز المستخدم :

يتم استخدام نفق الريح (300 mm x 300 mm) من النوع المفتوح. يدخل الهواء الى النفق خلال مقطع تقاربي تغطيه شبكة مانعة لدخول الاجسام الغريبة الى النفق. مقطع الاختبار مصنوع من البلاستك الشفاف (برسبكس) ويمكن تركيب النماذج المختلفة من احد الجدران الجانبية لمقطع الاختبار حيث ان كل نموذج مزود بساق يمسك بها النموذج على مرتكز النماذج المزود بمنقلة يمكن بواسطتها ضبط الوضع الزاوي المطلوب للنموذج بحيث يمكنه الدوران بحرية دون ان يلمس الجدران الجانبية لمقطع الاختبار.

يوجد عند المقدمة قبل مقطع الاختبار نقطة لتسجيل ضغط الاستقرار وكذلك يوجد انبوب بيتو يمكن تحريكه خلال ارتفاع مقطع الاختبار. يلي مقطع الاختبار الناشر الذي يمتد الى المروحة ويخرج الهواء من نهاية النفق ماراً بكاتم الصوت. يمكن التحكم بسرعة الهواء بواسطة صمام قرصي مزدوج يقع خلف المروحة. السرعة القصوى للهواء داخل النفق هي (36 m/s).ملحق مع النفق مانومتر متعدد الانابيب يحوي ثلاثين فرعاً يمكن استخدامه لتسجيل توزيع الضغط على سطح المقطع حيث ان الاخير يحوي على عدد من الثقوب الموزعة على محيط المقطع الوسطي له. ويتصل كل منها بانبوب رفيع

يمكن توصيله الى طرف من اطراف المانومتر بواسطة انبوب بلاستيكي طويل.