محاضرات الأسس الهندسية لورش معامل الاغذية
د. عدي حسن الجماس
المحاضرة الاولى

وسائل نقل القدرة

تحوي المعامل الإنتاجية بما فيها معامل تصنيع المنتجات الغذائية على عدد كبير من المكائن والمعدات المتخصصة بإنتاج معين.

ان تلك المكائن والمعدات لا يمكنها اداء العمل اذا لم يتوفر فيها مصدر القدرة الذي قد يكون محركا كهربائيا او محرك احتراق داخلي، و ان هذه القدرة يجب نقلها أو تحويلها إلى الأجزاء الشغالة التي تقوم بانجاز العمل، لذلك لابد من استخدام أحدى الوسائل اللازمة لنقلها او تحويلها، عليه نستنتج من ذلك أن انجاز العمل في المعامل يتطلب توفر ثلاثة عناصر هي مصدر القدرة، وسيلة لنقلها، وجزء شغال يقوم بانجاز العمل، وقد تجمع هذه العناصر الثلاثة فيما بينها لتكون مجموعة ميكانيكية متكاملة تستطيع أن تؤدي الغرض المصممة من اجله، او تصمم المجموعة بشكل منفرد اذ يوضع مصدر القدرة والجزء الشغال بعيدين عن بعضهما وتنقل القدرة بينهما باحدى الوسائل، كما يمكن بهذه الوسائل تغيير سرعة الحركة أو القوى او العزوم المنقولة من جهة لاخرى او قد تستعمل في تحويل الحركة من شكل لآخر كأن تتحول الحركة من دائرية إلى ترددية مثلا، ولغرض توضيح ماسبق شرحه يمكن إعطاء مثالين من معامل الاغذية، فإذا اخذنا العجانة او خفاقة اللبن فأن المحرك الكهربائي يمثل مصدر القدرة والمضارب تمثل الجزء الشغال الذي تنقل القدرة اليه بواسطة إحدى الوسائل كالبكرات والاحزمة أو التروس، اذ في هذا المثال تكون حركة المضارب دائرية، الا انه قد يتطلب الأمر تحويل الحركة الدائرية إلى ترددية كما في مكائن غلق قناني الحليب بعد تعبئتها، فهنا إما القنينة ترتفع نحو السدادة أو السدادة تنزل على القنينة لاحكام الغلق و بشكل متتالي وعليه لابد من تحويل الحركة الدائرية لمصدر الحركة إلى حركة ترددية إلى الجزء الشغال الذي يحكم السدادة.

توجد انواع كثيرة من أنواع الحركات، الا ان اكثرها انتشارا هي: -

١ - الحركة المستقيمة: ويقصد بها حركة او انتقال الجسم من موضع لآخر بخط مستقيم.

٢ - الحركة الترددية: ويقصد بها انتقال الجسم من موضع لآخر بخط مستقيم او منحني ثم عودته مرة أخرى إلى موضعه السابق مثل حركة الابرة في ماكنة الخياطة التي تمثل الحركة الترددية المستقيمة او مثل حركة رقاص ساعة الحائط التي تمثل الحركة الترددية المنحنية.

٣ - الحركة الدائرية: وهي حركة الجسم حول محوره مثل حركة الارض حول محورها، أي إذا اخذت اية نقطة على الارض فانها تتحرك بخط دائري منتظم حول المحور.

٤ - الحركة الدورانية: وهي حركة جسم بخط دائري منتظم حول آخر او حول محور آخر يقع خارج نطاق الجسم المتحرك دورانيا مثل دوران القمر حول الارض.

تستعمل طرائق مختلفة لنقل القدرة، الا انه قبل المباشرة بشرحها لابد من التعرف على المصطلحات المتداولة فيها المتضمنة كل من العمود والمحور و نسبة نقل الحركة.

العمود والمحور

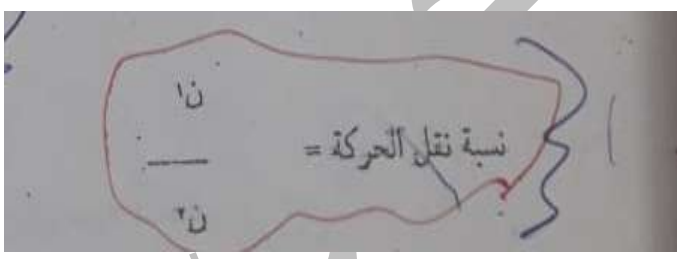
يقوم العمود بحمل القطع المكنية المثبتة عليه وتوجيه حركتها، وكذلك يقوم بنقل عزوم القوى الدائرية لذلك يكون معرضا لتشويه انحنائي مركب (شد وانضغاط والتواء وقطع)، بينما يقوم المحور بحمل القطع المكنية التي قد تكون حرة الحركة عليه او تدور بدورانه الا انه لا ينقل عزوم القوى الدائرية من احدى القطع المثبتة عليه الى قطعة أخرى وعندها لا يكون معرضا للتشويه والالتواء والقطع، وهذا هو الفرق الأساس بينهما رغم كونهما قد يكونا متشابهين من ناحية الشكل التجسيمي لهما، و ان ابسط مثال للتفريق بينهما هو ما نلاحظه في الدراجة الهوائية ذات العجلتين فالقضيب المعدني الذي يحمل العجلة الامامية يمثل المحور وتدور عليه العجلة بشكل حر، بينما القضيب المعدني الذي يحمل العجلة الخلفية يمثل العمود اذ تركب عليه عجلة مسننة تنقل القدرة إليها من العجلة المسننة الأمامية عند الدواستين القدميتين بواسطة سلسلة معدنية.

يسمى العمود قائدا اذا كان مصدرا لحركة عمود آخر يسمى عمود مقاد، فعليه عمود العجلة المسننة الأمامية في مثالنا السابق هو عمود قائد بينما عمود العجلة المسننة الخلفية هو عمود مقاد، وقد يكون العمود المقاد قائدا بالنسبة لعمود ثالث اذا ما نقلت

الحركة اليه من العمود الثاني، أي أن العمود المقاد قد يكون قائدا في نفس الوقت لعمود آخر، من هذا يمكن الاستنتاج انه ضمن مجموعة مكنية متكونة من عشرة أعمدة مثلا، يكون العمود الأول قائدا والعمود الأخير مقادا بينما الأعمدة من الثاني إلى التاسع يكون كل منهم مقادا لما قبله وقائدا للعمود الذي بعده.

نسبة نقل الحركة

نسبة نقل الحركة: هي النسبة بين عدد لفات العمود القائد الى عدد لفات العمود المقاد او بعبارة اخرى هي عدد المرات التي تخفض فيها او تزداد عدد لفات العمود المقاد بالنسبة لعدد لفات العمود القائد، وتكون هذه النسبة رقما مجردا بدون وحدات قياس، وعليه تكون:

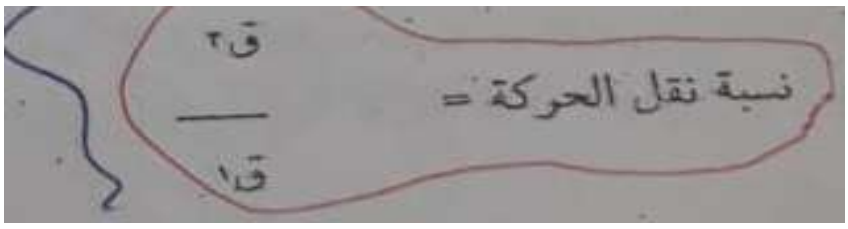


حيث ان:

ن١ = عدد لفات العمود القائد.

ن٢ = عدد لفات العمود المقاد.

عند استعمال وسيلة البكرات والحزام بنقل الحركة، فانه يعبر عنها بأقطار البكرات أي ان:

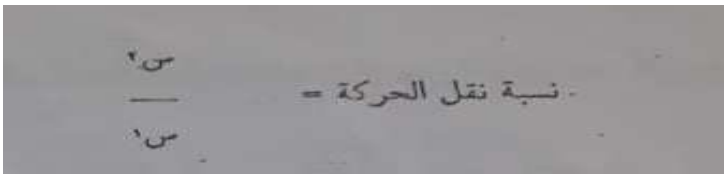


حيث أن

ق١ = قطر البكرة القائدة.

ق٢ = قطر البكرة المقادة.

اما عند استعمال وسيلة التروس في نقل الحركة فانه يعبر عنها بعدد اسنان التروس المستعملة، أي أن :



حيث ان

س١ = عدد اسنان الترس القائد.

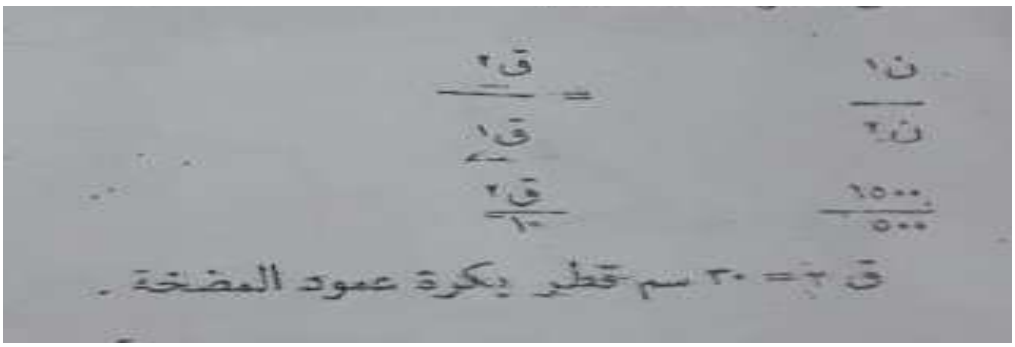
س٢ = عدد اسنان الترس المقاد.

ان القوانين المذكورة سابقا تستعمل في الاجهزة المحتوية على مرحلة واحدة من مراحل نقل الحركة، غير ان هناك كثيرا من الاجهزة والمعدات تحتوي على عدة مراحل، ففي هذه الحالة تكون نسبة نقل الحركة النهائية مساوية لحاصل ضرب نسب نقل الحركة من بداية مصدر الحركة حتى وصولها الى العمود المقاد للجزء الشغال.

مثال ١:

مضخة ماء تحتاج لحركة دائرية بمعدل (٥٠٠) لفة في الدقيقة، يراد ادارتها بمحرك كهربائي مثبت على عموده بكرة قطرها (١٠) سم، ما هو قطر البكرة الواجب تثبيتها على عمود المضخة؟ علما ان عدد لفات العمود القائد تساوي (١٥٠٠) لفة في الدقيقة.

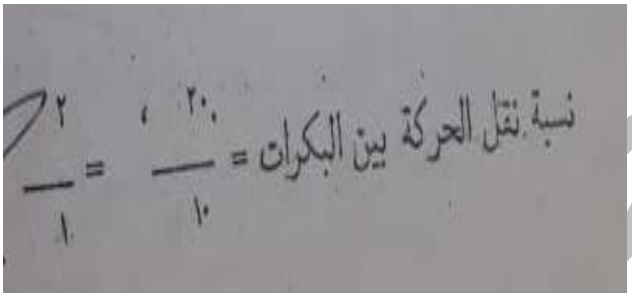
الحل

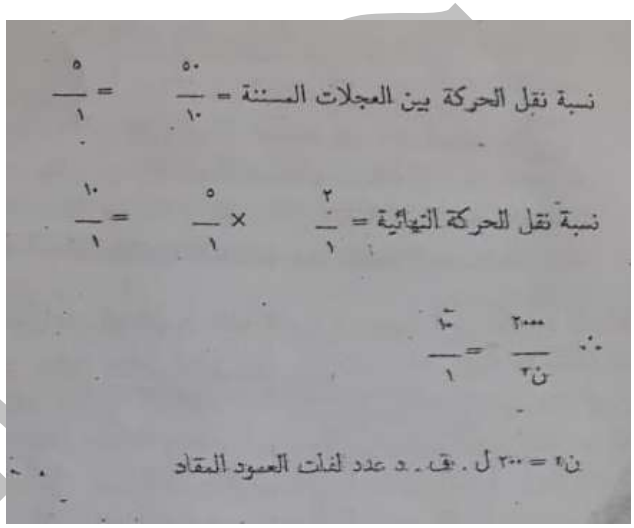


مثال ٢:

عمود قائد سرعته (٢٠٠٠) لفة في الدقيقة، مثبت عليه بكرة قطرها (١٠) سم، تدير بكرة اخرى قطرها (٢٠) سم، وعلى عمود البكرة الثانية مثبتة عجلة مسننة تحوي (١٠) اسنان، تدير عجلة مسننة تحوي (٥٠) سنا، ما هي نسبة نقل الحركة النهائية؟ و ما عدد لقات العمود المقاد؟

الحل





د. عدنان الجماس

محاضرات الأسس الهندسية لورش معامل الاغذية
د. عدي حسن الجماس
المحاضرة الثانية

وسائل نقل القدرة

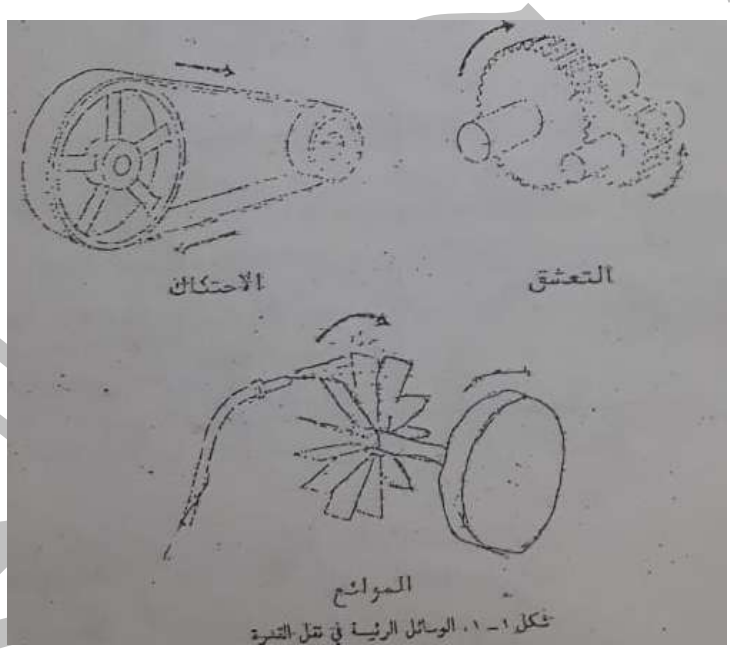
تستعمل وسائل مختلفة لنقل القدرة في المكائن، الا انها بشكل عام تقع ضمن اربع مجاميع رئيسة هي:

١ - وسائل نقل القدرة المعتمدة على الاحتكاك.

٢ - وسائل نقل القدرة المعتمدة على التعشق.

٣ - وسائل نقل القدرة المعتمدة على النقل المباشر.

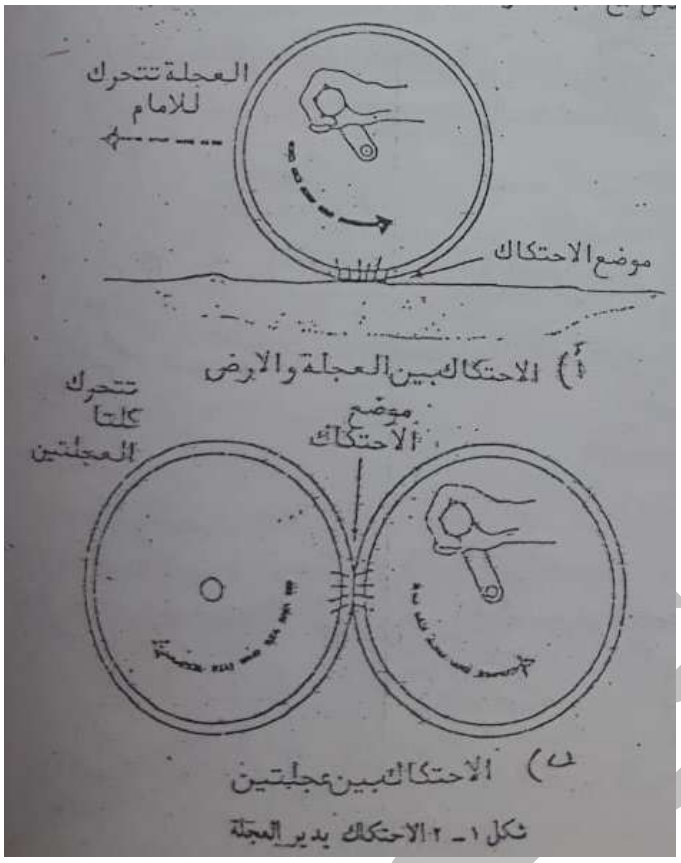
٤ - وسائل نقل القدرة المعتمدة على الموائع.



شكل ١ - ١، الوسائل الرئيسة في نقل القدرة

وسائل نقل القدرة المعتمدة على الاحتكاك

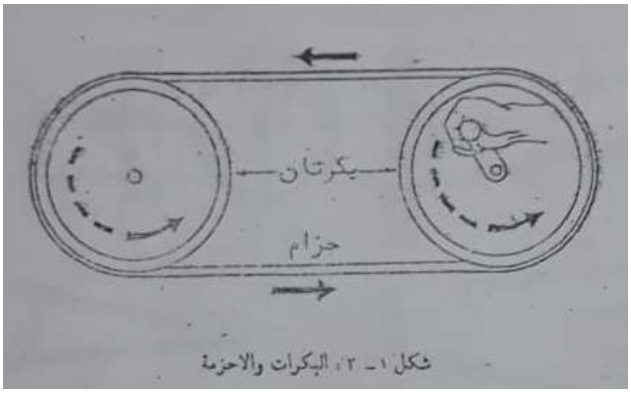
تعتمد هذه الوسائل في نقلها للقدرة من عمود لأخر على قوة الاحتكاك بين سطحين يكون معامل احتكاكهما عاليا، اذ ان ابسط صورة للاحتكاك المفيد هو الناتج من ملامسة الإطارات المطاطية في المركبات للأرض، فاذا ادرت العجلة باليد كما في الشكل (١ - ٢أ)، فانك تشعر بمحاولة قوة الدوران لتحريكك نحو الامام، اذ ان الاحتكاك بين الاطار



شكل ١ ـ ٢: الاحتكاك يدير العجلة

والارض ينقل قوتك إلى الأرض، وبما انك لا تستطيع تحريك الأرض فان العجلة تدور وتتحرك إلى الأمام، اما عند رفع العجلة عن الارض وجعلها بتماس مع عجلة اخرى حرة الحركة، فعند أدارتها كما في الشكل (١ -٢ب)، فانها تدير العجلة الاخرى باتجاه معاكس، عليه يمكن نقل الحركة من مكان لآخر بواسطة الاحتكاك.

يطلق على طريقة نقل الحركة السابقة بالاحتكاك المباشر، الا أن هناك طريقة اخرى لنقل الحركة بالاحتكاك بشكل غير مباشر يطلق عليها البكرات والاحزمة، اذ عند حركة البكرة القائدة دائريا فان قوة الاحتكاك بينها وبين الحزام تجعل الحزام يدور وبدوره يدير البكرة المقادة بنفس اتجاه حركة البكرة القائدة وكما في الشكل (١ -٣).



شكل ١ ـ ٣: البكرات والاحزمة

مزايا وسيلة نقل الحركة بالاحتكاك

١ - كلفة الصيانة والادامة قليلة ٢ - قلة الكلفة التصنيعية للجهاز نظرا لبساطة القطع المكونة له ٣ - الاشتغال بدون ضوضاء ٤ - امكانية استعمالها لنقل الحركة السريعة ٥ - إمكانية استخدامها لنقل الحركة من بكرة قائدة واحدة إلى عدة بكرات مقادة ٦ - تحملها وامتصاصها الصدمات والضربات الفجائية نظرا لقابلية البكرات للانزلاق على بعضها أو على الحزام عند حدوث هذه الصدمات، اذ يقصد بالصدمات هنا ما يحدث من عوارض آلية اثناء اشتغال المجموعة المكنية بحيث تؤدي إلى زيادة غير متوقعة لمقادير القوى والعزوم المسلطة على أجزاء هذه المجموعة المكنية.

مساوئ وسيلة نقل الحركة بالاحتكاك

١ - استحالة الحصول على نسبة نقل للحركة بشكل متقن مساوي للنسبة النظرية لوجود الاحتمال الكبير للانزلاق ٢ - ضرورة توفير ضغط متبادل جانبي بين البكرات في حالة النقل المباشر او بين البكرات والحزام في النقل غير المباشر لغرض زيادة قوة الاحتكاك ومن ثم تقليل الانزلاق أي لتحسين نسبة نقل الحركة، الا أن هذا الضغط المتبادل يؤدي إلى سرعة استهلاك كراسي الأعمدة المستعملة في هذه الوسيلة.

يمكن بوسيلة الاحتكاك المباشر من نقل الحركة الدائرية بين عمودين متوازيين او متعامدين، كما يمكن فيها تحويل الحركة الدائرية إلى ترددية أو مستقيمة وبالعكس او الى حلزونية، أما في وسيلة الاحتكاك غير المباشر فانه بالإضافة إلى امكانية استخدامها لنقل الحركة بين الأعمدة المتوازية فانها يمكن أن تنقل الحركة بين الأعمدة المتعامدة ان كانت بمستوى واحد او مستويات مختلفة كما يمكن فيها من تغيير اتجاه الحركة بجعل الحزام متقاطعا، كما يمكن تغيير نسبة نقلها للحركة بسهولة ويتم ذلك بطريقتين، الاولى تتمثل بكون البكرتان القائدة والمقادة متكونتين من نصفين يكمل احدهما الآخر بحيث يمكن تقريب او إبعاد احد النصفين من النصف الثاني، فعندما يراد زيادة عدد لفات البكرة المقادة مثلا، يصغر قطرها بابعاد نصفيها عن بعضهما لينزل الحزام للداخل في حين تقريب نصفيها من بعضهما يؤدي الى صعود الحزام نحو الخارج ويكبر قطر الدوران، اما الطريقة الأخرى فتتم باستعمال بكرتين متدرجتين موضوعتين بشكل متعاكس لتبقى

المسافة بين محوريهما ثابتة، فعند تغيير موضع الحزام على البكرتين تتغير نسبة نقل الحركة بينهما.

انواع الاحزمة

تقسم الأحزمة المستعملة في وسيلة البكرات والأحزمة إلى ثلاثة أقسام حسب الشكل الهندسي لمقاطعها وهي:

١ - حزام مستطيل المقطع، ويستعمل هذا النوع مع البكرات الاسطوانية الشكل، ويعاب عليه عدم امكانية استعماله لنقل الحركة بنسبة تقل عن (٥:١)، او تزيد على (١:٥)، أي لا يمكن استعماله لنقل الحركة بين بكرتين يكون التفاوت بين قطريهما أكثر من خمس مرات وذلك لصغر سطح التماس في هذه الحالة بين البكرة والحزام والذي يؤدي الى اما حدوث انزلاق كبير بينهما أو حتى قفز الحزام من موضعه على البكرتين.

٢ - حزام اسفيني المقطع، ويكون مقطعه على شكل شبه منحرف ويحتاج الى بكرات مخندقة بشكل اسفيني، ويجب ان تكون قياسات المقطع الاسفيني للبكرات والاحزمة ملائمة لبعضها، ولهذا الحزام قابلية اكبر على ادارة البكرات نظرا لقوة الاحتكاك الكبيرة المتولدة من تماس جهتي الحزام بجانبي الحافة المخندقة للبكرة، ولذلك اصبح استعماله مسموحا لنقل الحركة بين بكرتين التفاوت بين قطريهما (10) مرات أي لنقل الحركة بنسبة تتراوح بين (10:1) ولغاية (1:10).

٣ - حزام دائري المقطع، ويكون مقطعه دائريا وهو قليل الاستعمال لقابليته الضئيلة على ادارة البكرات وكثرة انزلاقه ولذلك اقتصر استعماله على الادوات اليدوية ذوات القدرات الواطئة كمكائن الخياطة واجهزة تسجيل الصوت وغيرها.

وسائل نقل القدرة المعتمدة على التعشق

تعتبر هذه الوسائل من احسن الوسائل عندما يراد نقل الحركة بشكل متقن ومساوي للنسبة الحسابية، وذلك لعدم وجود تزحلق أي ان كفاءة النقل عالية، وتعتمد على التعشق بين اسنان التروس او بين اسنان العجلة النجمية والسلسلة، فعند حركة العمود القائد يتحرك معه الترس القائد او العجلة النجمية القائدة ليقوم احد اسنانهما بتحريك سن من الترس المقاد بشكل مباشر واتجاه الدوران يكون متعاكسا، او بتحريك سن من العجلة

النجمية المقادة بشكل غير مباشر أي بوجود سلسلة ويكون اتجاه الحركة بنفس الاتجاه، أي ان هذه الوسيلة يكون النقل فيها اما مباشرا وعندها يطلق عليها وسيلة التروس او بشكل غير مباشر وعندها يطلق عليها وسيلة السلسلة والعجلات النجمية.

تعتبر التروس من الوسائل المستعملة في نقل الحركة، والترس عبارة عن عجلة مسننة عند محيطها الخارجي او الداخلي او كليهما، ولغرض نقل الحركة من عمود لآخر يجب تعشيق اسنان الترسين المركبين على العمودين القائد والمقاد، فعند حركة العمود القائد يتحرك معه الترس القائد ليقوم احد اسنانه بتحريك سن آخر مقابل له ومتعشق معه من اسنان الترس المقاد الى مسافة دائرية ثابتة بقدر خطوة السن وباتجاه معاكس لاتجاه دورانه، وبعد انتهاء دور هذين السنين في نقل الحركة يتعشق السنان الآخران التاليان مباشرة للسنين السابقين ليقوما بنفس الدور في نقل الحركة ولنفس الخطوة السابقة، وبتوالي تعشق الاسنان المتتابع يتم نقل الحركة الدائرية بين الاعمدة.

د. عدي حسن الجماس

محاضرات الأسس الهندسية لورش معامل الاغذية
د. عدي حسن الجماس
المحاضرة الثالثة

تعتبر وسيلة نقل الحركة بالتروس من الوسائل الحديثة نسبة للوسائل الاخرى الا أن استعمالها انتشر بشكل واسع لما تتمتع به من ميزات كبيرة منها:

١ - نسبة نقل الحركة فيها تكون متقنة بشكل تام ومساوية للنسبة الحسابية وذلك لعدم وجود الانزلاق.

٢ - مدة خدمتها طويلة مع قلة متطلبات الصيانة والادامة خلال فترة أستعمالها.

٣ - قياسات الجهاز المستعملة فيه قليلة نسبيا.

٤ - امكانيتها للعمل بسرع مختلفة فهي تستخدم من أخفض السرعات المحيطية ولغاية سرعة محيطية تصل إلى ١٥٠ م / ثا.

٥ - صلاحيتها لنقل الحركة بين الأعمدة وبمختلف الوضعيات فهي تقوم بنقل الحركة بين الأعمدة المتوازية باستعمال تروس اسطوانية أو بنقل الحركة بين الأعمدة المتعامدة بمستوى واحد باستعمال تروس مخروطية أو بين الأعمدة المتعامدة بمستويات مختلفة باستعمال بريمة وعجلة او باستعمال ترس مسطري وترس اسطواني.

٦ - امكانيتها لنقل القوى المسلطة على الأسنان لمدى واسع من الغرام الواحد الى مئات الأطنان وبقياسات من اجزاء المليمتر الواحد إلى عشرات الأمتار.

اما مساوئ وسيلة التروس فيمكن حصرها بما يلي:

١ - صعوبة تصنيعها وخاصة بالنسبة للآلآت الدقيقة المتقنة كالساعات وغيرها.

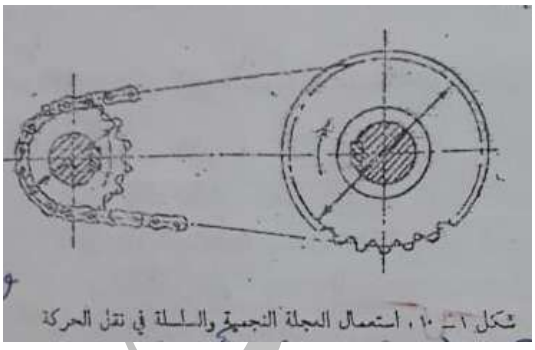
٢ - تحتاج الى مهارة عالية في تركيبها وعند عدم اتقان صناعتها أو عدم اتقان تركيبها يؤدي إلى ظهور اهتزازات وضوضاء.

٣ - عدم امكان استعمالها لجميع نسب نقل الحركة المطلوبة اذ لا يمكن استعمالها في حالة احتواء النسبة على كسر وهذا ناتج من كون كل ترس من التروس يحوي عددا صحيحا من الاسنان.

٤ - عدم امكانية هذه الوسيلة من حفظ سلامة أجزاء المكائن والمعدات المستعملة فيها من الضربات والتحميل المفاجيء.

اما وسيلة العجلة النجمية والسلسلة فهي تتشابه مع وسيلة التروس من ناحية اساس عملها وهو التعشق بين اسنان العجلة النجمية وحلقات السلسلة المكونة لها الا انها تختلف عن وسيلة التروس بامكانيتها لنقل الحركة بين الأعمدة المتفاوتة البعد عن بعضها.

يتم نقل الحركة من العجلة القائدة إلى العجلة المقادة بواسطة سلسلة متكونة من مجموعة كبيرة من الحلقات المتصلة مع بعضها بشكل مفصل دوران، وكما في الشكل (١ -١٠)، لضمان الانحناء عند المرور فوق العجلات النجمية، فعند حركة العجلة القائدة فانها تسحب السلسلة معها لتقوم بدورها في نقل الحركة إلى العجلة المقادة لتتم بذلك حركتها بنفس الاتجاه.



شكل ١ ـ ١٠ ، استعمال العجلة النجمية والسلسلة في نقل الحركة

يمكن تلخيص محاسن وسيلة النقل بالعجلات النجمية والسلسلة بما يلي:

١ - اتقان تام لنسبة نقل الحركة المصممة عليها الوسيلة لعدم وجود انزلاق فيها.

٢ - امكانيتها لنقل الحركة بين الأعمدة المتباعدة لتصل المسافة بين محاورها الى (8) متر.

٣ - امكانية استعمالها لنقل الحركة من عمود قائد إلى عدة أعمدة متوازية قائدة ومقادة في آن واحد من عجلة نجمية واحدة.

اما مساوئ وسيلة العجلات النجمية والسلسلة فيمكن تلخيصها بما يلي:

١ - اهتزازات السلسلة أثناء نقل الحركة بسرعة كبيرة وخاصة عند استعمال عجلات نجمية قليلة الأسنان، وهذه الاهتزازات تؤدي إلى تحميل حركي (ديناميكي) اضافي وضربات وزيادة في الضوضاء.

٢ - استهلاك سريع وتشويه لمسامير مفاصل حلقات السلسلة نتيجة الاهتزازات والذي يؤدي إلى زيادة طول السلسلة وسوء التعشق بينها وبين العجلة النجمية.

٣ - عدم إمكانية استخدام هذه الوسيلة لنقل الحركه الا بين الاعمدة المتوازية وذلك لعدم امكانية حني السلسلة كما هو الحال في الأحزمة.

٤ - تحتاج الى اتقان عالي في صناعتها وخاصة السلاسل مما يزيد من كلفتها.

٥ - تحتاج إلى جهاز تنظيم لغرض سحب الزيادة في طول السلسلة التي تحدث نتيجة استهلاكها التدريجي.

٦ - حاجتها إلى تزييت منتظم ومستمر.

٧ - نسبة نقلها للحركة محددة بين (6:1 – 1:6)، في حالة استعمالها في الاجهزة السريعة الحركة، الا انها تصل لغاية (15:1)، او بالعكس عند استعمالها في الاجهزة بطيئة الحركة او ذوات القدرات الواطئة.

وسائل نقل القدرة المعتمدة على النقل المباشر

يتطلب الأمر في كثير من الأحيان نقل الحركة بين عمودين احدهما قائد والآخر مقاد بشكل مباشر، اي نقل الحركة بنفس سرعة الدوران وبنفس الاتجاه، الا ان هذه الحركة قد يتطلب نقلها بنفس المستوى ان يكون محورا العمودين على امتداد واحد وعندها تستخدم القارنات، او نقلها بمستويات مختلفة للاعمدة وعندها تستعمل الوصلة المرنة (الصليب).

تقوم القارنات اضافة الى وظيفتها الرئيسة، بنقل الحركة بين الاعمدة بمستوى واحد بوظائف أخرى منها اخماد الاهتزازات والضربات الناتجة من اشتغال الماكنة او الآلة، و سرعة ايصال وفصل الحركة و توفير الامان للاجزاء الناقلة للقدرة من التحميل المفاجيء او التحميل المفرط.

توجد خمسة أنواع من القارنات وكما في الشكل (١ -١١)، وهي كما يلي:

١ - قارنة دائمة التوصيل: تتكون من قرصين دائريين يحوي كل منهما على عدد من الثقوب المتناظرة حول الحافة الخارجية لهما، ويركب أحد القرصين على العمود القائد في حين يركب القرص الاخر على العمود المقاد، وعندما يراد توصيل الحركة بين العمودين، يوضع قرص مطاطي بين القرصين له نفس العدد من الثقوب و بشكل مناظر للقرصين ثم يربط القرصان بواسطة عدد من البراغي والصامولات عن طريق الثقوب وعندها يصبح العمودان وحدة واحدة.

ان وجود القرص المطاطي يساعد في اخماد الاهتزازات والضربات الناتجة عند نقل الحركة، كما أن هذه الوسيلة تساعد في سهولة التفكيك والتركيب عندما يراد تبديل أحد الأجزاء، وقد تكون القارنة بشكل قرص نجمي.

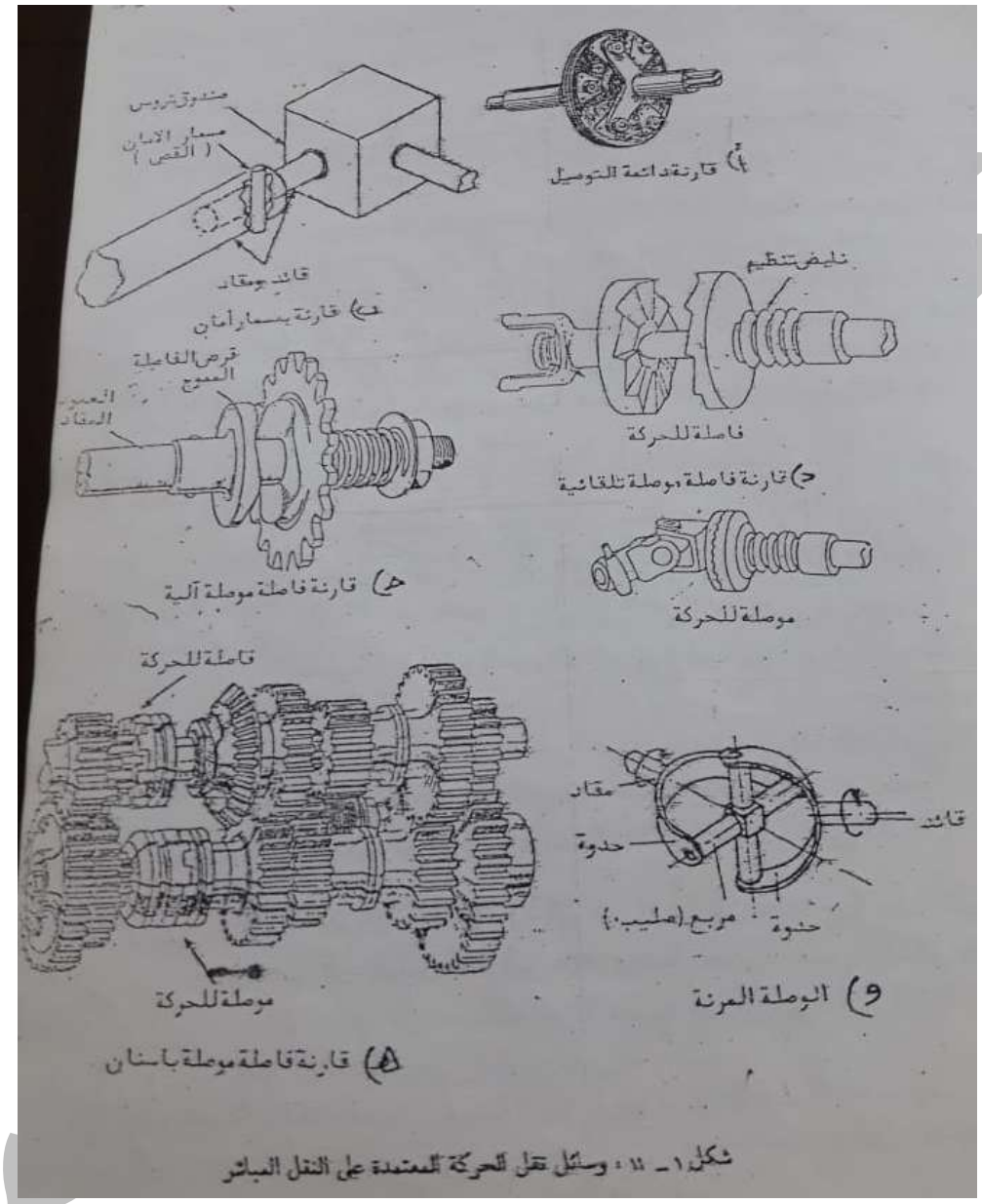
٢ - قارنة بمسمار امان: وقد يطلق عليه مسمار قص، تتكون القارنة من جزئين مثقوبين يمرر خلالهما مسمار مصنوع ليتحمل قوى معينة فاذا زادت القوى المنقولة عن الحد المصمم عليه المسمار فانه ينقطع وبالتالي تقطع الحركة وعند وضع مسمار جديد فلا بد من استخدام مسمار له نفس التحميل.

٣ - قارنة فاصلة موصلة آلية: وهي تصمم ليمكن فصل او ايصال العمودين القائد والمقاد بشكل سريع عن طريق عتلة خاصة وتتكون من قرصين متموجي السطح المتقابل، فعند وضع العتلة في وضع التشغيل تتداخل التموجات ويصبح القرصان كوحدة واحدة ويتم ايصال الحركة، وعند زيادة التحميل ينزلق احد القرصين على الآخر ودافعا نابضه نحو الخارج ويولد هذا الانزلاق صوتا مسموعا للتدليل على التحميل الزائد وعليه فهي قارنة امان.

٤ - قارنة فاصلة موصلة تلقائية: وهي شبيهة إلى حد كبير بالقارنة السابقة، إلا انها تكون دائمة التوصيل بفعل نابضي، وعند زيادة التحميل ينزلق القرصان على بعضهما مولدين صوتا مسموعا دلالة على التحميل الزائد وعندئذ تعتبر هذه القارنة كقارنة امان.

٥ - قارنة فاصلة موصلة باسنان: تتكون من جزئين مسننين اما بشكل متقابل أو احد الجزئين مسنن من الخارج والآخر من الداخل بحيث يمكن تعشيق اسنان اي منهما

بواسطة يدة خاصة لإيصال الحركة او ابعاد الأسنان عن بعضهما عندما يراد فصل الحركة.



اما الوصلة المرنة (الصليب او المربع)، فهي نوع آخر من التوصيلات المستعملة في النقل المباشر بين عمودين بامتداد واحد، الا انهما يكونا معرضين لاختلاف مستمر في وضعياتهما أثناء نقل الحركة بينهما، أي أن الوصلة المرنة تساعد على ديمومة نقل الحركة بين العمودين عند انخفاض أو ارتفاع أحدهما بالنسبة للآخر، كما تقلل من حدوث الاهتزازات والصدمات المصاحبة لنقل الحركة.

تتكون الوصلة المرنة كما في الشكل (١ -١١و)، من قطعة ميكانيكية على شكل صليب يتصل كل طرفين متقابلين منه بقطعة منحنية حدوية الشكل وبشكل مفصل دوران يحوي على حديلات ابرية صغيرة لضمان سهولة الحركة وكل قطعة حدوية تتصل باحد العمودين الناقلين للحركة.

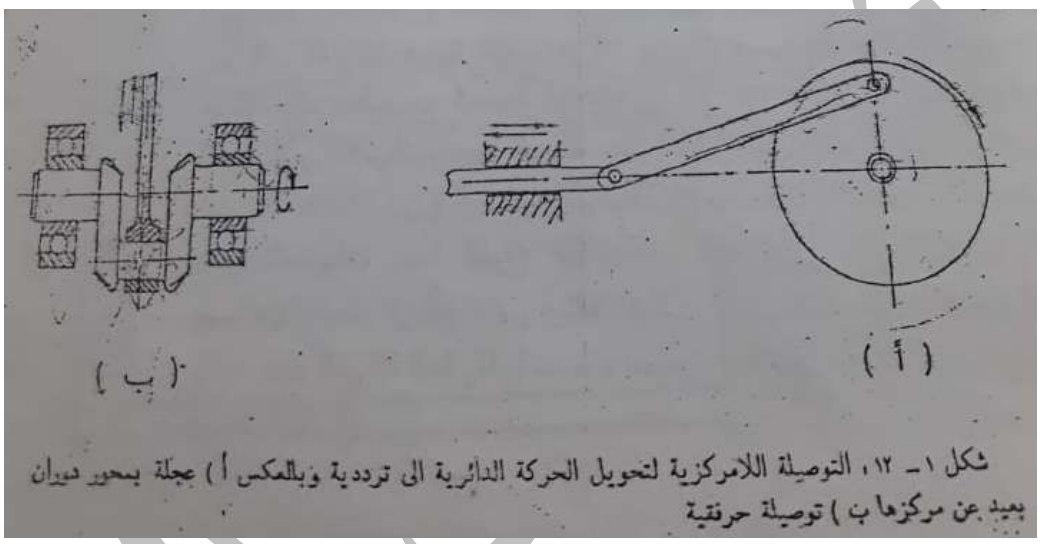
وسائل تحويل الحركة الدائرية الى ترددية وبالعكس او الى حركة مستقيمة

بالرغم من أن الحركة الدائرية هي الأكثر استخداما أما بسبب ميزاتها الجيدة من الناحية الاقتصادية والميكانيكية اضافة الى محافظتها على نفس صفاتها ونوعيتها في النظام والتصميم الموضوع لها في الأساس من محرك كهربائي او محرك احتراق داخلي، إلا أن بعض المكائن أو اجزائها تصمم على اساس اشتغالها وحاجتها الى الحركة الترددية أو المستقيمة، لذلك يتطلب الأمر استعمال وسائل متعددة لتحويل الحركة الدائرية إلى هاتين الحركتين.

تستعمل التوصيلة اللامركزية في تحويل الحركة الدائرية إلى ترددية وبالعكس، في حين تستعمل الحدبه لتحويل الحركة الدائرية الى ترددية ولا تستطيع عكس الحركة من ترددية إلى دائرية، توجد طريقتان لاستعمال التوصيلة اللامركزية في تحويل الحركة الدائرية الى ترددية وبالعكس، الأولى تتمثل بوجود عجلة دائرية، وعلى مسافة ما من محور دورانها يتصل احد طرفي ذراع بشكل مفصلي وكما في الشكل (١ -١٢أ)، في حين يتصل الطرف الاخر بشكل مفصلي ايضا بالجزء المراد تحريكه ترديديا، فعند حركة العجلة دائريا تتحرك معها منطقة الاتصال المفصلية فيها حركة دورانية بنصف قطر مساوي لبعدها عن محور دوران العجلة لينسحب معها الذراع لمسافة تساوي ذلك البعد وبالتالي الجزء المراد تحريكه، وباستمرار حركة العجلة تعود منطقة الاتصال المفصلية والذراع والجزء المراد تحريكه الى الموضع الأول، أي ان استمرارية دوران العجلة تؤدي إلى حركة الذراع والجزء المراد تحريكه بشكل ترددي.

ان عكس العملية بهذه الطريقة أي تحريك الذراع ترديديا يؤدي إلى حركة العجلة بشكل دائري.

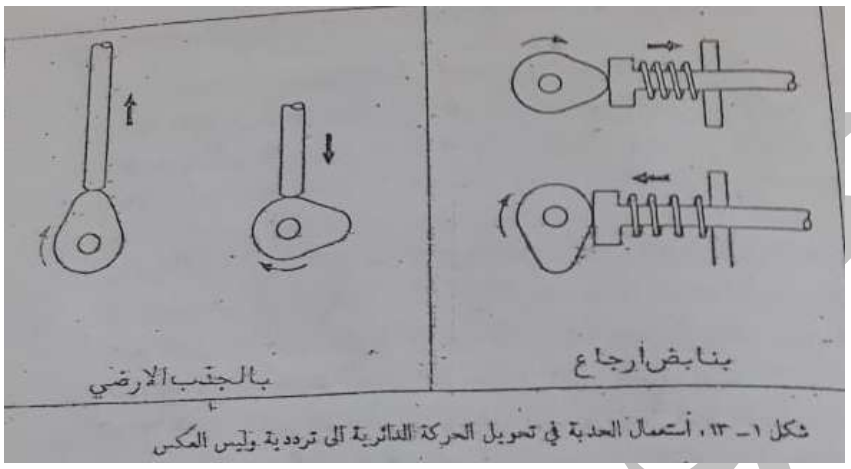
أما الطريقة الثانية التي تعتمد على نفس المبدأ فهي التوصيلة المرفقية وكما في الشكل (١ -١٢ب)، التي تتكون من رقبتين محوريهما على امتداد واحد وكل منهما تستند على كرسي خاص بها وبين الرقبتين رقبة ثالثة محورها بعيد عن محور الرقبتين السابقتين، وتتصل كل رقبتين متجاورتين بكتف مكونة ما يشبه مرفق اليد، ومن هنا جاءت تسميتها بالتوصيلة المرفقية، اذ أحاط طرف ذراع بالرقبة الوسطية بشكل حر الحركة، فعند حركتها بشكل دائري، فان الذراع يتحرك بشكل ترددي ومشابه للطريقة الأولى، ويمكن بهذه الطريقة ايضا من تغيير الحركة الترددية للذراع الى حركة دائرية للتوصيلة المرفقية.



شكل ١ـ ١٢، التوصيلة اللامركزية لتحويل الحركة الدائرية الى ترددية وبالعكس أ) عجلة بمحور دوران بعيد عن مركزها ب) توصيلة حرفقية

اما الحدبة فتستعمل لتحويل الحركة الدائرية إلى ترددية وليس العكس وتتلخص الطريقة بوجود تصميم خاص لعمود يحوي حدبة واحدة أو عدة حدبات يتم تصنيعه كقطعة مكنية واحدة، ويكون شكل الحدبة كمثريا وكما في الشكل (١ -١٣)، أي يكون نصف محيطها اسطوانيا منتظما ثم يبدأ هذا المحيط بالابتعاد تدريجيا عن محور دوران العمود ليكون قمة الحدبة وبعدها يعود ليقترب تدريجيا وينساب مع المحيط الاسطواني مرة أخرى، فاذا ركب فوق الحدبة ذراع حر الحركة داخل موجه خاص لحركته وتحرك العمود دائريا فان الذراع يبقى دون حركة عند تماسه مع المحيط الاسطواني، الا انه سرعان ما يتحرك نتيجة تاثير التغير نحو الكبر التدريجي للمسافة بين نقاط تحدب المحيط ويستمر اندفاع الذراع حتى اللحظة التي يكون فيها طرف الذراع مماسا لقمة التحدب، وعند

استمرار دوران عمود الحدبات يبدأ الذراع بالانخفاض التدريجي بتأثير الجذب الارضي او بمساعدة نابض أرجاع حتى ابتداء تماسه بأول نقطة على المحيط الاسطواني وعليه فان الحركة الدائرية المستمرة لصعود الحدبات تؤدي إلى استمرارية الحركة الترددية للذراع.



شكل ١ ـ ١٣ . أستعمال الحدبة في تحويل الحركة الدائرية الى ترددية وليس العكس

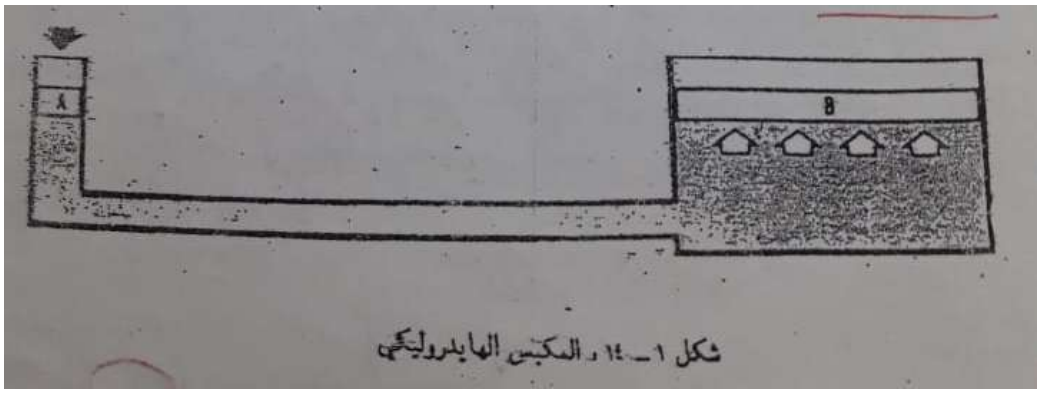
د. حسن الجماس

محاضرات الأسس الهندسية لورش معامل الاغذية
د. عدي حسن الجماس
المحاضرة الرابعة

وسائل نقل القدرة المعتمدة على الموائع

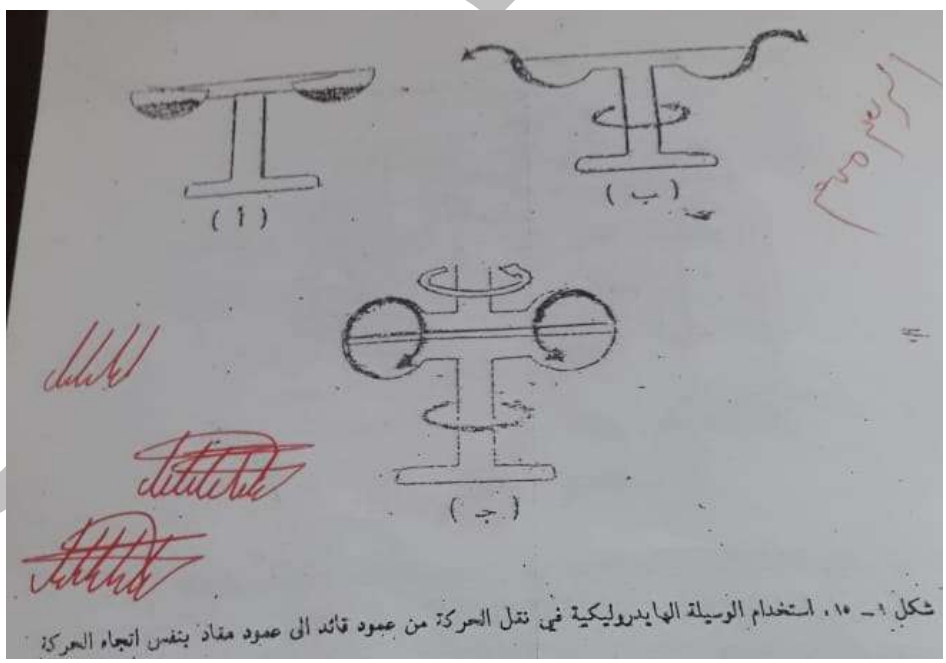
تختلف هذه الوسيلة عن الوسائل السابقة بقيام وسط مائع ان كان سائلا او غازيا بنقل القدرة وتحويلها، وتعتمد ان كان الوسط سائلا على صفات السوائل بكونها غير قابلة للانضغاط وان الضغط ينتقل إلى جميع الجهات بالتساوي، وابسط مثال لها المكبس الهيدروليكي، وقد تعتمد على الطاقة الحركية او الكامنة للمائع في الادارة وعندها يطلق عليها بالعنفة (توربين).

يتكون المكبس الهيدروليكي وكما في الشكل (١ -١٤)، من اسطوانتين مختلفتين في القطر متصلتين مع بعضهما بانبوب وتحويان مع الانبوب، على سائل يغلب ان يكون زيتا، ويوجد بكل اسطوانة مكبس ملائم جدا لقطر تلك الاسطوانة، فلو فرضنا أن مساحة المكبس الصغير هي (1) سم^{٢}، ومساحة المكبس الكبير هي (10) سم^{٢}، فاذا اثرت قوة مقدارها (2) كغم، على المكبس الصغير فان تأثيرها ينتقل الى الزيت ويكون كل موضع فيه معرضا لضغط قدره (2) كغم/سم^{٢}، أي ان كل موضع يمكنه اسناد قوة مقدارها (2) كغم لكل مساحة سنتمتر مربع واحد، ولما كانت مساحة المكبس الكبير (10) سم^{٢}، فعليه يمكنه اسناد قوة مقدارها (2 x 10)= 20 كغم، وبمعنى آخر انه باستعمال ثقل صغير في احد مواضع الجهاز امكن اسناد ثقل اكبر في موضع آخر، وبفرق قدره (10) اضعاف، أي بقدر اضعاف مساحة المكبسين، وعندما يراد رفع الثقل بمقدار (20) كغم، عند المكبس الكبير فما علينا الا زيادة مقدار الثقل عند المكبس الصغير بحيث يكون اكثر من (2) كغم، إلا أنه يجب ملاحظة في حالة تحريك الثقل الكبير لمسافة سنتمتر واحد لوجب خفض الثقل الصغير لمسافة (10) سم^{٢}، أي أن النسبة بين الثقلين تعادل النسبة بين مساحتي المكبسين، و بشكل معكوس مع النسبة في حركة المكبسين.



شكل ١ـ ١٤ ، المكبس الهايدروليكي

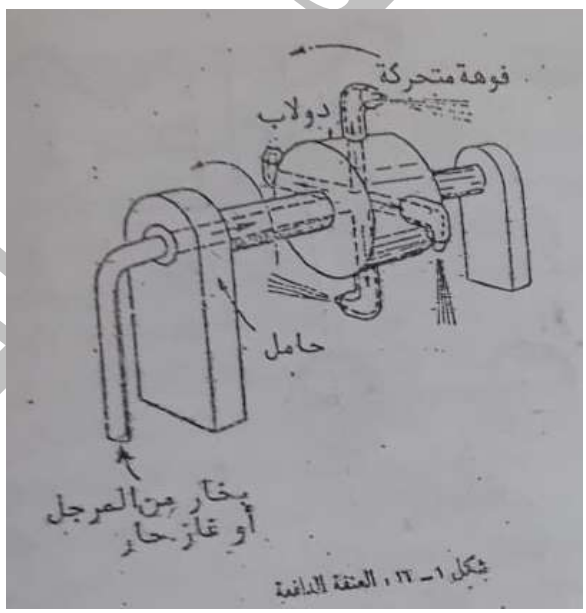
يمكن استخدام الوسيلة الهيدروليكية في نقل الحركة من عمود قائد الى عمود مقاد بنفس اتجاه الحركة وكما في الشكل (١ – ١٥)، فاذا كان هناك قرص مزعنف محتوي على سائل (أ) ودار هذا القرص بسرعة كبيرة، فان السائل يتعرض للقوة النابذة ويطرد إلى الخارج (ب)، وعند وضع قرص مزعنف ثاني فوق القرص الاول واحكم القرصان مع بعضهما، فان السائل ينساب إلى القرص الثاني وقوة دفع السائل على زعانفه تعمل على إدارته بنفس الاتجاه (جـ)، وكمثال على استخدام هذه الوسيلة في نقل الحركة هو ما موجود في المركبات ذات المبدل التلقائي (گير اوتوماتيك)، حيث يمثل القرص الأول الدولاب الطيار المتصل بنهاية عمود مرفق المحرك بينما يمثل القرص الثاني قرص الفاصل الذي يتصل بعمود نقل الحركة إلى المبدل (الگير).



شكل ١ـ ١٥ ، استخدام الوسيلة الهايدروليكية في نقل الحركة من عمود قائد الى عمود مقاد بنفس اتجاه الحركة

اما استعمال الغاز في نقل الحركة فيوجد نوعين اساسيين يختلفان عن بعضهما بالطريقة التي تتحول فيها الطاقة الحركية للمائع ان كان غازا او بخارا الى عمل على العمود، وهذان النوعان هما العنفة الدافعة والعنفة الرد فعلية.

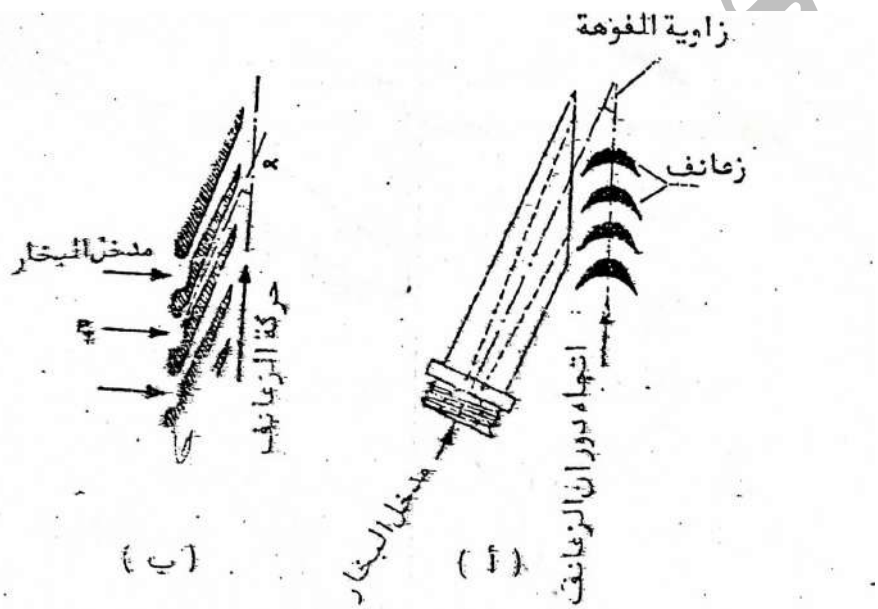
تتألف العنفة الدافعة من جزئين رئيسيين هما فوهات ثابتة ودولاب مزعنف، اذ يتمدد البخار ضمن الفوهات الثابتة ويخرج منها بسرعة كبيرة على شكل دفق (Jet)، يوجه على زعانف الدولاب مما يجعله يدور وينتج عملا على عموده، اما في العنفة الرد فعلية، فيتمدد البخار في الفوهات المتحركة حيث يدخل البخار ضمن العمود الأجوف إلى الدولاب ومن ثم يمر في الفوهات المثبتة على الدولاب، ويتولد عن تمدد البخار تحول الضغط من عالي الى واطئ ضمن الفوهات المتحركة قوة رد فعلية مطبقة على الفوهات، فالدولاب فالعمود، أي ان قوة رد الفعل هذه تسبب دوران العمود بأتجاه معاكس لاتجاه دفق البخار وكما في الشكل (١-١٦)، اذ تعتبر رشاشات الماء المستعملة في ري الحدائق تطبيقا مباشرا لمبدأ العنفات الرد فعلية.



شكل ١ـ ١٦ ، العنفة الدافعة

تختلف طريقة عمل العنفات الحالية عن العنفات البدائية المذكورة سابقا، الا ان مبدأ عملها هو نفسه، ففي العنفة الدافعة يتم هبوط ضغط البخار بكامله في الفوهات الثابتة ويوجه مخرج البخار بحيث ينزلق البخار على الزعانف المقعرة بشكل انسيابي دون أن يصطدم بها وعندها يتغير اتجاه جريان البخار ضمنها ويتولد عن ذلك قوة دافعة مطبقة

على الزعانف فتدور ويدور عمودها وكما في الشكل (١ -١٧أ)، أما في العنفات الرد فعلية فيتم هبوط قسم من ضغط البخار في الفوهة الثابتة بينما يتم هبوط القسم الاخر اثناء مرور البخار فوق الزعانف المتحركة وكما في الشكل (١ -١٧ب)، لذا تصمم الممرات بين هذه الزعانف بحيث ينخفض ضغط البخار خلالها وبذا تزداد سرعته، أي أن البخار يتسارع في الفوهات الثابتة والمتحركة على السواء، وبما ان التسارع يحتاج الى قوة لإحداثه حيث (القوة = التسارع x الكتلة)، لذا تنشأ قوة رد فعلية مطبقة على الزعانف وعندها تعمل محصلة القوتين على ادارة عمود العنفة.



شكل ١ ـ ١٧ ، اساس عمل العنفات
أ) الدافعة ب) الرد فعلية

١ ـ ٧

محاضرات الأسس الهندسية لورش معامل الاغذية
د. عدي حسن الجماس
المحاضرة الخامسة

تجهيز معامل الاغذية بالمياه

تعتمد الصحة العامة على مدى نقاوة الماء وكفايته، اذ أن كثيرا من الأمراض سببها الماء غير النقي بشكل مباشر أو غير مباشر عندما لا تفي كمياته شروط النظافة والسلامة، عليه يعتمد التصميم الجيد لمنظومة المياه في معامل الأغذية على امدادها بالمياه النقية لتغطي احتياجات كل يوم من ايام السنة بالمعدلات التي تفي بالاحتياجات القصوى اليومية اضافة لإمكانية توفير كميات المياه الاضافية للتنظيف ولإطفاء الحرائق الصغيرة المحتملة، كما أن منظومة المياه يجب أن تكون ذات سعة تخزينية قادرة على تجهيز وحدات المعمل بمعدل أقصى استعمال وباستمرار لمدة ساعتين على الأقل عند انقطاع المصدر الرئيسي للمياه.

مصادر المياه

يمكن امداد الماء اما من مصادر المياه السطحية او الجوفية، فالمياه السطحية يكون مصدرها اما البحيرات او الانهر او المنخفضات السطحية التي تتجمع فيها مياه الأمطار في حين يكون مصدر المياه الجوفية الماء المتجمع في التكوينات الجيولوجية الحاوية للمياه تحت سطح الأرض الذي يستخرج منها من الآبار او الصهاريج.

يسهل في العادة تلوث مياه الأنهار والبحيرات، ولذا فلا ينصح عادة باستخدامها في المعامل الا بعد معاملتها بطريقة دقيقة والتأكد من سلامتها بمساعدة السلطات المختصة، اما المياه المجمعة في البحيرات فتعتبر للسيطرة على الحرائق ولا يمكن اعتبارها صالحة للاغراض التصنيعية إلا إذا كانت المياه الجوفية غير كافية أو باهظة التكاليف ولكن يجب ترشيحها وتعقيمها قبل الاستعمال، اما مياه الأمطار المتجمعة في المنخفضات السطحية فينصح باستعمالها لاتمام مصدر المياه الجوفية أو في حالات الطوارئ مثل نشوب الحرائق، وبشكل عام اذا كان استعمال هذه المياه ضروريا فيجب عندها الاعتناء بإنشاء خزانات تخزين المياه وحمايتها من زيادة التلوث.

تعتبر المياه الارضية عادة مصدرا أمينا معتمدا ومع هذا فان مياه الآبار غير العميقة تكون عرضة للتلوث السريع، أما الآبار الارتوازية والصهاريج فيقل تلوثها عن الآبار الضحلة وذلك لأن الطبقات الأرضية العليا تحجب تسرب الملوثات الى المياه المخزونة بعيدا عن سطح الأرض، ويمكن الحصول على المعلومات الخاصة عن امكانية الحصول على المياه الجوفية من المؤسسات الرسمية بالنسبة لمنطقة معينة.

المضخات و أساس عملها

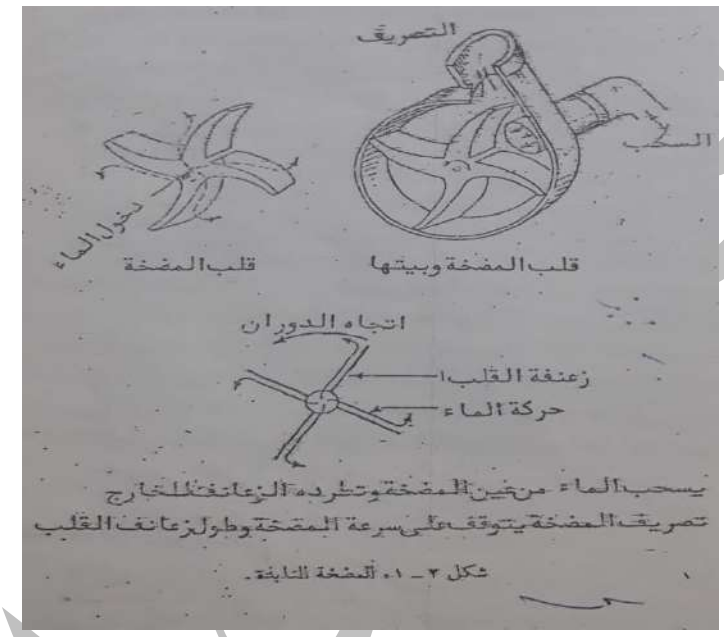
المضخة عبارة عن مجموعة آلية يمكنها عند توفر مصدر للحركة من نقل ورفع السوائل، وقد تستعمل لأعطاء سرعة عالية للسائل كما في حالة اطفاء الحرائق او دفع السائل تحت ضغط معين كما في حالة ملئ المراجل او لدفع السائل لانتاج شغل معين كما في الأجهزة الهايدروليكية.

تعتبر قصبة شرب المرطبات الغازية ابسط وسيلة لفهم عمل المضخة، وفيها يتم ادخال القصبة بالمرطب، ومن ثم سحب الهواء من داخل القصبة مما يؤدي إلى تخلخل الضغط داخلها وبالتالي صعود السائل خلالها لكون الضغط الجوي المسلط على سطح السائل اعلى من الضغط داخل القصبة، وعليه فان مقدار ارتفاع السائل داخل القصبة يتوقف على مقدار التخلخل داخلها مقارنة بالضغط المسلط على ذلك السائل.

يكون مقدار الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر حوالي كيلو غرام واحد على السنتمتر المربع (بار)، وهذا يعادل عمود ماء ارتفاعه (10) متر، وعليه فان اعلى ارتفاع نظري تستطيع المضخة سحب الماء منه هو (10) متر، وكلما تم نصب المضخة عند مستوى أعلى من مستوى سطح البحر كلما قل ارتفاع سحبها للماء لانخفاض الضغط الجوي عند ذلك الارتفاع، وبما انه لا يمكن لأية مضخة من اجراء تفريغ كامل اضافة الى فقدان قسم من ارتفاع السحب بسبب الاحتكاك بين الماء وكل من جسم المضخة وانبوب السحب، فان اقصى ارتفاع تستطيع المضخة سحب الماء منه يكون حوالي (8) متر او اقل، في حين تجري بعض التحويرات على المضخة ليمكنها رفع الماء من عمق اكثر من ذلك.

المضخة النابذة

تستخدم هذه المضخة لسحب الماء من الآبار الضحلة التي لا يزيد عمقها عادة على (5) متر، وتتركب كما في الشكل (٢ -١)، من قلب المضخة الدوار (بشارة) الذي يدور نتيجة دوران محرك المضخة، ويحيط بالقلب بيت المضخة الذي تزداد المسافة بينه وبين القلب كلما قرب سطح البيت من فتحة التصريف، أما فتحة السحب فتوجد في وسط البيت ومقابلة لفتحة القلب الوسطية.



شكل ٢ ـ ١: المضخة النابذة.

عند اشتغال محرك المضخة، يدور قلبها وبدورانه يتعرض الماء داخل المضخة للقوة النابذة ليطرد خارجا وعندها يتخلل الضغط في وسطها وبالتالي سحب الماء من مصدره باستمرار طرد الماء نحو الخارج فانه يخرج من فتحة التصريف التي تكون بشكل مماس لبيت المضخة والسبب في ذلك لان اي جسم يفلت من القوة النابذة يندفع بشكل مماس لمحيط الدوران، وعليه فخروج الماء بشكل مماس يسهل خروجه ويقلل من فقد الاحتكاك وبالتالي زيادة كفاءة المضخة وتحسين تصريفها للماء، اما فائدة التوسع الموجود قرب فتحة التصريف فهو للتقليل من سرعة الماء وبالتالي زيادة ضغطه.

تمتاز المضخة النابذة ببساطة تركيبها اذ تحوي على جزء متحرك واحد هو قلبها المتكون من عدد من الزعانف المنحنية في الغالب، كما تكون قوية الأجزاء مما يجعل

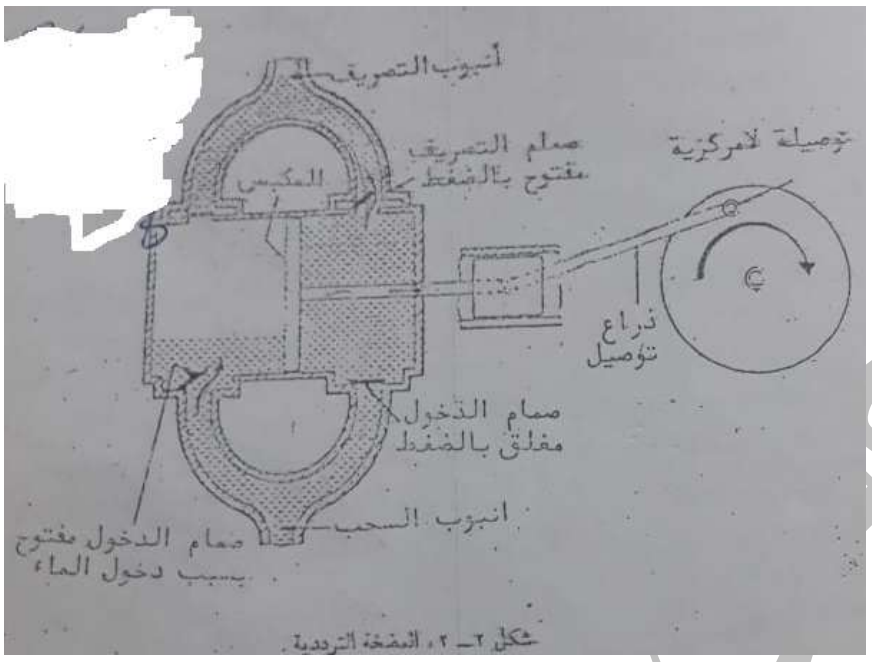
كلفة الصيانة منخفضة وتستطيع المضخة النابذة من سحب المياه العكرة كما ان سعرها رخيص مقارنة مع انواع المضخات الأخرى لنفس التصريف.

اما عيوبها فتتمثل بضرورة ملء جسمها وانبوب السحب بالماء قبل تشغيلها وذلك لعدم قابليتها من تفريغ جسمها من الهواء ولهذا السبب تزود هذه المضخة بفتحة في اعلاها لفرض ملئها بالماء ولضمان عدم تسرب هذا الماء من خلال انبوب السحب فانه يوضع صمام لجهة واحدة في بداية انبوب السحب المغمور بالماء وعندها يسمح هذا الصمام بدخول الماء ويمنع رجوعه وبذا يحتفظ جسم المضخة بالماء اثناء فترة عدم تشغيلها، ويحاط هذا الصمام بمصفي يمنع دخول الشوائب الكبيرة داخل المضخة، بشكل عام تعتبر المضخات النابذة كفوؤة للسعات التي تصل إلى (250) لتر/ دقيقة، وعند ضغط أقل من (4) بار، كما تعتبر مثالية عند استخدامها كمضخة وسيطة اضافة إلى امكانية تركيبها على بعد من مصدر المياه.

المضخة الترددية

تستخدم لرفع المياه من الآبار الضحلة التي يصل عمقها لغاية (7) متر، كما يمكن استخدامها لسحب المياه من الآبار العميقة وبعمق يصل حوالي (200) متر، وذلك لإمكانية انزال الجزء الفعال فيها لذلك العمق، وقد تكون المضخة الترددية مفردة الفعالية أو مزدوجة الفعالية، ويغلب استعمال النوع الثاني بسبب مضاعفة تصريفه للماء عند تساوي سرعة المحرك ومواصفات المضخة نفسها.

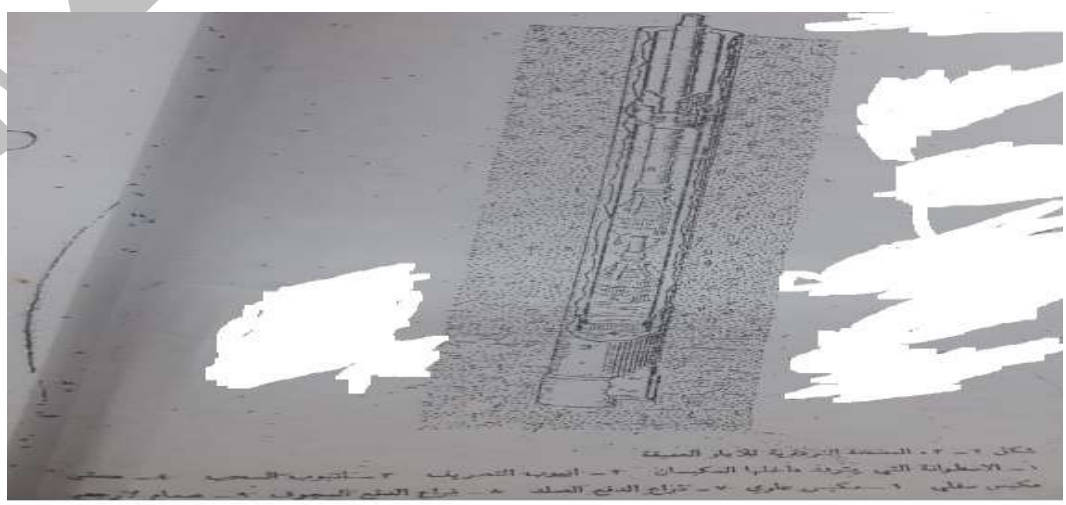
تتركب المضخة الترددية مزدوجة الفعالية، وكما في الشكل (٢-٢)، من مكبس يتردد داخل بيت اسطواني يحوي اربعة صمامات لجهة واحدة، فعند حركة المكبس لاتجاه معين فانه يعمل على تصريف الماء من ذلك الجانب، في حين يتخلل الضغط في الجانب الثاني ليقوم بسحب الماء من مصدره ويحدث العكس متى ما غير المكبس من اتجاه حركته بين النقطتيين الميتتين، وعليه فان تصريف المضخة يعتمد على سرعة تردد المكبس وعلى الحجم الفعال من الاسطوانة واللذان بزيادتهما تحتاج المضخة لقدرة حصانية أكبر من محركها.



شكل ٢ـ ٢ : المضخة الترددية .

تمتاز هذه المضخة بامكانية تصريف المياه المحتوية على بعض الشوائب كالطين مثلا وامكانية نصبها على آبار ضيقة القطر وأعطاء تصريف بمعدل ثابت وبذا يمكن استعمالها في الوحدات اليدوية منها، اما مساوئها فيتمثل بالتصريف المتقطع الذي يتسبب في كثرة الاهتزاز والضوضاء اضافة لاحتوائها على صمامات تكون عرضة للتلف بسرعة عند زيادة نسبة الشوائب بالماء.

عندما يراد استخدام المضخة الترددية لسحب الماء من الآبار العميقة وكما في الشكل (٢ -٣)، فان مكبسيها يكونان قريبين من مصدر الماء ويترددان لاتصالهما بذراعي دفعهما الطويلين المتصلين مرفقيا بمحرك المضخة ويكون احد الذراعين صلدا يدخل خلال ذراع الدفع الثاني المجوف بحيث تضمن الحركة المرفقية حركة المكبسين باتجاهين متعاكسين.



يوجد في وسط كل مكبس صمام لا رجعي يسمح بمرور الماء للاعلى ولا يسمح برجوعه في حين تغمر الاسطوانة الممثلة لفتحة السحب في ماء البئر العميق، فعند ابتعاد المكبسين عن بعضهما يحدث تخلخل في تجويف الاسطوانة بينهما فيؤدي إلى انسحاب الصمامين نحو الداخل أي الوسط الذي يعني فتح صمام المكبس السفلي وغلق صمام المكبس العلوي ليدخل الماء الى التجويف بين المكبسين، وعند اقتراب المكبسين من بعضها يحدث ضغط في التجويف بينهما يؤدي إلى غلق صمام المكبس السفلي وفتح صمام المكبس العلوي ليخرج الماء خلال أنبوب التصريف الذي هو امتداد للاسطوانة، باستمرار تردد المكبسين يتم سحب الماء من البئر ودفعه نحو الاعلى.

المضخة النفاثة او المدفقة

تستعمل هذه المضخة لرفع المياه من الآبار العميقة التي يصل عمقها حوالي (30) متر، كما يمكن استعمالها لسحب المياه من الآبار الضحلة، ويمكن وضعها فوق البئر مباشرة أو على مقربة منه، ويعتمد عملها على القوة النابذة كما في المضخات النابذة مع وجود مدفق ذي فوهة صغيرة تدخل في بداية انبوب السحب الرئيسي الذي يستلم الماء من خلال مصفي مثقب في حين يتصل طرف المدفق الاخر بانبوب اصغر قطرا من انبوب السحب لينتهي عند فتحة تصريف المضخة وكما في الشكل (٢ -٤)، ويمكن شرح طريقة عمل هذه المضخة كالآتي:

١ - يملئ كل من المضخة وأنبوب السحب وانبوب المدفق بالماء وتدار المضخة بمحركها ويكون صمام السيطرة اليدوي أو التلقائي مغلقا.

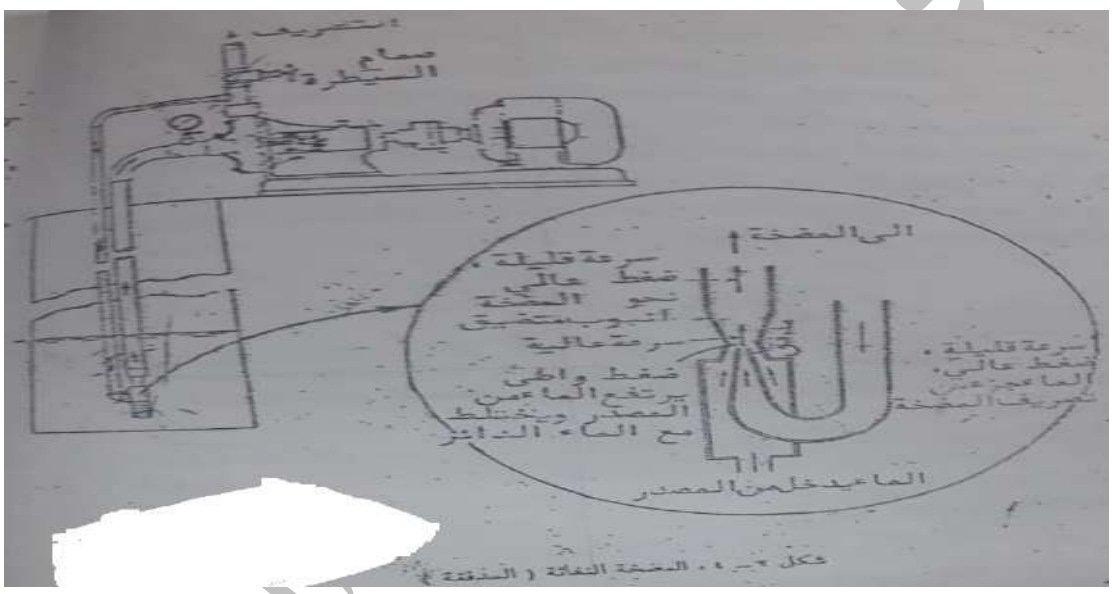
٢ - بمجرد دوران المضخة، فانها تدفع الماء خارجا ليخرج ويدخل في أنبوب المدفق، وعند وصوله فوهة المدفق تزداد سرعته ويقل ضغطه، وانخفاض الضغط هذا يؤدي الى سحب الماء عبر مصفي ليختلط مع الماء الموجود اصلا ويصعد للاعلى خلال أنبوب السحب.

٣ - حال حصول المضخة على هذا الماء الإضافي من البئر، فان الضغط يزداد ويؤشر

ذلك في مقياس الضغط لحد معين وعندها يفتح صمام السيطرة اليدوي او ينفتح الصمام التلقائي تلقائيا عند وصول الضغط لذلك الحد ويخرج عندها الماء من انبوب التصريف وتستمر دورة الماء خلال الانبوبين.

٤ - عند ايقاف المضخة يقوم الصمام القدمي عند المصفي بمنع تفريغ الانبوبين من محتواهما من الماء أي المحافظة على وجود الماء في الانبوبين وجسم المضخة استعدادا للتشغيل التالي.

عندما يراد استعمالها في الآبار الضحلة، فانه يلغى عمل المدفق وذلك بغلق مجرى انبوب المدفق وعندها تعمل المضخة كمضخة نابذة فقط.



د. عدي جماس

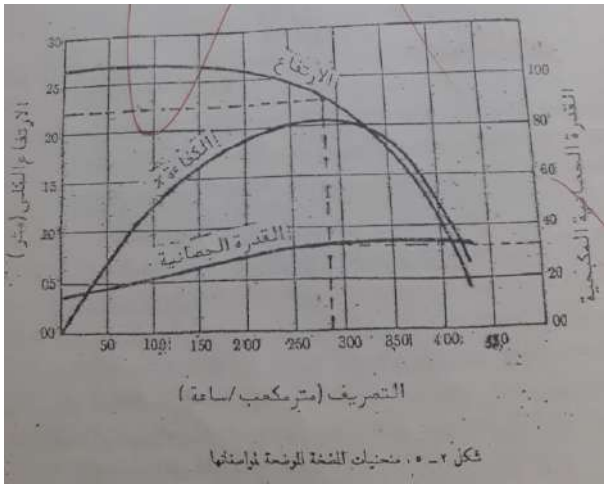
محاضرات الأسس الهندسية لورش معامل الاغذية
د. عدي حسن الجماس
المحاضرة السادسة

اختيار المضخة المناسبة من دراسة خواص منحنياتها

لغرض استعمال المضخات بصورة أقتصادية، يجب اختيار المناسبة التي تتلائم مع ظروف التشغيل عند اقصى كفاءة لها، فقد تتوفر في السوق مضخة تعطي التصريف والارتفاع المطلوبين ولكن عند كفاءة منخفضة وعندها يكون هذا التصريف والارتفاع على حساب القدرة الحصانية للمحرك أي بكلفة ابتدائية عالية وكلفة تشغيل عالية، ولهذا السبب فان جميع الشركات المنتجة للمضخات تزود كل نوع بمنحنيات تبين صفات هذا النوع من المضخات من ناحية العلاقة التي تربط بين التصريف والارتفاع والكفاءة والقدرة الحصانية اللازمة لادارة المضخة.

يلاحظ من منحنيات اي مضخة أنه كلما زاد الارتفاع يقل التصريف والعكس بالعكس وكما في الشكل (٢ -٥)، ولمعرفة احسن تشغيل للمضخة هو أن نأخذ اقصى كفاءة، وفي الشكل هي عند (83)%، ومن هذه النقطة نرسم عمودا على محور التصريف ليقطعه عند تصريف مقداره (70) متر مكعب/ ساعة، ونمده حتى يقطع منحني الارتفاع من نقطة التقاطع نرسم عمودا على محور الارتفاع فيقطعه عند ارتفاع (22.5) متر، وأن العمود المقام على محور التصريف يقطع منحني القدرة الحصانية المكبحية في نقطة يقام منها عمود على محور القدرة الحصانية ليقطعه عند (32) حصان.

من ذلك نستنتج ان احسن تشغيل لهذه المضخة اي اقصى كفاءة هي عند تصريف مقداره (270) متر مكعب/ ساعة، لارتفاع كلي مقداره (22.5) متر، وعندها تحتاج المضخة الى محرك قدرته الحصانية (32) حصان.



شكل ٢ـ ٥ ، منحنيات المضخة الموضحة لمواصفاتها

وسائل التحكم بمستوى الماء في الخزان

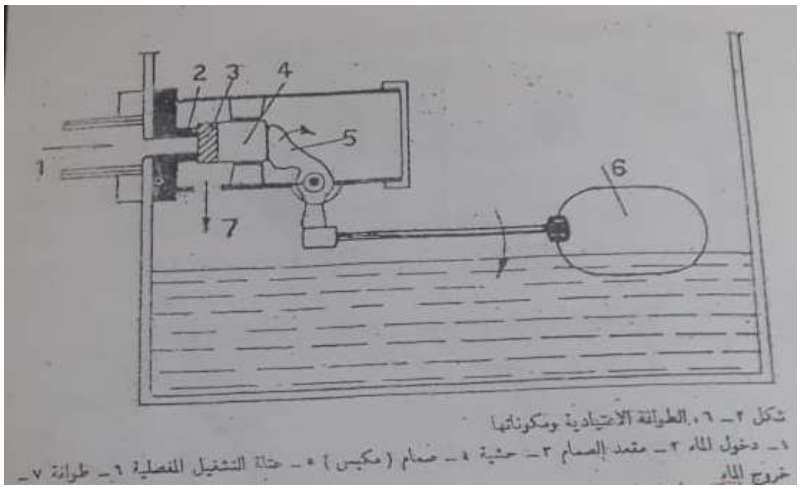
تحتاج جميع مشاريع الصناعات الغذائية الى طريقة او اخرى لخزن الماء بخزانات بسعة تعتمد على معدل الاستهلاك الاقصى لذلك المشروع بحيث تكون كافية لتزويد المشروع بالماء لمدة لا تقل عن ساعتين عند استهلاكه بمعدل الاستهلاك الاقصى، كما ان ارتفاعها يجب ان يكون كافيا لخروج الماء من اعلى نقطة تصريف بالجذب الارضي.

تستعمل طرائق متعددة للتحكم بمستوى الماء في الخزان يعتمد اختيار احداها على مصدر الماء وبعد الخزان عن المضخة او مصدر الماء وعلى رغبة المشروع في أختيار أي منها، وبشكل عام يمكن استعمال أية وسيلة من الوسائل التالية حسب الظروف المتوفرة وهي الطوافة الاعتيادية، الطوافة بمفتاح كهربائي، اسطوانة الضغط بمفتاح كهربائي ومفتاح توقيت كهربائي.

الطوافة الاعتيادية

تستعمل الطوافة الاعتيادية لضمان امتلاء الخزان بالماء بشكل تلقائي عند توفر مصدر الماء للخزان بشكل مستمر وعليه تستخدم هذه الطوافة عادة عندما يكون مصدر الماء هو المجرى العام المغذي وهي نفسها المستخدمة في خزانات المنازل وفي مبردات الماء وغيرها.

والأساس في عمل هذه الطوافة وكما في الشكل (٢ -٦)، هو ارتفاعها بارتفاع مستوى الماء لكونها حاوية على الهواء بشكل محكم ويتصل ذراعها بذراع مفصلي يسيطر على حركة صمام أسطواني ينتهي بحشية مطاطية او جلدية عند عند فتحة دخول الماء من الانبوب الرئيسي، فعند انخفاض مستوى الماء بالخزان تنخفض الطوافة معه وتبتعد



شكل ٢ــ ٦، الطوافة الاعتيادية ومكوناتها
١ــ دخول الماء ٢ــ مقعد الصمام ٣ــ حشية ٤ــ صمام (مكبس) ٥ــ حلة التشغيل الفصلية ٦ــ طوافة ٧ــ خروج الماء

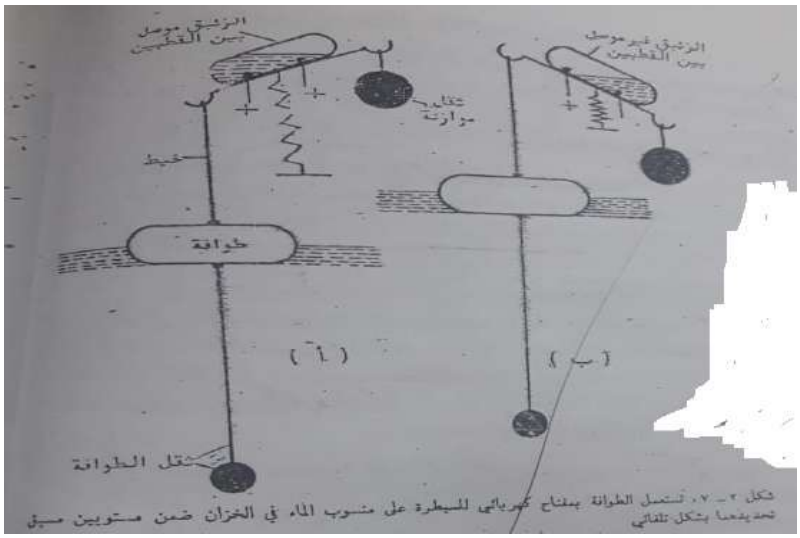
عتلة التشغيل عن الصمام فيؤدي ضغط الماء الى دفع الحشية والصمام ليخرج من الانبوب الرئيسي نحو الخزان وتستمر العملية لغاية وصول الطوافة لمستوى يجبر الصمام حشيته لغلق فتحة دخول الماء.

الطوافة بمفتاح كهربائي

ان استخدام هذه الطوافة يكون ملازما لاستعمال مضخة لملء الخزان، وتقوم بالحفاظ على مدى معين من مستوى ماء الخزان اذ تقوم بتشغيل المضخة تلقائيا عند وصول الماء إلى المستوى الأدنى المحدد مسبقا وتوقف عمل المضخة عند بلوغ مستوى الماء إلى المستوى الاقصى المحدد مسبقا ايضا.

ان الاساس في عمل الطوافة بمفتاح كهربائي وجود اسطوانة زجاجية صغيرة مغلقة تحوي كمية من الزئبق وعند سطحها الداخلي السفلي يوجد قطبان كهربائيان يمثلان خطا كهربائيا واحدا وكما في الشكل (٢ -٧)، يتصل أحد القطبين بالسلك القادم من الكهربائية الرئيسية في حين يتصل القطب الآخر بالسلك الذاهب نحو محرك المضخة الذي بدوره يصله الخط الكهربائي الثاني بشكل مستمر، يثبت خيط عند احد طرفي الأسطوانة الزجاجية، ويخترق هذا الخيط ثقبا في الطوافة بحيث يمكن تحديد موقع الطوافة على الخيط بشكل ثابت، ينتهي هذا الخيط بثقل مغمور في ماء الخزان، أما الطرف الاخر للاسطوانة الزجاجية فإما أن يكون محملا نابضيا او متصلا بثقل موازنة.

د. عدي حسن الجماس



شكل ٢ ـ ٧ ، تستعمل الطوافة بمفتاح كهربائي للسيطرة على منسوب الماء في الخزان ضمن مستويين مسبق تحديدهما بشكل تلقائي

عند انخفاض مستوى الماء بالخزان تنخفض الطوافة بفعل الثقل المربوط بخيطها حتى الحد الذي تغير الاسطوانة الزجاجية من موضعها، وعندها يعمل الزئبق بالايصال بين القطبين فيشتغل محرك المضخة ويبدأ ضخ الماء الى الخزان الى المستوى المحدد بموقع الطوافة الذي عنده يقوم الماء بدفع الطوافة بقوة أكثر من ثقل الموازنة وعندها تغير الاسطوانة الزجاجية من موضعها وينتقل الزئبق فاصلا الكهربائية بين القطبين فتتوقف المضخة عن الاشتغال.

اسطوانة الضغط بمفتاح كهربائي

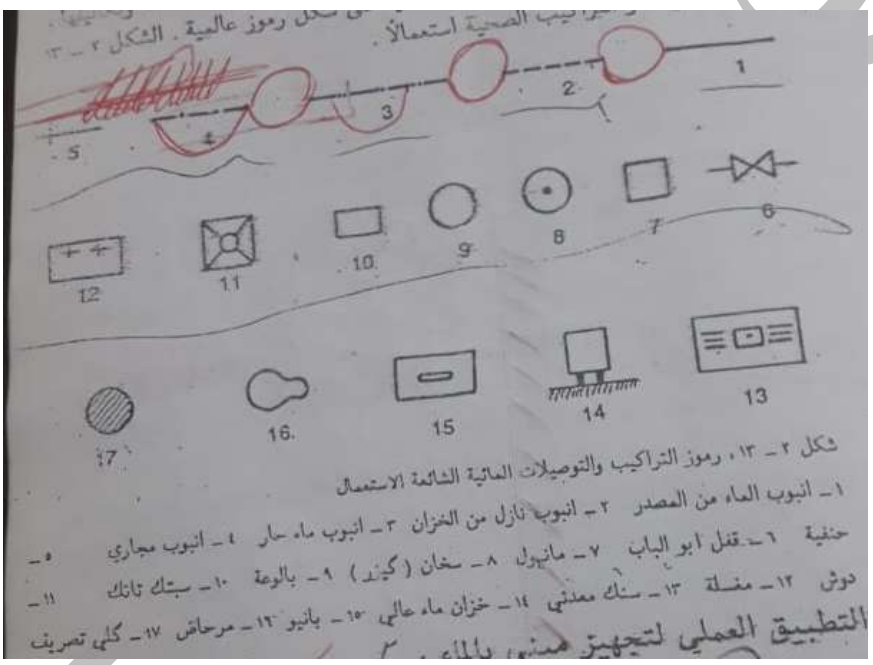
تستخدم هذه الوسيلة عندما يكون موقع خزان الماء بعيدا عن المضخة، وتتكون من من اسطوانة مغلقة مملوءة جزئيا بالهواء ويلحق بها مقياس ضغط يعمل على ايصال التيار الكهربائي عند هبوط ضغط الماء إلى الحد المنظم مسبقا أي انه يقوم مقام مفتاح كهربائي، وعند هبوط مستوى الماء بالخزان يقل الضغط بالاسطوانة وعند وصوله إلى ذلك الحد يبدأ محرك المضخة بالاشتغال حتى يصل الضغط إلى الحد الذي يقوم فيه المفتاح بقطع التيار الكهربائي عن المحرك فتتوقف المضخة.

د. عدي حسن الجماس

محاضرات الأسس الهندسية لورش معامل الاغذية
د. عدي حسن الجماس
المحاضرة السابعة

الرموز المستخدمة في التاسيسات المائية

يمكن رسم التخطيط العام للتأسيسات المائية لأي منشأ فوق المسقط الافقي للرسم الانشائي حيث يوضح الوضع الحقيقي لمواضع التوصيلات المائية والتراكيب الصحية لتحديد افضل مكان لأمتدادها ومواقعها اضافة الى سهولة حساب اعدادها وتكاليفها، ويتم رسم تلك التوصيلات والتراكيب الصحية على شكل رموز عالمية، وكما في الشكل (٢ - ١٣)، والذي يوضح رموز اكثر التراكيب الصحية استعمالا.



شكل ٢ – ١٣، رموز التراكيب والتوصيلات المائية الشائعة الاستعمال

١– انبوب الماء من المصدر ٢– انبوب نازل من الخزان ٣– انبوب ماء سار ٤– انبوب مجاري ٥– حنفية ٦– قفل ابو الباب ٧– مانهول ٨– سخان (كيزر) ٩– بالوعة ١٠– سيتك تانك ١١– دوش ١٢– مغسلة ١٣– سنك معدني ١٤– خزان ماء عالي ١٥– بانيو ١٦– مرحاض ١٧– كلي تصريف

التطبيق العملي لتجهيز ممنى بالماء ٣

تجهيز معامل الاغذية بالكهرباء

تؤكد لنا الاستخدامات المتعددة للتيار الكهربائي أن الحياة يصعب احتمالها دون التيار الكهربائي، إذ لا يمكن الاستغناء عنه في محيط الحياة الخاصة والعامة لأي انسان، فهو يساهم في تشغيل وسائل المواصلات الحديثة والاضاءة ومعدات التدفئة والتبريد ومعظم أجهزة الاستخدام المنزلي الكبيرة والصغيرة وغيرها، وتتضح الأهمية العظمى للكهرباء عند زيارة مصنع حديث حيث نجد ان جميع اقسامه ومعداته تعمل

تلقائيا عن طريق الاستخدام الفذ للكهرباء، ولذا نجد تزايدا في انتشار شبكات القدرة الكهربائية من عام إلى عام لنقل التيار الكهربائي حتى الى القرى المنعزلة والى المساكن الواقعة في أطرافها.

الكهرباء والمصطلحات المرافقة لاستخدامه

المعروف أن أية مادة تتكون من جزيئات وهذه من ذرات، والذرة عبارة عن مجموعة متعادلة كهربائية تحوي جزئين متميزين، الأول النواة المشحونة بالشحنة الموجبة والثاني الكترون واحد أو أكثر المشحون بالشحنة السالبة الذي يدور حول النواة.

الطريقة القياسية لوصف الكهرباء هي عند مقارنتها بسريان الماء في انبوب، فهناك ثلاثة أمور تدخل في الاعتبار هي:

١ - التيار: وهو مقدار سريان الكهرباء في موصل أو الماء في الانبوب.

٢ - الضغط: وهو الذي يسبب سريان التيار الكهربائي في الموصل او الماء في الانبوب.

٣ - المقاومة: وهي القوة التي يبديها الموصل او الانبوب ضد سريان التيار ومحصلة الضغط والمقاومة تنظم سريان التيار.

اذا قارنا سريان الماء بالأنبوب وسريان الكهرباء في موصل، فأول سؤال يتبادر إلى الذهن هو مقدار الماء الذي يجري وقد تكون الاجابة (5) لتر/ثانية، في حين يعبر عن سريان التيار في موصل بالأمبير فيقال مثلا أن مقدار التيار هو (5) امبير، أي أن وحدة قياس التيار الكهربائي هي الأمبير.

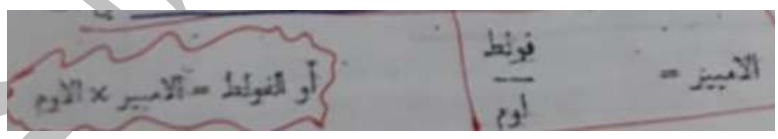
عندما يجري الماء في انبوب، فإنه يتحرك بسبب فرق الضغط بين مناطق الانبوب حيث يسري من الضغط العالي إلى الضغط الواطيء ووحدة قياس الضغط هي الكيلو غرام على السنتمتر المربع الواحد او يعبر عن الضغط بارتفاع عمودي للماء مقاسا بالمتر، اما الكهرباء فيسري بسبب فرق الضغط او ما يعبر عنه بفرق الجهد الكهربائي ويقاس بالفولط.

عند جريان الماء بالانبوب، فان الانبوب يبدي مقاومة لجريان الماء وكذلك عند سريان الكهرباء بالسلك فان السلك يبدي مقاومة لسريان الكهرباء وعندما يتمكن ضغط كهربائي

قيمته فولط واحد أن يدفع تيارا قدره امبير واحد خلال موصل، فان مقاومة هذا الموصل تكون أوما واحدا أي ان وحدة قياس المقاومة في الكهرباء هي الاوم، بينما وحدة قياس المقاومة في التوصيلات المائية فيعبر عنها عادة بالأمتار تشكل فقدا يطلق عليه الفقد بالاحتكاك، واذا كان الأنبوب ذا قطر صغير وسطحه الداخلي خشنا فانه يبدي مقاومة اكبر لجريان الماء، كما أن نوع المادة المصنوعة منها الانابيب تؤثر على مقدار المقاومة وينطبق ذلك على الموصلات الكهربائية فكلما كان السلك رفيعا كانت مقاومته عالية وتختلف المواد الداخلة في صناعة الاسلاك في درجة مقاومتها لسريان التيار الكهربائي فهناك موصلات تبدي مقاومة قليلة لسريان الكهرباء وعندها يمكن للتيار من المرور خلالها مثالها الذهب والفضة والنحاس والفولاذ والكاربون وغيرها، في حين مواد أخرى يطلق عليها العوازل وهي التي تقاوم سريان التيار الكهربائي خلالها ومثالها الخشب والمطاط والخزف والزجاج وغيرها، من ذلك يتضح أنه كلما زادت مقاومة المواد لجريان الماء أو سريان الكهرباء كلما وجب توفر ضغط اكبر لدفع كمية الماء او تيار الكهرباء.

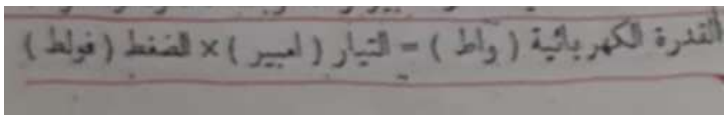
قانون اوم

وهو يوضح العلاقة بين فرق الجهد (الضغط) الكهربائي والتيار والمقاومة، وينص على أن التيار الكهربائي الذي يسري في دورة كهربائية يتناسب طرديا مع الضغط وعكسيا مع المتاومة ويمكن وضعه في صيغة معادلة هي



القدرة الكهربائية

تمثل القدرة الكهربائية معدل الاستهلاك الكهربائي المطلوب من قبل الاجهزة والمعدات الكهربائية ووحدة قياسها الاساسية هي الواط الذي يمثل مقدار التيار المار خلال سلك الذي مقداره أمبير واحد وبضغط قدره فولط واحد، أي ان

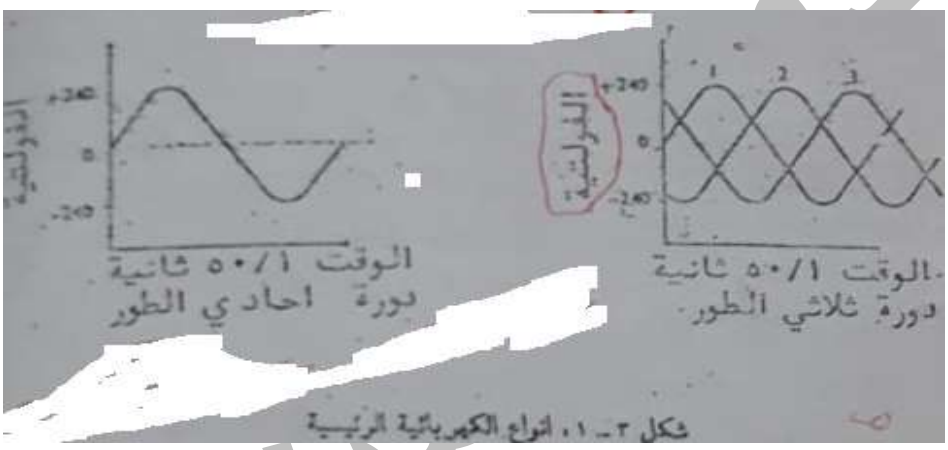


د. عدي حسن الجماس

ونظرا لصغر الواط فانه يستعمل مصطلح الكيلوواط الذي يساوي (1000) واط، ويعبر عن الكيلوواط بالوحدة الكهربائية.

الكهربائية الرئيسة

يكون الضغط بين (220 – 240) فولط، من النوع المتناوب (AC)، بـ (50) دورة بالثانية، وتوزيع الكهربائية الرئيسة إلى المنازل والمزارع وغيرها بنوعين وكما في الشكل (٣-١)، هما



شكل ٣ـ ١، انواع الكهربائية الرئيسية

الاحادي الطور

يتميز عند مروره خلال الجهاز بارتفاع ضغطه من الصفر الى (240) فولط، ثم يقل ليصل الصفر ثم يتناقص الى ان يصل (–240) فولط، وبعدها يتغير اتجاهه حتى يصل الصفر مرة اخرى، ويطلق على ذلك، بالدورة، وتحدث هذه الدورة في () ثانية، أي تتكرر الدورات (50) مرة بالثانية الواحدة.

يحتاج الجهاز الكهربائي المصمم للعمل على الكهربائية احادية الطور الى خطين على الأقل أحدهما يطلق عليه الحي (L)، أو الحار او الموجب (+) والاخر يطلق عليه المحايد (N)، او البارد او السالب (-) في حين تزود بعض الأجهزة بخط ثالث هو الارضي (E)، الذي عدم وجوده لايبطل عمل الجهاز الا انه ضروري لحماية الجهاز من التلف ولحماية الانسان من الصعقة الكهربائية.

الثلاثي الطور

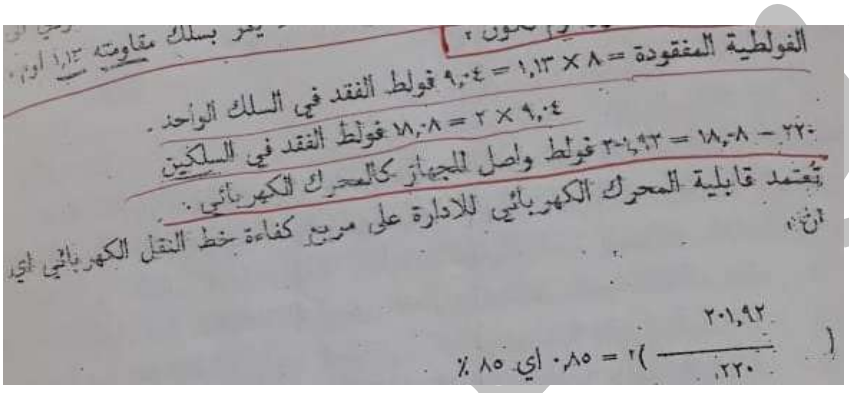
حيث يصل الجهاز الكهربائي ثلاثة خطوط حية منفصلة من أحادي الطور الا انها متداخلة حيث تكون الفولطية عند الحدين الأقصى والادنى في اوقات متغيرة وينتج عنها فولطية اجمالية مقدارها بين (380 -450) فولط، وبسبب تداخل الدورات فان للكهربائية ثلاثية الأطوار فوائد كثيرة اذ تستخدم في المحركات الكهربائية ذات الحمولة الكبيرة ويمكن فيها تغيير اتجاه دوران هذه المحركات بسهولة بتغيير مواضع الاقطاب الكهربائية المغذية، ويمكن تقويم اي بدء حركة هذه المحركات بسهولة ولاتحتاج إلى امبيرية عالية لبدء حركتها كما في المحركات أحادية الطور.

من الجدير ذكره أن الكهربائية توزع في جميع المنازل بالعراق، على شكل أحادي الطور وقد تصل إلى الدار ثلاثة خطوط (ثري فيز) حية وخط اخر محايد، الا أنه عند توزيع هذه الخطوط الثلاثة على المنزل فانها توزع على المآخذ (السويجات) بشكل أحادي الطور اي في كل مأخذ خط حار (+) واخر بارد وقد تحوي خطا ارضيا وذلك لان جميع الاجهزة المنزلية مصممة للعمل على الكهربائية أحادية الطور اما الاجهزة المصممة للاشتغال على الكهربائية ثلاثية الأطوار فان مآخذها تحوي على ثلاثة خطوط حية (+) ولا يوجد فيها خط محايد (-) وقد يوجد فيها خط ارضي.

نقل الطاقة الكهربائية

تتناسب الحرارة الناتجة من مقاومة سريان التيار طرديا مع مربع التيار، وهذا يعني انه في حالة زيادة التيار الكهربائي إلى الضعف فان كمية الحرارة المنتجة، التي تمثل فقدا في القدرة الكهربائية تزداد (4) مرات، وبالعكس، فأن التيار ينتج فقدا في القدرة الكهربائية بمقدار ربع قيمتها الأصلية عند خفض التيار الى النصف، ولهذا السبب عندما يراد نقل الطاقة الكهربائية لمسافات بعيدة فأنها تنقل على شكل تيار واطيء أي امبيرية قليلة وضغط عالي اي فولتية عالية لان القدرة = امبير x فولط وعند ذلك سيقل الفقد بالقدرة لان التيار منقول عند امبيرية واطئة وعندما يراد توزيع الطاقة على المنازل والمعامل وغيرها فانها تحول بواسطة محولات تقوم برفع التيار وخفض الفولطية.

اما نقل الطاقة ضمن مواقع استخدامها فيتم على نفس الاساس، الا انه ليس بتغيير الامبير او الفولط بل يتم بتقليل المقاومة التي تبديها الاسلاك اثناء نقلها للتيار وذلك باستخدام اسلاك ذوات اقطار كبيرة وعكس ذلك فان التيار العالي المار في اسلاك رفيعة يؤدي الى ارتفاع حرارتها أي زيادة الفقد بالقدرة وقد ترتفع حرارتها إلى الحد الذي تنصهر فية مع احتمال حدوث حريق، كما أن بعد المسافة المراد نقل التيار اليه يتطلب استعمال اسلاك غليظة، لأن بعد المسافة تؤدي الى هبوط الفولطية، فإذا كان تيار مقداره (8) أمبير مثلا يمر بسلك مقاومته (1.13)، اوم فعندها بتطبيق قانون اوم تكون



ان انخفاض القابلية هذه تؤدي الى تحميل المحرك الكهربائي وبالتالي ارتفاع حرارته وقد تؤدي هذه الحرارة إلى تعطيله كليا، كما أن المقاومة العالية في الاسلاك تهدر الطاقة في الخطوط وان هذه الطاقة مشتراة، فعليه تزداد كلفة استهلاك الكهرباء بزيادة المقاومة اضافة إلى أضرارها بالاجهزة الكهربائية المستعملة.

الدورة الكهربائية

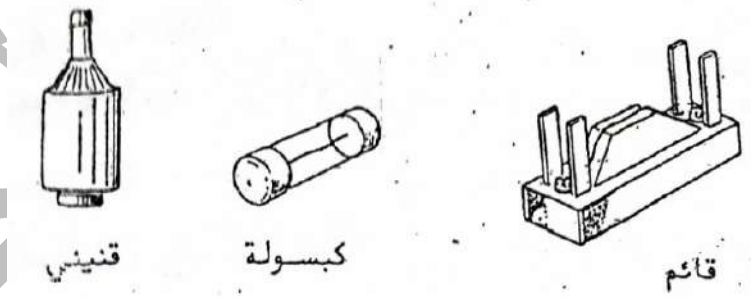
من الضروري وجود الدورة الكهربائية لمرور التيار، وهذا يتطلب وجود خطوط كاملة لتوصيل الكهرباء من مصدرها الى الوحدات المشتغلة فيها المسماة بالمستهلكات للكهرباء وحتى عودة التيار الى مصدره أي إن اكمال الدورة الكهربائية يتطلب كل من مصدر التيار والسلك الناقل للتيار من المصدر إلى المستهلك وسلك التيار العائد من المستهلك حتى المصدر.

ان أي توصيل خاطئ خلال مقاومة صغيرة بين أسلاك أو أجزاء الدائرة الناقلة للتيار يسبب قصرا (شورت)، في الدورة الكهربائية، وبتعبير آخر قصر الدورة هو تماس الخطين

الحار والبارد مباشرة، ويمكن أن يكون الاتصال العفوي للاجزاء العارية الناقلة للتيار مثل اتصال سلكين من الأسلاك الكهربائية نتيجة تلف المادة العازلة لها بسبب قدمها أو تأكلها او غير ذلك من اسباب حدوث الدورة القصيرة، وبما أن الحرارة الناتجة من الأسلاك تتناسب تناسبا طرديا مع مربع التيار، فان الأثر الحراري لحدوث الدورة القصيرة يمكن أن يؤدي إلى تلف المادة العازلة او الى حدوث حريق، من ذلك نستنتج بضرورة حماية اسلاك الخطوط الكهربائية والأجهزة الكهربائية من التسخين الزائد عن الحد المسموح به، ويغلب استعمال احدى او كلا وسيلتين من وسائل الحماية من حدوث الدورة القصيرة هما الفاصمة او المصهر (فيوز) وقاطع الدورة التلقائي (سركت بريكر).

الفاصمة

الفاصمة عبارة عن سلك رفيع من النحاس الاحمر او القصدير او الرصاص ينصهر اذا زاد التيار المار فيه على مقدار تحمله للتيار، وقد تكون الفواصم وكما في الشكل (٣ - ٤)، على شكل كبسولة يغلب استعمالها في مستهلكات التيار القليل كالاجهزة المنزلية او على شكل قائم الذي يكثر استخدامها في التحميل الكبير كما في المفتاح الكهربائي الرئيسي (مين سويج) أو على شكل كبسولة مشابهة لقنينة المشروبات الغازية وهي تستخدم في التحميل الكبير جدا.



شكل ٣ ـ ٤ : بعض انواع الفواصم المستعملة في الدوائر الكهربائية

ان الفاصمة نقطة ضعيفة وضعت عمدا في الدورة الكهربائية، وكما تنقطع السلسلة المعدنية من أضعف نقطة فيها، كذلك تنقطع الدورة الكهربائية في هذه النقطة الضعيفة، عند مرور تيار يزيد على تحمل الفاصمة له فينقطع سلكها وتقطع الدورة قبل أن تصل قيمة التيار إلى درجة تلحق ضررا بالاسلاك أو الاجهزة الكهربائية، لذلك يجب التأكيد

على خطورة ما يفعله البعض من تبديل السلك الرفيع للفاصمة بسلك سميك أو استعمال فاصمة تحملها للتيار اكثر من المصمم اصلا، وأن ذلك يعني زيادة قدرة السلك او الفاصمة على التحمل وعدم الاحتراق عند حدوث تماس كهربائي الذي قد يؤدي إلى احتراق الفاصمة الموجودة خارج المبنى وان لم تحترق هذه فقد يؤدي هذا التماس إلى حريق داخل المبنى.

قاطع الدورة التلقائي

يقوم قاطع الدورة التلقائي بقطع الدورة الكهربائية تلقائيا عند مرور تيار اكثر من التيار المصمم عليه القاطع اذ يحوي هذا القاطع على صفيحة نحاسية توصل بين نقطتي التوصيل لسريان التيار عندما يكون أقل من مدى تحمله الا أنه بزيادة التيار المار فان الصفيحة تتمدد بالحرارة الناتجة من مرور التيار العالي وبالتالي ينقطع التوصيل الكهربائي، ويكفي ضغط الزر بعد اصلاح الخطأ لاعادة سريان التيار.

الصعق الكهربائي

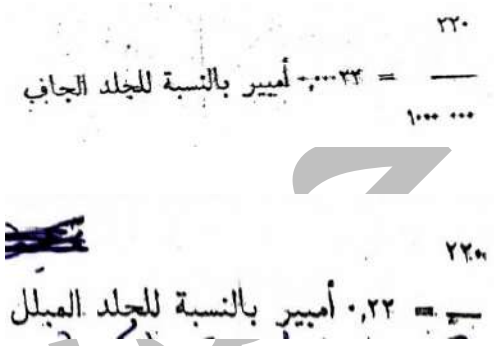
يتم الصعق الكهربائي عند دخول الجسم ضمن الدورة الكهربائية أي عند سريان التيار الكهربائي خلاله وقد يؤدي إلى الموت، فتيار بحدود (0.05 – 0.20) امبير، يعتبر خطرا اذا مر بجسم الانسان، لكي نفهم سر ذلك يكون من الافضل معرفة تأثير سريان التيار الكهربائي بجسم الانسان، اذ أن مروره يؤدي إلى التحلل الكيميائي للمركبات الداخلة في تركيب الخلايا مما يسبب في تلفها وعجزها عن العمل، وخاصة تلك المكونة لعضلة القلب والحجاب الحاجز وبالتالي توقف عمليتي دوران الدم والتنفس، وإذا كان التيار عاليا جدا فانه يسبب الحروق القاتلة أو التفحم.

ان مدى الصعق القاتل يتوقف على كمية الشحنة المارة والفترة الزمنية (التيار)، وعلى مقاومة الجسم لمرور التيار فشحنة كبيرة تمر خلال زمن طويل او شحنة صغيرة تمر خلال فترة قصيرة تولد تيارا ضعيفا لن يسبب أذى كبير لأن الفترة

الطويلة ستمنح الجسم الوقت الكافي لتجديد الخلايا التالفة، في حين ان الفترة القصيرة لا تتلف عددا كبيرا من الخلايا، أما الشحنة الكبيرة خلال فترة قصيرة (تيار قوي)، تسبب تلفا

كبيرا في الخلايا بوقت قصير مما تشكل خطرا كبيرا قد يكون مميتا، ويبقى السؤال المهم هو كيف يعرف الانسان ما اذا كان التيار الذي سيمر بجسمه كافي لقتله ام لا.

يمتلك الانسان مقاومة كهربائية تختلف من شخص لآخر ولنفس الشخص من مكان لآخر حسب درجة تقرن جلده وكذلك فيما اذا كان الجلد جافا أو رطبا وحتى درجة التبلل، فقد تصل مقاومة الجلد في بعض الاشخاص الى (000 000 1) اوم، في حين تنخفض مقاومة الجلد المبلل الى (000 1) اوم، فاذا حصلت الصعقة الكهربائية بحيث مر التيار خلال الجسم بين السلك الكهربائي الذي فرق جهده (220) فولط، وبين الارض فان قيمة التيار ستكون حسب قانون أوم كما يلي:



من الواضح أن قيمة التيار المار خلال الجلد المبلل تكفي لقتل الانسان، ومن ذلك يتطلب عند العمل بالتاسيسات الكهربائية أن يكون الجلد جافا من ناحية عزل الجسم عن الكهرباء باستخدام عدد يدوية عازلة بشكل جيد ولبس قفازات العمل او لبس احذية عمل معزولة أو الوقوف على أرضية معزولة كالخشب مثلا، كما ان وجود أرضي جيد لجميع الأجهزة الكهربائية يقلل كثيرا من حدوث الصعق المميت.

عند الشك في احتمال وجود تسرب كهربائي الى جسم الاجهزة الكهربائية فيمكن التأكد من ذلك باستخدام مفك الفحص الكهربائي بوضع ابهام اليد على مؤخرته وملامسة طرفه لجسم الجهاز الكهربائي، فاضاءة مصباحه يعني وجود تسرب كهربائي، قد يعمد البعض في فحص احتمال التسرب الكهربائي بلمسة سريعة بالكف وفي هذه الحالة يجب أن يتم اللمس من ظهر الاصابع وليس من جهة وجه الكف وهذا يعود لسببين الأول هو

عند شعور الفرد بالصعقة فانه يضم اصابعه نحو الداخل بشكل لاارادي من جراء الصعقة وبالتالي ابتعاد الأصابع عن الجهاز وعلى عكس حالة اللمس من جهة وجه الأصابع التي يؤدي ضمها للداخل إلى استمرارية التماس وبالتالي حدوث الصعقة الخطرة اما السبب فهو كون الاعصاب الحسية مرتكزة بالانامل أي من جهة وجه الكف ويكون الجلد رقيقا وموصلا للتيار بشكل كبير، هذا ومن الجدير ذكره أن يتم اللمس بظهر الكف وهو جاف.

د. عدي حسن الجماس

محاضرات الأسس الهندسية لورش معامل الاغذية
د. عدي حسن الجماس
المحاضرة الثامنة

المحرك الكهربائي

تستخدم محركات التيار المتناوب بنوعيها ذات الطور الواحد او الاطوار الثلاثة في ادارة المعدات المستخدمة في السيطرة على الظروف البيئية أن كانت مراوح او ضواغط أجهزة التكييف او اجهزة التبريد كما تستخدم في ادارة الوحدات المختلفة في معامل الأغذية وتتراوح أحجام محركات الطور الواحد الواحد بين (0.05 – 10) قدرة حصانية، في حين تتوفر محركات الأطوار الثلاثة من ثلث حصان فما فوق الا إنه نادرا ما يستعمل بقدرة أقل من حصان واحد، وعند توفر مصدر الطاقة الكهربائية بثلاثة أطوار تكون محركات الأطوار الثلاثة مفضلة على محركات الطور الواحد بسبب كونها ابسط وارخص ثمنا.

يقوم عمل المحرك الكهربائي على اساس المبدأين التاليين:

١ - المعروف أن التيار الكهربائي المار في ملف من الأسلاك يولد مجالا مغناطيسيا متناوبا بتناوب التيار واذا قطع هذا المجال حلقة من سلك موصل، فان قوة دافعة كهربائية ستحث في الحلقة الموصلة ويسري فيها تيار كهربائي.

٢ - إذا وضعت حلقة موصلة يسري بها تيار كهربائي في مجال مغناطيسي فانها تحاول التحرك بعيدا عن هذا المجال بسبب تنافر الاقطاب المتشابهة اوتنجذب بالمجال المغناطيسي بسبب تجاذب الاقطاب المختلفة.

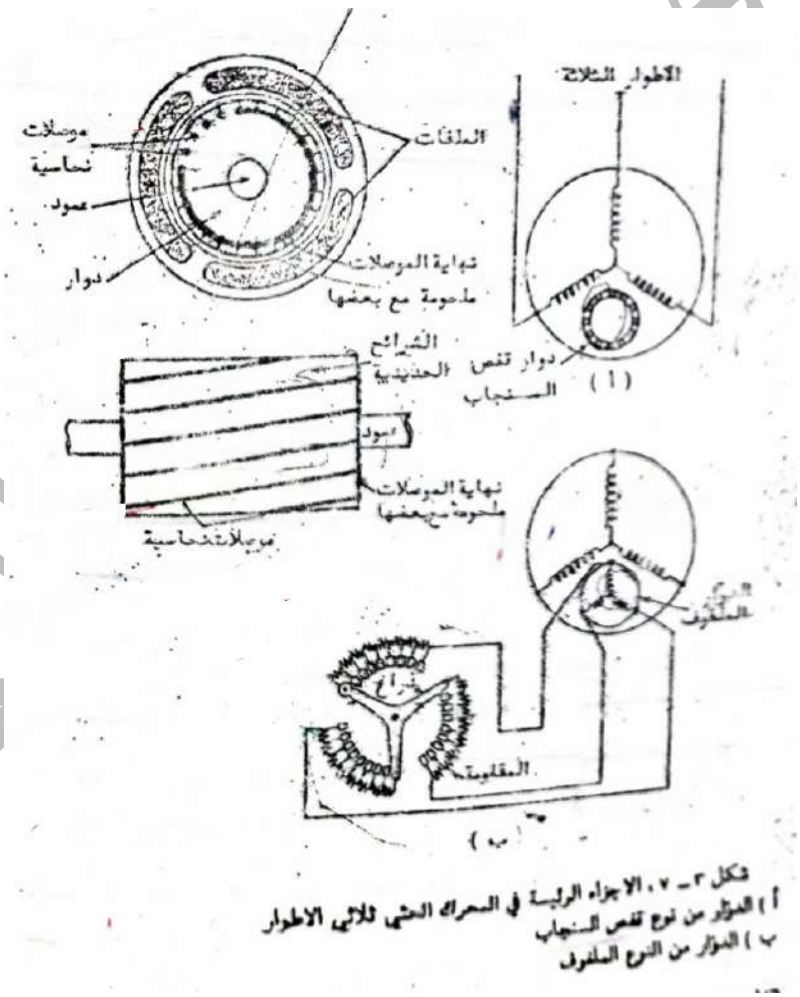
تحوي جميع المحركات على جزئين رئيسيين احدهما ثابت Stator عبارة عن ملفات محيطية وجزء متحرك أو دوار Rotor متكون من حلقات موصلة أو ملفات.

يمكن تصنيف محركات التيار المتناوب الى قسمين حسب طريقة ومكان توليد المجال المغناطيسي فيه هما المحرك الحثي (Induction motor)، والمحرك التوافقي (Synchronus motor)، ففي المحرك الحثي يقوم التيار المار في ملفات الجزء الثابت

بتوليد مجال مغناطيسي في الجزء الدوار بواسطة الحث، اما في المحرك الكهربائي فيحصل عليه من مصدر خارجي.

المحرك الحثي ثلاثي الأطوار

الجزء الثابت فيه عبارة عن ثلاثة ملفات محيطية ثابتة بواقع ملف لكل طور وهي تمثل ملفات الحقل المغناطيسي وتكون موضوعة حول السطح الداخلي لغلاف المحرك بشكل معزولة عنه وتكون ثابتة ولذلك يطلق عليها الملفات الثابتة اما الدوار (القلب) الذي يتحرك داخل الملفات الثابتة فيوجد على نوعين هما ١ - قفص السنجاب (Squirrel cage) و ٢ - الدوار الملفوف (Wound rotor)، وكما في الشكل (٣ -٧).



شكل ٣ ـ ٧ . الاجزاء الرئيسة في المحرك الحثي ثلاثي الاطوار
أ) الدوار من نوع قفص السنجاب
ب) الدوار من النوع الملفوف

يتكون دوار المحرك من نوع قفص السنجاب من عدد من الشرائح الحديدية المثقبة في مواضع منتظمة حول محيط الدوار لتمر خلالها موصلات من النحاس تربط نهاياتها

معا بدوائر قصيرة وهذا يعطيها شكل قفص السنجاب الذي اشتق منه اسم المحرك وقد يبدو هذا الدوار للعين كاسطوانة صلدة يتمركز داخلها عمود المحرك، اما دوار المحرك من النوع الملفوف فيتميز بكونه يحتوي على ملفات بدل الشرائح الحديدية وتكون هذه الملفات معزولة ومجمعة بشكل أقطاب عددها بنفس عند الاقطاب التي يحويها الجزء الثابت وتفصل التوصيلات الطرفية لهذه الملفات بحلقات انزلاق تربط إلى مقاومات خارجية اذ أن ادخال هذه المقاومات الخارجية في دائرة الجزء الدوار يعمل على اعطاء عزم تقويم عالي يمكن الحصول عليه بتيار تشغيل قليل، وحال ابتداء المحرك بالتعجيل تفصل المقاومة الخارجية، عن دائرة الجزء الدوار.

عندما تزود الملفات الثابتة بالطاقة الكهربائية، فانه يمر فيها ثلاثة تيارات كهربائية منفصلة بين اي واحد منها والآخرين (120) درجة، وهي الفرق في الطور وتولد هذه التيارات مجالا مغناطيسيا.

ان الاقطاب المغناطيسية للجزء الدوار تنجذب إلى وتحاول اللحاق بالاقطاب المغناطيسية للمجال الدوار في الجزء الثابت مما يتسبب في دوران الجزء الدوار.

ان الجزء الدوار في المحركات الحثية يدور دائماً بسرعة اقل نوعا ما من سرعة المجال المغناطيسي الدوار للجزء الثابت لانه اذا كانت سرعتهما متساوية عندها ستكون موصلات الجزء الدوار واقفة بالنسبة إلى المجال المغناطيسي الدوار وبدون ان تقطعه وفي هذه الحالة لن تحتث اية فولطية في الجزء الدوار ولن تكون له اية أقطاب مغناطيسية، لذلك من الضروري أن يدور الجزء الدوار بسرعة اقل قليلا من سرعة دوران المجال المغناطيسي للجزء الثابت كي يقطع المجال المغناطيسي هذه الموصلات باستمرار، وان الفرق بين سرعة المجال المغناطيسي وسرعة الدوار يطلق عليها الانزلاق المغناطيسي، وكلما زاد الحمل على المحرك كلما زاد مقدار الانزلاق، ومع ذلك فان قيمة هذا الانزلاق تتغير بشكل طفيف مع الحمل وتكون قيمته ثابتة السرعة.

المحرك احادي الطور

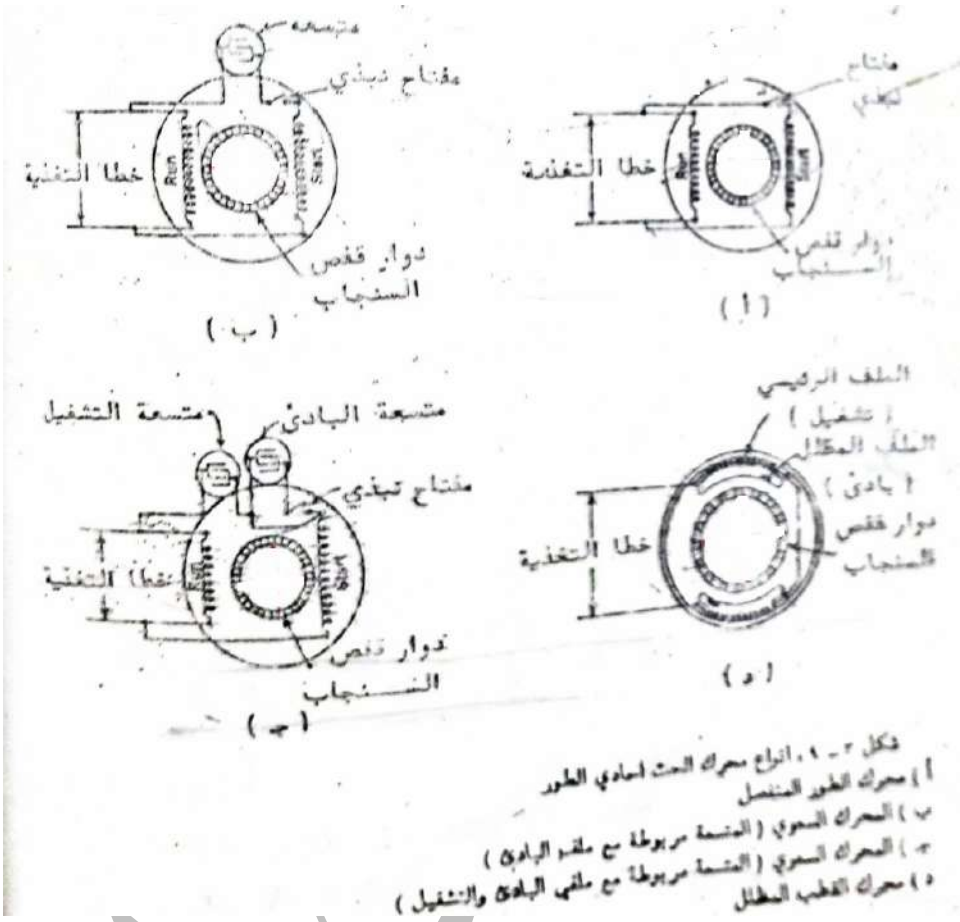
ان اغلب محركات الثلاجات والمجمدات والمراوح التي لاتزيد قدرتها على (1.5) حصان، مصممة لتعمل على مصدر احادي الطور، فعندما يمر تيار ذو طور واحد في

ملفات الجزء الثابت التي تعتبر في الحقيقة ملف واحد لان المصدر هو احادي الطور، فانه يمر آنيا في كل الاقطاب ويتذبذب بين الصفر والقيمة العظمى له مولدا مجالا مغناطيسيا ولكنه لن يكون دوارا ولن يقطع المجال المغناطيسي الموصلات ولن يمر بها تيار، الا انه اذا تم تدوير الجزء الدوار بطريقة ما، فان التيار المحتث في ملفاته سيتخلف قليلا عن تيار الجزء الثابت وبالتالي تخلف المجال المغناطيسي للجزء الدوار عنه للجزء الثابت مما يولد عزما يديم دوران الجزء الدوار، أي أنه متى ما تم تدوير الجزء الدوار لمحرك احادي الطور فسيتولد مجال دوار وسيعمل المحرك بشكل مشابه للمحرك ثلاثي الأطوار، عليه يحتاج هذا المحرك الى طرائق بدء تشغيله تلقائية تتمثل بادخال ملف ثاني يطلق عليه ملف البادئ (Starting coil)، مع الملف الرئيسي (Running coil)، بحيث يحصل فيه الفيض المغناطيسي قيمته العظمى في لحظات تتأخر عن الملف الرئيسي، وبعد اشتغال المحرك يفصل الملف الاضافي (البادئ) عن الدائرة ولن نحتاج اليه حتى التشغيل التالي، ويتم هذا الفصل بواسطة مفتاح يعمل بالقوة النابذة أو بواسطة مفتاح مغناطيسي، يغلب استعمال ثلاثة انواع رئيسة من محرك احادي الطور هي محرك الطور المنفصل، المحرك السعوي، ومحرك القطب المظلل والجزء الدوار في جميعها مبني على اساس قفص السنجاب.

محرك الطور المنفصل

يربط ملفا البادئ والتشغيل على التوازي وكما في الشكل (٣-٩ أ)، ويكون سلك ملف البادئ رفيعا لكي تكون له مقاومة عالية ومحاثة واطئة في حين يكون سلك ملف التشغيل سميكا لكي تكون مقاومته واطئة ومحاثته عالية، ونظرا لاختلاف المحاثة في الملفين فانه عند تجهيز الملفين بالطاقة الكهربائية ينتج عن ذلك تخلف التيار في ملف التشغيل عنه في ملف الباديء بحوالي (30) درجة كهربائية، وبسبب هذه الزاوية بين التيارين، فان الطور الواحد ينفصل ليعطي تاثير طورين وبذلك يتولد مجال مغناطيسي دوار يتسبب في دوران الجزء الدوار، وعندما تصل سرعة الدوار الى (70)%، من سرعته القصوى خلال ثانية او ثانيتين تقوم منظومة نبذ مثبتة على عمود الجزء الدوار بقطع التيار عن ملف البادئ ويستمر دوران المحرك بملف التشغيل وحده، وان لهذا النوع من المحركات عزم تدوير واطيء نسبيا ولذلك يستعمل في المحركات التي تتراوح قدرتها

الحصانية (٢٠/١ – ٣/١) حصان، ويستخدم بشكل اساسي في ادارة المراوح الصغيرة والمضخات.



شكل ٣ – ٩ ، انواع محرك التحث احادي الطور
أ) محرك الطور المنفصل
ب) المحرك السعوي (المتسعة مربوطة مع ملفي البادئ)
جـ) المحرك السعوي (المتسعة مربوطة مع ملفي البادئ والتشغيل)
د) محرك القطب المظلل

المحرك السعوي

يشابه في تركيبه محرك الطور المنفصل ما عدا كون ملفا التشغيل والبادئ متشابهين الا ان فرق الطور يولد بواسطة متسعة مربوطة على التوالي مع أحدهما أو كليهما وكما في الشكل (٣ -٩ ب و جـ)، وان لهذا المحرك عزم تدوير يقارب ضعفي عزم تدوير محرك الطور المنفصل، ويستخدم بشكل شائع في منظومات التبريد وخاصة المحتوية على صمام تمدد.

محرك القطب المظلل

إن تركيب القطب المظلل وكما في الشكل (٣ -٩ د)، يختلف نوعا ما عن باقي محركات الطور الواحد في كون الملف الرئيسي مرتب بحيث يكون اقطابا بارزة عددها اربعة

نصفها مظلل برباط من النحاس، او متكون من لفة واحدة من سلك نحاسي سميك مربوط على نفسه والذي يؤدي إلى تأخر نمو المجال المغناطيسي في المناطق المظللة وبالتالي يتحرك المجال المغناطيسي من الاقطاب غير المظللة إلى الأخرى المظللة ويتولد مجال مغناطيسي دوار بعزم تدوير ضئيل.

يستخدم محرك القطب المظلل بكثرة في تشغيل المراوح المربوطة مباشرة على عمود المحرك ويتوفر باحجام تتراوح بين (١/٢٥ – ١/٢٠) قدرة حصانية، ويمتاز ببساطة تركيبه وقله كلفته.

د. عدي حسن الجماس

محاضرات الأسس الهندسية لورش معامل الاغذية
د. عدي حسن الجماس
المحاضرة التاسعة

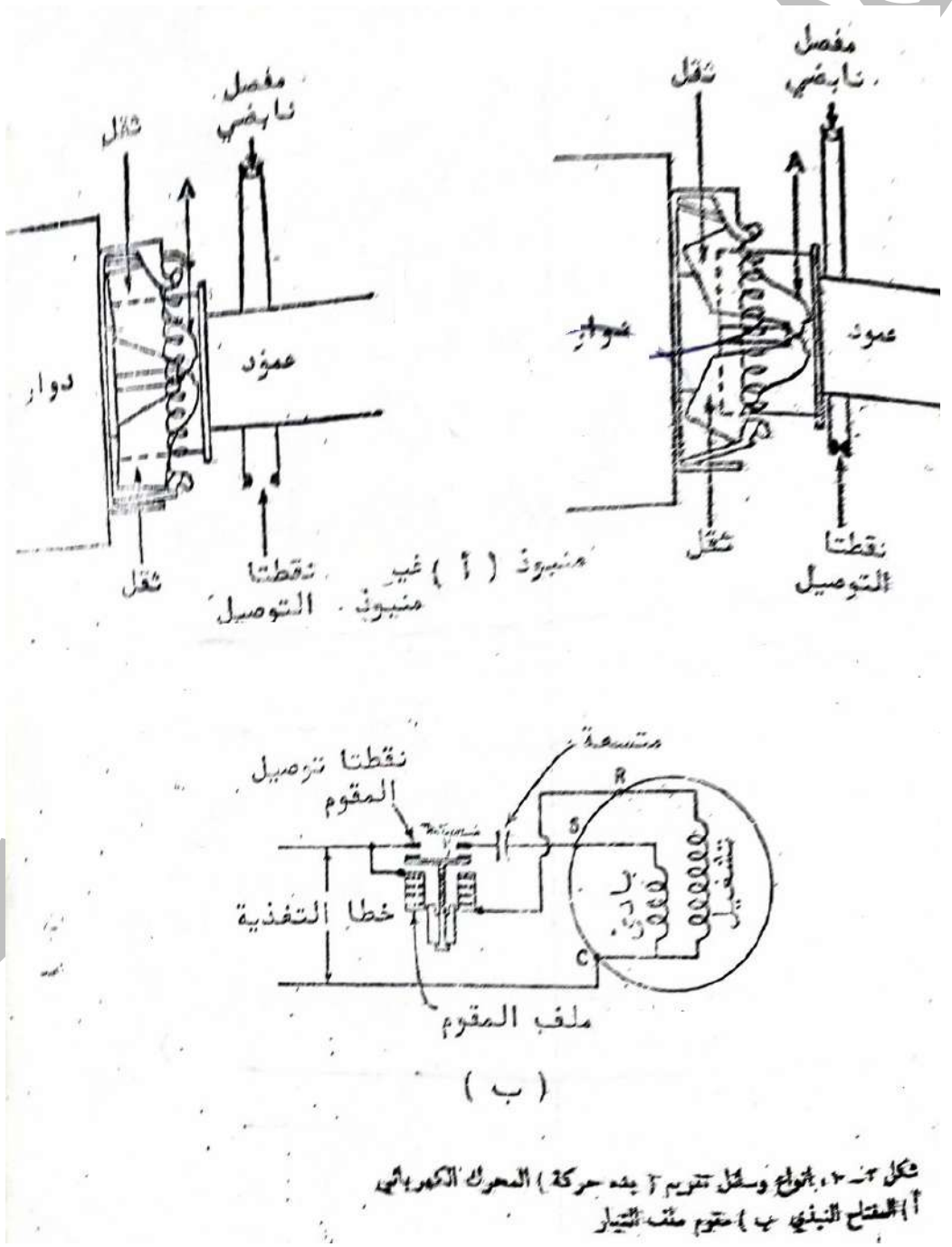
وسائل تقويم وحماية المحرك الكهربائي

يتطلب من كل محرك كهربائي اضافة لقابليته على ادارة الاجزاء المدارة بواسطته عند سرعة معينة ان يمتلك القابلية على بدء الحركة من السكون وهو عند التحميل الكامل المصمم عليه، ونظرا لتزويد المحرك ثلاثي الأطوار بثلاثة تيارات كهربائية منفصلة بين اي منها والاخر (120) درجة، تولد مجالا مغناطيسيا دوارا في الجزء الثابت، فانه لا يحتاج إلى وسائل خاصة لبدء حركته (تقويمه)، اما المحرك الاحادي الطور فيضاف له ملف ثاني يمثل ملف البادىء يحتاج المحرك اليه في بدء تشغيله من السكون ويسحب عندها المحرك امبيرية عالية حتى تصل سرعته الى السرعة المصمم عليها وبعدها تنخفض الأمبيرية المستخدمة عند امبيرية التشغيل أي له القابلية على بدء حركته من السكون والاشتغال عند أقل قدرة حصانية كافية لاستمرار تشغيله، وعليه يلحق بمحرك الطور الواحد وسيلة ما توصل التيار الى ملف البادىء في بدء التشغيل وتقطعه عند وصول المحرك سرعته التشغيلية ويطلق على هذه الوسيلة بالمقوم (Relay)، كما أن المحرك يجب أن توفر له وسيلة حماية من التحميل المفرط الناتج إما من زيادة التيار أو من تحميله بحمل اكثر من المصمم عليه ويطلق على هذه الوسيلة بقاطع التحميل المفرط، وفي ادناه شرح لأهم الوسائل المتبعة في تقويم المحرك وحمايته من التحميل المفرط.

المقوم بمفتاح نابذ

يوضع هذا المفتاح على الجزء الدوار وبالتالي يدور معه، يتكون من ثقالتين مربوطة على الجزء الدوار بشكل مفصلي ويوصل بينهما نابض يؤدي إلى سحب الثقالتين نحو الداخل في حالة عدم اشتغال المحرك وبالتالي دفعهما لوح يؤدي الى دفع ذراع احدى نقطتي التوصيل وشادا نابضهما، وكما في الشكل (٣-١٠ أ/الايمن)، ليتم الاتصال بينهما وسريان التيار الكهربائي نحو ملف البادىء وبدء حركة المحرك بعد وصول

المحرك إلى السرعة المصمم عليها، فان الاثقال تنبذ بعيدا عن المركز ويتحرر الضغط عن اللوح ويشد نابض الأثقال في حين يحرر شد نابض نقطتي التوصيل وعندما يعمل تقلص هذا النابض على ابتعاد نقطتي التوصيل، وكما في الشكل (٣-١٠ أ/ الايسر)، وقطع التيار عن ملف البادىء بينما يستمر التيار نحو ملف التشغيل ليدور المحرك بالتيار التشغيلي له.



شكل ٣-١٠ أنواع وسائل تقريم (بدء حركة) المحرك الكهربائي
أ) المفتاح النبذي ب) مقوم مفتاح التيار

مقوم ملف التيار

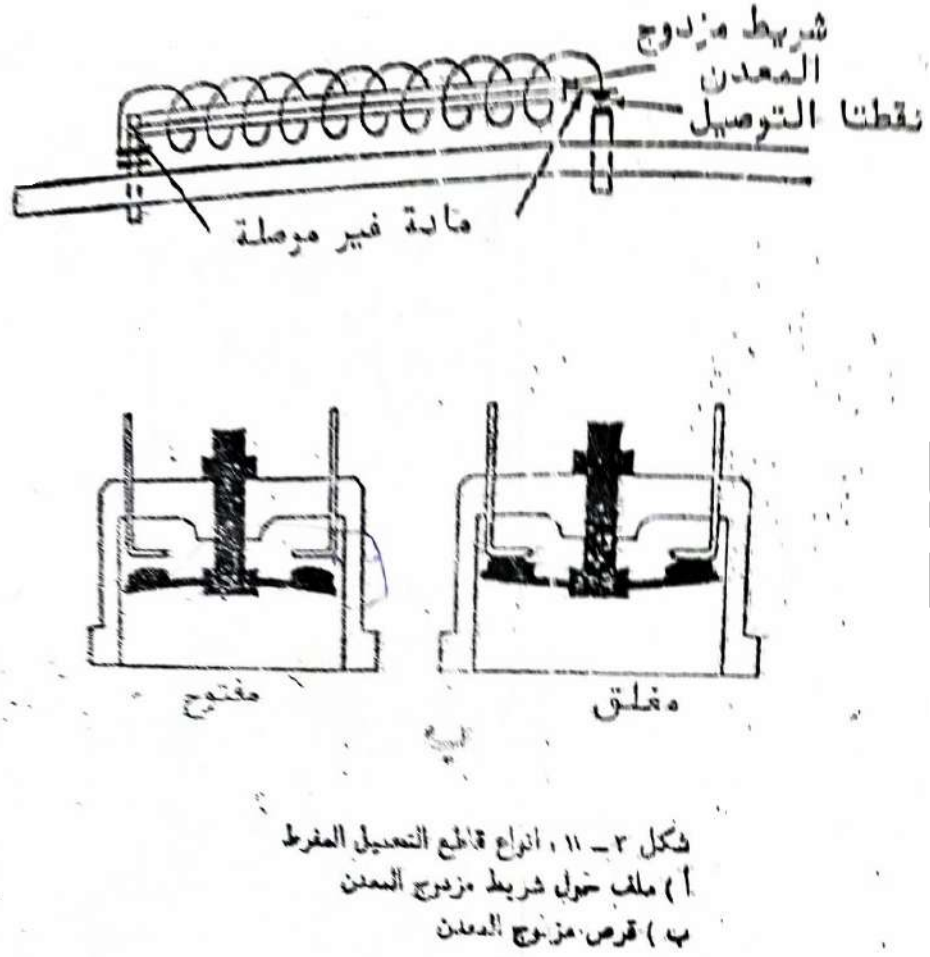
وهو مفتاح مغناطيسي يحرك بفعل تغيير التيار المار في ملف التشغيل خلال فترات التقويم (بدء التشغيل) والتشغيل، وملف هذا المقوم مصنوع من بضع لفات من سلك سميك مربوط على التوالي مع ملف التشغيل ونقطتا توصيل هذا المقوم مربوطة على التوالي ايضا مع ملف البادىء، وكما في الشكل (٣ -١٠ ب) في اعلاه.

تكون نقطتا توصيل المقوم مفتوحة في الوضع الطبيعي، الا انه عند تجهيز المحرك بالتيار الكهربائي فان تيار التقويم العالي المار في ملفات التشغيل بعد مرورها بملف المقوم يولد مجالا مغناطيسيا قويا يتسبب في سحب قلب المقوم نحو الداخل وبذلك يتم الايصال بين نقطتي توصيله ليسري التيار عن طريقهما الى ملف البادئ ليبدأ المحرك بالدوران ويولد ذلك جهدا كهربائيا معاكسا في ملف التشغيل وبالتالي قلة التيار المار فيه، وبتضاءل التيار فان المجال المغناطيسي المتولد في ملف المقوم يصبح اضعف من أن يحافظ على قلبه المسحوب فيعود الى وضعه الطبيعي بفعل الجاذبية او بفعل نابض وبذلك تفتح دائرة البادئ ويستمر المحرك في الدوران بفعل ملف التشغيل فقط.

قاطع التحميل المفرط

يقوم قاطع التحميل المفرط بحماية المحرك من التلف عند تحميله بشكل مفرط، والأساس في عمله يتمثل بوجود نقطتي توصيل كهربائي يتم التوصيل بينهما بواسطة قطعة ثنائية المعدن، فعندما يشتغل المحرك تحت ظروف طبيعية فان هذه القطعة توصل نقطتي التوصيل ويستمر مرور التيار الا انه عند تحميل المحرك بإفراط فان القطعة المعدنية ترتفع حرارتها وبسبب كونها متكونة من معدنين مختلفين في معامل تمددهما الحراري فانها تنحني مسببة ابتعاد نقطتي التوصيل وتنقطع الدائرة الكهربائية ويتوقف المحرك عن العمل.

يوجد نوعان من قاطع التحميل المفرط هما، وكما في الشكل (٣ -١١)،



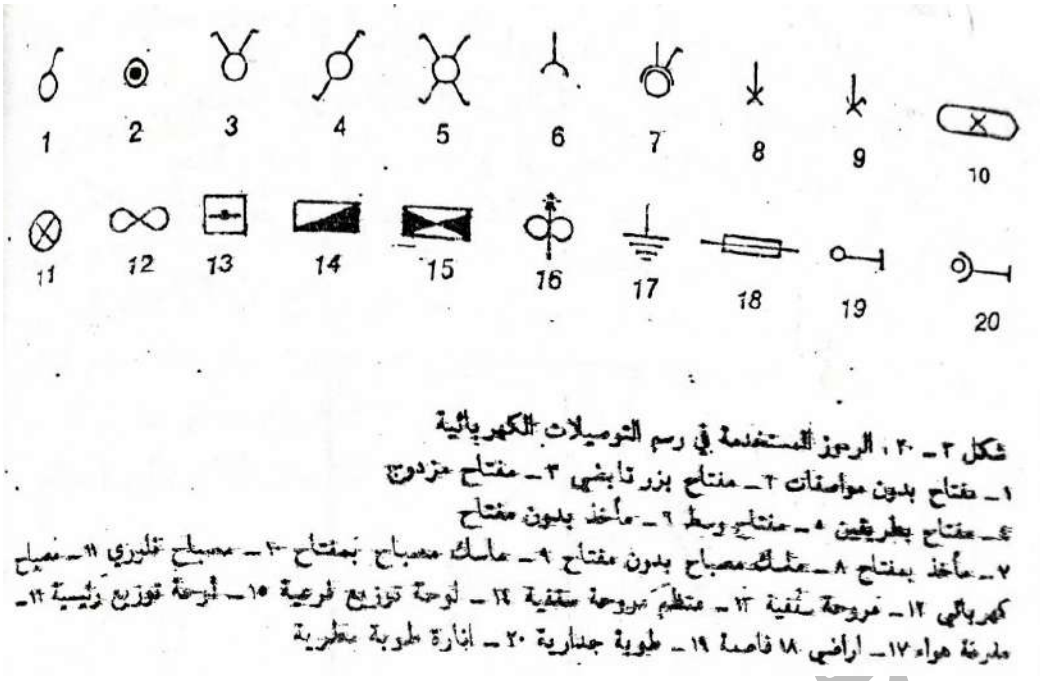
شكل ٣ ـ ١١ ، انواع قاطع التحميل المفرط
أ) ملف حول شريط مزدوج المعدن
ب) قرص مزدوج المعدن

١ - عبارة عن ملف حول شريط ثنائي المعدن يصل بين نقطتي التوصيل عند التشغيل الاعتيادي، وعند تحميل المحرك بافراط فانه يسحب تيارا كبيرا يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة سلك الملف، وبالتالي ارتفاع حرارة الشريط ثنائي المعدن فينحني وتبتعد نقطتا التوصيل الكهربائي وعندها تقطع الدائرة الكهربائية.

٢ - عبارة عن قرص ثنائي المعدن موضوع داخل غلاف يثبت إلى غطاء المحرك، ويكون القرص موصل بين نقطتي التوصيل الكهربائي في التشغيل الاعتيادي، الا انه عند تحميل المحرك بافراط فان درجة حرارته ترتفع وبالتالي ترتفع درجة حرارة القرص فينحني ويبتعد القرص عن نقطتي التوصيل الكهربائي ويتوقف المحرك عن العمل.

رسم التوصيلات الكهربائية

ان الرموز المستخدمة في رسم التوصيلات الكهربائية يوضحها الشكل (٣ -٢٠) في ادناه



شكل ٣ ـ ٢٠ ، الرموز المستخدمة في رسم التوصيلات الكهربائية
١ ـ مفتاح بدون مواصفات ٢ ـ مفتاح بزر تابضي ٣ ـ مفتاح مزدوج
٤ ـ مفتاح بطريقين ٥ ـ مفتاح وسط ٦ ـ مأخذ بدون مفتاح
٧ ـ مأخذ بمفتاح ٨ ـ علبة مصباح بدون مفتاح ٩ ـ علبة مصباح بمفتاح ١٠ ـ مصباح فلوري ١١ ـ مصباح كهربائي ١٢ ـ مروحة سقفية ١٣ ـ منظم مروحة سقفية ١٤ ـ لوحة توزيع فرعية ١٥ ـ لوحة توزيع رئيسية ١٦ ـ مدرعة هواء ١٧ ـ أرضي ١٨ فاصمة ١٩ ـ طوبة جدارية ٢٠ ـ إنارة طوبة مطرية

لأجل حساب الطاقة الكهربائية المصروفة، فاننا نحصي جميع القدرة المستعملة في المبنى كأن يكون هناك (20) مصباح، قدرة كل منها (100) شمعة، و(10) مصابيح، قدرة كل منها (60) شمعة، و (30) مصباح فلورسنت، قدرة كل منها (40) شمعة، ومجمدتان قدرة كل منهما (ثلث) حصان، و (4) ثلاجات قدرة محرك كل منها (ربع) حصان)، و (4) مدافيء كهربائية قدرة كل منها (2000) شمعة، وسخان كهربائي (4000) شمعة، و (4) مآخذ كهربائية غير تلك المستعملة في تشغيل الأجهزة السابقة تحمل كل منها (13) أمبير، و (7) مآخذ تحمل كل منها (5) امبير، ففي هذه الحالة يكون التيار المطلوب كما يلي

مصباح ١٠٠ شمعة ٢٠ × ١٠٠ = ٢٠٠٠ واط
مصباح ٦٠ شمعة ١٠ × ٦٠ = ٦٠٠ واط
مصباح فلورسنت ٣٠ × ٤٠ = ١٢٠٠ واط

المجمدتان ٢ × ٢٥٠ = ٥٠٠ واط على اساس الحصان الواحد
الثلاجات ٤ × ١٨٧,٥ = ٧٥٠ واط يساوي ٧٥٠ واط
المذافي* ٢ × ٢٠٠٠ = ٤٠٠٠ واط
السخان ١ × ٤٠٠٠ = ٤٠٠٠ واط

المجموع ١١٨٥٠ واط

وبما ان الضغط الكهربائي في العراق هو ٢٢٠ فولط . فعندها
القدرة = الضغط × التيار
١١٨٥٠ = ٢٢٠ × أمبير

التيار = $\frac{١١٨٥٠}{٢٢٠}$ = ٥٣ أمبير تقريباً

المأخذ = ٤ × ١٣٠ = ٥٢ أمبير
٧ × ٥ = ٣٥ أمبير
٥٣ + ٥٢ + ٣٥ = ١٤٠ أمبير

وبما انه لايتوقع تشغيل جميع تلك المستهلكات الكهربائية في آن واحد . فعليه يضرب المجموع الفعلي بمعامل التباين الذي يختلف من مبنى لاخر . ويكون بحدود ٥٠ ـ ٦٠ ٪ في المنازل ، ويرتفع الى ٧٥ ٪ في الفنادق والى ٩٠ ٪ في الاسواق والمعاهد والمعامل ، وبغض النظر عن مدى انطباق المثال السابق على اي من الحالات الثلاث لو فرضنا انه لمنزل وان معامل التباين ٥٠ ٪ فان قيمة التيار تكون :
١٤٠ × ٠,٥٠ = ٧٠ أمبير
وعليه فان مفتاح رئيس وقاطع دورة بمدى تحمل ٧٥ أمبير يكفي لذلك المنزل .

السيطرة على الظروف الجوية في معامل الأغذية

توفر وسائل السيطرة على الظروف الجوية في معامل الاغذية مقدارا كبيرا من الصحة والراحة لكل العاملين فيها، كما أنها تهيأ الظروف الملائمة لخزن المنتجات الزراعية واطالة فترة استعمالها وتقليل فترة تلفها.

ان وسائل راحة العاملين تتمثل في تهيئة الظروف الملائمة للعمل من تهوية ودرجة حرارة مسيطر عليها ان كانت للتدفئة او التبريد اضافة الى امداد المعمل بالماء والكهرباء، اما تهيئة الظروف الملائمة لخزن المنتجات الزراعية فتتمثل في غرف التبريد والتجميد.

تهوية معامل الاغذية

تعمل منظومة التهوية على استبدال هواء المعامل وتزويدها بالهواء النقي المطلوب، كما أن تيارات الهواء الخارج يحمل معه الغازات الضارة والروائح غير المرغوبة ويخفف من تراكيز الجراثيم المرضية، وبنفس الوقت تعمل منظومة التهوية على طرد الحرارة والرطوبة من داخل معامل الاغذية، وبشكل عام تقسم الانظمة المستعملة في التهوية الى نظامين رئيسيين هما:

١ - النظام الطبيعي المعتمد على تيارات الحمل داخل المعمل.

٢ - النظام الإجباري المعتمد على وسائل آلية لتبديل هواء العمل.

نظرا لاعتماد النظام الطبيعي على الحمل، فانه لا يوفر وسائل السيطرة على التهوية بل يعتمد اساسا على الظروف الجوية السائدة خارج المعمل، وعليه سنتطرق الى النظام الاجباري الواسع الانتشار الذي يتكون من ثلاثة أجزاء رئيسة هي المراوح، نظام التوزيع، واجهزة السيطرة.

اجهزة السيطرة

تستعمل احدى الوسائل التالية للسيطرة على مقدار تصريف المراوح عن طريق اما السيطرة على الوقت الذي تشتغل فيه المراوح او على سرعها او بتغيير سعة فتحة تصريف الهواء، وبشكل عام يمكن تقسيم طرائق السيطرة الى اربع هي:

١ - السماح بتمرير الهواء خلال المراوح بشكل منتظم وذلك بتشغيلها بشكل مستمر وبسرعة ثابتة.

٢ - السيطرة على سرعة المراوح باستعمال مسيطر يقوم بتنظيم فرق الجهد، الكهربائي الذي يصل إلى مقوم المحرك ومتسعته وبالتالي تغيير سرعة المروحة وذلك حسب درجة الحرارة التي توضع على المسيطر.

٣ - تغيير كمية الهواء المارة خلال المراوح عند ثبات سرعتها وذلك بتغيير قطرها الفعال او تغيير سعة فتحة تصريف الهواء أي باستعمال جهاز سيطرة والتحكم في بوابات دخول وخروج الهواء حسب درجة الحرارة الموضوع عندها جهاز السيطرة.

٤ - التشغيل الزمني المتقطع للمروحة باستخدام مفتاح توقيت يعمل على تشغيل وتوقيف حركة المراوح لفترات زمنية سبق تحديدها.

د. عدي حسن الجماس

محاضرات الأسس الهندسية لورش معامل الاغذية
د. عدي حسن الجماس
المحاضرة العاشرة

التبريد والتجميد في معامل الأغذية

هناك عدة طرائق لحفظ المنتجات الزراعية، الا ان التبريد والتجميد اكثرها استعمالا ويؤديان إلى التقليل او حتى ايقاف العمليات المختلفة المؤدية الى التلف المبكر، ويمكن تقسيم المنتجات الزراعية المراد حفظها إلى مجموعتين يمكن ان يطلق عليهما مصطلح منتجات ميته مثل اللحوم ومنتجات حية كالبيض والفواكه والخضر بسبب استمرار عملية التنفس فيها خلال فترة تخزينها.

تكون العمليات المتسببة بالأحياء المجهرية هي السائدة أثناء خزن المنتجات الميتة، وعليه فخفض درجة الحرارة يقلل من نمو هذه الاحياء، فقد وجد مثلا أن خفض درجة الحرارة الى اقل من خمس درجات مئوية يؤدي إلى توقف فعالية البكتريا المسببة للأمراض واذا خفضت درجة الحرارة إلى الانجماد فان جميع الفعاليات الحيوية بالاحياء المجهرية تتوقف، الا ان التلف التدريجي يستمر بسبب العمليات الفيزيائية والكيميائية، وبشكل عام فان المحافظة على جودة المنتجات الميته تتحسن عند خفض درجة الحرارة لما بين (−1 - −8)°م، الا انه يجب لفت النظر الى أن البكتريا سرعان ماتبدأ بالنمو مجددا عند زوال التجميد، اما بالنسبة للمنتجات الحية فإن العمليات الحيوية هي السائدة وعليه تكون فترة تخزينها بالتبريد اطول من فترة تخزين المنتجات الميته الا انه يكون من الضروري تجنب تجميدها للمحافظة على جودتها خلال الخزن واثناء فترة الاستعمال.

خزن المنتجات الحيوانية

يمكن حفظ اللحوم لتبقى في حالة طازجة لمدة عشرة أيام في درجة حرارة تتراوح بين (٤ -٥)°م، على أن تستهلك خلال هذه المدة ولا مانع من أن يكون التبريد هنا ببطأ، اما اذا كانت ستستهلك خلال مدة طويلة فلابد من تجميدها بدرجات تحت الصفر المئوي، ويجب أن يتم التجميد في هذه الحالة سريعا للوصول إلى درجة التجميد المطلوبة دون ان تعطي فرصة لتكوين بلورات ثلجية تتسبب في اتلاف الخلايا، اي ان التبريد السريع

مطلوب لتقليل فعالية الأحياء المجهرية لان العمليات السائدة هنا هي الناتجة عن هذه الاحياء المجهرية، كما أن التبريد السريع يقلل الفقد بالوزن والتقليص بالحجم.

تتم عملية التبريد السريع بالهواء البارد على مرحلتين او ثلاث وتحتاج إلى ما بين (٣ -٤) ساعات، حسب وزن الكمية المراد تبريدها، ففي التبريد ذي الثلاث مراحل مثلا تكون درجة حرارة الهواء (–5، –3، –1)°م، على التوالي، وتكون سرعة الهواء (3، 2.5، 1.5) م/ثا، تقريبا في المراحل الثلاث على التوالي، والتي تؤدي إلى خفض درجة حرارة اللحوم إلى ما يقارب (15)°م، في حين تتم المحافظة على درجة حرارتها بحدود (5)°م، عند خزنها لفترة (16 – 18) ساعة، في غرفة درجة حرارتها (2)°م، اما التبريد السريع على مرحلتين فيتم عند تخفيض درجة حرارة الهواء ما بين (–8 - –10)°م، أما عندما يراد خزن اللحوم لفترة طويلة، يكون التجميد هو العامل الفعال في الخزن بفرق تكون درجة حرارة الهواء في المخزن بين (–25 - –35)°م، وكقاعدة عامة يغلف اللحم الخالص (بدون عظم) ويوضع في صناديق كارتونية مرصوفة على رفوف ثابتة او على رفوف العربات المخزنية المتحركة، وبشكل عام ينصح بخزن لحوم الأبقار والأغنام بدرجة حرارة بين (–18 - –22)°م، وذلك لتقليل تكاليف الخزن عن طريق تقليل القدرة المصروفة على التجميد، اما غرف العمل التي يجري داخلها تقطيع اللحوم وغيرها من العمليات، فمن الضروري أن لاتزيد درجة حرارتها على (10)°م، كما أنها لا تقل عن (8)°م، وذلك للتوفيق بين متطلبات تقطيع اللحوم وراحة العاملين، ويمكن الوصول إلى ذلك باستخدام اجهزة تكييف الهواء الاعتيادية.

أما اذا اريد خزن المنتجات الحيوانية لغرض الاستهلاك السريع فعندها تخزن تحت درجات حرارة اعلى من تلك المذكورة للخزن الطويل.

خزن المنتجات النباتية

تعتبر هذه المنتجات حيه خلال فترة تبريدها وخزنها حيث تلعب العمليات الحيوية دورا رئيسا، اذ تتنفس خلالها المنتجات بعد حصادها ويولد هذا التنفس حرارة وغاز ثنائي أوكسيد الكاربون، وان سرعة التنفس تهبط عند انخفاض درجة حرارة خزنها علما بأن معظم الفواكة تزداد سرعة تنفسها قبل النضج مباشرة كالتفاح والعرموط في حين لم تظهر

تغيرات على سرعة التنفس في فواكة أخرى كالحمضيات مثلا، أضافة إلى ذلك فان هناك عوامل أخرى تلعب دورا هاما في فترة خزن الفواكة والخضر وهي الرطوبة النسبية ودرجة حرارة الخزن، ومن ذلك تتضح ضرورة أن تكون سعة التبريد كافية لخفض درجة الحرارة خلال الأيام والاسابيع الأولى من الخزن التي تكون سرعة التنفس عالية مؤدية إلى ارتفاع درجة الحرارة اضافة الى امكانية السيطرة على الرطوبة ومستوى ثنائي أوكسيد الكاربون عند حد معين عن طريق وسيلة ما لادخال هواء جديد من الخارج الى مخزن التبريد، ويمكن زيادة فعالية مخزن التبريد بازالة ثنائي اوكسيد الكاربون الزائد عن طريق اضافة مادة امتصاص مساعدة (كاربون فعال)، التي تقوم بنفس الوقت بتقليل نسبة الاوكسجين بمقدار (2 – 3)%، وتستعمل في تبريد المنتجات الزراعية أن كانت حيوانية او نباتية طريقتان هما التبريد بالتبخير أي استعمال مبردات الهواء المائية، او التبريد الآلي المستعمل في الثلاجات والمجمدات وغرف حفظ المنتجات التي تعتمد جميعها على التبادل الحراري لمركب التبريد والهواء ضمن دائرة التبريد.

وسائل السيطرة على دورة التبريد

يتم السيطرة على دورة التبريد بوسيلة او اكثر والتي تتحكم جميعها في درجة حرارة حيز التبريد، الا ان بعضها يعتمد عملها على الفرق الحراري، بينما الاخرى يعتمد عملها على الفرق بالضغط، ومن اهم هذه الوسائل هي:

١ - المنظم الحراري (الثرموستات)

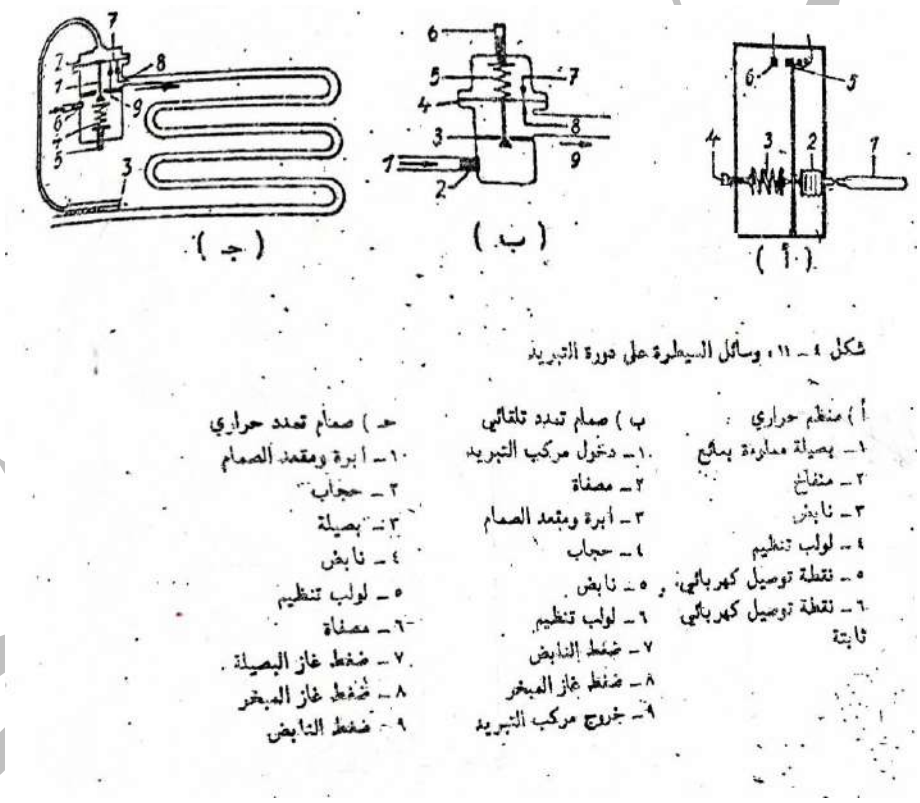
٢ - صمام التمدد التلقائي

٣ - صمام التمدد الحراري

المنظم الحراري (الثرموستات)

هو جهاز يستعمل للتحكم في مدى درجة حرارة حيز التبريد او المواد الجاري تبريدها، ويتم هذا التحكم تلقائيا عند وضعه مسبقا على مدى معين لدرجة الحرارة، ويحوي المنظم الحراري على نقطتين كهربائيتين تمثلان خطا كهربائيا واحدا أي انه يقوم مقام

مفتاح كهربائي، ويغلب أن يكون من النوع ذي البصيلة اذ تملئ هذه البصيلة مع الانبوب الشعري المتصل بها بمائع يزداد ضغطه بازدياد درجة الحرارة والعكس بالعكس والذي بدوره يؤثر على آلية المنظم الحراري، فعندما يكون حيز التبريد اوطأ من الدرجة الموضوع عليها المنظم، فان المائع يكون متقلصا وعندها يكون موضع لوح التوصيل الكهربائي المتصل باحدى النقطتين بعيدا عن النقطة الأخرى أي تقطع الدائرة الكهربائية عن الضاغط، إلا أنه عند ارتفاع درجة حرارة الحيز فان المائع يتمدد ويدفع لوح التوصيل ليلامس النقطة الاخرى وعندها يسري التيار اللازم لتشغيل الضاغط، وكما في الشكل (٤ -١١أ).



صمام التمدد التلقائي

وهو صمام ينظم سريان مركب التبريد تلقائيا الى المبخر للابقاء على الضغط داخل المبخر ثابتا تقريبا ولذلك يسمى أحيانا صمام تمدد ثابت الضغط، ويتكون هذا الصمام من حجاب (منفاخ) يوجه عليه من الاعلى ضغط النابض في حين يوجه عليه من

الأسفل ضغط مركب التبريد في المبخر فعند زيادة ضغط مركب التبريد في المبخر فانه يولد قوة معاكسة للنابض فيرتفع الحجاب مسببا جلوس الابرة على مقعدها فتغلق مجرى سريان مركب التبريد، وعند انخفاض الضغط في المبخر يقوم النابض بدفع الابرة لتفتح مجرى مركب التبريد ليسري نحو المبخر، وكما في الشكل (٤ -١١ب).

صمام التمدد الحراري

يوضع هذا الصمام في بداية المبخر الا ان له انبوبا شعريا ينتهي ببصيلة تربط على نهاية انبوب المبخر، فعند ارتفاع درجة حرارة منطقة البصيلة فأن الغاز داخلها يتمدد ويدفع الحجاب وبالتالي الابرة لتنزاح عن مقعدها ويسري مركب التبريد ذو الضغط العالي الى داخل ملف المبخر ذي الضغط الواطيء وينتشر فيقل ضغطه ويمتص الحرارة من المحيط حوله حتى يبرد حيز التبريد وعندها تتحسس البصيلة تلك البرودة فيتقلص الغاز داخلها وداخل الأنبوبة الشعرية ويسحب الحجاب والابرة لتستقر على مقعدها وتغلق مجرى مركب التبريد، ويساعد وجود نابض على دفع الابرة لتغلق مجراها وهكذا، وكما في الشكل (٤ -١١جـ).

د. عدي حسن الجماس

محاضرات الأسس الهندسية لورش معامل الاغذية
د. عدي حسن الجماس
المحاضرة الحادية عشر

خطوات تحضير وتشغيل جهاز الاوكسي استلين

لضمان الحصول على نتائج مرضية، فان جهاز لحام الاوكسي استلين يجب ان يحضر ويشغل بخطوات متعاقبة متسلسلة هي:

١ - ربط المنظمات والخراطيم والمشعل قبل ربط المنظم، اذ يفتح صمام الاسطوانة قليلا لثانية أو ثانيتين لطرد الغبار أو الأوساخ المتواجدة في موضع الربط ثم يتم مسح اتصال الربط في المنظم بقطعة قماش نظيفة وجافة، وتسحب صامولة الربط في المنظم نحو الأسطوانة وتلف يدويا بحيث تستجيب بسهولة للربط ولا تستعمل القوة في ذلك لأن ذلك يعني عدم تطابق الأسنان، وبعد أن يكمل الشد اليدوي للصامولة، يستعمل مفتاح لشد الصامولة جيداً، علما بأن توصيلة الاوكسجين تشد باتجاه عقرب الساعة وتوصيلة الاستلين تشد باتجاه معاكس لاتجاه عقرب الساعة.

يربط الخرطوم الاخضر او الأزرق الى منظم الأوكسجين والخرطوم الأحمر إلى منظم الاستلين ثم يربط الطرف الاخر لكل خرطوم بيدة اللحام بالموضع الخاص به مع استعمال مقفص لكل موضع ربط وشده باحكام.

٢ - اختيار مشعل اللحام: يتم اختيار القياس الملائم حسب الغرض من اللحام ويركب على يدة اللحام، ويستعمل القياس الصغير للمعادن الرقيقة والكبير للمعادن السميكة.

٣ - فتح مجرى الغاز وتنظيم الضغط: اذ يفتح صمام أسطوانة الاوكسجين كليا وصمام اسطوانة الاستلين بما لا يزيد على لفة ونصف، ثم يفتح صمام الغاز الخارج ليعطي المنظم ضغط العمل المرغوب، ثم ينظم صمام الاستلين بنفس الطريقة، علما بأن اختلاف مناشيء المنظمات يعني اختلاف الضغط المستعمل واعتياديا يعطي صانعو المنظمات، توصيات بالضغوط واقطار المشاعل الملائمة لمختلف الأعمال وبشكل عام يزيد ضغط

العمل للاوكسجين على ضغط العمل للاستلين بما يتراوح بين (7 – 10) مرات، حسب نوع الشعلة المطلوبة.

٤ - فحص التسرب: بالرغم من شد مكونات جهاز الأوكسي استلين بشكل جيد، الا انه يكون مستحسنا فحص مواضع الربط للتأكد من عدم وجود تسرب للغاز، ويجرى الفحص بواسطة قطعة قماش أو اسفنج مشبعة برغوة الصابون بعد وضعها على مواضع الربط، وأي موضع يكون فقاعات يعني وجود تسرب مما يتطلب احكام الربط، اما الخراطيم فيمكن فحصها بغمرها بالماء.

٥ - ايقاد المشعل وتنظيم الشعلة: رغم اختلاف الطرائق في ايقاد المشعل و تنظيم الشعلة إلا أن الخطوات التالية تعتبر دليلا يمكن اتباعها:

أ - بعد تنظيم ضغط العمل في منظمي الأوكسجين والاستلين، يفتح صمام يدة اللحام الخاص بالاوكسجين قليلا بحدود ثمن لفة وصمام الاستلين ربع لفة.

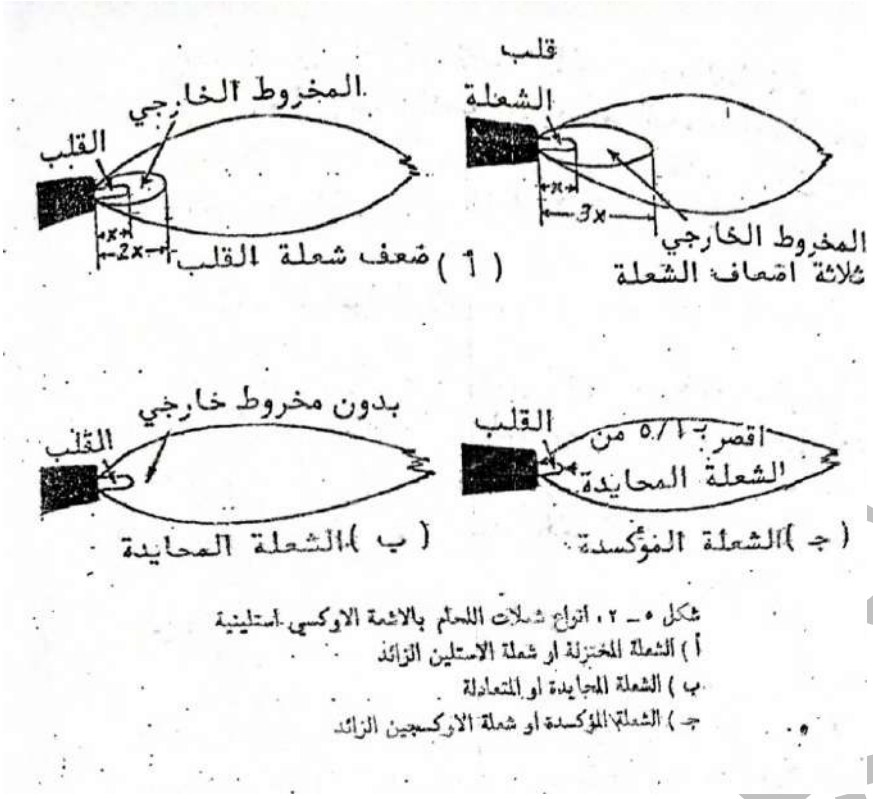
ب - يوقد الخليط باستعمال قادحة شرر او عود ثقاب مع الحذر عند استعمال عود الثقاب لانه قد يحرق اليد.

جـ - ينظم صمامي الأوكسجين والاستلين في اليدة بالتعاقب للحصول على الشعلة الصحيحة المطلوبة.

انواع شعلات اللحام

تصنف شعلات اللحام الى ثلاثة أنواع هي:

١ - الشعلة المختزلة أو شعلة الاستلين الزائد التي تتميز بوجود مخروطين ابيضي اللون عند فوهة المشعل وتكون شعلة بيضاء طويلة في مقدمة الشعلة الأساسية ذات اللون الازرق الباهت، وتستعمل هذه الشعلة في لحام بعض سبائك حديد الصلب وفي التقسية السطحية، ويستدل على كمية الاستلين الزائد بطول المخروط الثاني فيقال مثلا ضعف طول شعلة القلب او ثلاثة أضعاف شعلة القلب وكما في الشكل (٥ -٢أ).



شكل ٥ – ٢ ، انواع شعلات اللحام بالاشعة الاوكسي استلينية
أ) الشعلة المختزلة او شعلة الاستلين الزائد
ب) الشعلة المحايدة او المتعادلة
جـ) الشعلة المؤكسدة او شعلة الاوكسجين الزائد

٢ - الشعلة المحايدة أو المتعادلة: وهي الاكثر استعمالا وتنتج عن تقليل كمية الاستلين في الشعلة السابقة بحيث تندمج الشعلتان البيضاوان ليصبح قلب الشعلة متكونا من شعلة واحدة وكما في الشكل (٥ -٢ب)، محاطة بالشعلة الخارجية ذات اللون الأزرق الباهت.

٣ - الشعلة المؤكسدة او شعلة الأوكسجين الزائد: وتنتج عن تقليل كمية الاستلين او زيادة كمية الأوكسجين في الشعلة الثانية، وتتميز بقصر قلب الشعلة بمقدار (٥/١) من الشعلة المحايدة وكما في الشكل (٥ -٢جـ)، كما يسمع صوت الاشتعال واضحا فيها.

بما أن الاختلاف قليل بمظهر الشعلة المتعادلة والشعلة المؤكسدة، عليه يكون الحصول على الشعلة المتعادلة اسهل من الشعلة المختزلة وذلك بتقليل كمية الاستلين قليلا قليلا حتى الوصول الى الشعلة المتعادلة.

٦ - ايقاف العمل: اذا كان الامر يتطلب ايقاف العمل لدقيقة او دقيقتين فيتم ايقاف العمل باطفاء الشعلة بغلق صمامي اليدة بالبدء اولا بصمام الاستلين ثم بصمام الاوكسجين اما اذا انتهى العمل كليا فلابد من غلق صمامي اسطوانتي الاوكسجين والاستلين بعد اطفاء الشعلة.

د. عبد الحسن الجماس