الباب الأول

التزليق والتبريد
COOLING & LUBRICNTION

تكنولوجيا الخراطة

تمهيد

يناقش هذا الباب شرح وظائف التزليق لأجزاء الماكينات بصفة عامة والمخرطة بصفة خاصة، واختبار مواد التزليق بدرجة اللزوجة المناسبة والشروط الواجب توافرها في هذه المواد.

ويتناول الطرق المختلفة لتزليق صناديق التروس مع عرض العديد من الأشكال التوضيحية ذلت العلاقة .

الفصل الأول

التزليق

LUBRICATION

لمحة تاريخية عن التزليق :

عثر في إحدى مقابر قدماء المصريين على نقوش (هيروغليفية) تمثل رجل يسكب زيت زيتون على ألواح لسهولة سير وانزلاق عربه محملة بالأحجار، وهذا يعني أن استخدام الزيوت كمادة للتزليق كان من آلاف السنين .. وما زالت الزيوت الطبيعية والصناعية تستعمل الزيوت المختلفة كمادة للتزليق إلى يومنا هذا.

عرف التزييت والتشحيم في العصر الحديث .. عند ظهور الآلة البخارية (بدائية الطريق نحو انتشار الآلات) ، الذي أعقبه ظهور القوى المحركة الأخرى مثل الكهرباء والبترول اللذان كانا لهما عظيم الأثر في تطور الآلات والماكينات وما وصل إليه عالمنا المعاصر من صناعات حديثة متقدمة.

الماكينات المختلفة التي تشتمل على أصغرها صنعاً مثل ساعة اليد الصغيرة وأضخمها حجماً مثل التربينات وغيرها ، جميعها لا يمكن أن تؤدي وظيفتها على أكمل وجه دون مادة تزليق ، حيث إنه مادة ضرورية ولا غنى عنها لكل مجموعة ميكانيكية وظيفتها توليد الحركة أو نقلها.

التزييت والتشحيم

GREASING

عندما يتحرك جزء من أجزاء أي ماكينة على جزء آخر. تتوليد بينهما مقاومة تسمى الاحتكاك ، وكلما إزدادت هذه الحركة كلما إرتفع مقدار قوة الاحتكاك بينهما ، كما تطلب ذلك زيادة القوة لإمكان حركة أجزاء الماكينة لمقاومة الاحتكاك ، الذي يؤدي إلى تولد ارتفاع في درجات الحرارة الناشئة وما يتبع ذلك من سرعة تآكل هذه الأجزاء.

لذلك فإن الأسطح المتلامسة بأجزاء الماكينات تصنع بحيث تصلد وتصقل بأقصى درجة وبأعلى جودة ممكنة لتخفيض قوة الإحتكاك ، كما يمكن بواسطة التزييت والتشحيم تخفيض قوة الاحتكاك إلى حد بعيد، باعتبار التزييت والتشحيم مادة تستعمل لتخفيض الاحتكاك والتآكل الناتج عن تحرك أي سطحين، كما يساعد على عدم تلامس الأجزاء مع بعضها البعض تلامساً مباشراً.

هذا يعني أن عمليات التزييت والتشحيم لأجزاء المتحركة بالماكينات المختلفة من العمليات الأساسية الهامة التي يتوقف عليها صلاحية الماكينة ، والذي تنعكس على سهولة حركة أجزائها وسرعة تشغيلها وجودة إنتاجها ، بالإضافة إلى امتداد تشغيلها لمدة أطول.

الاحتكاك :

FRICTION

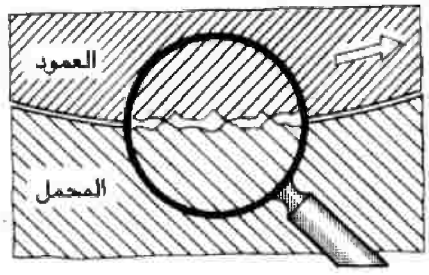
عند مراقبة أسطح كراسي المحامل والأعمدة من خلال عدسة مكبرة يلاحظ أنها على الرغم من التشطيب الجيد ، فإن أسطحها لا تزال خشنة وغير مستوية ، وعند إنزلاق هذه الأسطح على بعضها البعض فإنها تشكل مقاومة للإنزلاق ، وتسمى هذه المقاومة بالاحتكاك .

ويمكن تقسيم الإحتكاك إلى الأنواع التالية :-

١. الإحتكاك الجاف :

HARSH FRICTION

تتولد درجة حرارة كبيرة ناتجة عن تلامس نتوءات الأسطح على بعضها البعض كما هو موضح بشكل ١ - ١ ، وخاصة إذا كان الجزءان من معدنين غير متلائمين ، وتلتحم هذه المواضع مع بعضها البعض ثم تنفصل بصورة متكررة ، الذي يؤدي إلى نحر شديد للسطحين حيث يلتحم الجزءان معاً بصورة نهائية .. وهذا يسمي بلحام الإحتكاك ، لذلك لا يجوز السماح بحدوث إحتكاك جاف في المحامل ، بل يجب تأمين التزليق الكافي بصورة مستمرة .



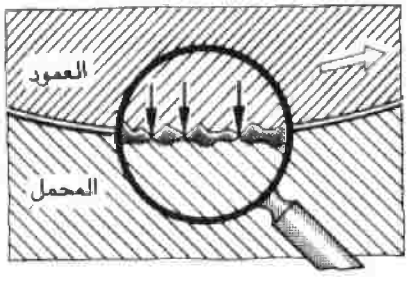
شكل ١ – ١

الإحتـكاك الجـاف

٢. الإحتكاك المائع :

LIQUID FRICTION

يسمى أيضاً بالإحتكاك المختلط . ينشأ هذا النوع من الإحتكاك نتيجة عدم وجود تزليق كافي كما هو موضح بشكل ١ – ٢ ، أي عدم تكون غشاء تزليقي متكامل برغم تزليق الأسطح ، ويحدث ذلك عند بدء تشغيل الماكينة ، حيث يحدث تلامس معدني بين نتوءات الأسطح المنزلقة مع بعضها البعض .



شكل ١ – ٢

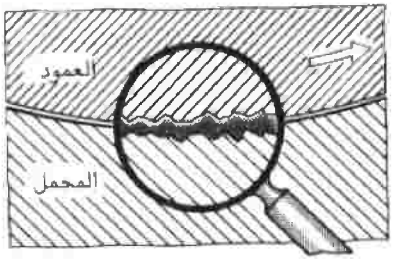
الإحتـكاك المائـع

٣. الإحتكاك السائل :

QUESTIONER FRICTION

الإحتكاك السائل الموضح بشكل ١ – ٣ يعتبر من أفضل أنواع الإحتكاك حيث طبقة المادة المنزلقة الملتصقة على سطح المحمل تنزلق على طبقة المادة المنزلقة الملتصقة على سطح العمود ، فلا ينقطع الغشاء التزليقي في أي موضع ، مما يمنع حدوث تلامس معدني مباشر بين السطحين المنزلقين .

يمتص الغشاء التزليقي القوة الموجودة بينهما ، حيث الإحتكاك في هذه الحالة ضئيل جداً مما يخفض من التآكل الاحتكاكي وبالتالي حصر الحرارة المتولدة في حدود محتملة ، لذلك يمكن إعتباره عنصراً حاملاً في المجموعة.



شكل ١ – ٣

الإحتـكاك السـائل

مواد التزليق :

LUBRICATION MATERIALS

تعتبر مواد التزليق هي وسائط فعالة للتزييت والتبريد بقدر كبير، بحيث تكون سائلة ونقية وخالية من الماء والأحماض ، وتسم الزيوت التي تتحمل الظروف التشغيلية المتغيرة بالزيوت المتعددة الدرجات .

ويمكن تقسيم مواد التزليق إلى الأنواع التالية :-

أولا : الزيوت المعدنية

MINERAL OILS

تستخرج الزيوت المعدنية من تقطير البترول الخام والفحم الحجري ، حيث توجد علي أنواع كثيرة منها على سبيل المثال ما هو قوامه سائل جداً ، ومنها ما هو قوامه أقل سيولة ..... إلى غير ذلك .

من أهم خواص الزيوت المعدنية الأتي :-

١. لا تتجمد ولا تتحول إلى مادة راتنجية .
٢. خالية من الأحماض .
٣. لا تحترق إلا في درجات الحرارة العالية .
٤. رخيصة الثمن .

من أهم عيوب الزيوت المعدنية ، إنها لا تقاوم درجات الحرارة العالية ، حيث تنخفض تماسكها تبعاً لإرتفاع درجة الحرارة .

ثانيا :الزيوت النباتية

VEGETABLE OILS

تستخلص الزيوت النباتية من بزور النباتات مثل الزيتون والخروع . تتميز هذه الزيوت عن الزيوت الأخرى بخواصها الجيدة مثل شدة تماسكها ومقاومتها للحرارة .

تستخدم الزيوت النباتية بصورة كبيرة كوسيط تزليق وتبريد أثناء عمليات تشغيل المعادن بالقطع .

ثالثا : الزيوت الحيوانية

ANIMAL OILS

تستخلص من شحوم الحيوانات البرية والبحرية ، لها نفس خواص الزيوت النباتية . تستخدم في تزليق الآلات الدقيقة والساعات والعدادات والآلات المكتبية وماكينات الخياطة .

الخلاصة :

تعتبر الزيوت المعدنية هي أنسب أنواع الزيوت المستخدمة في عمليات التزليق . تصنف الزيوت تبعاً لدرجة لزوجتها إلى الأنواع التالية :-

١. زيوت منخفضة اللزوجة :

تستخدم في تزليق الأعمدة والمحاور المعرضة للأحمال الخفيفة ، وأيضا المحور سريعة الدوران .

٢. زيوت متوسطة اللزوجة :

تستخدم في تزليق الأعمدة والمحاور المعرضة للأحمال المتوسطة .

٣. زيوت عالية اللزوجة :

تستخدم في تزليق ضواغط الهواء وصناديق التروس .

رابعا : الزيوت والشحوم الحيوانية

ANIMAL OILS AND FATS

تستخلص من شحوم الحيوانات بالصهر أو الغلي ولها نفس خواص الزيوت النباتية .

خامسا : الشحوم المتماسكة

CONSISTENT GREASES

تسمى بالشحوم المتماسكة أو الجسيئة مثل شحم المحامل التدحرجية (الرولمان بلى) وهو شحم مقاوم للإحتكاك ، وهو عبارة عن محاليل الصابون في الزيوت المعدنية .

تستخدم في المحامل الإنزلاقية والتدحرجية ، وأهم خاصية تحدد إستخدامها هي نقطة التسيل .. (نقطة إنصهار الشحم) .

سادسا : وسائط التزليق الجرافيتية

GRAPHITE LUBRICANTS

هي أيضًا مواد تزليق صلبة . تجهز بإضافة كميات ضئيلة من الجرافيت الناعم جداً إلى زيوت التزليق .

من أهم مميزات التزليق الجرافيتي هو تغلغل الجرافيت إلى الفراغات الدقيقة للأسطح مما يؤدي إلى تسويته وتنعيمه ، كما تتميز بصمودها في درجات الحرارة العالية وبطردها للغبار .

تستخدم وسائط التزليق الجرافيتية في ترويض التروس والمحامل المعرضة لضغوط عالية للغاية .

سابعا : وسائط التزليق للخدمة الشاقة

تتكون هذه المواد من مزيج ثاني كبريتيد الموليبدنم (موكب MoS2) مع الزيوت والشحوم ، وتستعمل في المحامل المعرضة للضغوط العالية ودرجات الحرارة المرتفعة كما تستعمل في السحب العميق لتقليل الاحتكاك . وتتألف بلورات ثاني كبريتيد الموليبدنم من صفائح رقيقة وصغيرة جداً تلتصق بشدة على السطح المعدني وتملأ فراغاته الدقيقة ولكنها في نفس الوقت تنزلق بسهولة على بعضها البعض حتى تحت الضغوط العالية .

الشروط الواجب توافرها في مواد التزليق :

CONDITIONG TO BE AVAILABLE LUBRICNTION

يجب أن تتوفر في مواد التزليق الشروط التالية :-

١. السيولة : يجب أن تتدفق مواد التزليق بحبث تكون كافية لتحقيق الإنتشار بين الأجزاء المتحركة أو المنزلقة بالماكينة .

٢. اللزوجة : يجب ألا تتأثر مواد التزليق بإختلاف درجات الحرارة .. أي لا تكون سميكة في درجات الحرارة المنخفضة ، ولا تكون خفيفة في درجات الحرارة المرتفعة . كما يجب ألا تتأثر عند زيادة التحميل ، أو عند إنخفاض سرعة إنزلاق الأسطح مع بعضها البعض .

٣. مقاومة الإحتراق : لا تحترق عند درجات الحرارة المرتفعة ، بحيث لا تتأثر خواصها التزليقية بإرتفاع درجات الحرارة ، أو تحترق مكونة حبيبان من الكربون التي تساعد على سرعة تآكل الأجزاء المتحركة .

٤. مقاومة التأكسد : عند ارتفاع درجات الحرارة تكون الظروف مهيئة للتأكسد ، لذلك يجب أن تكون مواد التزليق ذات خواص مقاومة للتأكسد .

٥. مقاومة الصدأ : أن تكون ذات خواص مقاومة للصدأ .

٦. مقاومة الماء والأحماض : أن تكون ذات خواص مقاومة للتفاعلات الكيميائية ، كما يجب مقاومتها للماء حتى لا تتغير لزوجتها .

٧. الإحتفاظ بصفاتها : الإحتفاظ بصفاتها وعدم تجمدها أو تحليلها مع طول فترة التخزين .

٨. لا تؤثر بالصحة : لا تؤثر على صحة العمال والفنيين عند تلامسها أو إستنشاقها ، ولا تكون لها رائحة كريهة .

إستعمال مواد التزليق :

USING OF MATERIALS LUBRICATION

توضع سوائل التزليق (التزييت) على الأسطح المحتكة لأجزاء الماكينات المختلفة ، لتكون بمثابة أغشية سائلة مزلقة تخفض من مساحة التلامس المعدني المباشر للأسطح المحتكة أو تمنع هذا التلامس نهائياً ، حيث أن التزليق يخفض معامل الإحتكاك مما ينشأ عنه فقدان بقدرة الماكينة ، بالإضافة إلى أنه يحسن توصيل الحرارة بين الأسطح المحتكة ، ويخلق مناخاً مناسباً للعمل الطبيعي للأجزاء المحتكة .

علماً بأن معامل الإحتكاك للأسطح الغير مزيتة يساوي ٠.١ - ٠.٥ تقريبًا ، في حين أنه لا يزيد هذا المعامل عن ٠.٠٠١ - ٠.٠٠٢ عندما تفصل هذه الأسطح طبقة تزييت متصلة .

مما سبق عرضه فإنه يلاحظ في حالة التزليق يكون فقدان الطاقة بالماكينة بسبب الإحتكاك أقل ٥٠ مرة في حالة عدم التزييت .

طرق التزليق :

METHODS OF LUBRICATION

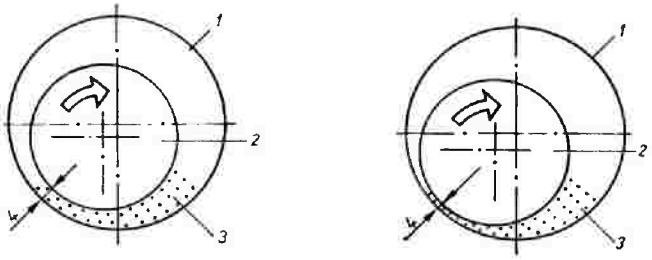
توجد طرق متعددة للتزليق لكي يصل الزيت أو الشحم إلى الأجزاء المتحركة أو الدائرية بالماكينات المختلفة المطلوب تزليقها ، والغرض من التزليق هو المحافظة على انخفاض درجة حرارة المحامل (كراسي المحاور) والتروس وغيرها أثناء التشغيل ، ولا يمكن تحقيق ذلك إلا بوجود تزييت أو تشحيم كاف بالإضافة إلى دقة تثبيت مرتكزات الأعمدة في محاملها.

تختلف حركات الأجزاء المختلفة بالماكينات فمنها الأجزاء التي تتحرك حركة دائرية أو حركة ترددية ، كما تختلف وسائل التزليق المستخدمة بكل منها باختلاف شكل الحركة .. ويمكن تلخيص طرق التزليق في الآتي :-

1 . التزليق الاحتكاكي المائع :

LIQUID FRICTION LUBRICATION

هو عبارة عن تزليق المحامل (كراسي المحاور) ومرتكزاتها بتغيير أوضاع ارتكاز العمود كما هو موضح بشكل ١ – ٤ حيث تزداد كمية الزيت المضغوط والمندفع إلى خلوص كراسي المحامل ، مع زيادة سرعة الدوران إلى القدر الذي ينعدم فيه التلامس المباشر بين الأعمدة والمحامل.



(ب) (أ)

شكل 1 – 4

التزليق الاحتكاكي المائع

(أ) وضع ارتكاز العمود عند السرعة المنخفضة.

(ب) وضع ارتكاز العمود عند السرعة المرتفعة.

1. المحمل .. كرسي المحور.

2. العمود.

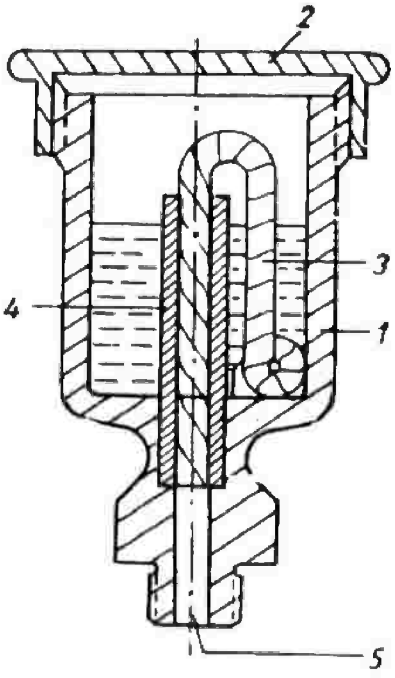
3. طبقة الزيت.

4. أرق منطقة في طبقة الزيت.

٢. التزليق بالفتيل :

FELT LUBRICATION

التزليق بالفتيل الموضح بشكل ١ – ٥ عبارة عن مجموعة خطوط من اللباد على شكل فتيل تغمس إحدى أطرافها في وعاء الزيت ١ ، ويثبت الطرف الآخر في الماسورة ٤ المثبتة بالثقب ٥ لتوصيل الزيت إلى الأماكن المطلوب تزليقها.



شكل ١ – ٥

التزليق بالفتيل

1. وعاء الزيت.
2. الغطاء.
3. فتيل من اللباد.
4. ماسورة.
5. ثقب توصيل الزيت.

يثبت الغطاء ٢ على الوعاء بربطه جيدًا لعدم دخول الأتربة والأوساخ إلى داخل وعاء الزيت.

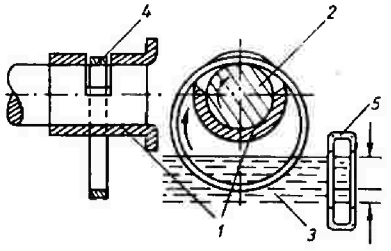
يحافظ على مستوى الزيت بالوعاء ، بحيث يزود عند إنخفاضه عن العلامة الموضحة على المبين الزجاجي.

٣. التزليق بالحلقة :

RING LUBRICATION

التزليق بالحلقة الموضح بشكل ١ – ٦ يسمى أيضاً التزليق بالحلقة السائبة ، وهو عبارة عن تركيب حلقة على العمود المثبت بالمحمل (كرسي المحور) بحيث تتحرك الحلقة الحركة الدائرية بحرية تامة ، الجزء الأسفل من الحلقة مغموز في الزيت.

عند دوران العمود تتحرك الحلقة السائبة حركة دائرية بطيئة لتنقل الزيت من أسفل (من الوعاء) إلى أعلى ليتم تزليق العمود ومواضع التحميل.



شكل ١ – ٦

التزْيق بالحلقة

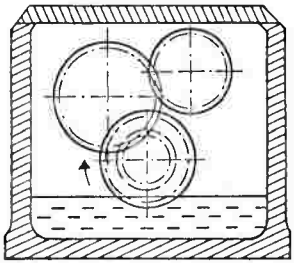
1. **الجزء الأسفل لكرسي المحور.**
2. **العمود.**
3. **مجمع الزيت.**
4. **حلقة سائبة على العمود.**
5. **مبين زجاجي لرؤية مستوى الزيت.**

يجب المحافظة على مستوى الزيت الموجود بزيادته إلى المستوى المطلوب والموضح من خلال مبين الزيت الزجاجي.

٤. التزليق بالرش :

SPRAYING LUBRICATION

تتلخص طريقة التزليق بالرش لمجموعة تروس بصندوق مغلق ، من خلال الترس الأسفل المغمور الجزء الأسفل منه بالزيت كما هو موضح بشكل ١ – ٧ .



شكل ١ – ٧

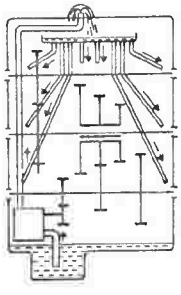
التزليق بالرش

عند التشغيل يتحرك الترس الأسفل حركة دائرية لينقل الزيت من أسفل إلى أعلى ، ليتم تزليق جميع التروس وتسمى هذه الطريقة بالتزليق بالرش .. أقرب مثال لذلك هو صندوق تروس عربة المخرطة.

٥. التزليق بالدفع :

FORCED LUBRICATION

التزليق بالدفع الموضح بشكل ١ – ٨ يسمى أيضًا بدورة التزييت الثابتة ، تتبع هذه الطريقة في تزليق مجموعة تروس السرعات والتغذية بالمخرطة آليًا ، عن طريق مضخة الزيت التي تأخذ حركتها من المحرك الكهربائي مباشرة ، لتسحب الزيت من الخزان وتدفعه إلى أعلى من خلال مواسير بأقطار مناسبة لتتساقط إلى أسفل لتزليق كراسي المحاور والأعمدة وجميع التروس.



شكل ١ – ٨

التزليق بالدفـع

يتجمع الزيت المتساقط من صندوق تروس السرعات والتغذية إلى أسفل بوعاء الزيت ليسحب مرة أخرى عن طريق المضخة لدفعه إلى أعلى وهكذا.

تعتبر طريقة التزليق بالدفع من أكثر الطرق إنتشاراً في آلات الإنتاج وجميع الماكينات التي تحمل مجموعات تروس سرعات وتغذية.

التزليق باستخدام المضخات :

LUBRICATION WITH PUMP

تقوم هذه المضخات بسحب الزيت وضخه بضغط من خلال توصيلات . توجد مضخات الزيت بأنواع وأشكال مختلفة ، تعرف كل منها من خلال عنصر الضخ .. فيما يلي عرض أكثر أنواع مضخات الزيوت إنتشاراً .

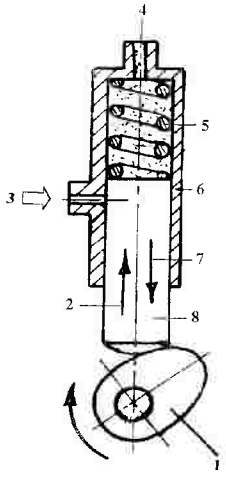
١. المضخة ذات الحدبة :

CAMPUMP

يتم دخول الزيت وخروجه بالمضخة ذات الحدبة الموضحة بالرسم التخطيطي بشكل ١ – ٩ من خلال تأثير إختلاف الضغط داخل الأسطوانة ، ونتيجة لحركة الكبس ٨ الترددية إلى أعلى وإلى أسفل بتأثير الحركة الدائرية للحدبة ١ والنابض اللولبي ٥ ، فعند إنطلاق النابض ٥ وإندفاع المكبس إلى أسفل في إتجاه السهم ٧ يتخلخل الضغط داخل الأسطوانة ٦ ، حيث يفتح صمام الدخول ٣ ويغلق صمام الخروج ٤ وتمتلئ الأسطوانة بالزيت .

وعند إرتفع المكبس ٨ إلى أعلى في إتجاه السهم ٢ بتأثير الحركة الدائرية للحدبة ١ ، يزداد الضغط داخل الأسطوانة ٦ حيث يغلق صمام دخول الزيت ٣ ويفتح صمام الخروج ٤ ويندفع الزيت إلى قنوات التوزيع لتزييت أسطح الإنزلاق المختلفة .

وعلى الرغم من أن هذه المضخة تتيح الحصول على ضغط عالي ، وبالتالي إمكان توصيل الزيت إلى نقاط التزييت بفاعلية ، إلا أن وجود الصمامات يعرضها للعطب ، نتيجة لصعوبة حركة الصمامات عند وجود شوائب بالزيت .



شكل ١ – ٩

المضخـة ذات الحدبـة

حدبة .
حركة المكبس إلى أعلى .
صمام دخول الزيت .
صمام خروج الزيت .
نابض لولبي .. (يای ضغط) .
أسطوانة .
حركة المكبس إلى أسفل .
المكبس .

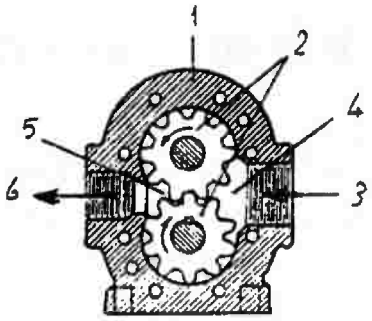
٢ . المضخة الترسية :

GEAR PUMP

تعتبر المضخة الترسية من أكثر أنواع مضخات الزيوت إنتشاراً . تتكون المضخة الترسية الموضحة بشكل ١ – ١٠ من جسم مصنوع من حديد الزهر وغطاءين مثبتين بالجسم بمسامير قلاووظ ، يتم إحكام أسطح الجسم والغطاءين بإستخدام موانع تسرب الزيت .

يحتوي جسم المضخة على ترسين متشابهين على عمودين مركبين بمحامل مقاومة للإحتكاك (رولمان بلي) في كراس محاور .

يوجد خلوص بين جوانب وقمم الترسين المعشقين وجدار المضخة وهو خلوص صغير جداً .. (حددت الشركات المنتجة قيمة هذا الخلوص ما بين ٠.٠٠٤ . ٠.٠٠٨ ملليمتر) .. ويعتبر هذا الخلوص هو الشرط الأساسي لإنتاج الجيد للمضخة .



شكل ١ – ١٠

المضخة الترسية

١. جسم المضخة .
٢. ترسين متشابهين إحداهما قائد والآخر منقاد .
٣. دخول الزيت المسحوب .
٤. جانب السحب .
٥. جانب الضغط .
٦. خروج الزيت المضغوط .

يسحب الزيت من الخزان عند تشغيل المضخة ، ويضغط من خلال الفجوات التي بين أسنان الترسين بإمتداد الجدار الداخلي لجسم المضخة .

المضخة الترسية أما أن تكون مضخة منخفضة أو متوسطة أو مرتفعة الضغط . تصنع تروس المضخة من الصلب الكربوني المعالج حرارياً وتجلخ أسنان التروس على آلات تجليخ خاصة .

تستخدم المضخات ذات الضغوط المنخفضة والي تبلغ عدد أسنانها ١٠ . ٢٠ سنة في مجموعات الإدارة الهيدروليكية لآلات التجليخ والتفريز والثقب والقشط والخراطة ..... وغيرها من آلات الإنتاج . يمكن بهذا النوع من المضخات تغيير إتجاه تغذية السائل بتغيير إتجاه دوران محرك الإدارة ، أو باستخدام جهاز عاكس .

مميزات المضخة الترسية :

GEAR PUMP FEATURES

١. صغر حجمها
٢. سهولة التشغيل .
٣. سهولة تغيير السرعة .
٤. سهولة عكس الحركة .

عيوب المضخة الترسية :

GEAR PUMP DEFECTS

١. صغر كفاءتها بسبب الفقد الكبير للطاقة للتغلب على الاحتكاك بين الأسنان .
٢. صغر ضخها .
٣. الاستهلاك الشديد للأجزاء العاملة .

مضخة الريش الإنضباطية:

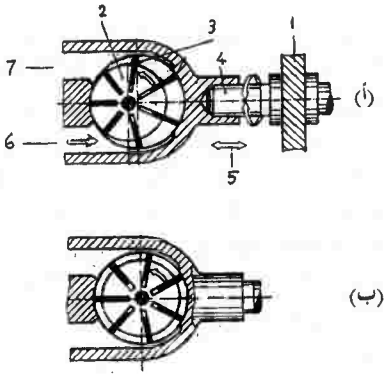
DISCIPLINED FLOW PUMP

تتكون مضخة الريش الانضباطية الموضحة بشكل ١ - ١١ (أ) من جسم مصنوع من حديد الزهر ١ وعضو دوار أسطواني ٢ به مجرى طولية متجهة إلى المركز لتتزلق بها الريش ٣ ، يمكن ضبط العضو الدوار الذي يدور داخل المبيت الأسطواني للخروج عن مركزه بواسطة عمود ضبط ملولب ٤ لينتج عن ذلك دوران الريش دوراناً مركزياً .

توجد لقمة إنزلاقية بنهاية كل ريشة مركبة في مجرى دائرية بغطاء المبيت الأسطواني ، الغرض منها هو إنخفاض ضبط الريش على سطح المبيت الدائري نتيجة لقوى الطاردة المركزية .

يضخ الزيت من جانب السحب ، حيث ينقل بضغط (ضغط القوى الطاردة المركزية للريش) من خلال الخلايا المحصورة بين كل ريشتين وجدار المضخة إلى جانب الضغط ، كما يمكن توقف عملية سحب الزيت وتوقف ضغطه كما هو موضح

بشكل ١ - ١١ (ب) من خلال التحكم في ضبط محور العضو الدوار ، حيث تكون ريش المضخة بالمركز تماماً .



شكل ١ – ١١

مضخة الريش الانضباطية

(أ) الوضع عند الحد الأقصى لضخ الزيت .

(ب) وضع عدم ضخ الزيت .

١. جسم المضخة .

٢. عضو دوار أسطواني .

٣. ريش قابلة للحركة .

٤. عمود الضبط .

٥. حركة الضبط .

٦. جانب السحب .

٧. جاني الضغط .

تنتج المضخة ذات الريش معدل تصريف كبير عند ضغط منخفض ، لذلك تستخدم في آلات الثقب والبرغلة والخراطة والتفريز ... وغيرها من آلات الإنتاج .

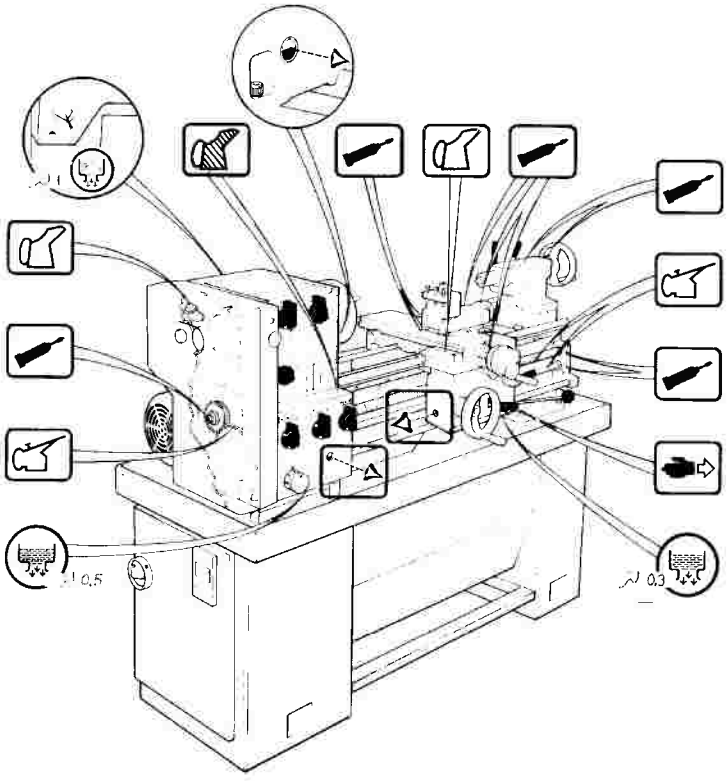
تزليق المخرطة :

LATHE LUBRICATION

يعتبر التزليق بماكينات التشغيل بصفة عامة من الشروط الأساسية لاستمرار هذه الآلات في الإنتاج بالإضافة إلى تخفيض استهلاك الأجزاء المتحركة والدائرية ، كما

يجب اختيار مواد التزليق بدرجة اللزوجة المناسبة وذلك حسب تعليمات دور الصناعة المنتجة لهذه الماكينات.

شكل ١ - ١٢ يوضح أماكن التزليق (التزييت والتشحيم) بمخرطة أفقية .



شكل ١ – ١٢

أماكن التزيق (التزييت والتشحيم) بمخرطة أفقية.

شحم متوسط اللزوجة.

زيت متوسط اللزوجة.

زيت عالي اللزوجة.

زيت بدرجة عالية جدًا من اللزوجة.

توجد أماكن خاصة للتشحيم بالمخرطة أو بماكينات التشغيل المختلفة ، وهي عبارة عن مجموعة ثقوب بداخل كل منها نابض لولبي SPRING ياي يضغط علي كرة معدنية

صغيرة بحيث يغلق الثقب من الداخل تماماً، والغرض من ذلك هو عدم دخول الأتربة وغيرها إلى أماكن التشحيم.

تملأ أماكن التشحيم الموضحة بالشكل السابق بالشحم بواسطة مشحمة يدوية .. المشحمة مصممة بحيث يضغط عليها بتردد ليندفع الشحم من خلال الثقب الداخلي الموجود بمقدمة المشحمة إلى الأماكن المتحركة أو الدائرية المطلوب تزليقها.

مميزات التزليق:

FEATURES LUBRICATION

يقوم زيت التزليق بالعديد من الوظائف في جميع آلات التشغيل والإنتاج والمركبات المختلفة وغيرها ليعطي المميزات الآتية:-

1. يخفض من القدرة المفقودة نتيجة الاحتكاك الناشئ بين الأسطح المتحركة كما يخفض من التآكل إلى أقصى حد ممكن.
2. التخلص من الحرارة الناتجة عن قوة الاحتكاك وخاصة في صناديق التروس وبذلك يقوم بعمله كمبرد.
3. يمتص الصدمات وخاصة أثناء دوران التروس بعدم تلامس أسنانها بعضها البعض تلامسًا مباشرًا .. كما يعمل على امتصاص أحمال الصدمات الناشئة عن التغيرات المفاجئة أثناء فترات التحميل المختلفة.
4. له قدرة على التنظيف كما يحافظ على أسطح الانزلاق من التآكل والصدأ.
5. يخفض من الضجيج .
6. يعمل على زيادة الجودة الميكانيكية.
7. يطيل عمر الآلة أو الماكينة .. (حيث يتوقف دقة التزليق على معدل استهلاك الأجزاء المتحركة واستبدالها).

تذكر أن ✎:

للمحافظة على الماكينات المختلفة يجب تزييت وتشحيم أجزائها من آن لآخر على فترات منتظمة وخاصة الأجزاء الدائرية وأسطح الانزلاق ، لكي تقوم الماكينة بوظيفتها على أكمل وجه بكفاءة عالية بالإضافة إلى امتداد لزمن التشغيل لمدة أطول .

الفصل الثاني
التبريـــــد COOLING

تمهيد

تستخدم سوائل التبريد لتخفيض درجة حرارة عدد القطع الناتجة عن قوة الإحتكاك نتيجة لتغلغل الحد القاطع للقلم بسطح المشغولة ، مما يؤدي إلى زيادة فترة تشغيله وارتفاع الإنتاج ، حيث إن أهم وظائف سائل التبريد هو نقل الحرارة المتولدة نتيجة عملية القطع ، التي تؤدي إلى رفع درجة حرارة ، وكلما كانت كية تدفق السائل كبيرة .. كانت الحرارة التي ينقلها السائل كبيرة أيضاً ، مع بقائه عند درجة حرارة منخفضة .

يتناول هذا الفصل عرض لأنواع سوائل التبريد والتزييت ، وأهميته في عمليات القطع المختلفة ، والصفات التي يجب أن تتوفر بهما . ويتعرض لطرق تجهيز سائل التبريد ، وأفضل الطرق عند استخدامه من خلال توجيهه إلى منطقة القطع .

كما يتعرض إلى وسائل رفع سائل التبريد بالمخرطة ، ومميزات سوائل التبريد والتزييت .

العوامل التي تؤثر بالحد القاطع لقلم المخرطة أثناء التشغيل

أثناء عملية القطع يتعرض الحد القاطع لقلم المخرطة لإجهادات كبيرة نتيجة لتغلغله بالمعدن المراد قطعه الذي ينتج عنه نزع جزء من سطح معدن التشغيل على هيئة رايش وارتفاع شديد في ارتفاع في درجة الحرارة بمنطقة القطع والحد القاطع وتغيير لون الرايش نتيجة لقوة وشدة الاحتكاك وسرعة القطع من اللون الأبيض المعدني إلى الأصفر إلى الأزرق، ومع الاستمرار بالتشغيل بهذه الطريقة يتغير لون قطعة التشغيل أيضاً. يكون نتيجة ذلك رداءة سطح قطعة التشغيل وتلف الحد القاطع.. في هذه الحالة يجب فك القلم وإعادة سنه (تجليخه) ثم تثبيته بالوضع الصحيح أو فكه وتثبيت قلم آخر.. وهذا يسبب الجهد وضياع الوقت.

يستخلص من ذلك أن التشغيل الذي ينتج منه ارتفاع كبير في درجة الحرارة يؤثر تأثيراً كبيراً على خواص معدن آلة القطع (قلم المخرطة أو البنطة) وعلى معدن قطعة التشغيل.

لذلك وللمحافظة على الحد القاطع لقلم المخرطة وعدم استهلاكه وللحصول على أسطح تشغيل جيدة.. يجب استخدام سائل التبريد أثناء التشغيل أو عند الحاجة إلى ذلك.

العوامل التي تؤثر بالحد القاطع لقلم المخرطة أثناء التشغيل :

يتأثر الحد القاطع لقلم المخرطة أثناء عمليات القطع بالمعادن المختلفة لضغوط وإجهادات كبيرة ، تؤدي إلى ارتفاع كبير في درجات الحرارة تصل إلى ٨٠٠ °م .

وتبين بالبحث أن هناك درجات حرارة ثابتة يرتفع إليها الحد القاطع لقلم المخرطة لكل سرعة قطع في المعدن الواحد .. علماً بأن ارتفاع درجات الحرارة بالحد القاطع يتناسب تناسباً طردياً مع سرعة القطع.

وهكذا ثبت أن ارتفاع درجات حرارة الحد القاطع ، وفي منطقة القطع نتيجة للأسباب التالية :-

١. سرعة القطع.. (وهي أهم العوامل تأثيراً).
٢. مقدار التغذية.
٣. مساحة مقطع الرايش الذي يحتك بالحد القاطع.
٤. مقدار قوة مقاومة القطع في المعدن.
٥. شكل زوايا الحد القاطع.
٦. ارتفاع الحد القاطع عن محور الذنبتين.

سوائل التبريد والتزييت

LUBRICATION AND COOLING LIQUID

استخدام سائل التبريد يخفض من ارتفاع حرارة الحد القاطع الناتجة عن قوة احتكاكه وتغلغله بسطح الشغلة لنزع جزء منها على هيئة رايش أثناء عملية القطع ، حيث تنتقل الحرارة المتولدة من عملية القطع وقوة الاحتكاك إلى سائل التبريد المستخدم ليعطي المزايا التالية :-

١- المحافظة على الحد القاطع لأداة القطع وامتداد لزمن تشغيله مدة أطول.
٢- تحافظ على أداة القطع ومعدن قطعة التشغيل في درجة حرارة منخفضة.
٣- تمنع تلوين قطعة التشغيل الناتجة من ارتفاع درجات الحرارة المتولدة من قوة القطع.
٤- تمنع الأدخنة والضباب التي تتصاعد من عملية القطع.
٥- يساعد على إزالة الرايش بصفة عامة ، وفي عمليات الثقب بصفة خاصة.
٦- تمنع التحام الرايش بالحد القاطع لأداة القطع.
٧- سوائل التبريد المستخدمة بها زيوت تساعد على المحافظة على قطعة التشغيل والماكينة من الصدأ.
٨- يمكن زيادة عمق وسرعة القطع مما ينتج عنه انخفاض في زمن التشغيل.
٩- نعومة وجودة أسطح التشغيل.
١٠- استخدام سائل التبريد أثناء القطع يخفض من ارتفاع درجات حرارة قطعة التشغيل ويمنع تمددها لتعطي قياسات أدق.

ملاحظة :

يراعى عدم استخدام سائل التبريد الموجود بالمخرطة لفترة طويلة ، حيث ينبعث منه رائحة كريهة التي قد تؤثر على صحة الفنيين والعمال.

أهمية التبريد في عمليات القطع :

CUTTING OFF PROCESS

يصاحب عملية القطع ارتفاع كبير في درجة الحرارة الناشئة من مصدرين أساسيين هما الآتي :-

أولا : الحرارة المتولدة والناتجة من احتكاك الرايش بسطح الحد القاطع الأمامي والخلفي لعدة القطع .

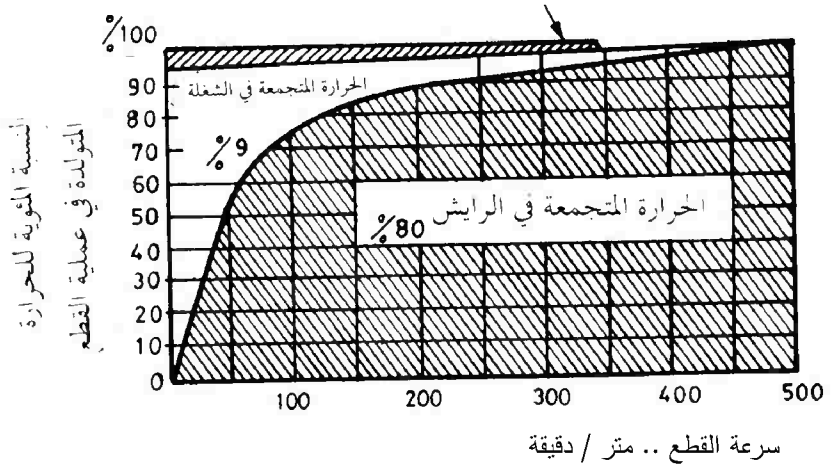
ثانيا : الحرارة المتولدة من عملية القطع التي تحدث علي سطح الشغلة ، وهذا الارتفاع في درجة الحرارة يصيب العناصر الثلاثة المشتركة في عملية القطع وهي .. قطعة التشغيل . عدة القطع . الرايش الناتج . شكل ١ - ١٣ يوضح توزيع الحرارة المتولدة أثناء عملية القطع .

إن مقدار الفقدان في القدرة نتيجة الحرارة المتولدة أو نتيجة الاحتكاك بين سطح عدة القطع وقطعة التشغيل يكون كبيراً جداً ، وقد وجد أن الخسارة في القدرة نتيجة هذه الحرارة المتولدة تقدر ما بين 30 % - 20 ، وعلي هذا الأساس تستعمل سوائل التبريد والتزييت لتحقيق هدفين هما :-

١. تخفيض معامل الاحتكاك بين العدة وقطعة التشغيل من جهة وبين عدة القطع والرايش من جهة أخرى ، وهذا يؤدي إلى تخفيض مقدار الحرارة المتولدة بالإضافة إلى تخفيض القدرة اللازمة للقطع .

٢. تصريف ونقل الحرارة المتولدة في عملية القطع وتبريدها مباشرة .

الحرارة المتجمعة في عدة القطع ١٠ %



شكل ١ – ١٣

التوزيع البياني للحرارة المتولدة في عمليات القطع عند تغيير سرعة القطع

المعادن التي يمنع استخدام سوائل التبريد عند تشغيلها :

يمنع استخدام سوائل التبريد المختلفة عند تشغيل المعادن الهشة بصفة عامة وحديد الزهر والبرونز بصفة خاصة .. وذلك لعدم التصاق الرايش المتفتت الناعم الممتزج بسائل التبريد بأسطح الماكينة وخاصة أسطح الانزلاق كالفرش والراسمتين العرضية والطولية الذي يؤدي إلى التآكل السريع لهذه الأجزاء.

أنواع سوائل وزيوت التبريد :

of LUBRICATION AND COOLING LIQUID TYPES

تختلف أنواع سوائل وزيوت التبريد المستخدمة بآلات الإنتاج والتشغيل باختلاف أنواع هذه الماكينات ، وطبيعة العمليات الصناعية التي يجرى تنفيذها ، ونوع معدن المشغولة ، ونوع الآلة القاطعة والشكل الهندسي لزوايا القطع ، وأيضاً تصميم الماكينة .. وهي كالآتي:-

١. الزيت.. (معدني . حيواني . نباتي).

٢. خليط من نوعين أو أكثر من الزيوت والشحومات.

٣. خليط من الزيت والماء.

أهم أنواع سوائل التبريد :

تستخدم سوائل التبريد للمحافظة علي عدد القطع والمشغولات المصنعة من خلال تسرب الحرارة الناتجة من عمليات القطع إليها ، ويعتبر أهم سائل تبريد مستخدمة لهذا الغرض هو الخليط المكون من الماء ومحلول الصوديوم والصابون والزيوت المعدنية ، حيث يؤدي إلي التبريد السريع لأن الماء هو أهم مكوناته الأساسية .

الصفات الواجب توافرها في سوائل وزيوت التبريد :

يجب أن تتوفر في سوائل وزيوت التبريد الصفات التالية :-

١. (أ) أن تكون صالحة كيميائيًا ، بحيث لا يتفاعل مع معدن قطع التشغيل أو معدن عدة القطع أو أجزاء من الماكينة .. أى لا تتلف المشغولة وآلة القطع ولا تتسبب في تآكل أجزاء الماكينة.

(ب) لا تساعد على تكوين الصدأ.

٢. يجب أن تكون ذات خواص تبريد عالية .. أى تكون جيدة الحمل للحرارة مع قابلية التصاقها بسطح المشغولة بصرة جيدة.

٣. لها خواص تزييت عالية ، كما يجب أن تكون درجة لزوجتها مناسبة بحيث تناسب عملية التشغيل وتسهل انزلاق الرايش.

٤. غير ضارة بصحة الإنسان من خلال ملامستها أو استنشاق رائحتها.

٥. لا تتغير صفاتها وخواصها إذا خزنت أو حفظت لفترة مناسبة .. أي دون أن تتأكسد أو تتجمد أو تفقد خواصها الأساسية ، كما يمكن إعادة استخدامها عدة مرات بعد ترشيحها لكي تكن اقتصادية.

٦. رخيصة الثمن.

٧. تزيد من جودة أسطح التشغيل.

٨. تناسب عمليات التشغيل وطبيعة القطع.

سائل التبريد

COOLING LIQUID

يتكون سائل التبريد من ماء مضاف إليه زيت بمواصفات خاصة بنسب معينة. الزيت المستخدم لعمل سائل التبريد هو زيت معدني مضاف إليه نسبة ٥ % صودا كاوية ، وهي المادة الأساسية التي يصنع منها الصابون .. لذلك عندما يخلط الزيت بالماء فإنه يعطي سائل أبيض صابوني الملمس.

يوجد الزيت المستخدم لسوائل التبريد بالأسواق التجارية بعبوات مختلفة قدرها ١ لتر، ٥ لتر، ١٠ لتر، ٢٠ لتر ، وذلك لاختيار المناسب منها عند تجهيز الكمية المطلوبة من سائل التبريد.

تجهيز سائل التبريد:

COOLING LIQUID DEVICES

يراعى عند تجهيز سائل التبريد تحضيره بالطرق الصحيحة بإتباع الخطوات التالية :-

١. نسبة الزيت المستخدم لسوائل التبريد اللازم لخلطه بالماء للتشغيل على الماكينات المختلفة مثل المخارط أو المثاقب هي من ١ : ١٥ إلى ١ : ٢٠ وتبلغ ١ : ٥ لماكينات التجليخ.

٢. يوضع كمية من الماء حوالي ½ الوعاء، ثم يضاف إليه الزيت المستخدم لسوائل التبريد ببطء مع التقليب المستمر.. (لا يفرغ الزيت دفعة واحدة بالماء).

٣. أضف كمية الماء الباقية بالوعاء مع التقليب المستمر حتى يمتزج الزيت تمامه بالماء.

٤. في حالة ظهور بقع من الصدأ على أجزاء الماكينة فهذا يعني أن كمية الزيت قليلة، ويجب إضافة كمية أخرى مناسبة.

أثر التبريد في عمليات القطع :

يتوقف اختيار سوائل التبريد أو التزييت على نوع مادة قطعة التشغيل وطريقة القطع. لذلك تستخدم سوائل التبريد عند قطع المشغولات التي ترتفع فيها درجات الحرارة. حيث تنتقل الحرارة الناتجة عن عمليات القطع إلى الماء الموجود بسائل التبريد فتنخفض درجات حرارة منطقة القطع والحد القاطع لقلم المخرطة.

تستخدم زيوت التبريد عند قطع المشغولات التي تحتاج إلى سرعات قطع منخفضة مثل قطع أسنان القلاووظ المختلفة والبرغلة ، كما تستخدم في مخارط الإنتاج الآلية والرقمية .

يجب دفع سوائل التبريد أو التزييت وتوجيهها إلى منطقة القطع تحت ضغط مناسب على أن يبدأ التبريد قبل بدء عملية القطع وذلك للحصول على التبريد الجيد للمشغولة والحد القاطع بالإضافة إلى تزييت قطعة التشغيل لتجعلها أكثر نعومة وأيضًا للحفاظ عليها من الصدأ.

مع الخبرة والتجارب فإنه يمكن الوصول إلى مادة التبريد أو التزييت المناسبة ، وأيضاً طريقة توجيه رسائل التبريد إلى منطقة القطع.

حديد الزهر والنحاس الأصفر والبرونز والألمونيوم هي المعادن التي يتم تشغيلها جافاً .. أي بدون استخدام سوائل تبريد وتزييت.

طرق توجيه سائل التبريد :

تستخدم سوائل التبريد للمحافظة على عدد القطع والمشغولات المصنعة وذلك للتخفيض من إرتفاع درجة حرارة الحد القاطع لقلم المخرطة .. مما يعطي إمتداد فترة صلاحيته للقطع ، بالإضافة إلى جودة الأسطح المشغلة ، وزيادة إنتاجية عملية القطع .

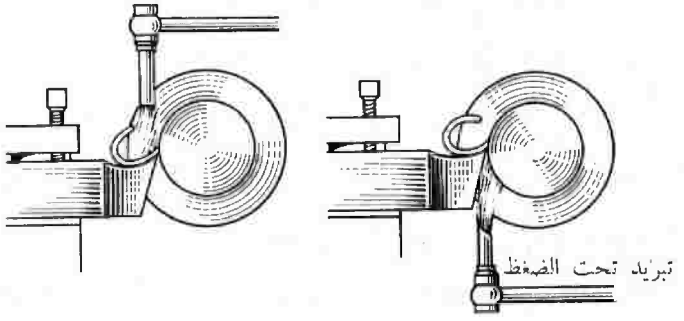
ومن الضروري توجيه سائل التبريد إلى منطقة القطع في نفس الوقت الذي يبدأ فيه التشغيل وبدون تأخير ، حيث أن التبريد المفاجئ للقلم الساخن جدًا .. قد يؤدي إلى ظهور تشققات في عدة القطع والشغلة نتيجة التبادل الفجائي في درجة الحرارة .

ولكي يعطي المستحلب المائي نتائج جيدة في عملية التبريد ، فإنه يجب أن يكون تدفقه ما بين ١٠ ـ ١٥ لتر / دقيقة .

وينبغي توجيه سائل التبريد إلى منطقة القطع .. أى بالمكان الذي ينفصل فيه الرايش عن القطعة المعرضة للتشغيل كما هو موضح بشكل (أ) ، حيث يتولد في تلك المنطقة أكبر كمية من الحرارة .

ولقد بدأ في الآونة الأخيرة إستخدام طريقة حديثة للتبريد ذات فائدة أكبر من خلال توجيه تيار خفيف من المستحلب المائي بضغط لا يزيد عن ٣٠ كجم / سم^{٢} عبر شق الصنبور الضيق من جهة السطح الخلفي للقلم كما هو موضح بشكل ١ – ١٤ (ب) ، وينصح بإستعمال هذه الطريقة في حالة خراطة المعادن التي يصعب تشغيلها وذلك باستخدام الأقلام سريعة القطع .

ملاحظة : عكس وضع الشكل بحيث يكون (أ) من جهة اليمين .



(ب) (أ)

شكل ١ – ١٤

طرق تبريـد قلم المخرطة

توجيه تيار من سائل التبريد إلى منطقة القطع من أعلى .. أي بالجزء الذي ينفصل فيه الرايش مع السطح المعرض للتشغيل.

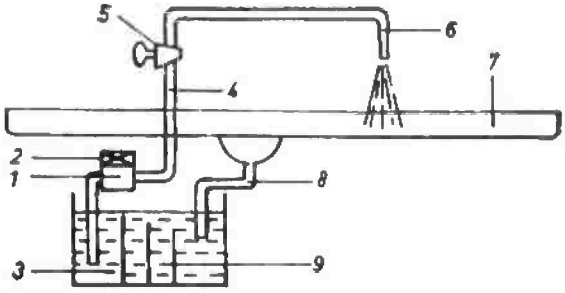
توجيه تيار من سائل التبريد تحت ضغط من صنبور من أسفل القلم من جهة السطح الخلفي للقلم ، أثناء خراطة المعادن التي يصعب تشغيلها.

وسائل توصيل ورفع سائل التبريد بالمخرطة

توجد مضخات في جميع المخارط كما توجد في جميع ماكينات التشغيل ، الغرض منها هو رفع وتوصيل سائل التبريد وتدفقه بضغط مناسب وبشكل منتظم أثناء التشغيل لتبريد الحد القاطع للقلم وأيضاً منطقة القطع.

تثبيت المضخة الكهربائية بخزان سائل التبريد الذي يوجد عادةً بقاعدة المخرطة، حيث توصل بها أنابيب مطاطية ومواسير تصل إلى أعلى العربة تنتهي بمحبس للتحكم في كمية سائل التبريد .

شكل ٧ يوضح رسم تخطيطي لدورة سائل التبريد وكيفية رفعه وتوصيله إلى منطقة القطع ، وإعادة مرة أخرى إلى الخزان.



شكل ١ – ١٥

دورة سائل التبريد بمخرطة

١. المحرك الكهربائي.

٢. مضخة ترسية صغيرة.

٣. خزان سائل التبريد.

٤. ماسورة توصيل.

٥. محبس لتنظيم ضخ سائل التبريد.

٦. تدفق سائل التبريد.

٧. وعاء استقبال سائل التبريد.

٨. مصفاة.

٩. ألواح احتجاز.

عند بدء التشغيل يدار المفتاح الكهربائي الخاص بالمضخة ليقوم بسحب سائل التبريد من الخزان إلى أعلى ، ليندفع إلى منطقة القطع عن طريق المواسير ويمكن التحكم في كمية تدفقه من خلال المحبس.

يتساقط سائل التبريد إلى أسفل ليصل إلى الوعاء عن طريق مصفاة ، حيث توجد المضخة لسحب سائل التبريد إلى أعلى . الغرض من المصفاة هو تنقية السائل من الرايش لعدم انسداد المواسير.

توصى دور الصناعة المنتجة للمخارط بتنظيف خزان سائل التبريد شهرياً.

زيت التبريد

COOLING OIL

زيت التبريد أو زيت القطع من الزيوت النقية التي لا يضاف إليها ماء. يمتاز زيت التبريد بخواص تزييت عالية ولكن مقدرته على التبريد أقل على عكس سائل التبريد.

لذلك يستخدم زيت التبريد في العمليات الصناعية التي يتطلب لها سرعات قطع منخفضة مثل قطع القلاووظ والثقوب ذات الأقطار الصغيرة ، وأيضًا في برغلة الثقوب . يستخدم عادة في مخارط الإنتاج الكمي.

يتكون زيت التبريد (زيت القطع) من الأنواع الآتية :-

١- زيت معدني :

MINERAL OIL

يستخلص بعد عملية تكرير زيت البترول الخام وينتج بدرجات متعددة.

٢- زيت حيواني :

ANIMAL OIL

يستخلص من الحيوانات والأسماك ويعتبر من أجود أنواع زيوت القطع ولكن ثمنه مرتفع.

٣- زيت نباتي :

VEGETABLE OIL

يستخلص من زيت الزيتون وزيت بذرة القطن وزيت بذرة الكتان.

٤- زيت معدني وحيواني :

MINERAL OIL AND ANIMAL

هي الزيوت الأكثر انتشارًا واستعمالاً ، وهي عبارة عن خليط مكون من ٧٠ % زيوت معدنية ، ٣٠ % زيوت حيوانية مضافًا إليها عنصر الكبريت لتحسين صفات الزيت ، والغرض من إضافة الكبريت إلى الزيوت هو إكتسابه خاصية الالتصاق بالأسطح المعدنية.

يتميز الزيت المعدني الحيواني بأنه يعطي نتائج أفضل من الزيوت السابقة بالإضافة بأنه أرخص ثمنًا.

مميزات سوائل التبريد والتزييت :

ADVANTAGES OF LUBRICATION AND COOLING LIQUID

أهم مميزات سوائل التبريد والتزييت هي الآتي :-

١. ترفع كفاءة القطع من خلال تسهيل تشغيل المعادن مما يسمح بزيادة سرعة القطع .. وبالتالي إنتاج أسطح ذات جودة عالية مع الارتفاع في الإنتاج .
٢. تخفض القوى اللازمة للقطع بنسبة تتراوح ما بين 15 % - 10 .
٣. تحفظ على أداة القطع والشغلة في درجة حرارة منخفضة ، الذي يؤدي إلى تحسين دقة القياس .
٤. تمنع تلون الشغلة التي تحدث نتيجة لارتفاع درجات الحرارة احتكاك القطع .
٥. تمنع تكون الأدخنة والضباب الذي قد يتصاعد من عمليات القطع .
٦. تعمل على التخلص من الرايش وإبعاده من منطقة القطع وخاصة في عمليات الثقب .
٧. يمنع صدأ وتآكل أداة القطع والشغلة .
٨. تمنع التحام الرايش بالحد القاطع لعدة القطع .
٩. المحافظة على جودة أداة القطع وامتداد لزمن تشغيلها.