

الفصل 6

العوامل التي تؤثر على التوصيل الكهربائي وصلابة المواد

1- مفهوم الموصل الكهربائي:

هو جسم قادر على تمرير تيار كهربائي , في كثير من الأحيان موصل جيد للكهرباء هو أيضا موصل جيد للحرارة. عكس ذلك هو عازل كهربائي. بشكل عام ، تكون المعادن موصلة كهربائياً ، والأفضل أن تكون من الفضة و النحاس والذهب ، ولكن بسبب سعرها ، نادراً ما تستخدم الفضة والذهب كموصلات للكهرباء

1.1 الخواص الكهربائية للمواد الصلبة

الخاصية الكهربائية للمادة هي إشارة إلى التوصيل. تعرف الموصلية الكهربائية للمادة بأنها قدرتها على نقل الطاقة الحرارية أو الطاقة الكهربائية (وفي بعض الحالات أيضاً الطاقة الصوتية). المواد الصلبة لها درجات متفاوتة من الموصلية ، أي أن جميع المواد الصلبة ليس لها خصائص كهربائية موحدة. يمكن تقسيم المواد الصلبة إلى ثلاث فئات واسعة على أساس الموصلية الكهربائية.

2.1 المجموعات الثلاثة الموصلة للكهرباء

1-الموصلات الكهربائية

الموصلات هي مواد صلبة ذات موصلية كهربائية جيدة. أنها تسمح للطاقة الحرارية و التيارات الكهربائية لنقلها من خلالها بسهولة وسرعة . تسمح الموصلات بنقل الطاقة من خلال التدفق الحر للإلكترونات من الذرة إلى الذرة. لديهم القدرة على تحمل هذه الطاقة في جميع أنحاء المادة حتى عندما يتم تطبيق التيار فقط على جزء واحد منها.

2-العوازل الكهربائية

المواد العازلة هي المواد التي لا تجري على الإطلاق أي طاقة كهربائية أو التيارات . لا يسمحون لأي (أو القليل جداً) من الشحنة الكهربائية بالتدفق عبرهم . لديهم فجوة شريطية كبيرة تمنع تدفق الكهرباء . بعض الأمثلة هي الزجاج ، الخشب ، البلاستيك ، المطاط ، إلخ.

3- أشباه الموصلات الكهربائية

أشباه الموصلات هي الانتقال بين الموصلات والعوازل . هذه هي المواد الصلبة التي لديها القدرة على توصيل الكهرباء من خلالها ولكن فقط في ظل ظروف معينة . هناك نوعان من هذه الشروط التي تؤثر على قدرة أشباه الموصلات على إجراء الطاقة والحرارة والشوائب.

3.1. الموصلات الفائقة

الموصلات الفائقة هي المواد ذات خصائص اثنين:

- غياب المقاومة الكهربائية.
- طرد المجال المغناطيسي تأثير ميسنر من الداخل.

الموصلية الفائقة اكتشفت لأول مرة تاريخيا في أوائل القرن العشرين والذي نسميه عادة "الموصلية الفائقة التقليدية"، يتجلى في درجات حرارة منخفضة للغاية ، بالقرب من الصفر المطلق . وستكون الموصلية الفائقة على وجه الخصوص قادرة على نقل الكهرباء دون فقدان الطاقة .

ملحوظة هامة

يعتمد التوصيل في المواد الصلبة على عدد الإلكترونات في الذرة وعلى الفجوة بين نطاقي التكافؤ والتوصيل . تنتشابة المواد العازلة مع المواد شبة الموصلية في عدد الإلكترونات وتوزيعها وتختلف في حجم الفجوة بينهما.

متى يصبح الماء موصلا للكهرباء !؟

الماء هو موصل جيد للكهرباء بمجرد أن يحتوي على بعض الشوائب، فإذا تم تنقية الماء فيصبح غير قادر على توصيل الكهرباء ، فجزئيات الماء نفسها ليس لديها مهمة محددة وذلك ينتج عنه أن الماء يصبح غير قادر على تبادل الإلكترونات وبدون تبادلها لا يمكن للماء ان يوصل الكهرباء، بالرغم من عدم تواجد طعم مالح في مياه الصنابير إلا انها موصلية للكهرباء لأنها تحتوي على شوائب وليست نقية.

ما هي العناصر الأكثر توصيلا للكهرباء ؟

العنصر الأكثر توصيل كهربائياً هو الفضة ، يليها النحاس والذهب. تتمتع الفضة أيضاً بأنها عالية في التوصيل الحراري. على الرغم من أنها أفضل موصل ، ولكن يتم استخدام النحاس والذهب في كثير من الأحيان في التطبيقات الكهربائية لأن النحاس أقل تكلفة والذهب لديه مقاومة للتآكل أعلى بكثير من الفضة. السبب الذي يجعل الفضة أفضل موصل ، يرجع إلي أن إلكتروناتها أكثر حرية في الحركة من تلك الموجودة في العناصر الأخرى .

4.1. العوامل التي تؤثر على التوصيل الكهربائي:

يمكن أن تؤثر بعض العوامل على مدى توصيل مادة ما للكهرباء.

درجة الحرارة : تؤدي زيادة درجة الحرارة إلى إثارة الذرات الحرارية وتقليل التوصيل الكهربائي .

الشوائب : إضافة شوائب إلى المادة يقلل من توصيلها للكهرباء . ويمكن تفسير ذلك بتقليلها من سهولة تدفق الإلكترونات

-التركيب البلوري والحالة الفيزيائية للمادة يؤثر التركيب البلوري وطريقة معالجة المواد على كفاءتها في التوصيل، كما تختلف كفاءة توصيل المواد باختلاف حالتها الفيزيائية، كما أنها تقل عموماً عند النقطة الفاصلة بين حالة وأخرى

الحقول الكهرومغناطيسية : وجود مجالات كهرومغناطيسية مجاورة يمكن أن يؤدي وجود مجالات مغناطيسية قريبة إلى إعاقة مرور التيار الكهربائي.

2. مفهوم الصلابة

صلابة المادة هي خاصية فيزيائية تشير إلى مقاومتها للتشوه أو الخدش أو الاختراق. إنها خاصية مهمة يجب أخذها بعين الاعتبار في مختلف القطاعات، مثل الهندسة والمعادن والتعدين والبناء. ترتبط صلابة المادة ببنيتها البلورية ومقاومتها الداخلية. ويمكن قياسه باستخدام مقاييس مختلفة مثل مقياس موس، مقياس برينل، مقياس فيكرز، ومقياس روكويل. يستخدم كل مقياس طرق قياس مختلفة وله غرض محدد اعتماداً على نوع المادة والتطبيق.

تعتبر صلابة المواد خاصية أساسية تحدد مدى مقاومتها للتشوه أو الخدش . يتم استخدامه لتقييم مدى ملاءمة المادة في تطبيقات مختلفة، مثل تصنيع الأدوات، وتصميم الهيكل، واختيار المواد للمكونات الميكانيكية.

1.2. خصائص الصلابة

تتميز صلابة المادة بعدة خصائص مهمة يجب أن نأخذها بعين الاعتبار:

- **مضاد للخدش:** المواد الصلبة أقل عرضة للخدش بأشياء أخرى. وهذا يجعلها مثالية للتطبيقات التي تتطلب مقاومة التآكل، كما هو الحال في أدوات القطع.
- **مقاومة التشوه:** تكون المواد الصلبة أقل عرضة للتشوه الدائم تحت الأحمال المطبقة. وهذا أمر بالغ الأهمية في التطبيقات التي تتطلب الاستقرار والمتانة، مثل الهياكل المعدنية.
- **مقاومة الاختراق:** المواد الصلبة يصعب على الأشياء الحادة اختراقها. وهذه الخاصية ضرورية في تطبيقات الحماية، كما هو الحال في صناعة السترات الواقية من الرصاص.
- **قدرة القطع:** المواد الصلبة لديها القدرة على قطع أو كشط المواد اللينة الأخرى. وهذا أمر ضروري في تطبيقات التصنيع.
- **ارتداء المقاومة:** تتمتع المواد الصلبة بمقاومة أكبر للتآكل، مما يجعلها مناسبة للتطبيقات التي يوجد فيها احتكاك مستمر، كما هو الحال في المحامل والتروس.

2.2 العوامل التي تؤثر على صلابة المادة:

من المهم ملاحظة أن الصلابة ليست خاصية متأصلة في المادة، ولكنها تعتمد على عوامل متعددة، مثل التركيب الكيميائي، والبنية البلورية، والمعالجة الحرارية، وعملية التصنيع. لذلك، من الضروري أخذ هذه العوامل في الاعتبار عند مقارنة صلابة المواد المختلفة.

1. **التركيب الكيميائي:** يمكن للعناصر المختلفة الموجودة في المادة أن تؤثر على صلابتها. على سبيل المثال، إضافة الكربون إلى الفولاذ يمكن أن يزيد من صلابته.
2. **البنية البلورية:** يمكن أن يؤثر ترتيب الذرات في المادة أيضًا على الصلابة. على سبيل المثال، تميل المواد ذات البنية البلورية إلى أن تكون أكثر صلابة من تلك التي لها بنية غير متبلورة.
3. **درجة الحرارة:** يمكن لعمليات التسخين والتبريد التي يتم التحكم فيها أن تغير البنية والخواص الميكانيكية للمادة، بما في ذلك صلابتها. فمع ارتفاع درجة الحرارة، تميل المواد إلى أن تصبح أكثر ليونة.
4. **عملية التصنيع:** يمكن أن تؤثر التقنيات المستخدمة أثناء تصنيع المادة على صلابتها. على سبيل المثال، يمكن أن تؤدي المعالجة الحرارية وتصلب السطح إلى جعل المواد أكثر صلابة.

5. **الشوائب:** وجود الشوائب في المادة يمكن أن يؤثر على صلابتها. يمكن أن تؤدي الشوائب إلى تعطيل الشبكة البلورية وإضعاف المادة.

6. **حجم الحبوب:** يمكن أن يؤثر حجم الحبوب في المادة على صلابتها. تميل المواد ذات الحبيبات الدقيقة إلى أن تكون أصلب من المواد ذات الحبيبات الخشنة.

من المهم الإشارة إلى أن صلابة المادة لا ترتبط دائمًا بمقاومتها. قد تكون إحدى المواد صلبة ولكنها هشة، مما يعني أنها تنكسر بسهولة تحت الضغط، بينما قد تكون مادة أخرى أقل صلابة ولكنها أقوى.

3.2. كيف يتم تصنيف صلابة المواد

هناك طرق مختلفة تستخدم لقياس صلابة المواد. بعض الاختبارات الأكثر شيوعًا تشمل اختبار صلابة برينل، واختبار صلابة فيكرز، واختبار صلابة روكويل. تعتمد هذه الاختبارات على تطبيق حمل معروف على سطح المادة وقياس البصمة أو المسافة البادئة الناتجة. ومن هذه القياسات يمكن الحصول على قيمة عددية تمثل صلابة المادة.

يمكن تصنيف الصلابة بطرق مختلفة، اعتمادًا على المعايير المستخدمة لتقييمها. فيما يلي التصنيفات الرئيسية لصلابة المواد:

1- **صلابة موهس:** يصنف هذا المقياس صلابة المعادن باستخدام سلسلة من عشرة معادن ذات صلابة مختلفة. الماس هو أصلب المعادن بصلابة 10. هذا المقياس مفيد لمقارنة الصلابة النسبية للمواد المختلفة، لكنه لا يوفر مقياسًا دقيقًا للصلابة.

2- **صلابة فيكرز:** هو اختبار الصلابة يستخدم هرمًا ماسيًا بشحنة محددة لاخترق سطح المادة. يتم التعبير عن صلابة فيكرز بوحدات الضغط (kgf/mm^2) وتوفر قياسًا دقيقًا لصلابة المادة.

3- **صلابة برينل:** يتكون اختبار الصلابة هذا من الضغط على كرة فولاذية صلبة على سطح المادة وقياس قطر البصمة التي تركتها الكرة. يتم التعبير عن صلابة برينل بوحدات الضغط (kgf/mm^2) وهي مفيدة بشكل خاص للمواد الناعمة أو منخفضة الصلابة.

4- **صلابة روكويل:** هو اختبار صلابة يستخدم أداة إندينتر ماسية أو كرة فولاذية صلبة لقياس عمق الاختراق في المادة. يتم التعبير عن صلابة روكويل على مقياس يمكن أن يكون A ، B ، C ، D ، E ، F أو H ، اعتمادًا على المسافة البادئة المستخدمة والحمل المطبق.