سیم و کابل
صنعت
انجمن صنفی کارفرمایی تولیدکنندگان سیم و کابل ایران
شماره شصت و هشتم - پاییز ۱۳۹۶

روشی ساده برای اندازه گیری مقاومت ویژه هادی

ترجمه و گردآوری: الهام علایی (کارشناس مدیریت صنعتی)

مقاومت ویژه الکتریکی (که مقاومت ویژه یا مقاومت حجمی نامیده می‌شود) یکی از ویژگی‌های ذاتی عناصر است که تعیین کننده میزان مقاومتی است که یک ماده مورد نظر در برابر عبور جریان الکتریکی از خود نشان می‌دهد. مقاومت ویژه کم هر ماده نشان دهنده عبور آسان جریان الکتریکی آن است. مقاومت ویژه را با حرف یونانی رو (ρ) نشان می‌دهند. واحد اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی ویژه الکتریکی در دستگاه متریک Ω.m است. به عنوان مثال اگر ماده‌ای صلب به صورت مکعبی به ابعاد 1m×1m×1m باشد و مقاومت الکتریکی دو وجه روبروی آن 1Ω باشد، در این صورت مقاومت ویژه آن 1Ω.m است. در جدول ۱ مقاومت ویژه چند فلز را مشاهده می‌کنید:

جدول ۱. مقاومت ویژه برخی از فلزات

ماده	مقاومت ویژه الکتریکی ρ (Ω.m)
نقره	1.59×10^{-8}
مس	1.68×10^{-8}
مس آنیل شده	1.72×10^{-8}
طلا	2.44×10^{-8}
آلومینیوم	2.65×10^{-8}
کلسیم	3.36×10^{-8}
تنگستن	5.6×10^{-8}
روی	5.9×10^{-8}
نیکل	6.99×10^{-8}
لیتیوم	9.28×10^{-8}
آهن	9.71×10^{-8}
پلاتین	1.06×10^{-7}
قلع	1.09×10^{-7}
سرب	2.22×10^{-7}
تیتانیوم	4.20×10^{-7}

در مورد فلز مس به عنوان هادی مهم در کابل‌های الکتریکی مبنای مقاومت الکتریکی را 1.7241×10^{-8}Ω.m در نظر می‌گیرند و به مسی که خلوص آن به گونه‌ای باشد که در حالت آنیل شده میزان مقاومت ویژه آن عدد فوق باشد میزان هدایت الکتریکی آن را با معیاری به نام IACS=100% در نظر می‌گیرند و هرگونه فلز دیگر و یا هر مس دیگری که هدایت الکتریکی آن متفاوت با عدد ۱۰۰% باشد بسته به میزان مقاومت الکتریکی آن با IACS می‌سنجند. به عنوان مثال IASC نقره حدود ۱۰۶ و IASC آلومینیوم مخصوص هادی الکتریکی ۶۱ است. طبیعی است که با توجه به دقت در تولید مفتول مس و احتمال افزودن مس ضایعاتی در حین فرآیند میزان IASC مس تولیدی برای سازندگان گوناگون متفاوت باشد. جا دارد که تولیدکنندگان سیم و کابل در ارزیابی تولیدکنندگان، شاخص مقاومت ویژه را به عنوان یکی از معیارهای مهم، اندازه‌گیری و در محاسبات سطوح مقاطع هادی‌ها و کنترل مقاومت اهمی هادی منظور کنند.

روش زیر، روشی بسیار ساده برای چگونگی اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی هادی مسی است که ابتدا به روش مورد نظر و سپس به ذکر مثال می‌پردازیم.

۱- در دمای ۲۰ C° مقاومت اهمی طول مشخصی از هادی را اندازه‌گیری و مقدار مقاومت را بر حسب یک متر محاسبه کنید. توجه کنید که هادی نوسان قطر در طول خود نداشته باشد و سطح مقطع آن یکنواخت باشد.

۲- وزن طول مشخصی از هادی را پس از زدودن چربی های احتمالی روی آن به دقت اندازه گیری و وزن یک متر آن را حساب کنید.

۳- با توجه به چگالی مس ($8.89g/cm^3$) و یا ($0.0089g/mm^3$) سطح مقطع آن را پیدا کنید.

مثال:

فرض کنید مقاومت اهمی اندازه‌گیری و تصحیح شده آن برای هادی مسی برابر شده است با:

R= 234 μΩ

و وزن طول ۱/۲ متری همین هادی نیز مساوی است با:

m= 772g

بنابراین وزن یک متر از این هادی به صورت زیر قابل محاسبه است:

m´=(772 g)/(1.2 m)=643.g/m

وزن مخصوص مس برابر است با:

$0.0089.\ g/mm^3$

بنابراین سطح مقطع محاسباتی این هادی برابر خواهد شد با:

$(643\ g/m)/(0.0089\ g/m^3)=72.2\ mm^2$

بنابراین مقاومت ویژه مس برابر است با:

$\rho=(234\times10^6\times72.2\times10^6)/1=0.0169\ \mu\Omega.m$

یا

$\rho=(234\times10^6\times72.2\times10^6)/1=1.69\times10^{(-8)}\ \Omega.m$

چون عدد به دست آمده از عدد مبنا یعنی ۱٫۷۲×۱۰-۸ کمتر است. نتیجه می‌گیریم که کیفیت مناسبی از نظر خلوص دارد.

مثال: مقاومت اهمی و وزن یک متر سیم با سطح مقطع نامی ۱٫۵ اندازه گیری شده و مقادیر زیر به دست آمده است. در مورد مقاومت ویژه الکتریکی آن چه نظری دارید؟

$R=11.95\ \Omega/km$

$m=13.157\ g/m$

مقطع سطح $S=13.157/8.89=1.48\ mm^2$

بنابراین مقاومت ویژه الکتریکی آن برابر است با:

$P=1.48\times11.95=17.686>17.241$

برای دستیابی به مقاومت استاندارد برای این مفتول باید حدود ۲/۵ درصد نسبت به سطح مقطع استاندارد افزایش سطح مقطع و در نتیجه همین مقدارافزایش در وزن واحد طول داشته باشیم.

مثال: مقاومت ویژه مفتول آلومینیوم و وزن آن اندازه گیری شده است. مقاومت ویژه آن را حساب کنید:

چگالی آلومینیوم 2.71 g/cm3

$R=2.98\ \Omega/km$

$m=25.53\ g/m$

سطح مقطع $S=25.53\div2.71=9.42\ mm2$

$\rho=9.42\times2.98=28.0716$ یا $0.0281\Omega mm^2/m$

نتیجه‌گیری: اهمیت اندازه‌گیری مقاومت ویژه الکتریکی هادی بر کسی پوشیده نیست. بدیهی است هر چه مقاومت ویژه الکتریکی مفتول خریداری شده کمتر باشد با وزن کمتری از مس یا آلومینیوم می‌توان به مقاومت اهمی استاندارد دست یافت. با مطالعه و بررسی میزان مقاومت ویژه می‌توان در انتخاب مس دارای رسانایی مناسب و پیمانکاران مربوط به تأمین مس درست‌تر عمل کرد.

منابع:

Wikipedia

استاندارد BS EN 62561-2