

Por que usar o cobre em vez de alumínio em transformadores de potência?

1. O cobre exibe baixos níveis de fluência (creep). Sob condições extremas de carga e de temperatura dos enrolamentos de transformadores de distribuição, a taxa de fluência do alumínio pode ser até 25 vezes maior do que a do cobre. Isso faz que os transformadores de distribuição com enrolamento de alumínio tenham uma maior propensão a falhas do que os com enrolamento de cobre.
2. As terminações de condutores de cobre são menos propensas a falhas do que as terminações de condutores de alumínio. A razão principal desta diferença é o comportamento de seus óxidos. O óxido de cobre é macio, eletricamente condutor, e se quebra facilmente. O óxido de alumínio liga-se fortemente ao alumínio, é difícil de desalojar e é isolante elétrico. A camada de óxido de alumínio também impede ligações não mecânicas, tal como soldagem, que só é possível após a aplicação de uma camada de estanho, cobre ou níquel sobre o alumínio.
3. Os condutores de cobre não têm nenhuma ação galvânica, pois são do mesmo material dos conectores, geralmente de cobre ou latão (uma liga de cobre e zinco). O alumínio perde material através de ação galvânica, o que leva à perda de contato.
4. O cobre é mais duro, mais forte e mais dúctil do que o alumínio, expande menos e não flui nas terminações. Conseqüentemente, ele não requer inspeções periódicas e reaperto de parafusos. O alumínio sob pressão flui para fora da terminação.
5. A utilização da liga correta de cobre é considerada a melhor forma de garantir alta capacidade de suportar curtos-circuitos em transformadores de potência, devido às notáveis propriedades mecânicas de cobre, como o limite de elasticidade e o módulo de elasticidade. O cobre é disponível com limite de elasticidade de 280 N/mm² para transformadores destinados a trabalho pesados com frequentes curtos-circuitos, tais como os utilizados para fornos a arco. Curtos-circuitos externos podem causar significativo enfraquecimento das partes ativas de um transformador, reduzindo sua confiabilidade.
6. Transformadores de distribuição com enrolamentos de cobre são invariavelmente menores e mais leves do que os que empregam enrolamentos em alumínio para capacidade e desempenho energético equivalente. Como a resistividade do cobre é 0,6 vezes a do alumínio, a secção transversal do condutor de alumínio deve ser 1,66 vezes a secção transversal do condutor de cobre para a mesma resistência. Isto resulta em um maior núcleo e volume do transformador, o que também conduz a um maior tanque do transformador do que no projeto com cobre. Embora o alumínio seja mais leve do que o cobre para um igual volume, no caso dos transformadores de distribuição, esta vantagem é

anulada pelo aumento do volume (e, portanto, do peso) do condutor, do núcleo de aço, e do tanque de óleo.

7. Transformadores de distribuição com enrolamentos de alta tensão feitos de condutores de cobre são menos suscetíveis à fadiga do metal do que os de alumínio. A resistência à fadiga dos condutores do enrolamento de alta tensão feitos em alumínio é muito menor do que daqueles feitos de cobre para solicitações de funcionamento semelhantes. Este fato sugere que, depois de afrouxado, o enrolamento do condutor de alta tensão dos transformadores de distribuição bobinados em alumínio irá falhar antes dos bobinados em cobre.
8. Maior conteúdo de cobre nos transformadores melhora o desempenho energético e, conseqüentemente, reduz os custos do ciclo de vida na maioria dos casos. Um estudo patrocinado pela Comissão Europeia mostrou que a opção de projeto de transformador que dá o menor custo do ciclo de vida tem menos perdas de energia e utiliza substancialmente mais cobre do que o respectivo caso básico.
9. Cargas não lineares causam perdas de carga adicionais em transformadores de potência, que são influenciadas fortemente pela geometria do transformador, configurações dos enrolamentos, isolamento e materiais condutores. Em particular, a distribuição de corrente é mais uniforme nos condutores de cobre devido à condutividade mais elevada.
10. Finalmente, os transformadores com enrolamentos em cobre são frequentemente de fabricação mais barata do que aqueles com enrolamentos em alumínio. Isto não ocorre apenas devido ao custo do condutor, mas também o custo do aço magnético, do tanque e do óleo necessário para atingir o nível de desempenho energético especificado, que determina o custo de produção total do transformador.