

Kein Zuckerschlecken

Die Herstellung von Zuckerkrystallen aus einer süssen Flüssigkeit ist ein energieintensiver Prozess. In einer Zuckerraffinerie von Nordic Sugar musste ein 9-MW-Hochspannungs-Dampfturbinengenerator überholt werden. Eine besondere Herausforderung für das Sulzer-Servicecenter in Birmingham war das spezielle Wicklungsdesign des Generators.

In seinen Werken in Skandinavien und Litauen produziert Nordic Sugar fast eine Million Tonnen Zucker (Abb. 1) aus Zuckerrüben pro Jahr. Die Fabriken arbeiten ausschliesslich im Herbst und Winter, wenn die Zuckerrüben geerntet und verarbeitet werden. Im Frühling und Sommer bleiben sie geschlossen. In diesen sechs Monaten müssen sämtliche Wartungsarbeiten erfolgen. Dies gilt auch für die hier beschriebene Fabrik, deren Hauptgenerator – ein Hochspannungs-Dampfturbinengenerator von Brown Boveri mit 10,8 kV und 9 MW – nach seiner Neuwicklung die erforderliche Energie für den gesamten Zuckerherstellungsprozess liefern soll.

Ein seltenes Wicklungsdesign

Um den riesigen Generator zum Sulzer-Servicecenter nach Birmingham zu transportieren, wurde dieser von den Technikern von Nordic Sugar ausgebaut, was aufgrund des Gewichts von 25 t kein leichtes Unterfangen war. Ausserdem besass er eine seltene Wicklungsform, eine Mischung aus einer rautenförmigen sogenannten Diamond-Coil und einer U-förmigen Hairpin-Coil. Die Herstellung dieser speziellen Spulen erfordert neben technischem Fachwissen auch Erfahrung mit Hairpin-Coils und einen hohen Qualitätsstandard bei der Fertigung.

Herstellung von Hairpin-Coils

Die Grundlage für die Neuwicklung bildeten die originalen Maschinzeichnungen und die Abmessungen, die beim Zerlegen des Generators ermittelt wurden. Entsprechend diesen Messungen wurden 72 Wicklungsschenkel im Hairpin-Design für Nordic Sugar hergestellt, die anschliessend mit hoher Präzision im Stator zusammengefügt wurden (Abb. 2).

Zwei Ingenieure in der Wicklungsfabrik bei Sulzer besaßen Erfahrung in der Fertigung ähnlicher Wicklungen, wie sie vor über 20 Jahren eingesetzt wurden. Sie konnten nun ihr Wissen an die nächste Generation weitergeben, indem sie einige der jüngeren Ingenieure in der Konstruktion und Nachfertigung dieses

speziellen Wicklungstyps schulten. Damit ist Sulzer in der Lage, in Zukunft auch andere Kunden mit solch ungewöhnlichen Wicklungsdesigns zu unterstützen. Hairpin-Coils sind platzsparend, aber schwierig herzustellen. Diamond-Coils haben den Vorteil, dass sie aufgrund ihrer gleichmässigen Geometrie mit automatischen Ausziehmaschinen hergestellt werden können. Aus diesem Grund werden sie häufiger eingesetzt – ein Grossteil aller hergestellten Wicklungen sind Diamond-Coils.

Fertigung von Hairpin-Coils

Der Fertigungsprozess beginnt mit dem Walzen und Glühen des Rohkupfers im hauseigenen Walzwerk. Da Sulzer nicht auf die Lieferung eines Drittanbieters warten muss, kann schnell mit der Fertigung begonnen werden. Jeder Kupferleiter wird einzeln isoliert und geformt. Für halbgeschlossene Nuten ist eine Hairpin- oder Steckwicklung erforderlich, die nur von Hand geformt werden kann. Mit einer im CAD konstruierten, hölzernen Formschablone wird jede Wicklung mit genau der richtigen Form und den richtigen Abmessungen hergestellt. Nach dem Formen und Isolieren mithilfe neuester Isoliertechnik werden die Wicklungen in einer beheizten

- 1 Die Herstellung von Zuckerkrystallen ist äusserst energieintensiv.



„Warum wenden sich Unternehmen wie Nordic Sugar für ihre Reparaturen an Sulzer? Sie wissen, dass sie die gewünschte Qualität und das erforderliche Know-how für alle Arten von Generatoren und Turbomaschinen bekommen. Unser Servicecenter in Birmingham mit eigener Wicklungsfabrik und Neuwicklungswerkstatt ist bestens ausgerüstet, um Wicklungen für so grosse Generatoren zu liefern.“

Ein 9-MW-Generator ist ein mittelgrosses Projekt für uns, doch die ungewöhnliche Hairpin-Konstruktion erfordert besondere Fachkenntnisse, um sicherzustellen, dass die Wicklungen unseren hohen Qualitätsstandards entsprechen. Ganz gleich, ob es um die Fertigung einzelner Wicklungen oder die schlüsselfertige Überholung eines 200-MW-Wasserkraftgenerators geht – wir bieten flexible Services für grosse rotierende Maschinen rund um die Welt. Die hohe Loyalität unserer Kunden zeigt, dass sie die Flexibilität und die erstklassigen Ergebnisse von Sulzer bei Nachfertigungen, Neuwicklungen und Überholungen schätzen.“

**Benny Hinchliffe, Leiter International Sales
im Servicecenter Birmingham**

hydraulischen Presse verdichtet. Anschliessend werden die Abmessungen jeder Wicklung mit der ersten Wicklung der Fertigung verglichen, um einen sicheren Sitz in der gereinigten Statornut sicherzustellen. Stimmen die Abmessungen des neuen Designs, werden alle übrigen Wicklungen gefertigt und an die Neuwicklungswerkstatt übergeben, wo die Mitarbeiter mit all ihrer Erfahrung und Fertigkeit sämtliche Lötverbindungen, Isolierungen und Anschlüsse fertigen (Abb. 3).

Qualitätssicherung durch Inhouse-Prüfungen

Um die Qualität der überholten Generatorteile sicherzustellen, werden an den neuen Wicklungen im Werk Teilleiterschlussprüfungen, Verlustfaktorprüfungen (Tan Delta) und Hochspannungs-Widerstandsprüfungen durchgeführt (Abb. 4). In der Zwischenzeit wird der Stator in der Neuwicklungswerkstatt demontiert und gereinigt. Nach Überprüfung des Kernflusses ist der Stator bereit für die Installation und den Anschluss der neuen Wicklungen.

„Bei jeder Wicklung und jedem Kunden gelten die gleichen hohen Standards in puncto Fertigungsqualität und Prüfung. Diese Detailgenauigkeit, verbunden mit unserer hochpräzisen Reparaturarbeit, sorgt dafür, dass Sulzer die Servicequalität liefert, die unsere Kunden erwarten“, erklärt Benny Hinchliffe.

Autor: Keith Barbier
sulzertechnicalreview@sulzer.com



2 Die ungewöhnliche Form der Wicklung ähnelt einer Haarnadel.



3 Präzise Montage von 72 Hairpin-Coils im Generator.



4 Endkontrolle des Generators im Servicecenter in Birmingham.