Nr. 5710/28

AUSHEIZEN VON ÖL-TRANSFORMATOREN

"ELIN"
AKTIENGESELLSCHAFT FÜR
ELEKTRISCHE INDUSTRIE
WIEN WEIZ

Nr. 5710/28

AUSHEIZEN VON ÖL-TRANSFORMATOREN

„ELIN"
SPÓŁKA AKCYJNA
DLA PRZEMYSŁU ELEKTRYCZNEGO
KRAKÓW, ul. św. Anny 1.

„ELIN"
AKTIENGESELLSCHAFT FÜR
ELEKTRISCHE INDUSTRIE
WIEN—WEIZ

1000 I. 28.

Weizer Werke, Montagehalle II.

Das Öl hat bei seinen elektrotechnischen Anwendungen die Funktion eines Kühlmittels und eines Isolators zu erfüllen. Sorgfältig gereinigtes Öl hat eine Durchschlagsfestigkeit von 100—200 kV/cm. Durch Wasseraufnahme sinkt die Durchschlagsfestigkeit rapid bis auf etwa den 10ten Teil vorstehender Ziffern. Bei einem Wassergehalt von etwa 0,01% ist das Öl mit Wasser gesättigt, mengt sich also mit neu hinzutretendem Wasser nicht mehr und verliert auch nicht weiter an Durchschlagsfestigkeit. Unzureichend niedrige Festigkeitsziffern sind jedoch lange vor dem Sättigungspunkt erreicht, da die Festigkeit unverhältnismäßig rascher sinkt als der Wassergehalt steigt.

Die Reinigung des Öles kann durch Filtrieren, durch Zentrifugieren oder durch Ausheizen (Erhitzen mit oder ohne Vakuum) erfolgen. Die Wirkung der Filterpresse beruht darauf, daß jeder Faserstoff die physikalische Eigenschaft hat, Wasser gieriger als Öl aufzusaugen, wobei aufgesaugtes Öl durch Wasser sofort verdrängt wird. Das Filterpapier wird feucht, das Öl trocken. Die Filterpresse

beseitigt das Wasser und alle mechanischen Suspensionen aus dem Öl in höchst vollkommener Weise, da eine gleichzeitige Erhitzung, welche Ölzersetzungen begünstigen könnte, nicht stattzufinden braucht. Das Zentrifugieren des Öles im warmen Zustand stellt heute wohl die vollkommenste Ölreinigungsmethode dar, da durch diesen Prozeß Wasser und Unreinigkeiten bis auf kaum nachweisbare Spuren entfernt werden. Beide Verfahren sind jedoch bloß Öl-Reinigungsverfahren und ganz ohne Einfluß auf die in den Faserstoffen der Wicklung absorbierte Feuchtigkeit, welche sich nach dem oben Gesagten durch trockenes Öl nicht verdrängen läßt. Um die Feuchtigkeit aus den Wicklungen des Transformators herauszubringen, ist eine Erhitzung des Öles und des ganzen Transformators notwendig und nebenbei die Anwendung des Vakuums außerordentlich erwünscht, da Temperaturen von mehr als 120°C die Güte des Öles gefährden und Temperaturen unter 120°C bei normalem Luftdruck eine genügend weitgehende Beseitigung der Wicklungsfeuchtigkeit nicht immer bewirken. Das Vakuum beseitigt in noch wirksamerer Weise als die erhöhte Temperatur auch Luftblasen, welche in der Wicklung beim Füllen zurückbleiben konnten. In unserer Fabrik werden alle Transformatoren unter Vakuum bei gleichzeitiger Erwärmung in den sogenannten Vakuumöfen getrocknet.

Normaler Weise werden unsere Öltransformatoren und Hochspannungsapparate mit Wicklungen unter Öl, ölgefüllt geliefert. Da selbst bei vollkommen einwandfreier Abdichtung des Kastens auf dem Transport oder bei längerer Lagerung Feuchtigkeit ins Öl gelangen kann, empfiehlt es sich, vor der Inbetriebsetzung das Öl auf Feuchtigkeit zu untersuchen. Dies geschieht in einfachster Weise durch die Spratzprobe. Man entnimmt eine Probe aus den untersten Ölschichten und fängt diese in einem gut gesäuberten und gut ausgetrockneten Gefäß (Becherglas, Eprouvette) auf. Wenn man einen glühenden Eisendraht

in diese Ölprobe eintaucht, so wird bei Vorhandensein von Feuchtigkeit auch die geringste Spur Wasser durch ein deutliches Knistern wahrgenommen werden. Es gehört eine gewisse Beobachtungsgabe dazu, um dieses Knistern von dem zischenden Geräusche zu unterscheiden, das immer auftritt, wenn man einen glühenden Eisendraht auch in vollkommen trockenes Öl eintaucht. Die Feststellung des Wassergehaltes kann auch so erfolgen, daß man das Öl in einer Eprouvette (Becherglas) auf ca. 120° C erwärmt. Bei Vorhandensein von Feuchtigkeit tritt das gleiche knisternde Geräusch auf wie bei der Probe mit dem glühenden Draht. Diese Probe bleibt aber nur ein grober Behelf; in wichtigen Fällen sind feinere Methoden anzuwenden. Die Entscheidung soll dann einem Laboratoriumsbefund vorbehalten bleiben.

Bei Konstatierung von Feuchtigkeit, sei es gelegentlich der Inbetriebsetzung, sei es gelegentlich einer Neufüllung, ist der Transformator oder Hochspannungsapparat mit Ölfüllung, unbedingt auszuheizen. War der Transformator längere Zeit aus dem Ölbad gehoben (wenn auch nur teilweise) oder längere Zeit außer Betrieb, ist ebenfalls Ausheizen unbedingt erforderlich.

A) Trocknen des Öls von Messwandlern, Erdungsdrosseln, Kleintransformatoren etc.

1. Bis zu einem Ölinhalt von 100—150 kg.

Die Trocknung erfolgt am besten im Sandbad über offenem Feuer, wobei die Temperatur des Öles in den heißesten Schichten 100° C nicht überschreiten soll. Der Deckel ist dabei ca. 1 bis 2 cm über den Kastenrand zu heben, damit die verdampfte Feuchtigkeit gut und rasch ohne Kondenswasserbildung entweichen kann. Auf diese Art wird die Feuchtigkeit nicht nur aus dem Öl, sondern auch aus der Wicklung und den Konstruktionsteilen entfernt.

Um sich über den Fortschritt des Ausheizprozesses ein Bild zu machen, sind in Zeitabständen von mehreren Stunden Spratzproben vorzunehmen; das Auskochen ist bis zur vollständigen Trocknung fortzusetzen. Hiebei ist große Vorsicht nötig, damit die entweichenden Öldämpfe nicht Feuer fangen, da der entstehende Brand schwer löschbar ist und den Apparat vernichtet.

2. Bei einem Ölinhalt von über 150 kg.

Das Ausheizen erfolgt hier am zweckmäßigsten auf elektrischem Wege und zwar unter Verwendung von Ausheizwiderständen; wenn diese Möglichkeit nicht besteht, ist nach Punkt 1 vorzugehen.

B) Trocknen des Öles und der Wicklung von Transformatoren bis 1600 kVA und mehr, wenn die Möglichkeit des Ausheizens mittels Öldurchflußkochers nicht gegeben ist.*)

1. Ausheizen mit Heizwiderständen:

wie unter A 2.

2. Im Kurzschluß:

a) **Getrenntes Ausheizen oder Zentrifugieren bei sehr feuchtem Öl.** Dieser Vorgang erstreckt sich einerseits auf das Trocknen des Öles durch Heizwiderstände (oder Zentrifugieren bei einer Temperatur von ca. 100° C), anderseits parallel dazu auf das elektrische Trocknen der Transformatorwicklung außer Öl in Kurzschlußschaltung. Das Ausheizen durch den Kurzschlußstrom ist jedoch mit einiger Vorsicht durchzuführen, damit nicht durch Unachtsamkeit die Bewicklung verbrennt. Ein an der Oberfläche der Wicklung angebrachtes Thermometer soll höchstens bis auf 70° C ansteigen. Der Ausheizstrom (ca. 50 bis 70% des Nennstromes)

*) Siehe Punkt C

ist bei Erreichung dieser Temperatur zu unterbrechen und erst wieder einzuschalten, wenn die Wicklung sich auf etwa 60° C abgekühlt hat. Eine Zeitdauer von 10 Stunden dürfte in den meisten Fällen für dieses Ausheizen genügen. Nun kann der so vorgewärmte Transformator in seinen ebenfalls mit heißem Öl gefüllten Kasten eingebracht werden.

Die anzuschließende zweite Phase der Trocknung erfolgt nun ebenfalls im Kurzschluß und erfordert eine Zeit von ca. 24 bis 48 Stunden. Dieser Vorgang hat den Zweck, nicht nur die allerletzten Reste von Wasser auszutreiben, sondern es soll hier hauptsächlich die beim Eintauchen des Transformatorgestelles in das Öl mitgerissene Luft, die sich in versteckten Winkeln aufhält, durch Wärme (Volumsvergrößerung und Erzeugung einer Ölzirkulation) entfernt werden. Die thermische Wirkung, welche durch Ausdehnen der Lufthohlräume Luftblasen zum Entweichen bringt, ist durch zeitweises Bewegen (Heben, Senken, Drehen um geringe Beträge) zu unterstützen.

b) Ausheizen der Wicklung und des Öles zusammen. Wo eigene Heizwiderstände fehlen, geschieht das Trocknen des Öles lediglich durch die Wicklung des Transformators im Kurzschluß. Die Ausheizzeit muß hier ca. 48 bis 72 Stunden (eine bestimmte Zeit läßt sich nicht angeben) währen. Beendet erscheint dieser Prozess, wenn kein Aufsteigen von Luftbläschen mehr beobachtet wird. Das Ausheizen im Kurzschluß geschieht dadurch, daß man die Unterspannungswicklung kurzschließt und die Oberspannungswicklung an eine Stromquelle anschließt, deren Spannung der am Leistungsschild des Transformators angegebenen Kurzschlußspannung ungefähr gleichkommt. In den Wicklungen des Transformators fließt dann annähernd der Vollaststrom. Die erzeugte Heizleistung entspricht ca. den Wicklungsverlusten bei Vollast. Gibt die zur

Verfügung stehende Stromquelle zu hohe Spannung, so kann man eine zu hohe Stromaufnahme des Transformators dadurch verhindern, daß man die Unterspannungswicklung nicht unmittelbar, sondern über Widerstandsdrähte, event. Eisendrähte, kurzschließt. Bei Drehstromtransformatoren ist darauf zu achten, daß diese drei Drähte gleichen Widerstand haben. Zur Kontrolle der Stromstärke empfiehlt es sich, entweder in die kurzgeschlossene Unterspannungswicklung oder auch in die Oberspannungswicklung ein Ampèremeter einzuschalten. Ist dagegen die vorhandene Heizspannung zu klein, so kann durch Umhüllen des Transformatorkastens mit Plachen die Abkühlung vermindert und die Öltemperatur daher erhöht werden, welche Maßnahme eventuell bei Transformatoren mit Selbstkühlung auch trotz richtig gewählter Kurzschlußspannung erforderlich ist, da die durch die Wicklungsverluste gegebene Heizleistung sonst nicht ausreicht, um die erforderliche Temperatur zu erzielen. Damit die verdampfte Feuchtigkeit ohne Kondenswasserbildung rasch entweichen kann, ist der Transformatordeckel um 3 bis 5 cm anzuheben oder man schafft durch Herausschrauben der Isolatoren auf dem Deckel die notwendigen Atmungslöcher.

Bei Transformatoren mit Ausdehnungsgefäß muß während des Ausheizens dieses entfernt und entsprechend Öl abgelassen werden, welches separat zu trocknen ist (durch Heizwiderstände oder event. durch vorsichtiges Erwärmen über offenem Feuer durch einige Stunden).

C) Ausheizen von Transformatoren über 1600 kVA mittels Öldurchflußkochers.

Größere Transformatoren (über 1600 kVA) werden am besten mittels unserer Öldurchflußkocher aus-

getrocknet, die wir in Ausführung als Dampfkocher, (Dampfheizung) mit elektrischem Antrieb für Öl- und Vakuumpumpe oder als rein elektrische Kocher (elektrische Heizung) unseren Kunden leihweise zur Verfügung stellen. Beide Kocher sind fahrbar für Bespannung mit 2 Pferden eingerichtet. Das Gewicht des elektrischen Durchflußkochers beträgt ca. 3·5 t, des Dampfdurchflußkochers ca. 4 t. Beim Dampfkocher wird das Öl durch eine Heizschlange gepumpt, welche in einem Dampfraum eingebaut ist. Beim elektrischen Kocher wird das Öl durch einen Rohrschlauch getrieben, der als kurzgeschlossene Wicklung eines Transformators ausgebildet ist. Ein Reguliertransformator ermöglicht die richtige Einstellung der Heiztemperatur. Beide Anlagen besitzen eine Evakuiereinrichtung zum Absaugen der Dämpfe aus dem Transformator, je eine Filtriereinrichtung zum Reinigen des Öles, von mechanischen Verunreinigungen und je eine Ölprüfeinrichtung für 60 kV max. Prüfspannung, welche es ermöglicht, das ausgeheizte Öl bis zu 200 kV/cm Durchschlagsfestigkeit zu erproben. Die ganzen Ölmanipulationen (Heizen, Filtrieren und Ölprüfen) können ohne Ölverlust vorgenommen werden. Die Verwendung des eingebauten Ölprüfapparates ist von der „ELIN“ erstmalig angewendet worden und nur die dadurch gegebene ständige Kontrolle verbürgt eine richtige Ausheizung.

Jede Vakuumeinrichtung ist mit einem einstellbaren Vakuumventil ausgestattet, durch welches das Vakuum der Festigkeit des Transformatorkessels angepaßt werden kann. Die Ausheizdauer fällt mit zunehmendem Vakuum. Jeder Transformatorkasten ist bis zu einem gewissen Grade evakuierbar. Von 500 kVA aufwärts werden alle unsere Tranformatorkessel so ausgestattet, daß sie an eine Vakuum-Ölkocheinrichtung angeschlossen werden können.

Die Motoren, sowie die Ölprüfanlage des Dampfkochers können an 110, 220 und 380 Volt angeschlossen werden, der elektrische Kocher an 180, 220, 310 und 500 Volt bei 42 bis 50 Per.

Der Kraftverbrauch des elektrischen Durchflußkochers beträgt ca. 60 kVA, des Dampfkochers ca. 5 kVA.

Mit Angeboten auf elektrisch- oder dampfgeheizte Öldurchflußkocher dienen wir über Wunsch.

J. & S. 1764 II. 28.