



GEAFOL – Gießharztransformatoren

Brandverhalten, Toxikologie der Rauchgase
sowie der oxidativen Pyrolyse-Produkte

Power Transmission and Distribution

SIEMENS

Die Versuche und ihre Ergebnisse – Zusammenfassung

Gießharz-Trockentransformatoren können die aus ökologischen und toxischen Gründen in Frage gestellten Askareltransformatoren fast ausnahmslos ersetzen. Das Brandverhalten des GEAFO[®]-Gießharztransformators bei interner und externer Energieeinwirkung und die mögliche Toxizität seiner Brandgase und Pyrolyseprodukte waren zu untersuchen.

Kurzschlussversuche im Hochleistungsversuchsfeld der Forschungsgemeinschaft Mannheim-Rheinau

Versuchsaufbau

An einem betriebswarmen 800-kVA-GEAFO[®]-Gießharztransformator wurden Kurzschlusslichtbögen über alle drei Oberspannungswicklungen erzeugt. Die Kurzschlussleistung war auf 150 MVA begrenzt.

Versuchsergebnis

Nach zwei Kurzschlusslichtbögen von 0,5 und 2,0 Sekunden Dauer zeigte der Transformator Oberflächenschäden durch die Lichtbogeneinwirkungen. Seine Betriebseigenschaften wären nach einer Oberflächenreinigung nicht eingeschränkt.

Folgerung

Der GEAFO[®]-Gießharztransformator ist auch im betriebswarmen Zustand durch energiestarke Lichtbögen nicht entzündbar; Oberflächenlichtbögen führen zu keiner bleibenden Einschränkung seiner Betriebseigenschaften.

Brandversuche mit Rauchgasuntersuchungen im Brandhaus des Allianz-Zentrums für Technik GmbH

Versuchsaufbau

An einem weiteren 800-kVA-GEAFO[®]-Gießharztransformator wurde zuerst der Schenkel W einer externen Beflammung mit trockenem Fichtenholz und dann der Schenkel U einer solchen mit Propangas ausgesetzt. Die Flammentemperaturen betragen 800 bis 1.200 °C.

Die Versuchsdauer bei Holzbeflammung war 44 Minuten; dem dabei gemessenen Temperaturverlauf entsprechend wurde beim Gasflamversuch die Brandquelle nach 30 Minuten abgeschaltet. Die entstehenden Rauchgase wurden im Onlinebetrieb im Abstand von 4 Sekunden gescannt, gespeichert und im Bereich von m/e (Masse/Ladung) = 12 bis m/e = 650 massenspektrometrisch ausgewertet.

Versuchsergebnisse

■ Erwartungsgemäß entzündeten sich unter dem lang andauernden Einfluss der hohen externen Flammentemperaturen (bis 1.200 °C) die Isolierstoffe der OS- und US-Wicklung und führten insbesondere durch die Kaminwirkung axialer Kühlkanäle zu einer kräftigen Flammfackel. Die Außenfläche der OS-Wicklung wies nur im unmittelbaren Bereich der Beflammung Brandspuren auf. Die Flammfortleitung zum Nachbarschenkel war gering. Nach dem Niederbrennen des Holzes bzw. nach Abschalten der Gasbrenner erloschen die Flammen selbstständig.

- Zur Analyse der Rauchgase wurden alle Massen zwischen m/e = 12 bis m/e = 650 aufgezeichnet, die den brandtemperaturproportionalen Verlauf und mehr als einen Peak während des Brandverlaufs aufwiesen.
- Die Brandgase enthielten zu 99% die Bestandteile der Luft (N_2 , O_2 , Ar, CO_2).
- An der Intensität des Moleküllions für CO_2 lässt sich der Brandverlauf verfolgen.
- In den Brandgasen wurden außer CO_2 (= 100% gesetzt) nur die im Fachaufsatz E50001-U413-A105 „Brandverhalten gießharzisolierter Trockentransformatoren“ tabellarisch dargestellten Kohlenwasserstoffgase gefunden.
- Die Gesamtkonzentration der Kohlenwasserstoffe lag unter 120 ppm.
- Das massenspektrometrisch von N_2 nicht unterscheidbare Kohlenmonoxid CO wurde gaschromatografisch in einer Konzentration von knapp 3% ermittelt.

Folgerung

Bei Einbeziehung eines gießharzisolierten Transformators GEAFO[®] in einen externen Brand tritt keine wesentliche Verschärfung des Brandgeschehens ein. Unter den beschriebenen Versuchsbedingungen wurden außer brandüblichen Rauchgasen wie CO und CO_2 nur wenige Rauchgaskomponenten des Kohlenwasserstoffs gefunden; wegen ihrer geringen Konzentration können von diesen keine spezifischen Gefahren erwartet werden, die auch aus dieser Sicht das extern ausgelöste Brandgeschehen verschärfen könnten.



Untersuchungen der Pyrolyseprodukte des Gießharzformstoffs für GEA-FOL-Transformatoren auf 2,3,7,8-TCDF und 2,3,7,8-TCDD durch CIBA-GEIGY (Vantico), Basel/Schweiz

Versuchsaufbau

Das Gießharz wurde in der BAYER-ICI-SHELL-Apparatur verbrannt, die entstandenen Verbrennungsprodukte an einem Filter und in Methanol als Absorptionslösung aufgefangen. Der Extrakt des Filters wurde mit der Absorptionslösung vereinigt. Zu einem Aliquot wurden bekannte Mengen an TCDF und TCDD zugegeben (Muster mit Zugabe).

Anschließend wurden beide Probelösungen ohne und mit Zugabe säulenchromatografisch gereinigt und auf einer Kapillarsäule mit EC-Detection chromatografiert.

Versuchsergebnis

In den Pyrolyseprodukten des Gießharzformstoffs ist auf dem Niveau von 0,05 µg/g (= 0,05 ppm) kein 2,3,7,8-TCDF und kein 2,3,7,8-TCDD nachgewiesen worden.

Sonderprüfung zum Nachweis der Brandverhaltensklasse

Versuchsaufbau

In einer speziellen Kammer wurde die Nachbildung eines Transformator-Schenkels gleichzeitig mit

- Flammen aus einer Spirituswanne,
- Strahlungswärme von einer senkrecht stehenden Heizstrahlerwand und
- reflektierender Wärme durch einen Metallschirm hinter der Spule geprüft.

Die Prüfkriterien sind maximale Abgastemperatur und deren zeitlicher Verlauf sowie die Rauchgasdichte.

Versuchsergebnis

Der Nachweis zur Einstufung in die höchste Brandklasse F1 gemäß IEC 60076-11 konnte erbracht werden.

Gesamtergebnisse

Die in vier Zielrichtungen durchgeführten Versuche zeigten, dass GEA-FOL Gießharz-Trockentransformatoren durch energiestarke Lichtbögen nicht entzündbar und bei externer Beflammung nach Entfernen der Brandquelle selbstverlöschend sind. Eine horizontale Flammfortleitung war nicht zu beobachten. Die Analyse der Brandgase und die oxidative Pyrolyse des Gießharzformstoffs zeigen über brandübliche Rauchgase hinaus keine nennenswerten toxischen Anteile. Der Transformator erfüllt alle Anforderungen zur Einstufung in die Brandklasse F1. Dieses Ergebnis war auch so zu erwarten, weil die Komponenten des Gießharzformstoffs, die verwendeten Isolierstoffe und deren chemische Reaktionen bei Beflammung keine Hinweise auf kritische Toxizitäten geben.

Bitte beachten Sie zu diesem Thema auch den Fachaufsatz „Brandverhalten gießharzisolierter Trockentransformatoren“ (E50001-U413-A105).

Siemens AG

Power Transmission and Distribution
Transformers Division

Transformatorenwerk Kirchheim
Hegelstraße 20
73230 Kirchheim/Teck
Deutschland
Tel.: +49 (0) 7021 508-0
Fax: +49 (0) 7021 508-495

Siemens Transzformátor Kft.
1214 Budapest
II. Rákóczi Ferenc u.189.
Hungary
Tel.: +36 (1) 278 5300
Fax: +36 (1) 278 5335

www.siemens.com/energy

Für weitere Informationen steht Ihnen unser
Customer Support Center zur Verfügung.
Tel.: +49 180/524 70 00
Fax: +49 180/524 24 71
(Gebührenpflichtig, z. B.: 12 ct/min.)
E-Mail: support.energy@siemens.com
www.siemens.com/energy-support

Bestell-Nr. E50001-U413-A60-V3
Printed in Germany
Dispo 19201
TH 101-060834 102062 WS 10062.0