

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Isoliersysteme	10
4.1 Allgemeines	10
4.2 Arten der Wicklungsisolierung	11
4.2.1 Allgemeines	11
4.2.2 Zusammenfassung der Wicklungs-/Systemisolierungs-Typen	12
4.2.3 Hybridwicklungstypen	12
4.2.4 Wicklungen mit Hochtemperaturisolierung	16
5 Übertemperaturgrenzwerte	17
5.1 Allgemeines	17
5.2 Thermisch veredeltes Papier (TUP)	18
5.3 In Esterflüssigkeiten verwendete Zellulose	19
6 Bauelemente und Werkstoffe	19
6.1 Allgemeines	19
6.2 Leitungen und Kabel	19
7 Besondere Betrachtungen zur Auslegung	19
7.1 Kurzschlussbetrachtungen	19
7.2 Anforderungen an die Spannungsfestigkeit	20
7.3 Temperaturanforderungen	20
7.4 Überlast	22
8 Geforderte Informationen	23
8.1 Vom Abnehmer zur Verfügung zu stellende Informationen	23
8.1.1 Umgebungstemperaturen und Lastspiele	23
8.1.2 Andere ungewöhnliche Betriebsbedingungen	23
8.2 Vom Hersteller zur Verfügung zu stellende Informationen	23
8.2.1 Wärmetechnische Kennwerte	23
8.2.2 Garantien	24
9 Leistungsschild und zusätzliche Informationen	24
9.1 Leistungsschild	24
9.2 Betriebsanleitung	24
10 Prüfanforderungen	24
10.1 Stückprüfungen, Typprüfungen und Sonderprüfungen	24
10.2 Analyse der im Öl gelösten Gase	25

	Seite
10.3	Kompakttransformatoren mit OD-Kühlung 25
10.4	Auswertung von Erwärmungsprüfungen an Wicklungen mit mehreren Heißpunkten..... 25
10.5	Dielektrische Typprüfungen 28
11	Überwachung, Diagnose und Wartung 28
11.1	Allgemeines 28
11.2	Mit Isolieröl auf Mineralölbasis gefüllte Transformatoren..... 28
11.3	Mit Hochtemperatur-Isolierflüssigkeiten gefüllte Transformatoren..... 28
Anhang A (informativ)	Isolierstoffe..... 29
Anhang B (informativ)	Schneller Temperaturanstieg und Gasblasenbildung 36
Anhang C (informativ)	Esterflüssigkeit und Zellulose 39
Anhang D (normativ)	Bezeichnung des Isoliersystems 54
Literaturhinweise.....	57
Anhang ZA (normativ)	Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen 60
Bilder	
Bild 1 – Beispiel einer Wicklung mit Semihybridisolierung.....	13
Bild 2 – Beispiel einer Wicklung mit Mischhybridisolierung.....	14
Bild 3 – Beispiel einer Wicklung mit Vollhybridisolierung.....	15
Bild 4 – Beispiel eines Hochtemperatur-Isoliersystems.....	16
Bild 5 – Temperaturgradient Leiter zu Flüssigkeit.....	21
Bild 6 – Modifiziertes Temperaturdiagramm für Wicklungen mit einem Mischhybrid-Isoliersystem.....	27
Bild A.1 – Beispiel für einen Graphen der thermischen Beständigkeit.....	30
Bild B.1 – Temperaturdiagramm der Blasenbildung.....	37
Bild C.1 – Auf die Zugfestigkeit bezogene Alterungsergebnisse von TUP in Mineralöl und natürlicher Esterflüssigkeit.....	40
Bild C.2 – Auf die Zugfestigkeit bezogene zusammengesetzte Alterungsergebnisse von TUP in Mineralöl und natürlicher Esterflüssigkeit.....	41
Bild C.3 – Auf den Polymerisationsgrad bezogene Alterungsergebnisse von TUP in Mineralöl und natürlicher Esterflüssigkeit.....	42
Bild C.4 – Auf den Polymerisationsgrad bezogene zusammengesetzte Alterungsergebnisse von TUP in Mineralöl und natürlicher Esterflüssigkeit.....	43
Bild C.5 – Auf die Zugfestigkeit bezogene Alterungsergebnisse von Kraftpapier in Mineralöl und natürlicher Esterflüssigkeit.....	44
Bild C.6 – Auf die Zugfestigkeit bezogene zusammengesetzte Alterungsergebnisse von Kraftpapier in Mineralöl und natürlicher Esterflüssigkeit.....	44
Bild C.7 – Auf den Polymerisationsgrad bezogene Alterungsergebnisse von Kraftpapier in Mineralöl und natürlicher Esterflüssigkeit.....	45
Bild C.8 – Auf den Polymerisationsgrad bezogene zusammengesetzte Alterungsergebnisse von Kraftpapier in Mineralöl und natürlicher Esterflüssigkeit.....	45
Bild C.9 – Infrarotspektren von in Flüssigkeit bei 110 °C gealtertem Kraftpapier für 175 Tage.....	48
Bild C.10 – Gerätelebensdauer über der Temperatur von TUP-Alterungsdaten (Anpassung nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate).....	49

Bild C.11 – Gerätelebensdauer über der Temperatur von Kraftpapier-Alterungsdaten (Anpassung nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate) 50

Tabellen

Tabelle 1 – Bevorzugte thermische Klassen für Isoliersysteme 11

Tabelle 2 – Wicklungs-/Systemisolierungen im Vergleich 12

Tabelle 3 – Maximale kontinuierliche Übertemperaturgrenzwerte für Transformatoren mit Hybridisoliersystemen 18

Tabelle 4 – Maximale kontinuierliche Übertemperaturgrenzwerte für Transformatoren mit Hochtemperatur-Isoliersystemen 18

Tabelle 5 – Maximale empfohlene Überlasttemperaturgrenzwerte für Transformatoren mit Hybridisoliersystemen 22

Tabelle 6 – Maximale empfohlene Überlasttemperaturgrenzwerte für Transformatoren mit Hochtemperatur-Isoliersystemen 23

Tabelle A.1 – Typische Eigenschaften von festen Isolierstoffen 33

Tabelle A.2 – Typische Lacke für die Drahtisolierung 34

Tabelle A.3 – Typische Leistungskennwerte von unbenutzten Isolierflüssigkeiten 35

Tabelle C.1 – Auswirkung von Grenzwerten der Feuchtigkeitslöslichkeit auf die Verringerung des Feuchtigkeitsgehalts der Zellulose 47

Tabelle C.2 – Vergleich von Alterungsergebnissen 49

Tabelle C.3 – Maximale Übertemperaturen für Esterflüssigkeit/Zellulose-Isoliersysteme 50

Tabelle C.4 – Vorgeschlagene Grenzwerte für die maximale Überlasttemperatur von Esterflüssigkeit/Zellulose-Isoliersystemen 51