تقنية حديثة لإعادة تأهيل عازلية محولات الاستطاعة في محطات التحويل في الشبكات الكهربائية السورية

المهندس عمار ساعاتي* **الدكتور المهندس سميح الجابي****

الملخص

تستثمر حالياً في شبكات التوتر العالي في سورية مئات من محولات الاستطاعة الكهربائية التي يزيد توترها الاسمي على 11 ك ف وتزيد استطاعتها الاسمية على 10 م ف أ والتي مضى على وضعها في الاستثمار أكثر من 15 عاماً، ولم تجرِ على الغالبية العظمى من هذه المحولات أية صيانة عامة لأسباب متعددة، أهمها تعذر إخراج هذه المحولات من الخدمة، واقتصرت صيانتها بشكل عام على إجراءات الصيانة الروتينية.

تنص النظم الدولية IEC وتعليمات مصنعي المحولات الكهربائية على إجراء العديد من الفحوص والاختبارات والقياسات بشكل دوري بهدف التحقق من قيم المميزات الكهربائية لهذه المحولات.لكن نقص التجهيزات اللازمة ومعدات القياس المعقدة في أماكن استثمار هذه المحولات تجعل إجراء مثل هذه الاختبارات والفحوص شبه مستحيلة.

تتناقص خواص المواد العازلة الكهربائية المستعملة في التجهيزات مع زيادة عمر استثمار هذه التجهيزات في شبكات التوتر العالي، ويزداد خطر ظهور أعطال كهربائية مؤذية بسبب انهيار عازلية هذه التجهيزات. ولكي نحافظ على موثوقية عالية في عمل الشبكة الكهربائية فإنَّه من الضروري الوصول إلى العمر الأعظمي الممكن لتجهيزات نظام الطاقة الكهربائية بشكل عام وللمحولات الكهربائية بشكل خاص؛ لأن المحولات الكهربائية تمثل العنصر الأهم والأغلى في شبكات التوتر العالي الكهربائية.

وقد ظهرت بهدف تحسين أداء محولات الاستطاعة في شبكات التوتر العالي وإعادة المميزات الكهربائية للمواد العازلة لهذه المحولات إلى قيمتها الاسمية المقبولة، طرائق تقنية وعملية جديدة لإعادة تأهل عازلية محولات الاستطاعة في مواقع عملها في محطات التحويل الكهربائية دون الحاجة إلى نقلها إلى ورشات الإصلاح أو إلى مخابر المصنع.

تقسم التقنيات الجديدة المستعملة خلال السنوات الأخيرة لإعادة تأهيل محولات الاستطاعة الكهربائية في مواقع

* أعد هذا البحث في سياق بحث الدكتوراه للمهندس عمار ساعاتي مدير أعمال في قسم هندسة الطاقة الكهربائية جامعة دمشق، بإشراف الدكتور المهندس سميح الجابي

** أستاذ في قسم هندسة الطاقة الكهربائية- كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية – جامعة دمشق

التركيب والاستثمار إلى فئتين:

الفئة الأولى: تعتمد على التأثير غير المباشر في المواد العازلة الصلبة في المحولات، وتسمى تقانة تنقية الوسط العازل في شروط خلخلة متقدمة.

- **الفئة الثانية: تعتمد على التأثير المباشر على المواد العازلة الصلبة في المحولات وتسمى تقانة التسخين ضمن شروط خلخلة متقدمة.**

ويتطرق البحث إلى استخدام طريقة تقانة التسخين ضمن شروط خلخلة متقدمة هي طريقة (التسخين والغسيل برذاذ من الزيت الساخن ضمن شروط إحداث خلاء متقدم)، إذ يمكن أن يتحقق من تطبيق هذه الطريقة ما يأتي:

- **زيادة قيمة مقاومة المواد العازلة الصلبة في المحولة R_{60} و R_{15}**
- **خفض قيمة زاوية الضياعات في المواد العازلة ($tag\ \delta$) عن طريق التخلص من قطرات الماء والشوائب من المادة العازلة للملفات.**
- **خفض قيمة زاوية الضياعات في الزيت ($tag\ \delta_{oil}$) عن طريق الفلترة والتنقية أو عن طريق الاستبدال.**
- **تنقية زيت المحولات وتجفيفه.**
- **تنظيف المواد العازلة الصلبة عن طريق غسيل أجزاء المحولة.**
- **طرح الغازات من مختلف أجزاء المواد العازلة في المحولة.**
- **فحص الدارات الأولية للمحولات واختبارها (المقاومات الأومية للملفات، تماسات ومرابط الأقطاب، تماسات منظم التوتر).**

وقد أدى تطبيق هذه الطريقة على عدد من محولات الاستطاعة في الشبكة الكهربائية السورية في محطات تحويل ادلب – الديماس – فيروزه – شيخ خلوف إلى إعادة خواص ومميزات المحولات الكهربائية التي عُولِجَتْ إلى حدود قيمها الاسمية والمحددة من قبل المصنع ووضعها بالخدمة والاستثمار بشكل أمثل.

1– مقدمة: [1] ، [6]، [5]

تستثمر حالياً في شبكات التوتر العالي في سورية مئات من محولات الاستطاعة الكهربائية التي يزيد توترها الاسمي على 11 ك ف وتزيد استطاعتها الاسمية على 10 م ف أ والتي مضى على وضعها في الاستثمار أكثر من 15 عاماً، ولم تجرِ على الغالبية العظمى من هذه المحولات أية صيانة عامة لأسباب متعددة، أهمها تعذر إخراج هذه المحولات من الخدمة، واقتصرت صيانتها بشكل عام على إجراءات الصيانة الروتينية.

تنص النظم الدولية IEC وتعليمات مصنعي المحولات الكهربائية على إجراء العديد من الفحوص والاختبارات والقياسات بشكل دوري بهدف التحقق من قيم المميزات الكهربائية لهذه المحولات. لكن نقص التجهيزات اللازمة ومعدات القياس المعقدة في أماكن استثمار هذه المحولات تجعل إجراء مثل هذه الاختبارات والفحوص شبه مستحيلة.

تتناقص خواص المواد العازلة الكهربائية المستعملة في التجهيزات مع زيادة عمر استثمار هذه التجهيزات في شبكات التوتر العالي، ويزداد خطر ظهور أعطال كهربائية مؤذية بسبب انهيار عازلية هذه التجهيزات. ولكي نحافظ على موثوقية عالية في عمل الشبكة الكهربائية فإنَه من الضروري الوصول إلى العمر الأعظمي الممكن لتجهيزات نظام الطاقة الكهربائية بشكل عام وللمحولات الكهربائية بشكل خاص، لأن المحولات الكهربائية تمثل العنصر الأهم والأغلى في شبكات التوتر العالي الكهربائية.

وبهدف تحسين أداء محولات الاستطاعة في شبكات التوتر العالي وإعادة مميزات عازلية هذه المحولات إلى قيمتها الاسمية المقبولة، تم إيجاد طرائق تقنية وعملية جديدة لإعادة تأهيل عازلية محولات الاستطاعة في مواقع عملها في محطات التحويل الكهربائية دون الحاجة إلى نقلها إلى ورشات الإصلاح أو إلى مخابر المصنع.

2– الأهداف الرئيسة لعملية إعادة تأهيل محولات الاستطاعة الكهربائية [2]،[3]،[4]

يمكن تحديد هذه الأهداف كما يأتي:

- زيادة قيمة مقاومة العازلية الكهربائية R_{60}.
- خفض قيمة زاوية الضياعات في المواد العازلة ($tg\delta$) عن طريق التخلص من قطرات الماء و الشوائب من المادة العازلة للملفات.
- خفض قيمة زاوية الضياعات في الزيت ($tg\delta_{oil}$) عن طريق فلترة الزيت، أو عن طريق استبدال الزيت.
- تنقية زيت المحولات وتجفيفه.
- تنظيف المواد العازلة الصلبة عن طريق غسيل أجزاء المحولة النشيطة.
- طرح الغازات من مختلف أجزاء المواد العازلة في المحولة.
- فحص الدارات الأولية للمحولات واختبارها (المقاومات الأومية للملفات، تماسات ومرابط الأقطاب، تماسات منظم التوتر).

3-دراسة الحالة الراهنة للمحولات الكهربائية المستعملة في الشبكة: [6]،[7]

تعتمد دراسة الحالة الراهنة للمحولات الكهربائية المستعملة في الشبكات على القياسات المختلفة التي تتم في موقع التشغيل لتحديد مميزاتها الكهربائية وتجرى

القياسات من قبل عناصر فنية مؤهلة باستخدام تجهيزات ومعدات قياس ملائمة.

وتسمح هذه القياسات بدراسة الحالة الكهربائية للمحولة ومعرفتها بشكل مفصل. وتشمل هذه القياسات ما يأتي:

أ- قياس المقاومات الأومية لمختلف وشائع المحولة بدقة تصل إلى 0.1 MΩ.

ب- قياس مقاومات العزل بعد 15 ثانية وبعد 60 ثانية R_{15} , R_{60} , $R=f(t)$.

ت- قياس تيارات التسريب عبر المواد العازلة الصلبة للمحولة كتابع للزمن حتى الوصول إلى القيمة المستقرة $i_{ins}=f(t)$ وتجري القياسات بين الوشائع جميعها، وشيعة التوتر العالي V ووشيعة التوتر المنخفضLV وجسم المحولة 0،ولكل الاحتمالات:

(LV-0), (HV-LV+0), (LV-HV+0),(LV – HV)

ث- تحديد درجة الرطوبة في المواد العازلة الصلبة باستخدام نتائج القياسات السابقة.

ج- تحديد مستوى الترسبات على سطوح الأجزاء الفعالة من المحولة، وذلك استناداً إلى القياسات وإلى تحليل منحنيات تغير مقاومة العازلية في الزمن $R_{ins} = f(t)$ وتغير تيار التسريب عبر المواد العازلة في الزمن $i_{ins} = f(t)$.

ح- تحديد خواص الزيت العازل عن طريق القياسات، مثل:

- تحديد قيمة زاوية الضياعات في الزيت $tag\ \delta_{oil}$.

- تحديد شدة حقل الانفراغ الكهربائي E_{dis}.

- تحديد كمية الغازات المنحلة في الزيت.

واستناداً إلى النتائج التي نحصل عليها يمكن تكوين فكرة كاملة حول خواص و حالة الزيت في المحولة.

ومن هذه القياسات والحسابات المذكورة أعلاه جميعها، ومن تحليل المعطيات المختلفة للمحولة، وهي موضوعة في الخدمة يمكننا استخلاص التوصيات الرئيسية الآتية:

- استمرار وضع المحولة في الخدمة بكامل الحمل.
- إجراء الصيانة وإعادة تأهيل المحولة من موقع الاستثمار.
- إجراء الإصلاحات للمحولة واستبدال بعض أجزائها في إحدى الورشات أو المعامل المتخصصة وذلك إذا نتجت جدوى اقتصادية لمثل هذا الإصلاح.

يجب الانتباه إلى أن إجراء القياسات المذكورة أعلاه جميعها، يتطلب إخراج المحولة من الخدمة وفصل أقطابها من تحت التوتر مدة لا تتجاوز 48 ساعة.

4- التقنيات الحديثة المستخدمة لإعادة تأهيل محولات الاستطاعة في مواقع التركيب: [6]،[9]

تقسم التقنيات الجديدة المستعملة خلال السنوات الأخيرة لإعادة تأهيل محولات الاستطاعة الكهربائية في مواقع التركيب والاستثمار إلى فئتين:

- الفئة الأولى: تعتمد على التأثير غير المباشر في المواد العازلة الصلبة في المحولات،

وتسمى تقانة تنقية الوسط العازل في شروط خلخلة متقدمة:Purification/High Vacuum Technology

- الفئة الثانية: تعتمد على التأثير المباشر في المواد العازلة الصلبة في المحولات وتسمى تقانة التسخين ضمن شروط خلخلة متقدمة

Thermo High Vacuum Technology

إن إحدى الطرائق المستخدمة لإعادة تأهيل المحولات

في مواقع التركيب هي طريقة (التسخين والغسيل برذاذ من الزيت الساخن ضمن شروط إحداث خلاء متقدم).

5- تقانة التسخين تحت شروط خلاء متقدم مع الغسيل برذاذ من الزيت الساخن:[10]،[8]

ويتم في هذه الطريقة تسخين الأجزاء الفعالة من المحولة بصورة مباشرة بواسطة كمية من الزيت الساخن ترش على شكل رذاذ على هذه الأجزاء داخل جسم المحولة.

إن مبدأ عمل هذه الطريقة لاستخراج قطرات الماء من المواد العازلة الصلبة في المحولة هو الآتي:

- يتم تسخين الأجزاء الفعالة –الملفات- من المحولة بشكل منتظم حتى درجات حرارة عالية. (85– 115 °C) بواسطة كمية من الزيت، مسخنة في تجهيزات خاصة ورش هذه الكمية من الزيت على شكل رذاذ ناعم جداً ضمن المحولة.
- يتم استخلاص قطرات الماء من المواد العازلة الصلبة على شكل بخار ماء عن طريق التأثير في النسبة مابين درجة حرارة التسخين ودرجة الخلاء الذي يتم إحداثه داخل جسم المحولة. فعند إحداث خلاء متقدم تتبخر كمية الماء الممتصة في المواد العازلة عند درجة حرارة أقل بكثير من درجة التبخر في شروط الضغط العادي داخل المحولة. وتعتمد درجة الخلخلة على بنية حوض المحولة. ويُطرح بخار الماء عن طريق رذاذ الزيت المسخن الذي يصل بعد أن يغسل أجزاء الملفات إلى ملامسة جدران حوض المحولة الباردة. وبسبب الفارق في درجات الحرارة بين الوسط الخارجي والوسط داخل جسم المحولة، فإن بخار الماء يكثف على شكل قطرات تنزلق على الجدران المعدنية الباردة وتتجمع ضمن الزيت في أسفل جسم المحولة.

ويتم سحب هذه الكمية من الزيت مع قطرات الماء المختلطة فيها بواسطة تجهيزات الفلترة والتنقية والتسخين، ثم ترش هذه الكمية من الزيت من جديد وهي ساخنة على شكل رذاذ ناعم على ملفات المحولة.

و يمكن تحديد مراحل تطبيق المعالجة برش رذاذ من الزيت الساخن ضمن شروط خلخلة معينة كما يأتي:

5-1- تفريغ الزيت وفحص الأجزاء النشيطة من المحولة:

تُحقن كمية من النتروجين أو الهواء الساخن في المحولة لخلق وسادة تمنع تسرب الرطوبة، ثم يفرغ القسم الأكبر من الزيت عن طريق فوهات التفريغ في أسفل المحولة، وتترك في المحولة كمية من الزيت من 5 - 3 أطنان، تستخدم لتسخين الأجزاء الفعالة من المحولة. ثم تُفحص الملفات ويُكْشَفْ عليها من خلال نوافذ الكشف الخاصة، وذلك لتحديد حالتها الفيزيائية.

وعندما تكون هذه الملفات ملوثة ومتسخة كثيراً، فإنه يتم تفريغ كامل كمية الزيت من المحولة، وتنفذ عملية غسيل هذه الملفات ويمرر هذا الزيت عبر أجهزة الفلترة والتنقية والتسخين. وتكرر عملية الغسيل هذه عدداً من المرات حتى الوصول إلى إزالة الترسبات المختلفة المتراكمة على الملفات.

5-2 - الخلخلة:

وتُحدَثُ الخلاء في المحولة بواسطة مضخات خلخلة خاصة و بسرعة محددة (*mbar/min*) حتى الوصول إلى قيمة للضغط المخلخل داخل جسم المحولة محددة

مسبقاً استناداً إلى المواصفات التصميمية الميكانيكية لحوض المحولة. و تبقى المحولة في شروط الضغط المخلخل هذه مدة زمنية لا تقل عن الساعة وذلك للتحقق من إحكام إغلاق جسم المحولة.

5-3 - فلترة الزيت على البارد:

وفي هذه المرحلة أولاً تُفْتَحْ سدات حوض الترسيب في أسفل المحولة وتُخرج كميات الماء المجمعة في جزء الترسيب ثم يمرر الزيت المتبقي في المحولة عبر تجهيزات الفلترة والتنقية والترسيب ويسخن حتى درجة حرارة تساوي (30 - 50 °C). وتستخدم لتمرير الزيت مضخات التسريع. وتكرر العملية ثلاث أو أربع مرات بهدف فلترة هذا الزيت وتنقيته. ويستعمل في كل مرة يمرر فيها الزيت عبر التجهيزات فلتر ذو مسامات أدق وأنعم بحيث يستخدم في آخر مرة يمرر فيها الزيت فلتر ذو مسامات لا تزيد على ميكرون واحد (1 µm). وبعد ذلك تُفْتَحُ فوهات الترسيب في أسفل المحولة لإخراج الترسبات المختلفة.

5-4-رش الرذاذ في شروط الخلخلة المتقدمة:

يسخن الزيت إلى درجة حرارة تتراوح مابين (85- 115 °C) وتستعمل فلاتر زيت نظيفة، ويحدث خلاء متقدم في جسم المحولة يصل إلى بضع مئات من المبلي بار(mbr)، ويرش الزيت المسخن على شكل رذاذ على أجزاء المحولة الفعالة. وتمرر كمية الزيت الباقية في المحولة (3-5) أطنان عدة مرات في المحولة وخلال مدة زمنية محددة مسبقاَ.

5-5 - الغسيل وملء زيت نظيف:

بعد الانتهاء من المرحلة السابقة، يُطرح الزيت المستعمل ويستخدم فلتر الزيت في التجهيزات ثم تمرر كمية نظيفة من الزيت ومسخنة حتى (60 °C) مع وجود الخلخلة؛ وذلك بهدف غسيل أجزاء الفعالة من المحولة. وتعاد هذه العملية عدة مرات، ثم نطرح هذه الكمية من الزيت. وبعدها وتُمْلأ المحولة كاملة بزيت نظيف ونقي.

5-6 - تمرير الزيت الجديد:

يمرر الزيت الجديد النظيف ثلاث أو أربع مرات مع التسخين الخفيف داخل المحولة عن طريق تجهيزات الفلترة والتنقية والتسخين ثم يترك هذا الزيت مدة من الزمن كافية للراحة والاستقرار، تؤخذ بعدها عينات من هذا الزيت وتجرى عليها اختبارات نهائية.

تتضمن تجهيزات الفلترة والتنقية والتسخين وإحداث الخلخلة ما يأتي:

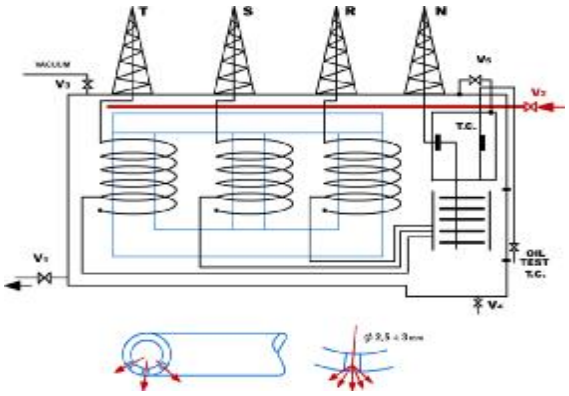
- مجموعتي إحداث خلاء متقدم باستطاعة ($2\times120 m^3/h$).
- ثلاث مجموعات لتسخين الزيت (3×50 KW).
- دارات الفلترة والتنقية والترشيح باستخدام فلاتر صنعية Synthetic
- دارة تجفيف الغازات من الزيت وطرحه.
- مضخات تسريع للزيت.
- أجهزة قياس متنوعة لمتابعة مختلف مراحل عملية إعادة تأهيل محولات الاستطاعة.

6– إعادة تأهيل عدد من المحولات في محطات التحويل في الشبكة الكهربائية في سورية

طُبِقت طريقة إعادة تأهيل المحولات باستخدام الرش برذاذ من الزيت الساخن ضمن شروط خلخلة متقدمة في جسم المحولة على عدد من المحولات المركبة في محطات التحويل الكهربائية في سورية. ويبيّن الشكل

رقم (1) التوصيلات اللازمة لتحضير المحولة لعملية رش رذاذ الزيت الساخن على الوشائع داخل المحولة مع إحداث خلخلة متقدمة ضمن جسم المحولة .

يُرش رذاذ الزيت الساخن على مختلف وشائع المحولة عن طريق أنبوب معدني مزود بثقوب ملائمة صُنِعَ لهذا الغرض، يدخل في جسم المحولة من الجزء العلوي، كما هو مبين في الشكل رقم (1).



الشكل رقم(1)

يستخدم لتكرير الزيت ورش رذاذ الزيت الساخن جهاز خاص من صنع شركات عالمية متخصصة. وقد قمنا باستخدام هذا الجهاز لإنجاز العمليات التالية التي ذُكِرَتْ أعلاه:

- تفريغ المحولة من الزيت القديم وفحص الأجزاء النشيطة من المحولة.
- فلترة زيت المحولة على البارد.
- إحداث الخلخلة المتقدمة في جسم المحولة.
- رش رذاذ الزيت الساخن في شروط الخلخلة المتقدمة لغسيل العناصر النشيطة من المحولة وتخليصها من الرطوبة.
- غسيل العناصر النشيطة من المحولة بزيت نظيف ثم ملء المحولة بزيت نظيف.
- تدوير الزيت الجديد في المحولة عدة مرات مع التسخين.

وقد قمنا بعد الانتهاء من هذه العمليات بأخذ عينات من الزيت النظيف من داخل المحولة وأجرينا عليها الاختبارات الكهربائية لتحديد المتانة الكهربائية للزيت.

كما قمنا بقياس العازلية الكهربائية لملفات المحولة الكهربائية، واستخدمنا لذلك دارة القياس الكهربائية المبينة في الشكل رقم (2).

استخدمت طريقة مقياس التيار ومقياس التوتر لتحديد قيمة مقاومات العازلية الكهربائية بين ملفات المحولة، واستعمل لهذا الأمر جهاز خاص لحقن التيار في الوشائع.

وقد أدرجت نتائج عمليات إعادة تأهيل عدد من المحولات الكهربائية المركبة في المحطات في الشبكة الكهربائية السورية في الجداول التالية، إذ:

مقاومة العازلية بعد 60 ثانية من حقن التيار في وشائع المحولةR_{60}

مقاومة العازلية بعد 15 ثانية من حقن التيار في وشائع المحولةR_{15}

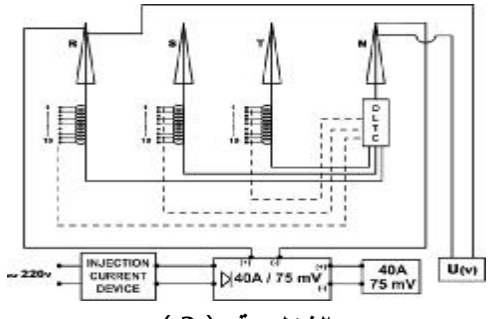
مقاومة العازلية الكهربائية إلى ملف التوتر العالي للمحولة HV-(LV+0)

نسبة لملف التوتر المنخفض وهو مربوط إلى الأرض

مقاومة العازلية الكهربائية لملف التوتر المنخفض للمحولةLV-(HV+0)

نسبة إلى ملف التوتر العالي وهو مربوط إلى الأرض

الاستطاعة والتوتر لزيت المحولةEd



الشكل رقم (2)

6–1-نتائج إعادة تأهيل المحولات الكهربائية 125 ميغا فولت أمبير المركبة في محطة تحويل الديماس في ريف دمشق

6 –1–1 المحولة الأولى في محطة تحويل الديماس:

الاستطاعة والتوتر 125 MVA 66/230 KV 1 TRAFO المحولة الأولى	قيمة المقاومة قبل المعالجة Value Before Treatment ΩM	قيمة المقاومة بعد المعالجة Value After Treatment ΩM	قيمة المقاومة في المعمل Value at Factory ΩM
محطة تحويل الديماس Substation DIMAS			
التاريخ Date 0 . 2007 3			
درجة حرارة الزيت Oil Temperature	25 ^{0}C	29 ^{0}C	15 ^{0}C
مقاومة العازلية بعد 60 ثانية R_{60} HV-(LV+0)	850 M Ω	2000 M Ω	2900 M Ω
مقاومة العازلية بعد 60 ثانية R_{60} LV-(HV+0)	1800 M Ω	3500 M Ω	2500 M Ω
مقاومة العازلية بعد 15 ثانية R_{15} HV-(LV+0)	600 M Ω	1500 M Ω	2000 M Ω
مقاومة العازلية بعد 15 ثانية R_{15} LV-(HV+0)	580 M Ω	1050 M Ω	1400 M Ω
المتانة الكهربائية لزيت المحولة E_d	190 KV/cm	240 KV/cm	>240 KV/cm

6–1–2 المحولة الثانية في محطة تحويل الديماس:

الاستطاعة والتوتر 125 MVA 66/230 KV 2 TRAFO المحولة الأولى	قيمة المقاومة قبل المعالجة Value Before Treatment ΩM	قيمة المقاومة بعد المعالجة Value After Treatment ΩM	قيمة المقاومة في المعمل Value at Factory ΩM
محطة تحويل الديماس Substation DIMAS			
التاريخ Date 09 . 2003			
درجة حرارة الزيت Oil Temperature	25 ^{0}C	24 ^{0}C	
مقاومة العازلية بعد 60 ثانية R_{60} HV-(LV+0)	1999 M Ω	2800 M Ω	غير متوافرة
مقاومة العازلية بعد 60 ثانية R_{60} LV-(HV+0)	2350 M Ω	2500 M Ω	غير متوافرة
مقاومة العازلية بعد 15 ثانية R_{15} HV-(LV+0)	1ص382 M Ω	2500 M Ω	غير متوافرة
مقاومة العازلية بعد 15 ثانية R_{15} LV-(HV+0)	980 M Ω	1850 M Ω	غير متوافرة
المتانة الكهربائية لزيت المحولة E_d	215 KV/cm	240 KV/cm	غير متوافرة

6 – 2 نتائج إعادة تأهيل المحولات الكهربائية 125 ميغا فولت أمبير المركبة في محطة تحويل ادلب في محافظة ادلب

6 – 2 – 1 المحولة الأولى في محطة تحويل ادلب :

الاستطاعة والتوتر 125 MVA 66/230 KV 1 Trafo المحولة الأولى	قيمة المقاومة قبل المعالجة Value Before Treatment ΩM	قيمة المقاومة بعد المعالجة Value After Treatment ΩM	قيمة المقاومة في المعمل Value at Factory ΩM
محطة تحويل ادلب Substation IDLIB			
التاريخ Date 02 . 2002			
درجة حرارة الزيت Oil Temperature	14 ^{0}C	13 ^{0}C	14 ^{0}C
مقاومة العازلية بعد 60 ثانية R_{60} HV-(LV+0)	3500 M Ω	5400 M Ω	3500 M Ω
مقاومة العازلية بعد 60 ثانية R_{60} LV-(HV+0)	2700 M Ω	3400 M Ω	2700 M Ω
مقاومة العازلية بعد 15 ثانية R_{15} HV-(LV+0)	2600 M Ω	4100 M Ω	2600 M Ω
مقاومة العازلية بعد 15 ثانية R_{15} LV-(HV+0)	1600 M Ω	2500 M Ω	1600 M Ω
المتانة الكهربائية لزيت المحولة E_d	220 KV/cm	275 KV/cm	275 KV/cm

6 – 2 – 2 المحولة الثانية في محطة تحويل ادلب:

الاستطاعة والتوتر 125 MVA 66/230 KV 2 TRAFO المحولة الثانية	قيمة المقاومة قبل المعالجة Value Before Treatment ΩM	قيمة المقاومة بعد المعالجة Value After Treatment ΩM	قيمة المقاومة في المعمل Value at Factory ΩM
محطة تحويل ادلب Substation IDLIB			
التاريخ Date 02 . 2002			
درجة حرارة الزيت Oil Temperature	12 ^{0}C	29 ^{0}C	39 ^{0}C
مقاومة العازلية بعد 60 ثانية R_{60} HV-(LV+0)	1700 M Ω	5900 M Ω	4500
مقاومة العازلية بعد 60 ثانية R_{60} LV-(HV+0)	1900 M Ω	5500 M Ω	4100
مقاومة العازلية بعد 15 ثانية R_{15} HV-(LV+0)	1200 M Ω	3900 M Ω	3900
مقاومة العازلية بعد 15 ثانية R_{15} LV-(HV+0)	850 M Ω	3600 M Ω	1900
المتانة الكهربائية لزيت المحولة E_d	210 KV/cm	250 KV/cm	>250 KV/cm

6 – 2 – 3 المحولة الثالثة في محطة تحويل ادلب :

الاستطاعة والتوتر 30 MVA 66/20 KV 3 TRAFO المحولة الأولى	قيمة المقاومة قبل المعالجة Value Before Treatment ΩM	قيمة المقاومة بعد المعالجة Value After Treatment ΩM	قيمة المقاومة في المعمل Value at Factory ΩM
محطة تحويل ادلب Substation IDLIB			
التاريخ Date 10 . 2002			
درجة حرارة الزيت Oil Temperature	45 ^{0}C	48 ^{0}C	28 ^{0}C
مقاومة العازلية بعد 60 ثانية R_{60} HV-(LV+0)	400 M Ω	2800 M Ω	3000 M Ω
مقاومة العازلية بعد 60 ثانية R_{60} LV-(HV+0)	250 M Ω	1400 M Ω	2400 M Ω
مقاومة العازلية بعد 15 ثانية R_{15} HV-(LV+0)	700 M Ω	1300 M Ω	2500 M Ω
مقاومة العازلية بعد 15 ثانية R_{15} LV-(HV+0)	300 M Ω	700 M Ω	1000 M Ω
المتانة الكهربائية لزيت المحولة E_d	210 KV/cm	249 KV/cm	240 > KV/cm

6–3نتائج إعادة تأهيل المحولة الكهربائية 125 ميغا فولت أمبير المركبة في محطة تحويل فيروزه في حمص

الاستطاعة والتوتر 125 MVA 66/230 KV	قيمة المقاومة قبل المعالجة Value Before Treatment ΩM	قيمة المقاومة بعد المعالجة Value After Treatment ΩM	قيمة المقاومة في المعمل Value at Factory ΩM
محطة تحويل فيروزه Substation FEIROUZEH			
التاريخ Date 03 . 2004			
درجة حرارة الزيت Oil Temperature	39 ^{0}C	24 ^{0}C	39 ^{0}C
مقاومة العازلية بعد 60 ثانية R_{60} HV-(LV+0)	353 M Ω	2180 M Ω	2500 M Ω
مقاومة العازلية بعد 60 ثانية R_{60} LV-(HV+0)	1303 M Ω	2292 M Ω	1800 M Ω
مقاومة العازلية بعد 15 ثانية R_{15} HV-(LV+0)	241 M Ω	1549 M Ω	2200 M Ω
مقاومة العازلية بعد 15 ثانية R_{15} LV-(HV+0)	541 M Ω	1134 M Ω	1300 M Ω
المتانة الكهربائية لزيت المحولة E_d	05 2 KV/cm	245 KV/cm	240 > KV/cm

6–4- نتائج إعادة تأهيل المحولة الكهربائية 30 ميغا فولت أمبير المركبة في محطة تحويل شيخ خلوف في حماة

الاستطاعة والتوتر 30 MVA 66/20 KV	قيمة المقاومة قبل المعالجة Value Before Treatment ΩM	قيمة المقاومة بعد المعالجة Value After Treatment ΩM	قيمة المقاومة في المعمل Value at Factory ΩM
محطة تحويل شيخ خلوف Substation SHEIKH KHALOUF			
التاريخ Date 05 . 2006			
درجة حرارة الزيت Oil Temperature	39 ^{0}C	35 ^{0}C	36 ^{0}C
مقاومة العازلية بعد 60 ثانية R_{60} HV-(LV+0)	400 M Ω	3100 M Ω	3100 M Ω
مقاومة العازلية بعد 60 ثانية R_{60} LV-(HV+0)	920 M Ω	2400 M Ω	2500 M Ω
مقاومة العازلية بعد 15 ثانية R_{15} HV-(LV+0)	1380 M Ω	2500 M Ω	2400 M Ω
مقاومة العازلية بعد 15 ثانية R_{15} LV-(HV+0)	735 M Ω	1300 M Ω	1800 M Ω
المتانة الكهربائية لزيت المحولة E_d	00 2 KV/cm	240 KV/cm	240 > KV/cm

7 – النتائج:

- أخذت طريقة إعادة تأهيل المحولات باستخدام الرش برذاذ من الزيت الساخن ضمن شروط خلخلة متقدمة في جسم المحولة، بالانتشار بشكل سريع في عدد من الدول بسبب نتائجها الإيجابية والسريعة.

- تحقق هذه الطريقة إعادة تأهيل الزيت في محولات الاستطاعة الكهربائية وذلك عن طريق طرح الماء المختلط مع هذا الزيت، وكذلك طرح الشوائب الصلبة وإطلاق الغازات المنحلة في الزيت الأمر الذي سوف يؤدي حكماً إلى زيادة المتانة الكهربائية للزيت وخفض قيمة الضياعات في الزيت ($tg\ \delta_{oil}$).

- كما تحقق هذه الطريقة إعادة تأهيل المواد العازلة الصلبة في المحولة وطرح الماء والشوائب باستخدام دورة الغسيل بالرذاذ- التفريغ- التسخين مع الخلخلة.

- إن طريقة التسخين بالرش برذاذ الزيت ضمن شروط خلاء متقدم لها فوائد كثيرة، إذ إن تسخين المواد العازلة للملفات و الوشائع يتم بدءاً من الطبقات الخارجية و باتجاه الطبقات الداخلية، وإن أكثر من 60% من الرطوبة التي يمتصها الورق العازل تتركز في هذه الطبقات الخارجية للملفات. كما أن تسخين الأجزاء الفعالة للمحولة ينتج بشكل متجانس دون أن يحدث أية زيادة موضعية في أجزاء الملفات قد تؤثر في خواص الورق العازل.

- عادت مقاومة المواد العازلة للمحولات التي تمت إعادة تأهيلها في الشبكة السورية، إلى قيمة عالية جداً تجاوزت أحياناً القيمة عند خروج المحولات من المصنع و قبل الوضع في الاستثمار.

- يمكن أن تكون مسألة قياس قيم عامل الفقد ($tg\delta_{oil}$) أساساً لبحث قادم يتناول أيضاً قياس تيارات التسريب عبر المواد العازلة الصلبة للمحولة كتابع للزمن.

- ازدادت مقاومة العازلية للعازل العضوي لبعض الملفات بعد المعالجة إلى قيم أكبر من قيمتها النهائية الأساسية المقيسة لدى توريد المحولات وهي جديدة من المعمل الصانع، وهذا قد يعود إلى عدم دقة بعض القياسات التي أجريت في المعمل، أو عدم تحقيق بعض الشروط المطلوبة في أثناء إجراء التجارب هناك.

المراجع

1- V.A. Pantic, D.V. Pantic B. Mirosavljevic, "EXTENSION OF THE LIFETIME AND INCREASE OF THE TRANSFORMER OPERATION SAFETY ON THE GRID", group 12 – transformers, Session 2002, CIGRÉ, Paris,France.

2 - V. Pantic, V.Jovanovic, D.Karaulic, "Maintenance of Insulation System and Life Techniques for Power Transformers", 61st Conference, 1994, Boston, U.S.A.

3- V. Pantic, V.Jovanovic, D.Karaulic, "Accelerated Degradation of Transformer Insulation by Impact of Polar Particles and Methods of Retardation of this Process", group 12- transformers, Session 1996, CIGRÉ Paris, France.

4- V. Pantic, M. Aciu, D. Pantic, "Degradation and Revitalization of Oil-Cellulose Insulation of Power Transformers", CIGRÉ 2001, Regional Meeting, Suceava , Romania

5– H. Nientiedt," Reconstruction and revitalization of the energy transmission for the Kassel plant 110/21/6/0, 4 kV", December 2001, AREVA T&D, Kassel, Germany.

6– S.D. Kovačević , S. Škundrić , J. Lukić," Monitoring and DiagnosticsI of Power Transformer Insulation", Thermal Science International Scientific Journal, volume 10, year 2006, issue 4, Belgrade , Serbia.

7– T. A. Prevost," Thermally Upgraded Insulation in Transformers", IEEE, Electrical Insulation Conference 2005, Indianapolis, IN, USA

8–D. Nedelcut, D. Sacerdotianu, "Revitalizing of power transformer insulation", ICMET 2004, Craiova, Romania

9- M. Aciu,"Criterion for revitalization the power transformer insulation, new on-site method of transformer drying", ICMET 2007, Craiova, Romania

10- D. Nedelcut, A. Aciu, M. Aciu, E. Radulescu, "Modern methods for revitalizing the solid insulation of power transformers according to IEC 60422", ICMET 2007, Craiova, Romania

.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2010/2/11.