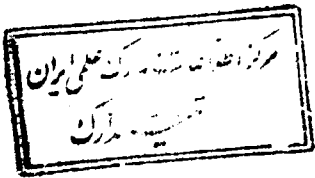


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

٣١٩٣٤

۱۳۲۹ / ۹ / ۱۶



دانشگاه تهران

دانشکده فنی

تعیین ویژگی های روغنهای ترانسفرمر ولتاژ بالا و مشخصات دی الکتریکی و
علل فساد و تخریب آنها بمنظور بازیافت این روغنها

امید شمسى

نگارش

خانم دکتر گیتی ابوالحمد

استاد راهنما :

آقای دکتر منصور انبیاء - آقای دکتر حجت ا... کریم پور

اساتید مشاور :

9206

پایان نامه جهت دریافت درجه کارشناسی ارشد

در

رشته مهندسی شیمی



پاییز ۱۳۲۹

۳۱۹۳۴



شیبایی پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده فنی

گروه مهندسی:

موضوع تحقیقاتی مقطع کارشناسی ارشد دانشجویان دانشکده فنی دانشگاه تهران

به شماره دانشجویی: ۸۱۰۴۷۷۱۷۱ در رشته مهندسی: شیمی

پایان نامه خود به ارزش: ۸ واحد را که در نیمسال اول ۷۸-۷۹ سال تحصیلی: ۷۸-۷۹

و نام: تعیین ویژگی‌های روغنهای ترانسفرمر ولتاژ بالا و تعیین مشخصات دی‌الکتریک و علل فساد و تخریب آنها بمنظور با زیادتایین روغنها
فنا هم دکتر ابوالحمید استاد مشاور: آقای دکتر منصور انبیا استاد ناظر:

در مقابل هیات داوران به شرح ذیل با (موفقیت / عدم موفقیت / اصلاحاتی) دفاع نمود.

امضاء

(نفر)

مورد
منصور انبیا

به عدد	به حروف
۱۹,۷۵	نوزده و هفتاد و پنج

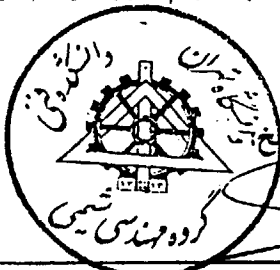
نمره نهایی هیات داوران:

به هریک از داوران نبوده و فقط نمره مورد توافق هیات داوران (متوسط) اعلام می‌شود.

میلی دانشکده

نهایی فوق‌الذکر از جانب هیات داوران خواهشمند است نسبت به انجام امور فراغت از

ضوابط و مقررات اقدام مقتضی مبذول فرمائید.



مدیر گروه: آقای دکتر حمیدی

امضاء و تاریخ:

۹/۹

ثناء نمره هیات داوران و مطالب بند ملاحظات قبل از دفاع باید با ماشین تایپ گردد. در

گ در دفتر تحصیلات تکمیلی امکان‌پذیر خواهد بود.

تکمیلی ارسال و تصویر آن در گروه مربوطه نگهداری می‌شود.

فرم اعلام نمره با توجه به مقالات، طرحها و قراردادهای پژوهشی و تاخیرها

نام و نام خانوادگی دانشجو: ^۵ (سیدمسعود) سال ورود: ۷۷ : گروه مهندسی: ^۹ سیمی
 شماره دانشجویی: ۸۱۰۴۷۷۱۷۱ تاریخ تصویب پایان نامه: ۱-۷۹-۷۸ گرایش: مهندسی سیمی

۱۹,۷۵	نمره اولیه هیات محترم داوران بدون در نظر گرفتن نمرات تشویقی و تاخیرها (از ۲۰)
	نمرات تشویقی
	الف - انتشار مقاله مستخرج از پایان نامه در مجلات معتبر علمی داخلی و خارج - ۳ تا ۵ نمره برای هر مقاله
۱	ب - ارائه مقاله مستخرج از پایان نامه در کنفرانس های معتبر داخلی و خارجی - حداکثر ۱/۵ نمره برای هر مقاله
۱	ج - انجام پایان نامه در قالب طرح پژوهشی یا قرارداد پژوهشی - حداکثر ۲ نمره
	کاهش سقف بابت تاخیر
	الف - تصویب موضوع پایان نامه پس از شروع نیمسال سوم (۰/۵ نمره)
	ب - تقاضای اضافه سنوات نیمسال پنجم (۱ نمره)
	ج - تقاضای اضافه سنوات نیمسال ششم (۱/۵ نمره)
	نمره نهایی

اسامی و امضای هیات داوران (حداقل ۳ نفر):

- ۱- آقای دکتر مولنوی
- ۲- آقای دکتر بهمنیار
- ۳- خانم دکتر ابوالنجم
- ۴- آقای دکتر مریم پور
- ۵- آقای دکتر اسحاق

پیرا

امینا



تقدیم به :

پدر و مادر فداکارم که تمام موفقیت‌هایم را مدیون زحمات این عزیزان هستم .

همچنین وظیفه خود می دانم که از زحمات و راهنمایی‌های بی دریغ آقای دکتر انبیاء ، سرکار خانم دکتر ابوالحمد و آقای دکتر کریم پور تشکر و قدر دانی بنمایم .
در پایان از کلیه عزیزانی که در انجام و به پایان رساندن این مهم مرا یاری کردند کمال تشکر و قدر دانی را دارم .

چکیده

روغنهای دی الکتریک و بویژه روغنهای ترانسفرمر از جمله با ارزش ترین محصولات حاصل از نفت در صنایع برق و الکترونیک می باشند. کاربرد گسترده این سیالات دی الکتریک موجب شده است که شناخت خصوصیات آنها از اهمیت ویژه ای برخوردار باشد. از عوامل تخریب روغنهای ترانسفرمر ولتاژ بالا می توان شکست دی الکتریک و تخریب شیمیایی ناشی از اکسیداسیون فلزی را نام برد. در بین فلزاتی که نقش کاتالیزوری برای واکنش اکسیداسیون ایفا می کنند مس بیشترین فعالیت را داشته در نتیجه از همه مخرب تر است. بنابراین برای جلوگیری از تخریب این روغنها باید دو فرایند را مد نظر قرار داد. اولاً از واکنشهای مخرب در روغن جلوگیری کرد و ثانیاً بتوان راهی برای استفاده مجدد از روغنهای مستعمل یافت. روشی که بتواند این دو فرایند را انجام دهد و در عین حال از لحاظ اقتصادی نیز مقرون به صرفه باشد، روش بکار بردن مواد افزودنی در مقادیر مناسب می باشد. در بخش دیگری از این تحقیق، روش گازهای کلیدی در تحلیل روغن ترانسفرمر و علل تخریب آن مورد بررسی قرار گرفته است. لازم به ذکر است که هر نوع نقص و تخریب (الکتریکی، شیمیایی و حرارتی) گاز خاصی را در روغن تولید می کند که این گاز را میتوان برای شناخت نوع تخریب بکار برد. در انتها آزمایشاتی روی خواص شیمیایی و الکتریکی روغن انجام شده است تا لزوم استفاده از مواد افزودنی جهت بهبود خواص روغنهای مستعمل اثبات شود. در پایان بیان این نکته ضروری است که روغنهای مستعمل را باید تحت تصفیه فیزیکی (فیلتراسیون، آب گیری و گاز گیری) قرارداد و سپس به نسبت مناسب به آنها مواد افزودنی اضافه کرد تا بدون نیاز به تصفیه شیمیایی بتوان حداکثر بهبود را در خواص شیمیایی و الکتریکی آن ایجاد کرد.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
	فصل اول - انرژی الکتریکی (تولید و انتقال)
۱	۱- انرژی الکتریکی (تولید و انتقال)
۳	۲- ترانسفرمر و اهمیت روغن ترانسفرمر
۵	۱- روغن های نفتی
۵	۱-۱- انواع روغن ها
۵	۲-۱- روش ساخت انواع روغن ها
۷	۳-۱- ترکیب شیمیایی روغن ها
۸	۴-۱- ارزیابی خواص برش های روغن و روغن پایه
۱۰	۲- روغن ترانسفرمر
۱۳	۲-۱- ویژگی شیمیایی روغن ترانسفرمر
۱۴	۲-۲- ویژگی های الکتریکی روغن ترانسفرمر
	فصل دوم - تعیین ویژگیهای روغن ترانسفرمر ولتاژ بالا
۱۸	۳-۲- روش تست
۱۸	۲-۳-۱- تست شکست الکتریک روغن
۲۰	۲-۳-۲- اندازه گیری فاکتور انتشار (یا فاکتور توان) ASTM D 924

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۰	۲-۳-۳- اندازه‌گیری میزان رطوبت
۲۰	۲-۳-۴- عدد خشتی شدن ASTM D 974
۲۱	۲-۳-۵- تنش سطحی ASTM D 971
۲۱	۲-۳-۶- رنگ ASTM D 1500
۲۱	۲-۳-۷- ویسکوزیته ASTM D 88
۲۱	۲-۳-۸- سایر مشخصات
فصل سوم ویژگیهای الکتریکی روغن ترانسفرمر ولتاژ بالا	
۲۳	۱- مقدمه
۲۵	۲- ویژگی‌های پیر شدن حرارتی
۲۹	۳- تعیین ویژگی‌های الکتریکی روغن‌های ترانسفرمر
۳۳	۴- ذرات و فلزات در روغن ترانسفرمر
۴۱	۵- گازهای درون روغن
۴۳	۶- تعیین ویژگی‌ها در دمای پایین
۴۴	۷- پیشرفت‌های جدید
۴۴	۷-۱- الکتریسیته دار شدن ساکن
۴۴	۷-۲- غیر فعال کننده‌های فلزی
۴۴	۷-۳- تعیین میزان مواد روغن ترانسفرمر با استفاده از GC/MS

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۴۵	۴-۷- نتایج
	فصل چهارم . روغنهای ترانسفرمر غیر فعال
۴۶	۱- مقدمه
۴۷	۲- ویژگی های الکتریکی
۴۸	۳- ویژگی های الکتریکی محدود کننده
۴۸	۳-۱- قدرت شکست دی الکتریک
۴۹	۳-۲- ویژگیهای عملیاتی
۵۰	۳-۳- پایداری در برابر اکسیداسیون
۵۱	۳-۴- ویژگی های اصلی
۵۱	۳-۵- ملاحظات محیطی، ایمنی
۵۲	۳-۶- اکسیداسیون کاتالیزوری
۵۴	۳-۷- روغن ترانسفرمر غیر فعال (Passivated)
۵۶	۳-۷-۱- نتایج
۵۹	۳-۷-۲- نتایج
۶۰	۳-۷-۳- پایداری اکسیداسیون (AS1767/APP.B)

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل پنجم. شکست الکتریکی در روغنهای ترانسفرمر ولتاژ بالا
۶۱	۱- مقدمه
۶۲	۲- شکست الکتریکی
۶۳	۲-۲- مکانیزم ذرات جامد معلق
۶۶	۲-۲- شکست ناشی از وجود حباب
۶۷	۳- شکست مایعات دی الکتریک تجاری و دی الکتریکهای مایع - جامد
۶۷	۳-۱- شکست مایعات دی الکتریک تجاری (روغن ترانسفرمر)
۶۹	۳-۲- شکست ناشی از حبابهای گاز
۷۰	۳-۳- شکست ناشی از ذرات مایع
۷۰	۳-۴- شکست ناشی از ذرات جامد
۷۳	۴- تخریب شیمیایی
۷۳	۴-۱- ناپایداری شیمیایی
۷۴	۴-۲- اکسیداسیون
۷۴	۴-۳- هیدرولیز
۷۴	۴-۴- ناسازگاری مواد

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل ششم - تعیین تخریب روغن و ترانسفرمر به روش تحلیل و اندازه گیری گازهای تولید شده در آن
۷۵	۱- مقدمه
۷۵	۲- اطلاعات تاریخی (تاریخچه روغن و ترانسفرمر)
۷۶	۳- سیستم های حفاظت از روغن
۸۰	۴- یکنواختی گازها در روغن
۸۰	۵- حبابهای گاز
۸۱	۶- نیتروژن و اکسیژن
۸۱	۷- گازهای قابل احتراق و اکسیدهای کربن
۸۲	۸- محدوده های کل گازهای قابل احتراق (TCG)
۸۳	۹- گازهای کلیدی key Gases
۸۶	۱۰- نسبت ها Ratios
۸۶	۱۱- جستجوی مشکل
۸۸	۱۱-۱- روش دورنبرگ (Dornenberg)
۸۸	۱۱-۲- روش راجرز (Rogers)
۹۰	۱۲- بحث و نتیجه گیری
۹۰	محاسبه و عملکرد

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل هفتم - تاثیر شرایط آب و هوایی بر ترانسفرمرهای توزیع
۹۴	۱-۱- مقدمه
۹۴	۱-۲- رطوبت هوا
۹۶	۱-۳- درجه حرارت محیط
۹۷	۱-۴- ارتفاع نصب
۹۸	۱-۵- آلودگی های صنعتی و صحرائی
۹۸	الف - رسوب آلودگی
۹۹	ب - نفوذ آلودگی به داخل روغن
۱۰۰	۱-۶- صاعقه
۱۰۰	۱-۷- نتیجه گیری
۱۰۲	۲- آزمایشات
	فصل هشتم - آزمایشات
۱۰۲	۲-۱- مقدمه
۱۰۲	۲-۲- مشخصات روغن ترانسفرمر
۱۰۳	۲-۳- علل کاربرد روغن در ترانسفرمر
۱۰۴	۲-۴- ناخالصی های روغن ترانسفرمر
۱۰۵	۲-۵- زمان آزمایش روغن ترانسفرمر

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۰۷	۲-۶- آزمایشات مربوط به روغن ترانسفرمر.....
۱۰۸	۲-۷- آزمایشات مربوط به مقوای فشرده.....
۱۰۹	۲-۹- روشهای اندازه گیری بعضی از خواص چوب فشرده.....
۱۰۹	۱- مشخصات ظاهری.....
۱۱۰	۲- تعیین وزن مخصوص.....
۱۱۰	۳- تعیین میزان رطوبت.....
۱۱۱	۴- تعیین هدایت الکتریکی (در اثر ناخالصی موجود در چوب فشرده).....
۱۱۱	۵- تعیین استقامت الکتریکی.....
۱۱۱	۶- استحکام فشاری.....
۱۱۲	۷- استحکام خمشی.....
۱۱۲	۸- مدول الاستیسیته خمشی.....
۱۱۳	۹- جمع شدگی بر اثر خشک شدن.....
۱۱۳	۱۰- اثر بر روغن.....
۱۱۳	۱۱- درصد جذب روغن.....
۱۱۴	۱۲- سختی.....
۱۱۴	۲-۱۰- روشهای اندازه گیری بعضی از خواص پرس شپان (طبق استانداردهای DIN).....
۱۱۴	۱- مشخصات ظاهری.....

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۱۵	۲- وزن مخصوص
۱۱۵	۳- رطوبت
۱۱۵	۴- هدایت الکتریکی (در اثر ناخالصی در کاغذ پرس شپان)
۱۱۵	۵- استقامت الکتریکی
۱۱۶	۶- میزان خاکستر
۱۱۶	۷- استحکام کششی
۱۱۷	۸- درصد افزایش طول
۱۱۷	۹- اثر بر روغن
۱۱۷	۲-۱۱- روشهای اندازه گیری بعضی از خواص کاغذ عایقی (طبق استاندارد)
۱۱۷	(544-2-VDEIEC)
۱۱۷	۱- مشخصات ظاهری
۱۱۸	۲- وزن مخصوص
۱۱۸	۳- ضریب هدایت ویژه
۱۱۸	۴- استقامت الکتریکی
۱۱۸	۵- میزان خاکستر
۱۱۸	۶- استحکام کششی
۱۱۸	۷- اثر بر روغن

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۱۸	۸- درصد افزایش طول
۱۱۹	۹- گرماژ
۱۱۹	۱۰- اندیس کشش
۱۱۹	۲-۱۲- توصیه‌های کلی
۱۲۱	۲-۱۳- نتایج تجربی
۱۲۱	۱- اثر رطوبت بر روغن
۱۲۱	۲- اثر روغن بر کاغذ عایق
۱۲۲	۳- اثر سن روغن بر نقطه اشتعال
۱۲۲	۴- اثر روغن بر استحکام مکانیکی
۱۲۲	۵- اثر کاغذ صافی بر روغن
۱۲۳	۲-۱۴- آزمایشات مربوط روغن ترانسفرمر ولتاژ بالا و تفسیر نتایج
۱۵۱	منابع