

Filtrace řepkového oleje vhodným sorbentem

Anna Čejková

Katedra technologií a měření
Fakulta elektrotechnická
Západočeská univerzita v Plzni
cejkova@ket.zcu.cz

Filtration of rapeseed oil with a suitable sorbent

Abstract – The most important of high voltage transformers is electrical insulating system is electrical insulating oil. The transformer oil is also a carrier of information of the state of the transformer because the degradation influences (temperature, solid contaminants, etc.) are during operation causing aging of the oil. The aging of oil leads to deterioration of the quality of oil that the oil must be replaced with new or regenerated oil. This article deals with the refining of rapeseed oil through the adsorbent. The refining of rapeseed oil removes acidic substances and improves the acid number and its properties.

Keywords – Transformer oil; refining; moisture content; acid number

I. ÚVOD

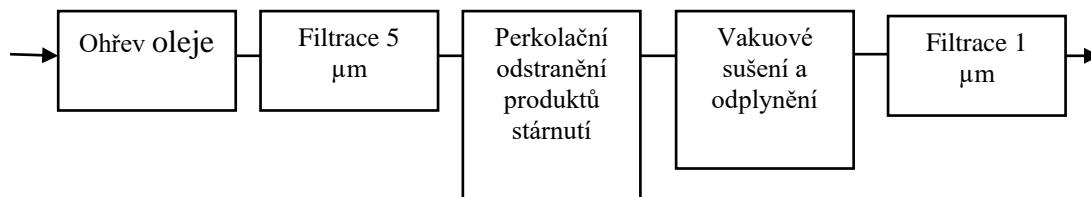
Výkonové transformátory hrají klíčovou úlohu v energetickém systému. Velmi důležitou součástí těchto transformátorů je elektroizolační systém, který je u těchto zařízení složen z tuhé a kapalné složky (tzv. systém olej – papír). Kombinace vhodné tekutiny s pevným absorpčním materiálem umožňuje přenos energie bez omezení výkonu. Nejčastěji používanou elektroizolační kapalinou je v současnosti minerální olej. Tento olej je vyroben destilací surové ropy. Minerální olej má velmi dobré elektrické vlastnosti, ale má špatnou biologickou rozložitelnost a vysokou hořlavost. Z důvodů ochrany životního prostředí je snaha nahradit minerální oleje alternativními izolačními kapalinami. Těmito alternativními izolačními kapalinami mohou být rostlinné nebo syntetické oleje. Tyto kapaliny jsou zcela biologicky odbouratelné a nemají významný dopad na životní prostředí.

II. REGENERACE ELEKTROIZOLAČNÍHO OLEJE

Vlivem různých faktorů (teplota, pevné nečistoty, voda, kovové katalyzátory a elektrické pole) dochází k tvorbě organických kyselin, aldehydů, ketonů, mýdel a k polymerizaci nenasycených uhlovodíků. Tyto produkty, které se nazývají produkty stárnutí, zhoršují elektrické vlastnosti oleje a tím i pevné složky izolace. Tento starý degradovaný olej je poté potřeba vyměnit za nový nebo ho regenerovat. Zvolí-li se možnost regenerace, je nutné provést následující zkoušky: regeneraci vzorku oleje Fullerovou hlinkou v malém modelovém zařízení; umělé stárnutí regenerovaného oleje podle IEC a kontrola parametrů a inhibování regenerovaného oleje 0,3 % inhibitorem. Aby byla regenerace ekonomicky výhodná, musí dojít k tomu, že regenerovaný olej bude splňovat limitní parametry dané normou. V případě kladného výsledku, lze použít dvě možnosti. První je vyměnit olejovou náplň za regenerovaný olej nebo zregenerovat olejovou náplň [1].

Regenerační proces je znázorněn na obrázku 1. Proces začíná ohříváním oleje na teplotu 75 °C. Následuje filtrace a zachycení pevných částic. Poté olej proudí do

sorpčních kolon, kterých je většinou 12. Zde dochází k fyzikálně – chemickým procesům a odstraňování produktů stárnutí [1, 2].



Obrázek I. Schéma regenerace rostlinného oleje [1]

III. EXPERIMENT

Vzhledem k tomu, že rostlinné oleje obsahují vyšší množství vlhkosti (mg / kg) a vyšší číslo kyselosti (mg KOH / g) než minerální oleje, je nutné, aby byla vlhkost odstraněna z oleje. Za tímto účelem bylo vyrobeno jednoduché laboratorní filtrační zařízení a byl použit vhodný sorbent.

Pro možnost přípravy laboratorních vzorků elektroizolačních olejů bylo navrženo, zkonstruováno a vyrobeno perkolační zařízení, které umožňuje ovlivňování vlastností olejů průtočným louhováním. Toto zařízení je tvořeno trubkou z nerezové oceli o průměru 60 mm a délce 750 mm (objem 1,7 l). Dvoustupňová filtrace je zajištěna přes běžný filtrační papír a skleněnou fritu o průměru 60 mm. Frita je fixována v horní části jímací nádoby o objemu 100 ml oboustrannou maticovou objímkou, objímka i jímací nádoba jsou hliníkové obrobky, rozebíratelná spojení jsou závitová. Dále je zde také podtlaková přípojka pro zvýšení filtračního výkonu frity a výpustný ventil. Zařízení je zobrazeno na následujícím obrázku. Nevýhodou je možnost regenerace malého množství rostlinného oleje a další nutnost použití vakua, aby vůbec mohlo dojít k samotné filtraci oleje.



Obrázek II. Laboratorní zařízení pro perkolaci rostlinného oleje

Zkoušeným olejem byl řepkový olej. Zkoušenými parametry byla vnitřní rezistivita, relativní permitivita a ztrátový činitel. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v následujících tabulkách. Adsorbentem byla pro tento experiment zvolena Fullerova hlinka a bazická alumina, která byla aktivovaná teplem. Tyto adsorbenty byly míchány v poměru 1:1. Pro každý test bylo zvoleno jiné množství adsorbentu. Pro první test bylo množství adsorbentu 6.4 g, v druhém testu 12 g a pro třetí test byla hmotnost 14 g.

TABULKA I. NAMĚŘENÉ HODNOTY ZTRÁTOVÉHO ČiniteLE ŘEPKOVÉHO OLEJE

Teplota (°C)	Dodaný stav	1. Test	2. Test	3. Test
25	0.00198	0.00235	0.0056	0.00301
30	0.00281	0.00358	0.0088	0.00357
40	0.00476	0.00570	0.0100	0.00596
50	0.00731	0.00934	0.0119	0.00909
60	0.0110	0.0123	0.0149	0.014
70	0.0161	0.0189	0.0198	0.0197
80	0.0230	0.0276	0.0244	0.0253
90	0.0311	0.0464	0.0311	0.032

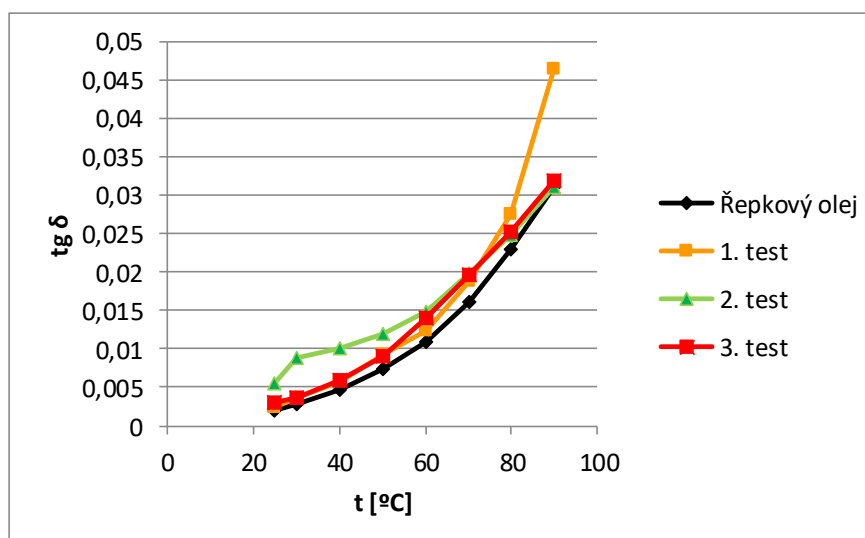
Pro lepší přehlednost jsou v následujících tabulkách uvedeny jen teploty 25 °C a 90 °C pro další měřené parametry.

TABULKA II. NAMĚŘENÉ HODNOTY RELATIVNÍ PERMITIVITY ŘEPKOVÉHO OLEJE

Teplota (°C)	Dodaný stav	1. Test	2. Test	3. Test
25	3.211	3.376	2.85	2.941
90	2.834	2.987	2.622	2.684

TABULKA III. NAMĚŘENÉ HODNOTY VNITŘNÍ REZISTIVITY ŘEPKOVÉHO OLEJE

Teplota (°C)	Dodaný stav	1. Test	2. Test	3. Test
25	87.30	53.1	51.5	51.2
90	7.60	3.1	5.18	4.93



Obrázek III. Ztrátový činitel řepkového oleje

IV. ZÁVĚR

Z laboratorního experimentu je zřejmé, že navržené perkolační zařízení neuspělo ke zlepšení dielektrických parametrů řepkového oleje. Mohlo to být v důsledku nelineárního poměr adsorbent / filtrovaný olej. V současné době probíhá nový projekt s novým zařízením pro filtrování a čištění rostlinných olejů. Toto zařízení se používá pro čištění velkého množství oleje. Toto zařízení obsahuje olejové čerpadlo, ohřívací jednotku, filtr a sloupec s adsorbentem. Olej se zahřívá v ohřívací jednotce na teplotu 60 ° C, čímž se výrazně snižuje viskozita. Tento olej se nechá cirkulovat opakovaně (což může být příčinou špatných laboratorních výsledků) do zařízení a tím se zvyšuje účinnost zařízení. Následující tabulka ukazuje zlepšení parametrů řepkového oleje díky zmíněnému zařízení.

TABULKA III. PARAMETRY ŘEPKOVÉHO A PŘEFILTROVANÉHO ŘEPKOVÉHO OLEJE

Parametr	Řepkový olej	Filtrovaný řepkový olej
Obsah vody (mg/kg)	87.4	44.3
Přeskokové napětí (kV/2,5 mm)	73.5	58.5 (72*)
Ztrátový činitel 90 °C	0.00477	0.00315
Číslo kyselosti (mgKOH/g)	0.091	0.020

* Po vakuaci

Z naměřených hodnot vyplývá, že řepkový olej nesplňuje parametr číslo kyselosti (limitní hodnota dle normy ČSN EN je 0.06 mg KOH/g) [3]. Po použití filtračního zařízení došlo k výraznému zlepšení hodnoty čísla kyselosti. Avšak došlo ke snížení přeskokového napětí na 58.5 kV/2.5mm. Pokles hodnoty lze vysvětlit tím, že otevření sudu a manipulace s olejem při nalévání vede k nasycení vzduchem, což má negativní vliv na přeskokové napětí. Před naplněním kapaliny do elektrického zařízení, musí být zařazena filtrace, která povede k odplynění a snížení obsahu adsorbované vody. Z těchto důvodů je výše popsaná úprava oleje pomocí vhodného sorbentu nezbytná pro jakýkoliv rostlinný olej určený k úpravě na izolační kapalinu.

PODĚKOVÁNÍ

Tento článek vznikl za podpory interního projektu na podporu studentských vědeckých konferencí SVK-2016-006 a grantem Studentské grantové soutěže ZČU č. SGS-2015-020 „Technologické a materiálové systémy v elektrotechnice“.

LITERATURA

- [1] MENTLÍK, Václav. Diagnostika elektrických zařízení. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2008, 439 s. ISBN 978-80-7300-232-9
- [2] MENTLÍK, Václav. Dielektrické prvky a systémy. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2006, 235 s. ISBN 80-730-0189-6
- [3] ČSN EN 62770. Kapaliny pro elektrotechnické aplikace - Nepoužité kapaliny na bázi přírodních esterů pro transformátory a podobná elektrická zařízení. Český normalizační institut: Český normalizační institut, 2014. Dostupné z: <http://seznamesn.unmz.cz/Detailnormy.aspx?k=95635>