

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного  
Учреждения высшего профессионального образования « Национальный  
Исследовательский университет « МЭИ» »  
в г.Волжском**

**Кафедра Технология воды и топлива**

**Курсовой проект**

**По дисциплине: « Технология топлива и энергетических масел»  
На тему«Механизм старения масел »**

**Выполнила: ст.гр. ТВТ-08**

**Скоромная О.С.**

**Проверили: Одоевцева М.В.**

**Иваницкий М.С.**

**Волжский 2012**

Под старением понимают изменения химических и электрофизических показателей, которые характеризуют работоспособность масла в аппаратуре высокого напряжения.

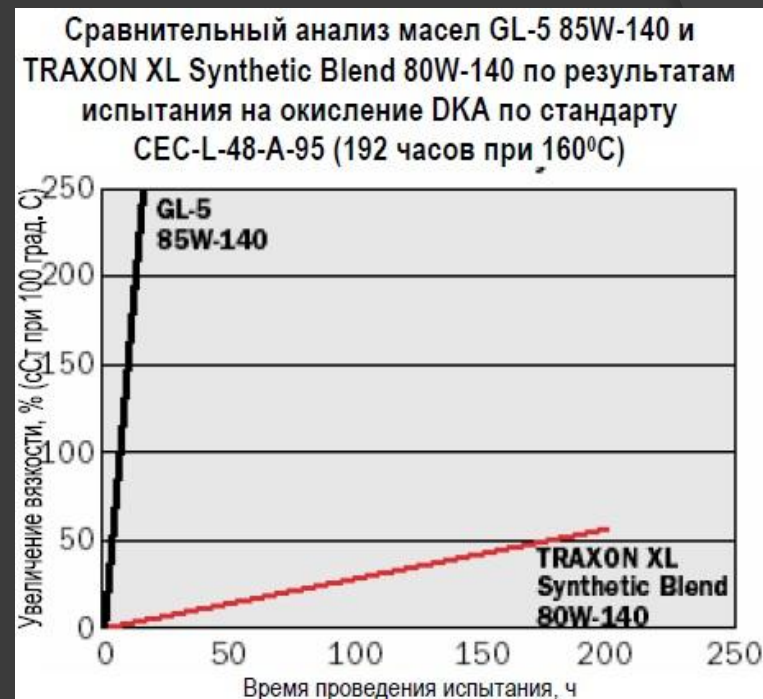
В результате старения трансформаторного масла :

1. Ухудшаются его электроизоляционные свойства.
2. Происходит накопление осадка на активных частях трансформатора, что затрудняет отвод от них теплоты.
3. Ускоряется старение целлюлозной изоляции и ухудшаются ее электроизоляционные свойства.

# Механизм процесса окисления

Экспериментально доказано, что первичными устойчивыми продуктами окисления углеводородов являются гидроперекиси.

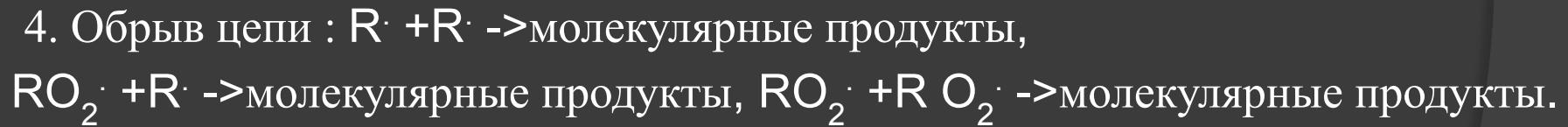
Органические перекиси можно рассматривать как продукты замещения одного или двух водородных атомов перекиси водорода (H-OO-H) на органические радикалы. Если один водородный атом перекиси водорода замещен радикалом, образуются гидроперекиси R-OO-H, при замещении двух водородных атомов - перекиси R1-OO-R2.



## Возможны три основных направления течения цепных реакций:

1. В результате реакции радикала с молекулой образуется одиночный радикал, что приводит к развитию неразветвленной цепи;
2. В результате реакции возникают два или более одиночных свободных радикалов, каждый из которых начинает свою цепь. Это приводит к быстрому развитию разветвленной цепной реакции.
  - ⦿ скорость разветвления больше, чем скорость обрыва, что приводит к очень быстрому развитию цепной лавины;
  - ⦿ скорость обрыва больше скорости разветвления, в связи с чем лавина не может развиваться
3. Если основная цепь реакции является неразветвленной, но продукт реакции легко образует свободные радикалы, реакция приобретает характер разветвленной цепной.

Перокисное окисление масел представляет собой много стадийный процесс:



где RH — субстрат окисления (полиненасыщенная жирная кислота)

# Влияние температуры окисления на окисляемость трансформаторных масел

Весьма важно установить связь между температурой и скоростью окисления масла. Обычно эта зависимость условно выражается температурным коэффициентом скорости окисления, определяющим, во сколько раз увеличится скорость окисления при повышении температуры на 10 °С.

Этот коэффициент не постоянен, а зависит от выбранного температурного интервала, состава масла, условий окисления и параметра, характеризующего степень (скорость) окисления

Состав масла	Температурные пределы, в которых осуществлялось окисление, °С	Температурный коэффициент окисления
Гексадекан	130—150	2,3
Цис -декалин	110—130	1,9
1-метил-4-изопропилбензол	110—130	2,2
1-метилнафталин	170—190	1,7

# Влияние влажности на окисляемость трансформаторных масел

Следует отметить, что предохранить твердую изоляцию от увлажнения можно только при полной герметизации трансформатора. Трансформаторное масло в значительной мере замедляет, но не исключает этот процесс, так как само масло гигроскопично.

Процессы удаления влаги из масла и поглощения ее маслом протекают с определенной скоростью и зависят от толщины слоя масла, площади поверхности соприкосновения масла с водой или воздухом, соотношения упругости паров масла и окружающей среды и температуры. На рис. 1 показана зависимость способности масла поглощать воду от влажности окружающего воздуха.



Рис 1

# Влияние концентрации кислорода на окисляемость трансформаторных масел

Установлено, что процесс окисления углеводородов должен пойти со скоростью

$$v = K_1 [R] [O_2],$$

где  $v$  — скорость поглощения кислорода;

$K_1$  — константа скорости реакции;

$[R]$  — концентрация углеводородных радикалов;

$[O_2]$  — концентрация кислорода  $O_2$  в жидкой фазе, пропорциональная парциальному давлению кислорода в газовой фазе.

Данное соотношение, установленное для индивидуальных углеводородов, указывает, что с увеличением концентрации кислорода скорость окисления возрастает



# Влияние поверхности металлов на окисляемость трансформаторных масел

Интенсивность каталитического действия металла в процессах окисления масел при прочих равных условиях зависит от размера поверхности металла.

Окисление нефтяных масел, в числе трансформаторных, в присутствии металлов изучено довольно подробно.

Наиболее активным катализатором окисления трансформаторного масла является медь.

В присутствии медного провода, плотно обмотанного несколькими слоями кабельной бумаги, наблюдаются меньшие изменения показателей масла, чем при таком же проводе, но без бумажной изоляции (рис 2). Это связано с ухудшением условий диффузии масла к поверхности меди через слой бумаги, а также с влиянием процессов адсорбции продуктов окисления масла бумагой.

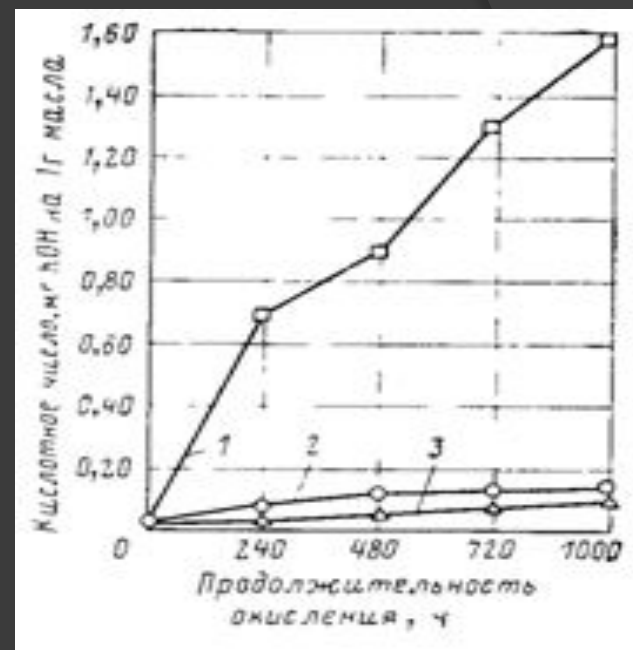


Рис 2

1 — масло + медный провод без изоляции; 2 — масло + медный провод с бумажной изоляцией; 3 — масло без медного провода

# Показатели качества трансформаторного масла

Показатель	Масло	
	свежее	эксплуатационное
1 Минимальное пробивное напряжение, которое определяется в стандартном маслоотборном аппарате, кВ	70	55
2 Наличие механических примесей	Отсутствует (визуально)	
3 Кислотное число, мг КОН на 1 г масла, не более	0,01	0,1
4 Наличие водорастворимых кислот и щелочей, мг КОН на 1 г масла, не более	Отсутствует	0,014
5 Температура вспышки, °С, не ниже	135	Снижение не более, чем на 5 °С по сравнению с начальным значением
6 Тангенс угла диэлектрических потерь, %, не более, при 70 °С	0,5	по таблице
7 Влагосодержание, % влаги, не более	0,001	0,001
8 Общее газосодержание, % объема, не более	0,1	-

## Рекомендуемое профилактическое обслуживание:

- Очищать при уровне кислоты меньше  $< 0,15$  мг КОН/г;
- Цвет светло желтый (янтарный);
- содержание влаги  $> 20$  мг/дм при пробивном напряжении  $< 50$  kV
- Регенерировать до значения  $0,2$  мг КОН/г Предпочтительно от середины  $0,1$  до  $0,15$  мг. КОН/г, для избежания резкого падения грязи.
- Очистка при кислотном числе  $> 0,25$  мг. КОН/г
- Осушить, при влажности твердой изоляции  $> 5,5\%$

# Литература

1. Сайт фирмы «Гарантированное электроснабжение России» <http://www.gerset.ru/article/198/58/>
2. Нефтепродуктообеспечение: Учебное пособие / Давлетьяров Ф.А. Москва , 1998
3. Сайт <http://www.himpro.ru/sgidravmasla.php>
4. Сайт фирмы «АВТОДОРСТРОЙ» <http://neft.autodorstroi.ru/enrg.htm>
5. Сайт фирмы «Технические масла и смазочные материалы» <http://www.tism.ru/info.php?aid=14>
6. Линштейн Р.А., Шахнович М.И. Транспортное масло.-М.: Энергоатомиздат, 1983.
7. Методические указания по приемке, применению и эксплуатации трансформаторных масел
8. Сайт : <http://www.gost-load.ru/Index/49/49939.htm>
9. Сайт : <http://www.gostedu.ru/4409.html>
10. Сайт : <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/60/60044/index.htm>
11. Сайт : <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/33/33542/index.htm>
12. Сайт : <http://cncexpert.ru/Data1/33/33566/index.htm>
13. Сайт : <http://cncexpert.ru/Data1/10/10556/index.htm>

Благодарю за внимание!

