

УДК 621.892.28

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАБЕЛЬНЫХ МАСЕЛ НА ОСНОВЕ ГИДРИРОВАННЫХ ОЛИГОМЕРОВ ПРОПИЛЕНА**ГУСЕЙНОВА Г.А., СЕИДОВ Н.М.***Институт нефтехимических процессов НАН Азербайджана, г.Баку*

Исследованы диэлектрические свойства кабельных масел на основе гидрированных олигомеров пропилена различного уровня вязкости в сравнении с их нефтяными аналогами. Показано, что по уровню показателей тангенса угла диэлектрических потерь, удельного объёмного электрического сопротивления и электрической прочности кабельные масла, полученные на основе гидрированных олигомеров пропилена, значительно превосходят их нефтяные аналоги.

Кабельные масла служат пропиточной и изолирующей средой в маслonaполненных кабелях. В соответствии с этим такие масла должны обладать хорошими диэлектрическими свойствами, которые оцениваются низким значением тангенса угла диэлектрических потерь, высокими диэлектрической прочностью и удельным электрическим сопротивлением.

Для маслonaполненных кабелей и пропитки арматуры применялись нефтяные масла 3-х уровней вязкости: 1) маловязкие МН-4 (ТУ 38.101654-76), МНК-4В (ТУ 38.401-58-76-93) и МНК-6 с присадками (ТУ 38.40158-76); 2) средневязкое С-220 (ГОСТ 8463-76); 3) высоковязкие КМ-22 (ТУ 38.301029-26-89) и КМ-50 (И-40А загущенное) с вязкостью при 100⁰С 22 и 50 мм²/с соответственно. В настоящее время из перечисленных выше масел в России производятся только МНК-4В и КМ-22 [1].

На нефтяной основе трудно получить кабельные масла требуемых свойств. Особенно это относится к маслу С-220, в требованиях к которому содержится показатель «Реакция Настюкова», определяющий чистоту масла в отношении наличия ароматических и непредельных соединений. Учитывая это, в качестве кабельных масел исследованы гидрированные олигомеры пропилена (ГОП), характеризующиеся отсутствием ароматических и непредельных соединений [2].

Олигомеры пропилена (ОП) получали олигомеризацией пропилена при 80 и 100⁰С на каталитических комплексах с AlCl₃. Из исходных олигомеров выделяли фракции, выкипающие в определенных температурных интервалах и соответствующие по уровню вязкости определенным маркам масел: МН-4 – 330-370⁰С, С-220 – 370-430⁰С и выше 370⁰С, КМ-22 и КМ-50 - выше 430⁰С (выделенные из ОП, полученного соответственно при 100 и 80⁰С). Для испытаний в качестве масла С-220 были выбраны две фракции – дистиллятная (C₁₅-C₂₄) и остаточная (C₁₅-C₃₃), которые отличались содержанием высококипящих изопарафиновых углеводородов C₂₇-C₃₃. Следует отметить, что углеводороды C₂₇ – C₃₃ отсутствуют в дистиллятной фракции и присутствуют в остаточной фракции в количестве 20%. Это проведено с целью оценки влияния высокомолекулярных углеводородов на диэлектрические свойства масел на основе ГОП.

Для соответствия показателям требований по термоокислительной стабильности фракции ОП были подвергнуты гидрированию на Pt- содержащем катализаторе при 240-250⁰С. Контроль над эффективностью гидрирования осуществляли по показателю «Йодное число». При значении йодного числа менее 1 гJ₂ на 100г продукта, обеспечивался отрицательный показатель реакции Настюкова.

Оценку диэлектрических свойств масел на основе ГОП в сравнении с их нефтяными аналогами проводили в соответствии с требованиями электрических испытаний электроизоляционных жидких материалов по ГОСТ 6581-75 при частоте 50 Гц и напряженности электрического поля 1 кВ/мм. В качестве маловязких масел были выделены дистиллятные фракции, а в качестве средне- и высоковязких – как дистиллятные, так и остаточные, но имеющие равный уровень вязкости в соответствии с показателями требований. Тангенс угла диэлектрических потерь определяли для исходных масел до и после их старения в течение 300ч при температуре 120⁰С без катализатора и в присутствии меди (табл.1).

Таблица 1

Диэлектрические свойства кабельных масел различного уровня вязкости

Наименование масел и фракций ГОП	Вязкость при 50 ⁰ С, мм ² /с	Тангенс угла диэлектрических потерь tg δ при 100 ⁰ С		
		В исходном состоянии	После старения при 120 ⁰ С в течение 300ч	
			без катализатора	в присутствии меди
Фр.330-370 ⁰ С ГОП	8,0	0,0004	0,0078	0,0817
МН-4В	3,7-8,0	0,003	0,09	0,350
МНК-6	6,0	0,002	0,012	0,100
Фр.370-430 ⁰ С ГОП	60,7	0,00035	0,0009	0,0016
Фр.>370 ⁰ С ГОП	61,2	0,00041	0,0052	0,063
С-220	Не менее 50	0,002	0,009	0,120
Фр.> 430 ⁰ С ГОП	50,6 ^{х)}	0,0009	0,0092	0,098
КМ-22	22 ^{х)}	0,003	0,09	0,26
КМ-50	Не менее 50 ^{х)}	0,007	0,08	0,24

^{х)} вязкость при 100⁰С

Как показывают данные таблицы 1, для всех фракций значения tg δ на порядок ниже и в процессе старения изменяются в значительно меньших пределах, чем их нефтяные аналоги. Дистиллятные и остаточные фракции ГОП имеют низкие диэлектрические потери, что свидетельствует о высоких диэлектрических свойствах фракций ГОП, которые могут с успехом заменить нефтяные масла.

Определены зависимости тангенса угла диэлектрических потерь tg δ от температуры масел на основе ГОП также в сравнении с их нефтяными аналогами.

На рис.1 приведены температурные зависимости tg δ для фракций ГОП, выкипающих в пределах 370-430⁰С (1) и выше 370⁰С (2), а также нефтяного аналога С-220 (3). Как видно из рис.1, фракции ГОП имеют стабильные показатели диэлектрических свойств до температуры 80⁰С. При этом значения tg δ для ГОП в 20 раз ниже, чем у нефтяного аналога. С повышением температуры в диапазоне 80-100⁰С значения tg δ плавно увеличиваются. При дальнейшем повышении температуры свыше 100⁰С значения tg δ увеличиваются с большей интенсивностью. Однако, для обеих фракций ГОП характерны в десятки раз меньшие значения tg δ, чем для их нефтяного аналога. В диапазоне температур 90-100⁰С имеется излом на температурной зависимости, указывающий на фазовый переход, сопровождаемый изменением структурного состояния ГОП. Такой же переход в указанном диапазоне температур наблюдается при исследовании более вязкой фракции ГОП, выкипающей выше 430⁰С. Во всём исследуемом диапазоне температур значения tg δ близки для дистиллятной и остаточной фракций. Для нефтяного кабельного масла С-220 повышение tg δ наблюдается при температурах 50-60⁰С. При температуре 100⁰С значения tg δ для масла С-220 в 6 раз выше, чем для ГОП. Это указывает на

высокие диэлектрические свойства исследуемых ГОП в рабочих температурных условиях. Нефтяные масла КМ-22 и КМ-50 имеют

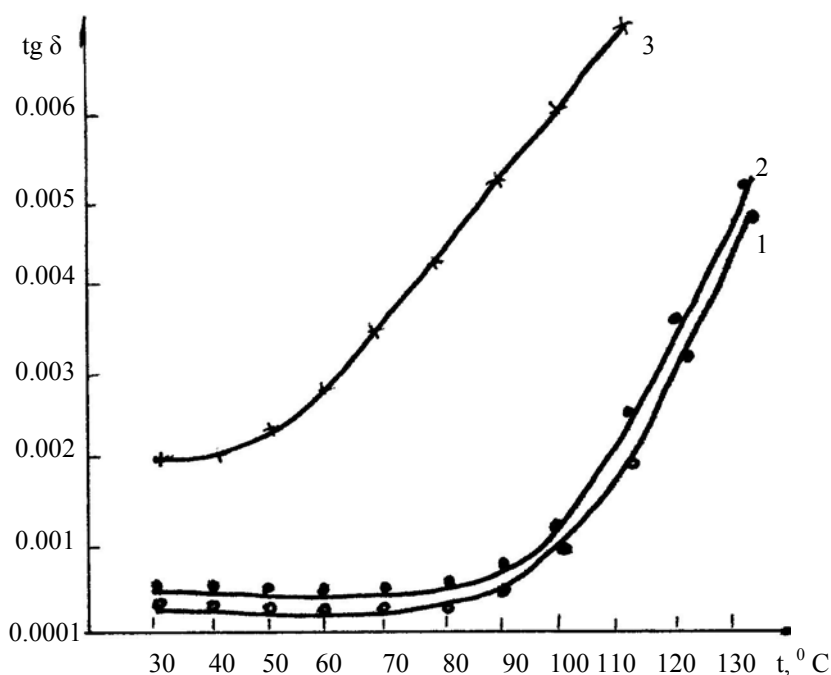


Рис. 1. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg } \delta$ фракций ГОП 370-430 $^\circ\text{C}$ (1) и выше 370 $^\circ\text{C}$ (2) от температуры в сравнении с нефтяным аналогом С-220 (3)

значительно более высокие значения $\text{tg } \delta$, т.е. характеризуются большими диэлектрическими потерями.

На основании полученных данных можно заключить, что ГОП обладают высокими диэлектрическими свойствами.

Зависимость удельного объемного электрического сопротивления от температуры для ГОП, выкипающих выше 430 $^\circ\text{C}$ (1), и масла КМ-50 (2) приведены на рис.2. Этот показатель определяется при напряжении не менее 100 В. Характерной особенностью ГОП является стабильность удельного объемного электрического сопротивления до температуры 90-100 $^\circ\text{C}$ и затем резко снижается при дальнейшем повышении температуры. Т.е. при температуре 100 $^\circ\text{C}$ наблюдается изменение структуры олигомеров, сопровождающееся фазовым переходом и наблюдаемым изменением зависимости.

Для нефтяного масла КМ-50 значения удельного объемного электрического сопротивления гораздо ниже и остаются стабильными до температуры 70 $^\circ\text{C}$. В диапазоне температур 70-110 $^\circ\text{C}$ наблюдается медленное, а затем резкое снижение значений. Это указывает на меньший температурный диапазон работоспособности нефтяных масел и худшее объемное электрическое сопротивление.

Аналогичную зависимость с остаточными фракциями имеют также и дистиллятные фракции ГОП. Стабильность удельного объемного электрического сопротивления также сохраняется до 100 $^\circ\text{C}$ и снижается при дальнейшем повышении температуры. Однако, значение показателя удельного объемного электрического сопротивления для дистиллятных и остаточной, выкипающей выше 370 $^\circ\text{C}$, фракций находится в пределах $2-3 \cdot 10^{13}$ Ом·см и остается стабильным до температуры 105-110 $^\circ\text{C}$.

Стабильность показателя удельного электрического сопротивления до температуры 100 $^\circ\text{C}$ и его снижение при дальнейшем повышении температуры также указывает на превращения, происходящие в структуре ГОП, и, соответственно, к изменению исследуемых свойств. Температурный диапазон стабильности диэлектрических свойств для ГОП более широкий, чем для их нефтяных аналогов.

Проведена оценка электрической прочности при частоте 50 Гц всех образцов ГОП, предложенных в качестве заменителей кабельных масел. Все фракции ГОП

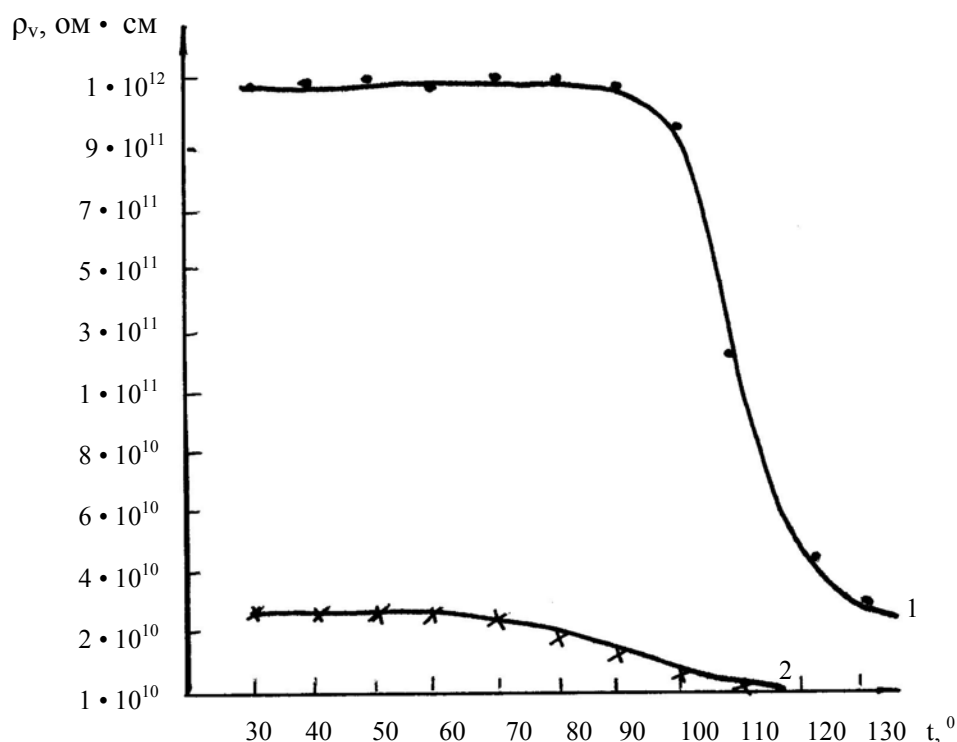


Рис.2. Зависимость удельного объемного электрического сопротивления ГОП, выкипающих выше 430⁰С (1) и нефтяного аналога КМ-50 (2)

характеризуются высокими значениями электрической прочности, которые находятся в пределах 240-280 кВ/см (норма не менее 210 кВ/см у масла С-220).

Таким образом, дистиллятные и остаточные фракции ГОП, предложенные в качестве кабельных масел различного уровня вязкости, обладают высокими диэлектрическими характеристиками. По уровню показателей предложенные масла на основе ГОП значительно превышают значения диэлектрических свойств их нефтяных аналогов и с успехом могут повысить качество бумажно-масляной изоляции силовых кабелей.

1. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: Справочник //И.Г.Анисимов, К.М.Бадыйштова, С.А.Бнатов и др.; Под ред. В.М.Школьникова. Изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Техинформ», 1999.-596с.
2. Гусейнова Г.А. Кабельные масла на основе олигомеров низших олефинов //Нефтепереработка и нефтехимия, 2004, №1, с.50-53

PROPİLENİN HİDROGENLƏŞDİRİLMİŞ OLİQOMERLƏRİNİN ƏSASINDA İŞLƏNMİŞ KABEL YAĞLARININ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

HUSEYNOVA G.A., SEİDOV N.M.

Müxtəlif qatılığa malik propilenin hidrogenləşdirilmiş oliqomerlərinin əsasında işlənmiş kabel yağlarının dielektrik xüsusiyyəfləri onların neft analoqlu yağlarının müqayisəsi tədqiq olunmuşdur.

Göstərilmişdir ki, dielektrik itkilərini əks etdirən tanges bucağının göstəricisinə, elektrik müqavimətinin xüsusi qiymətinə görə və elektriki nöhkəmliyinə nəzərən propilenin hidrogenləşdirilmiş oliqomerləri əsasında işlənmiş yağlar onların neft analoqlu yağlarından daha üstüdürlər.

DIELECTRICAL QUALITIES OF CABLE OILS ON THE BASIS OF HYDROGENATED OLİQOMERS OF PROPYLENE

HUSEYNOVA G.A., SEİDOV N.M.

It has been investigated dielectrical qualities of cable oils on the basis of hydrogenated oliqomers of propylene of different level of viscosity in compared with their petroleum oils.

It has been shown, that by level of indexes: the loss tangent of dielektric, volume of electrical resistance, and dielektric strength of hydrogenated oliqomers of propylene much more out-perform of their petroleum analogies.