

СИНТЕТИЧЕСКАЯ ЖИДКОСТЬ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Амиров Ф.А.¹, Шахвердиева Ф.М.² Email: Amirov1138@scientifictext.ru

¹Амиров Фариз Али оглы - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой;

²Шахвердиева Фатима Магамедовна - кандидат технических наук, доцент,
кафедра технологии органических веществ и высокомолекулярных соединений,
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,
г. Баку, Азербайджанская Республика

Аннотация: в данных исследованиях приводятся результаты экспериментов по созданию синтетической диэлектрической жидкости для применения в электрических аппаратах. Реагентами реакции этерификации являются отход сернокислотного производства изопропилового спирта и этиленгликоль. Использование катионита КУ-2 в качестве катализатора реакции этерификации отходов абсолютирования диизопропилового эфира и этиленгликоля позволяет создать безотходную технологию получения изопропилового спирта, превратить отходы производства в ценный продукт. Синтезированный этерификат отличается низкой температурой застывания (не застывает при -70°C) и рекомендован к использованию в качестве компаунда заводских нефтяных масел для электрических аппаратов, работающих в районах крайнего севера.

Ключевые слова: диэлектрики, этерификация, этиленгликоль, отход производства, температура застывания.

SYNTHETIC LIQUID FOR ELECTRICAL APPARATUS

Amirov F.A.¹, Shahverdieva F.M.²

¹Amirov Fariz Ali oglu - Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department;

²Shahverdieva Fatima Magamedovna - Candidate of Technical Science, Docent,
DEPARTMENT OF TECHNOLOGY OF ORGANIC SUBSTANCES AND HIGH MOLECULAR COMPOUNDS,
AZERBAIJAN STATE UNIVERSITY OF OIL AND INDUSTRY,
BAKU, REPUBLIC OF AZERBAIJAN

Abstract: in given research the results of experiments by creation of synthetical dielectric liquid for use in electrical apparatuses are given. As the reagent of esterification the waste of sulphuric acid production of isopropyl alcohol and ethyleneglycol have been used. Use of kationite KU-2 as a catalyst of esterfikation reaction of absolutization of diisopropyl ester and isopropyl allows to create wasteless technology of isopropyl spirit production and to process the waste of production to the valuable production. The synthezied esterifikate differ by low sodification temperature (don't freeze by (-70°C) and is recommended to use as compaund of the plant petroleum oils for electrical apparatuses) working in region of the For North.

Keywords: dielectric, esterification, ethylenglycol, waste of production, sodification temperature.

УДК 661.725.3.504

Тенденция возрастания роли синтетических электроизоляционных жидкостей для применения в трансформаторах, конденсаторах и в других видах высоковольтной аппаратуры объясняется более жесткими условиями их работы. Увеличение рабочей напряженности электрического поля, температуры работы аппаратов предъявляет особые требования к стабильности диэлектрических жидкостей, а также при работе электрических аппаратов в районах крайнего севера нефтяные изоляционные масла работать не могут, они застывают. Настоящее исследование направлено на создание синтетической диэлектрической жидкости, обладающей высокой стабильностью против окисления и имеющую низкую температуру застывания.

Из литературы [1] известно, что электроизоляционные жидкости на основе полиолефинов при окислении не образуют шлама (осадка), т.к. кислоты, образующиеся при окислении, растворяются в полиолефине. Отсутствие шлама обеспечивает постоянство значений $\text{tg } \delta$ полиолефинов в процессе окисления. В ряде стран находят применение диэлектрики на основе полипропиленов. В связи с этим в данной работе использован отход сернокислотного производства изопропилового спирта. В работах [2, 3] исследован состав отхода и показана возможность получения на его основе продукта, рекомендованного в качестве компаунда диэлектрической жидкости. Продукт был получен реакцией этерификации отхода сернокислотного производства изопропилового спирта этиленгликолем в присутствии серной кислоты в качестве катализатора.

С целью улучшения экологических показателей процесса серная кислота была заменена на КУ-2. Настоящая работа посвящена получению электроизоляционной жидкости реакцией этерификации отхода сернокислотного производства изопропилового спирта этиленгликолем в присутствии катализатора КУ-2.

В состав отхода сернокислотного производства изопропилового спирта входит диизопропиловый эфир (побочный продукт производства), олигомеры пропилена и кислородные соединения пропилена и его олигомеров. После отгона диизопропилового эфира и возврата его в производство, была отобрана фракция 140-250⁰С. В состав фракции 140-250⁰С входит 24% высокомолекулярных ненасыщенных алифатических кислот и 76% олигомеров пропилена (три-, тетра-, пента-).

Фракция 140-250⁰С была подвергнута реакции этерификации этиленгликолем на катализаторе КУ-2. Катионит КУ-2 представляет собой сульфированный сополимер стирола с дивинилбензолом. Это сильнокислотный катионит, в котором активной группой является SO₃H.

Катионит выпускается заводами в натриевой форме (соли сульфокислоты RS₃ONa), в которой он не обладает каталитической активностью. Поэтому была проведена обработка катионита кислотой по известной методике.

Методика реакции этерификации фракции 140-250⁰С отхода сернокислотного производства изопропилового спирта этиленгликолем состояла в следующем. Определенные количества реагентов вводили в трехгорловую колбу, снабженную механической мешалкой, контактным термометром и ловушкой Дина-Старка с обратным холодильником. Реакционную массу нагревали при заданной температуре до тех пор, пока выделившийся объем воды в ловушке Дина-Старка оставался постоянным. Это свидетельствовало о том, что реакция в данных условиях завершена. Реакционную массу подвергали газохроматографическому анализу на хроматографе ЛХМ8МД. Фаза полисорб, длина колонки 2 м. Согласно экспериментальным данным, представленным в табл.1, выход этерификата составил 81,0% от теоретически возможного.

Таблица 1. Материальный баланс процесса этерификации фр. 140-250⁰С отхода сернокислотного производства изопропилового спирта этиленгликолем

| Реагенты | г | % масс | Продукты | г | % масс |
|--|------|--------|-----------------------------|------|--------|
| Взято | | | Получено | | |
| Кислота в составе фр. 140-250 ⁰ С | 61,0 | 76,0 | непрореагировавшие продукты | 13,7 | 15,9 |
| Этиленгликоль | 25 | 29,1 | Этерификат | 64,8 | 75,4 |
| | | | H ₂ O | 6,0 | 7,0 |
| | | | Потери | 1,5 | 1,7 |
| Итого | 86,0 | 100,0 | Итого | 86,0 | 100,0 |

Условия процесса: температура 165⁰С, мольные отношения фр. 140-250⁰С к этиленгликолю 1:1,4, количество катализатора КУ-2-40 гр. Выход этерификата на взятые реагенты составляет 81,0% от теоретически возможного.

Таблица 2. Физико-химические свойства эфиров фракции 140-250⁰С отхода сернокислотного производства изопропилового спирта и этиленгликоля

| Температурные пределы кипения фракции, °С | Коэффициент рефракции, П ²⁰ _д | Плотность, г/см ³ | Температура застывания, °С | Температура вспышки в открытом тигле, °С | Кинематическая вязкость, мм ² /с при температурах | |
|---|---|------------------------------|----------------------------|--|--|------|
| | | | | | 20 | 50 |
| 100-120 ⁰ /2мм рт, ст 250-280 ⁰ /760мм | 1,4520 | 840,0 | -80 не застыл | 60 | - | 2,90 |
| 180-190 ⁰ /2мм рт, ст 370-390 ⁰ /760мм | 1,4780 | 889,0 | -70 не застыл | 139 | 21,0 | 6,61 |

В тех же условиях опыта выход этерификата с использованием в качестве катализатора серной кислоты выше и составляет 91,3 [3]. Однако при использовании в качестве катализатора этерификации КУ-2 отпадают такие стадии процесса, как нейтрализация очистка от следов серной кислоты и значит, отсутствует наличие кислых стоков, что и приводит к экологической чистоте процесса.

Полученный в результате этерификации продукт был осушен и разогнан. Непрореагировавшие продукты были отогнаны при атмосферном давлении до 200⁰С, после чего разгонка велась под вакуумом. При этом отобраны две фракции, физико-химические свойства которых представлены в табл.2.

Выделенные фракции анализировали с определением физико-химических констант по методике ГОСТ и данным спектрального анализа.

В ИК-спектрах фракции I и II наблюдается интенсивная полоса в области 1725 см⁻¹, свидетельствующая о наличии сложноэфирной группы. Полосы в широком интервале частот для фракции I -2860-2900 см⁻¹ и для фракции II – 2870-3000 см⁻¹ свидетельствуют о наличии гидроксильных групп. Из спектрограмм следует, что реакция образования эфиров этиленгликоля с непредельными алифатическими кислотами протекает в две стадии с промежуточным образованием спиртоэфиров. В продуктах реакции присутствуют как моно- так и диэфиры.

В табл.2 представлены физико-химические свойства полученного продукта. Из литературы известно, что физико-химические свойства сложных эфиров органических кислот, в особенности диэфиров, открывают широкие возможности их использования в электрических аппаратах. Это обусловлено наличием у эфиров ценных эксплуатационных свойств, таких как относительно высокая противоокислительная и термическая стабильность, низкая температура застывания, небольшая вязкость при отрицательных температурах. Учитывая, что синтезированный продукт состоит из 24% сложных эфиров высокомолекулярных непредельных карбоновых кислот и этиленгликоля (как моно-, так диэфиров) и 76% олигомеров пропилена, имеющих также ценные эксплуатационные свойства для диэлектрических жидкостей, а также результаты приведенного экспериментального материала, синтезированный этерификат может быть рекомендован как компаунд к заводскому образцу трансформаторного масла нефтяного происхождения.

Известно, что нефтяные электроизоляционные масла подвергаются старению быстрее, не могут быть использованы в районах крайнего севера т.к. имеют температуру застывания не ниже -50⁰С.

Синтезированный продукт имеет низкую температуру застывания (при -70⁰С не застывает) хорошую противоокислительную и термическую стабильность. Не удовлетворяя требованиям ГОСТ-а на трансформаторное масло по таким показателям как вязкость и температура вспышки, продукт может быть рекомендован как компаунд к нефтяным маслам.

Выводы.

1. Реакцией этерификации фракции 140 - 250⁰С отхода сернокислотного производства изопропилового спирта этиленгликолем синтезирован этерификат, рекомендованный в качестве компаунда нефтяных трансформаторных масел.

2. Отличительной характеристикой синтезированного этерификата является низкая температура застывания. (-70⁰С н.з.)

3. В результате использования отхода сернокислотного производства спирта для получения полезного продукта создаются условия для мало- или безотходного производства изопропилового спирта, что даст возможность улучшить технико-экономические и экологические показатели процесса.

Список литературы / References

1. *Шахнович М.И.* Синтетические жидкости для электрических аппаратов. М. // Энергия, 1972. 200 с.
2. *Салимова Н.А., Шахвердиева Ф.М., Гусейнова М.А.* «Экологически безопасная технология сернокислотного производства изопропилового спирта». Научно-аналитический журнал «Инженерная экология». Москва, 2004. 7 с.
3. *Салимова Н.А., Шахвердиева Ф.М., Гусейнова М.А.* Синтез диэлектрической жидкости на основе отхода сернокислотного производства изопропилового спирта. // Нефтепереработка и нефтехимия». № 11, 2012. С. 42-45.