Министерство образования Республики Беларусь
Витебский государственный технологический университет
УО «ВГТУ»

УДК: 621.3.08:665.6/7
Рег. № 20163064

Утверждаю
Проректор по научной работе
_____ Е.В. Ванкевич
«30» 12 _____ 2020 г

ОТЧЕТ
о научно-исследовательской работе
Разработка методов и информационных систем диагностики и мониторинга технологических параметров и качества нефтепродуктов

(заключительный)

2020 – Г/ Б - 330

Руководитель НИР
д.т.н., доц. _____ А.А.Джежора
«30» 12 2020г.

Начальник НИЧ _____ С.А. Беликов
«30» 12 2020г.

Витебск 2020

Библиотека ВГТУ
0 0 1 2 7 3 8 6

Витебский государственный технологический университет

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель НИР:

Д.т.н. 18.12.2020г. _____ Джежора А.А.
(введение, глава 1,2,5,6,7)

Исполнители:

Ст.науч.сотр., канд.техн.наук 18.12.2020г. _____ Науменко А.М.
(глава 3,4,5)

Мл.науч.сотр. 18.12.2020г. _____ Завацкий Ю.А.
(глава 5,6,7)

Инженер 18.12.2020г. _____ Самусев А.М.
(глава 3,4)

Лаборант 18.12.2020г. _____ Шалапухо Е.А.
(глава 3)

Нормоконтроль 18.12.2020г. _____ Шалапухо Е.А.

Витебский государственный технологический университет

СОДЕРЖАНИЕ

Стр

ВВЕДЕНИЕ 6
1. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ ТОПЛИВА..... 8
1.1. Анализ методов измерения уровня топлива 8
1.2. Особенности применения емкостного метода в системах измерения и контроля уровня..... 9
1.3. Направления отечественных и зарубежных исследований в области теории и практики применения электроемкостного метода контроля..... 14
1.4. Факторы и параметры, влияющие на характеристики электроемкостных преобразователей 20
1.5. Учет и контроль качества нефтепродуктов. Численные расчеты цилиндрических конструкций датчиков..... 22
1.6. Структурная и функциональная схема средств контроля..... 31
2. ОБЗОР РАБОТ В ОБЛАСТИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ И КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИМЕСЕЙ В НЕФТЕПРОДУКТАХ..... 32
2.1. Разработка методики расчета количественных показателей содержания примесей в нефтепродуктах..... 34
2.2 Апробация методики расчета количественных показателей содержания примесей в нефтепродуктах (воды). Оценка концентрации примесей в нефтепродуктах..... 39
3. ПРОВЕДЕНИЕ ОБЗОРА РАБОТ В ОБЛАСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА МАСЕЛ. ПРОВЕДЕНИЕ ПАТЕНТНОГО ПОИСКА..... 40
3.1. Разработка методологического подхода, позволяющего повысить эффективность оценки качеств масел..... 43
3.2. Описание методики контроля..... 46
3.3 Разработка метода и средств оценки качества масел..... 48
3.3.1. Изготовление измерительных электроемкостных преобразователей 48
3.3.2. Измерения линейных размеров, изготовление образцов электроемкостных преобразователей..... 49
3.3.3. Исследование рабочих характеристик электроемкостных преобразователей с открытой областью контроля..... 51
3.3.4 Разработка накладных и зеркальносимметричной электроемкостных преобразователей с охранным электродом..... 53
3.3.5 Исследование рабочих характеристик электроемкостных преобразователей с охранным электродом..... 61
4. СОЗДАНИЕ МАКЕТА ИНДИКАТОРА КАЧЕСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ МАСЕЛ ДЛЯ УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА..... 64
4.1 Разработка блока измерения импеданса..... 64
4.2 Макет индикатора качества гидравлического масла..... 73

Витебский государственный технологический университет

БІБЛІЯТЭКА
УА «ВІЦЕБСКІ ДЗЯРЖАЎНЫ
ТЭХНАЛАГІЧНЫ УНІВЕРСІТЭТ»

5. АПРОБАЦИЯ ИНДИКАТОРА КАЧЕСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ МАСЕЛ..... 73
5.1.1 Исследование кинематической вязкости гидравлических масел..... 74
5.1.2 Исследование гидравлических масел с помощью электроемкостных преобразователей с открытой областью контроля..... 77
5.1.3 Исследование гидравлических масел с помощью электроемкостных преобразователей с охранным электродом..... 81
6. РАЗРАБОТКА ПЕРВИЧНЫХ ЭЛЕКТРОЕМКОСТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО МАСЛА..... 83
6.1.Моделирование..... 84
6.2.Метод интегральных уравнений..... 85
6.3.Моделирование, экспериментальные результаты..... 89
6.4.Расчет поля сенсора, построение картины поля..... 89
6.5. Определение диэлектрической проницаемости посредством сенсора с открытой областью пространства..... 91
6.6. Моделирование сенсоров с открытой областью пространства окруженных щитом Фарадея, англоязычное название interdigitated dielectrometry sensors IDS, fringing electric field (FEF) sensors..... 92
7.ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ЗЕРКАЛЬНО-СИММЕТРИЧНОГО ГРЕБЕНЧАТОГО ДИЭЛЬКОМЕТРИЧЕСКОГО СЕНСОРА ОТКРЫТОГО ПРОСТРАНСТВА, ОКРУЖЕННОГО ЭКРАНОМ ФАРАДЕЯ, ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ МАСЕЛ..... 96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... 100
СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ..... 102
ПРИЛОЖЕНИЕ А..... 112
ПРИЛОЖЕНИЕ Б..... 113
ПРИЛОЖЕНИЕ В..... 133
ПРИЛОЖЕНИЕ Г 184
ПРИЛОЖЕНИЕ Д 186
ПРИЛОЖЕНИЕ Е 188

Витебский государственный технологический университет

РЕФЕРАТ

Отчет 189 с., 1 кн., 73 рис., 20 табл., 184 источн., 7 прил.

УЧЁТ, КОНТРОЛЬ, КАЧЕСТВО, ДИЭЛЬКОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД, НЕФТЕПРОДУКТЫ

Объектом исследования являются нефтепродукты.

Цель работы - разработка алгоритмов, структурной и функциональной схемы, определение оптимальной конструкции чувствительных элементов, изготовление экспериментального образца устройства учета и входного контроля качества нефтепродуктов.

Подготовка информационной системы, реализующей предложенные модели, методы и алгоритмы для применения в практических системах контроля качества нефтепродуктов.

В процессе работы предложены новые технические решения, основанные на использовании диэлькометрического метода, реализуемого посредством сенсоров различных конструкций.

В результате исследования разработана конструкция двухпараметрового датчика уровня топлива.

Точные измерениея относительной диэлектрической проницаемости промышленных масел с использованием interdigitated dielectrometry sensors IDS, fringing electric field (FEF) sensors является сложной задачей из-за паразитной емкости, вызванной пространственной структурой IDS. В данной работе исследованы структуры IDS без экрана в подложке. Структура была промоделирована для оценки влияния на емкость С промышленных масел. Для конкретных структурных соотношений и значений диэлектрической проницаемости паразитная емкость может быть снижена для повышения точного измерения ε_r. Эксперименты, проведенные на новых, так и на деградированных маслах, показали высокую точность ≈99,5%, подтвердив результаты моделирования. Эти результаты имеют перспективу, чтобы проводить высокоточные измерения, осуществлять удаленный мониторинг качества нефтепродуктов.

Витебский государственный технологический университет