

Министерство образования Республики Беларусь
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 662.758.2

№ госрегистрации 20164683 от 29.12.2016 г.

Инв. № _____

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе Полоцкого
государственного университета,
к. п. н., доцент
_____ И.В. Бурая
« ____ » _____ 20__ г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ
**«Автоматизированные методы определения фракционного
состава биотоплив»** (заключительный)
ГБ 3816 № госрегистрации 20164683 от 29.12.2016 г.

Начальник ОСНИ
_____ Т.В. Гончарова
« ____ » _____ 20__ г.

Научный руководитель НИР,
канд. техн.наук, доцент
_____ Е.В. Сафронова
« ____ » _____ 20__ г.

Новополоцк 20__

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

- Научный руководитель
задания, к.т.н., доцент _____ « ____ » _____ 20__ г. Е.В. Сафронова
(научное руководство,
все разделы)
- к.т.н., доцент _____ « ____ » _____ 20__ г. А.В. Спиридонов
(ответственный исполнитель,
все разделы)
- к.т.н., доцент _____ « ____ » _____ 20__ г. Е.М. Шестопапов
(раздел 2)
- к.т.н., доцент _____ « ____ » _____ 20__ г. Ю.А. Булавка
(раздел 4)
- к.т.н., доцент _____ « ____ » _____ 20__ г. А.В. Митинов
(раздел 4)
- Ст. преподаватель _____ « ____ » _____ 20__ г. Л.П. Шевченко
(раздел 2)
- Ст. преподаватель _____ « ____ » _____ 20__ г. Н.С. Дмитраченко
(раздел 3)
- Ст. преподаватель _____ « ____ » _____ 20__ г. Н.А. Харлашова
(раздел 3)
- Инженер _____ « ____ » _____ 20__ г. С.А. Горунова
(раздел 2)

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	7
РАЗДЕЛ 1. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗВЕСТНЫХ МЕТОДИК И ПРИБОРОВ ПО ОЦЕНКЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ТОПЛИВ	12
РАЗДЕЛ 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА БЕНЗИНОВ СО СПИРТАМИ И ЭФИРАМИ.....	18
2.1. Определение температур кипения смеси спиртов и индивидуальных углеводородов. Методы анализа фракционного состава бензинов с кислородсодержащими компонентами.....	18
2.2. Азеотропные смеси. Равновесие взаимно нерастворимых жидкостей	22
2.3. Частично растворимые бинарные системы.....	24
2.4. Кипение азеотропных смесей. Второй закон Коновалова	25
2.5. Определение зависимости давления паров гептана и этанола от температуры	26
2.5. Перегонка бинарной смеси этанола и гептана	27
2.6. Предсказание азеотропии.....	34
2.7. Высокооктановые кислородсодержащие топливные композиции,	39
их свойства.	39
РАЗДЕЛ 3. ПИРОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУР КИПЕНИЯ	45
3.1. Фракционный состав и его влияние на основные эксплуатационные свойства топлив.....	45
3.2. Пирометрические методы контроля температур кипения жидкости в колбе.....	50
3.3. Разработка математического описания тепловых процессов, происходящих в перегонной колбе	53
3.4. Обработка результатов эксперимента.	57
3.5. Экспериментальная проверка пирометрического метода расчёта температур паров нефтепродукта в колбе.	60
РАЗДЕЛ 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА БИОДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ И РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ.....	64
РАЗДЕЛ 5. МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА БИОТОПЛИВ И ДРУГИХ АЗЕОТРОПНЫХ СМЕСЕЙ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ПРИБОРОВ -АНАЛИЗАТОРОВ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА. ..	74
5.1. Описание технических возможностей модернизированного прибора РМД-110.	74
5.2. Современные методы улавливания углеводородов при хранении и транспортировке.	80
5.3. Свойства и групповой состав остатка процесса гидрокрекинга вакуумного газойля	97
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	112
ПРИЛОЖЕНИЕ А – СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ	119

Статьи	119
Материалы международных конференций	120
Работы студентов.....	120

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Abaev G.N., Spiridonov A.V., Urvantsev V.V., Andreeva R.A., Kolesnik V. Process for determining the distillation characteristics of liquid petroleum products by express mini-distillation and apparatus permitting implementation of this process. Патент: 0124708.9 (GB) from 21.03.02 NMJ 03556 GB.
2. А19980801 (Республика Беларусь) от 26.08.98; МКИ: G01N7/14. Способ автоматического определения фракционного состава нефтепродуктов, выкипающих до 400 °С и устройство для его осуществления. / Абаев Г.Н., Спиридонов А.В., Урванцев В.В. и др. (Патент № 4979).
3. Г.Н. Абаев, А.В. Спиридонов, Р.А. Андреева, В.В. Урванцев, А.И. Вегера, В.Л. Горбунов. Проектирование приборов для экспресс-анализа фракционного состава светлых нефтепродуктов. // Сб. Вестник ПГУ – 2003.
4. А.В. Спиридонов, В.В. Урванцев, В.Л. Горбунов, Д.М. Юрцевич, А.И. Вегера. Повышение метрологических характеристик приборов для экспресс-анализа фракционного состава светлых нефтепродуктов. // Сб. Вестник ПГУ – 2004.
5. Мановян А.К., Хачатурова Д.А., Лозин В.В. Лабораторная перегонка и ректификация нефтяных смесей. - М.: Химия, 1984 - 240с.
6. Химия нефти и газа. Под ред. В.А. Проскурякова, А.Е. Драбкина. Л.: Химия, 1989 - 424с.
7. ГОСТ 2177-82 Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава. - Взамен ГОСТ 2177-66; Введ. 01.01.83 / Сб. Нефтепродукты. методы испытаний. Часть 1. - М.: Изд-во стандартов. - 1987- с.287-311.

8. Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки. Справочник. Г.Г. Рабинович, П.М. Рябых, П.А. Хохряков и др.: Под ред. Е.Н. Судакова. - М.: Химия, 1979 - 568с.
9. Александров И.А. Перегонка и ректификация в нефтепереработке. - М.: Химия, 1979 -361с.
10. Рудин М.Г. Карманный справочник нефтепереработчика. - Л.: Химия, 1989 -424с.
11. Справочник нефтепереработчика. Под ред. Ластовкина Г.А., Радченко Е.Д., Рудина М.Г. - Л.: Химия, 1986 - с.
12. Гуревич И.А. Технология переработки нефти и газа. Часть 1. Общие свойства и первичные методы переработки нефти и газа. - М.: Химия, 1972 - 360с.
13. Скобло А.И., Трегубова И.А., Молоканов Ю.К. Процессы и аппараты нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия - 1982 - 584 с.
14. Эмирджанов Р.Т., Лемберанский Р.А. Основы технологических расчетов в нефтепереработке и нефтехимии: Учеб. пособие для вузов. - М.: Химия, 1989.
15. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. М.: Наука, 1972.
16. Справочник химика. / Под ред. Никольского Б.П. – М.-Л.: Химия – т. VI, 1968 -960 с.
17. Креймер М.Л., Илембитова Р.Н., Галискаров Ф.М., Ахмадеева Е.А. Формулы для пересчёта констант фазового равновесия и давления насыщенных паров углеводородов и нефтяных фракций. // Труды БашНИИ НП. - Уфа - 1975 - вып. XIV, С. 170-177.

18. Антонченков В.П. Формула для расчета давления насыщенных паров узких нефтяных фракций. // Нефтепереработка и нефтехимия. - 1993 - N5 - с. 12-15.
19. Гареев Р.Г., Арсланов Ф.А. Вывод уравнения для расчета давления насыщенных паров углеводородных систем.// Химия и технология топлив и масел. - 1995 - N6 - с.13
20. Огородников С.К., Лестева Г.М., Коган В.Б. Азеотропные смеси. Справочник.
21. Коган В.Б., Фридман В.М., Кафаров В.В. Равновесие между жидкостью и паром: Справочное пособие. Кн. 1 и 2. М.-Л.: Наука, 1966.
22. Лю Синьчжоу. Разработка высокооктановых топливных композиций. / Автореф. дисс. канд. технич. наук спец. 05.17.07. – Уфа, - 2004 – 24с.
23. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: Справочник. / ред. Школьников В.М. – М. «Техноинформ», 1999, с. 13-94.
24. ASTM D86. Standard Test Method for Distillation of Petroleum Products at Atmospheric Pressure, 1999, 22с.
25. ГОСТ 2177-99. Нефтепродукты. Методы определения фракционного состава. 25с.
26. Абаев Г.Н., Спиридонов А.В., О.Н. Жаркова и др. Компьютерный комплекс на основе моделирования фракционной разгонки нефтепродуктов. // Химическое и нефтегазовое машиностроение, 1999, № 4, с. 16-18.
27. http://www.paclp.com/lab_instruments/optidist/. Автоматический аппарат для определения фракционного состава нефтепродуктов OptiDist™. 15.09.17г.
28. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача: Учебник для вузов – 4-е изд. пер. и доп. – М.: Энергоатомиздат – 1981 –416с.

29. Справочник химика. / Под ред. Никольского Б.П. – М.-Л.: Химия – т. V, 1968 -963 с.
30. Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки. Справочник. Г.Г. Рабинович, П.М. Рябых, П.А. Хохряков и др.: Под ред. Е.Н. Судакова. - М.: Химия, 1979 - 568с.
31. Александров И.А. Перегонка и ректификация в нефтепереработке. - М.: Химия, 1979 -361с.
32. Мановян А.К., Хачатурова Д.А., Лозин В.В. Лабораторная перегонка и ректификация нефтяных смесей. - М.: Химия, 1984 - 240с.
33. Туровец, Е.В. Определение фракционного состава биодизельных топлив и их смесей [Электронный ресурс] Е.В. Туровец // Электронный сборник трудов молодых специалистов полоцкого государственного университета. Сер.Промышленность. – Выпуск 20 (90). – С. 348-350. – Электронный оптический диск – 1 диск.
34. Туровец, Е.В. Пирометрические методы контроля кипения в современных автоматических анализаторах фракционного состава светлых нефтепродуктов [Электронный ресурс] Е.В. Туровец// Электронный сборник трудов молодых специалистов полоцкого государственного университета. Выпуск 20 (90). Сер.Промышленность. – Выпуск 20 (90). – С. 351-353. – Электронный оптический диск – 1 диск.
35. Использование биотоплив на основе растительных масел в дизельных двигателях / В.А. Марков, С.Н. Девянин, В.Г. Семенов, А.В. Шахов, В.В. Багров. М.: ISSN 0236-3941. Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. “Машиностроение”. 2012.
36. Использование растительных масел и топлив на их основе в дизельных двигателях / В.А. Марков, С.Н. Девянин, В.Г. Семенов, А.В. Шахов, В.В. Багров. М.: ООО НИЦ “Инженер”, 2011. 536 с.
37. Электронный документ от 14.06.2020: <https://old.computerra.ru/features/315122/> Зачем нужны биотоплива

38. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: Справочник. / ред. Школьников В.М. – М. «Техноинформ», 1999, с. 13-94.
39. Абузова Ф.Ф., Бронштейн И.С., Новоселов В.Ф. Борьба с потерями нефти и нефтепродуктов при их транспортировке и хранении / Ф.Ф. Абузова, И.С. Бронштейн, В.Ф. Новоселов. – М.: Недра, 1981. – 248 с.
40. Автозаправочные станции: Практическое пособие. – 1-е изд. – М. Учет, 2003. – 464с.
41. Александров А. А., Архаров И. А., Емельянов В. Ю. Деньги на ветер: Обзор действующих систем улавливания паров нефтепродуктов / А.А. Александров, И.А. Архаров, В.Ю. Емельянов // Современная АЗС. – 2005. – № 10. – С. 130–133.
42. Александров А.А., Архаров И.А., Емельянов В.Ю. Система улавливания легких фракций моторных топлив на автозаправочных станциях / А.А. Александров, И.А. Архаров, В.Ю. Емельянов // Холодильная техника. – 2004. – № 8. – С. 30–33.
43. Бесчастнов М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение /М.В. Бесчастнов. – М.: Химия, 1991. – 430 с.
44. Кулагин А.В. Прогнозирование и сокращение потерь бензинов от испарения из горизонтальных подземных резервуаров АЗС: автореф. дис. канд. техн. наук: 25.00.19 / А.В. Кулагин; Уфимский гос. нефтяной технический университет. – Уфа, 2003. – 25 с.
45. Кулагин А.В., Коршак А.А. Улавливание паров бензина при его приеме в резервуары автозаправочных станций / А.В. Кулагин, А.А. Коршак // Трубопроводный транспорт нефти и газа: Материалы Всероссийской научно-технической конференции. – Уфа: Изд-во УГНТУ. – 2002. – С. 128–132.
46. Ларионов В.И. Оценка и обеспечение безопасности объектов хранения и транспортировки углеводородного сырья / В.И. Ларионов. – СПб. ООО «Недра», 2004. – 190 с.

47. Липский В.К., Спиридёнок Л.М, Бондарчук, А.И. Нормы естественной убыли нефти и нефтепродуктов стальных резервуаров / В.К. Липский, Л.М. Спиридёнок, А.И. Бондарчук // Литьё и металлургия. – 2012. – № 3. – С. 334–336.
48. Ржавский Е.Л. Методы и средства борьбы с потерями нефти и нефтепродуктов при транспорте и хранении / Е.Л. Ржавский. – М.: ВНИИОЭНГ, 1969. – 65 с.
49. Lederer, J., Ohfihka, V., Fulin, P., Sebor, G. and Blazek, J. A study of industrial pyrolysis of the high-boiling products from hydrocracking of petroleum vacuum distillate.// Fuel Processing Technology V.73 №2,1994 – p. 295-299.
50. Справочная книга по добыче нефти. Под ред. Ш.К. Гиматудинова. – М.: «Недра», 1974. – 704 с.
51. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа. –Уфа: Издательство «Гилем», 2002. – 672 с.
52. Патент RU 2 549 898, МПК C10G 65/02, C10G 65/12. Способ получения маловязких белых масел.// Заглядова С.В., Шабалина Т.Н., Китова М. В. И др.
53. Патентообладатель: Открытое акционерное общество "Нефтяная компания "Роснефть" (RU). № 2014105866/04, заявл. 18.02.2014. Опубликовано: 10.05.2015. Бюл. № 13.
54. А.А. Ермак, И.В. Бурая, А.В. Спиридонов, Е.В. Сюзарева, И.В. Ковалёва. Способы регулирования температуры помутнения дизельных топлив. / Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, 2018– №11 – с. 112-117.
55. Спиридонов А.В., Сафронова Е.В. Исследование фракционного состава биодизельных топлив и их смесей. / Материалы докладов Международной научно-технической конференции. – УО «ВГТУ». Витебск, 2018 – С.269-271.

56. Спиридонов А.В., Сафронова Е.В. Определение фракционного состава на приборе РМД-110. / Нефтехимический комплекс. Научно-технический бюллетень. Приложение к журналу «Вестник Белнефтехима». – 2018 - № 1 – С. 9-10.
57. Спиридонов А.В., Сафронова Е.В., Рудинская Т.А. Исследование фракционного состава биодизельных топлив и их смесей. / Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, 2020 – №11 – с. 123-127.
58. Спиридонов А.В., Сафронова Е.В., Голубев Т.В. Современные методы улавливания углеводородов при хранении и транспортировке. / Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В, 2021 – №11 – с. 79-86.
59. Голубев Т.В., Сафронова Е.В. «Methods for capturing vapors of petroleum products in tank trucks». / Материалы XI международной конференции молодых ученых «European and national dimension in research», апрель - май 2019 г на базе Полоцкого государственного университета, с. 101 – 103.