Министерство образования и науки Российской Федерации ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НЕФТИ И ГАЗА (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

ИМЕНИ И.М. ГУБКИНА»

(РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина)

На правах рукописи

ШЕРОНОВ ДМИТРИЙ НИКОЛАЕВИЧ

ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ЗАЩИТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ БАКОВ-АККУМУЛЯТОРОВ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

05.17.07 - Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:

кандидат технических наук, доцент Татур Игорь Рафаилович

Москва - 2016

2

СОДЕРЖАНИЕ

С.

АННОТАЦИЯ 5

ВВЕДЕНИЕ 6

1 ПРИМЕНЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ (ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИХ) ЖИДКОСТЕЙ В БАКАХ-АККУМУЛЯТОРАХ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

(ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) 10

1.1 Применение защитных жидкостей в баках-аккумуляторах 10

1.2 Состав и свойства защитных жидкостей 12

1.3 Реологические свойства растворов полиизобутиленов в нефтяных маслах.. 15

1.4 Термоокислительная стабильность растворов полиизобутиленов в нефтяных маслах 19

1.4.1 Термоокислительная стабильность базовых нефтяных и синтетических масел 19

1.4.2 Механизм окисления углеводородов и действия антиоксидантов 22

1.4.3 Термоокислительная стабильность полимеров 23

1.4.4 Повышение термоокислительной стабильности защитных жидкостей 25

РЕЗЮМЕ 28

2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 29

2.1 Объекты исследования 29

2.1.1 Характеристика нефтяных и синтетических масел 29

2.1.2 Характеристика полимерного загустителя 34

2.1.3 Характеристика защитной жидкости АГ-4И 35

2.1.4 Характеристика антиокислительных присадок 36

2.2 Методы исследования 40

3 ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ЗАЩИТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА НЕФТЯНОЙ ОСНОВЕ 53

3.1 Термоокислительная стабильность нефтяных базовых масел 53

3.2 Выбор параметров оценки термоокислительной стабильности защитных жидкостей 57

3.2.1 Выбор параметров оценки реологических свойств защитных жидкостей . 58

3

3.2.2 Выбор параметров оценки термоокислительной стабильности защитных жидкостей 62

3.3 Применение антиокислительных присадок для повышения термоокислительной стабильности защитных жидкостей 66

3.3.1 Оценка эффективности действия антиокислительных присадок в составе защитной жидкости 66

3.3.2 Исследование молекулярной массы полиизобутилена при термоокислительной деструкции защитной жидкости 67

3.3.3 Определение оптимального состава композиции антиокислительных присадок в защитной жидкости методом математического планирования эксперимента 69

3.3.4 Определение вымываемости антиокислительных присадок водой из защитных жидкостей 76

3.3.5 Влияние композиции антиокислительных присадок на эксплуатационные свойства защитных жидкостей 78

4 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА БАЗОВОЙ ОСНОВЫ ЗАЩИТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА ИХ ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ 84

4.1 Применение полиальфаолефиновых и изопарафиновых масел в качестве базовой основы защитных жидкостей 84

4.1.1 Применение ПАОМ в качестве базовой основы защитных жидкостей 86

4.1.2 Применение изопарафинового масла в качестве базовой основы защитных жидкостей 88

4.3 Влияние состава базовой основы на термоокислительную стабильность защитной жидкости 89

4.4 Влияние смол базового нефтяного масла на термоокислительную стабильность защитных жидкостей 90

4.5 Использование антиокислительных присадок для повышения термоокислительной стабильности защитных жидкостей на смешанной базовой основе 93

4.6 Исследование кинетики процесса окисления полиизобутиленов в защитных жидкостях на нефтяной и синтетической основе 95

5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СРОКА СЛУЖБЫ ЗАЩИТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ 101

5.1 Предлагаемые нормативные показатели для оценки срока службы защитных жидкостей 101

4

5.2 Мониторинг состояния защитных жидкостей в реальных условиях эксплуатации 110

5.2.1 Защитные жидкости из БАГВ Чебоксарской ТЭЦ-2, Новочебоксарской ТЭЦ-3 и Йошкар-Олинской ТЭЦ-2 110

5.2.2 Защитные жидкости из БАГВ Выборгской ТЭЦ-17 филиала «Невский» ОАО «ТГК-1» 124

ВЫВОДЫ 131

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ 134

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ 135

Приложение А (обязательное) Изменение к технологическому регламенту на производство защитной (герметизирующей) жидкости АГ-4И 143

Приложение Б (обязательное) Акт о выпуске опытной партии герметизирующей жидкости АГ-4И 147

Приложение В (обязательное) Анализ эффективности применения защитной жидкости с увеличенным сроком службы 150

Приложение Г (обязательное) Извещение № 9 об изменении ТУ 26-02-592-83 Г ерметизирующие жидкости АГ-4 и АГ-4И 157

ВЫВОДЫ

Проведеныисследованиявозможностиповышениятермоокислительнойстабильностииувеличениясрокаслужбызащитныхжидкостейприменяемыхвбакахаккумуляторахгорячеговодоснабжениянапредприятияхтопливноэнергетическогокомплекса

 Показаночтозащитныежидкостинанефтянойосновеприравныхзначенияхусловнойвязкостипритемпературе°Симеютразличныезначениядинамическиевязкостииэксплуатационныесвойствапритемпературах°СУстановленочтопоказательдинамическаявязкостьпринапряженияхсдвигавпределахспритемпературах°Снаиболееполнохарактеризуетвусловияхэксплуатациибаковаккумуляторовгорячеговодоснабженияреологиюзащитнойжидкостиобладающейсвойстваминеньютоновскойжидкости

 Дляоценкитермоокислительнойстабильностизащитныхжидкостейнанефтянойисинтетическойосновепредложенпоказательотносительноеизменениеихдинамическойвязкостипритемпературе°Спослеокисленияпритемпературе°Свтечениеч

 Разработанаметодикаоценкитермоокислительнойдеструкциизащитнойжидкостинанефтяныхмаслахоснованнаянаопределениимолекулярноймассыполиизобутиленавыделенногосприменениемселективногорастворителяметилэтилкетона

 Выявленочтонаиболееэффективнывпроцессетермоокислительнойдеструкцииполиизобутиленавсоставезащитнойжидкостиприсадкиалкиламинодифениламинипентагидроксифлаванонкоторыевконцентрациимасуменьшаютстепеньдеструкцииполимерана  

ДитретбутилфенолспособствуетснижениюстепенидеструкцииполимеранабутилированныйгидрокситолуолАгидолнаприконцентрациимасПрисадканаосноведиэтаноламидаолеиновойкислотывконцентрациимасснижаетстепеньдеструкцииполимеранаотносительнозащитнойжидкостибезприсадки





 РазработанасинергетическаякомпозициявключающаяантиокислительныеприсадкиалкилфенольногоиаминноготипамасАгидолимасМДСвсоставезащитнойжидкостипозволяющаяувеличитьтермоокислительнуюстабильностьзащитнойжидкостинанефтянойосновеболеечемвразаприсохраненииеёвысокихантиаэрационныхиантикоррозионныхсвойств

 Установленочтосоединенияалкилфенольногостроениявсоставесмолбазовогонефтяногомаслаингибируютдеструкциюполиизобутиленасмолекулярноймассойаем

 АнтиокислительнаяприсадкаалкиламинодифениламинвконцентрациимасповышаеттермоокислительнуюстабильностьзащитныхжидкостейнасмешаннойосновеполиальфаолефиновоемаслоПАОМииндустриальноемаслоИАвраз

 Эффективность действия синергетической композиции

антиокислительныхприсадокмасАгидолимасМДСвзащитнойжидкостинасмешаннойосновеполиальфаолефиновоемаслоПАОМииндустриальноемаслоИАвразавышечемвзащитнойжидкостинанефтянойоснове

 ПредложенметодопределениякинетикитермоокислительнойдеструкцииполиизобутиленавсоставезащитныхжидкостейпоизменениюихдинамическойвязкостиРассчитаныконстантыскоростейиэнергииактивацииреакциитермоокислительнойдеструкцииполиизобутиленанефтяномисинтетическоммаслахКонстантыскоростейсоставилиичвиндустриальноммаслеичвполиальфаолефиновоммаслеприи°СсоответственноЭнергияактивациисоставилаикДжмольвиндустриальномиполиальфаолефиновоммаслесоответственно

 Рекомендованопроводитьмониторингсостояниязащитнойжидкостивбакахаккумуляторахгорячеговодоснабженияпооценкезначенийпоказателейдинамическаявязкостьпроницаемостьпаровводыикислородавоздухачерезпленкупокрытияотносительноеизменениединамическойвязкостипри





термическомокислениизащитныхжидкостейскоростькоррозиисталиподпленкойвдистиллированнойводе

 НаосновепредложенныхкритериевоценкисостояниязащитныхжидкостейвбакахаккумуляторахвыданыпрактическиерекомендациипоихприменениюнаЧебоксарскойТЭЦНовочебоксарскойТЭЦЙошкарОлинскойТЭЦфилиалаПАОТПлюсМарийЭлиЧувашиииВыборгскойТЭЦфилиалаНевский

 РазработананормативнотехническаядокументациярецептурыиизменениектехнологическомурегламентудлязащитныхжидкостейнанефтянойисмешаннойосноведлябаковаккумуляторовгорячеговодоснабженияэнергетическихпредприятийсувеличеннымдолетсрокомслужбыОжидаемаяэффективностьприменениязащитныхжидкостейсповышеннымсрокомслужбысоставляетмлнрубзажизненныйциклпроекталет