

УТВЕРЖДАЮ:

ПАО «МРСК Центра и Приволжья»
- филиал ТУЛЭНЕРГО

Начальник управления высоковольтных
сетей



А.В.Лаухин

УТВЕРЖДАЮ:

ООО «Регенерация масел»

Генеральный директор



А.В.Мельников

Отчёт о проверке эффективности регенерации эксплуатационного масла мобильной установкой регенерации масел МУРМ.

1. Основные сведения

В рамках опытно-промышленной эксплуатации мобильной установки регенерации масел МУРМ производства ООО «Регенерация масел» и проверки эффективности регенерации эксплуатационного трансформаторного масла филиалом «Тулэнерго» ПАО «МРСК Центра и Приволжья» 08.06.2021 года было передано в ООО «Регенерация масел» для обработки эксплуатационное трансформаторное масло с кислотным числом 0,15 мг/КОН и низким пробивным напряжением в объеме 0,9 м³ (пять 200-литровых бочек). Протокол испытаний исходного масла приведён в Приложении №1.

Мобильная установка МУРМ на базе комплексной системы очистки и регенерации нефтяных масел КСОР-1 выполнена на основе малоотходных технологий – регенерируемые электрофильтры для очистки от механических примесей и продуктов старения масел, сорбционные материалы многократного использования и восстановления без выгрузки из установки, вакуумная установка для удаления воды газов из масла. Мобильное исполнение её позволяет выполнить работы по восстановлению трансформаторного масла непосредственно на энергообъекте.

Основные технические характеристики передвижной установки МУРМ:

Исполнение		Автопоезд на базе автомобиля КАМАЗ – установка, лаборатория, комплектующие и принадлежности для подключения на объектах
Метод очистки и регенерации масел		Электростатический, вакуумное испарение и адсорбция
Вид климатического исполнения установки по ГОСТ 15150		УХЛ4
Класс безопасности по ОПБ-88/97		4
Максимально допустимое рабочее давление на выходе	МПа	0,4
Минимальное давление на входе	МПа	0,03
Максимально допустимое давление на входе	МПа	0,15
Производительность в режиме очистки / регенерации	м ² /ч	2,5 / 1,0
Температура масла на входе	°С	0 ÷ +60
Максимально достижимое влагосодержание на выходе по ГОСТ Р МЭК 60814	%	не более 0,01
Класс чистоты после очистки, за один проход по ГОСТ 17216, не более	класс	9
Кислотное число, ГОСТ 5985	мг КОН/г	не более 0,02
Тангенс угла диэлектрических потерь при температуре 90 °С	%	не более 1.5

Внешний вид передвижной установки регенерации масел – МУРМ (транспортное положение):



2. Основные этапы работы

Работы по восстановлению эксплуатационных свойств предоставленного трансформаторного масла были проведены 09.06.2021 года в течение одного рабочего дня.

Перед началом выполнения операций по улучшению показателей качества (сушке, очистке и регенерации) масло было перекачено из двухсотлитровых бочек в подготовленный (зачищенный) пластиковый бак №1 объемом 1 м^3 , который по байпасной схеме был подключен к мобильной установке МУРМ.

После включения установки МУРМ была проведена нагрев масла до $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ и его сушка и очистка, включающая ступенчатую фильтрацию, вакуумную осушку и дегазацию масла. Было проведено 3 цикла сушки и очистки в баке №1 по байпасной схеме подключения (при производительности установки МУРМ $2,5\text{ м}^3/\text{ч}$).

В процессе очистки были достигнуты нормативные показатели по влагосодержанию и механическим примесям (определялись штатными приборами (анализаторами) установки МУРМ - OILPORT 30 В (активность воды) и ФОТОН 965 (класс промышленной чистоты)).

После 1 этапа сушки и чистки нагретое масло было подано из бака №1 в подготовленный (зачищенный) бак №2 через адсорберы с производительностью установки в $1\text{ м}^3/\text{ч}$ (использовался адсорбент на основе алюмосиликата в объеме 600 кг). Снижение кислотного числа до нормативных показателей было достигнуто за один проход.

Далее бак №2 был подключен к установке по байпасной схеме для ввода присадки, финишной очистки и дегазации. Предварительно Агидол-1 был растворен в нагретом масле в блоке подготовки присадки (БПИ), затем раствор введен в теплое регенерированное масло.

После ввода присадки проведена финишная сушка и очистка по байпасной схеме подключения к установке (3 цикла с производительностью $2,5\text{ м}^3/\text{ч}$).

По окончании работ по сушке и регенерации масла из бака №2 отобраны пробы масла в емкости объемом 1 л (стеклянные бутылки) для передачи заказчику и в лабораторию ООО «ЭЛЕГАЗЭНЕРГОСЕРВИС» (аккредитация RA RU 21FU41) для проведения физико-химического анализа масла после регенерации и ввода присадки.

Перед транспортированием масла заказчику была выполнена промывка транспортной тары (бочек) регенерированным маслом и заливка в тару восстановленного масла.

Итоговый объем обработанного масла составил $0,75\text{ м}^3$. Потери масла при обработке составили порядка $0,1\text{ м}^3$ – при регенерации через адсорберы и $0,050\text{ м}^3$ – при промывке транспортных бочек.

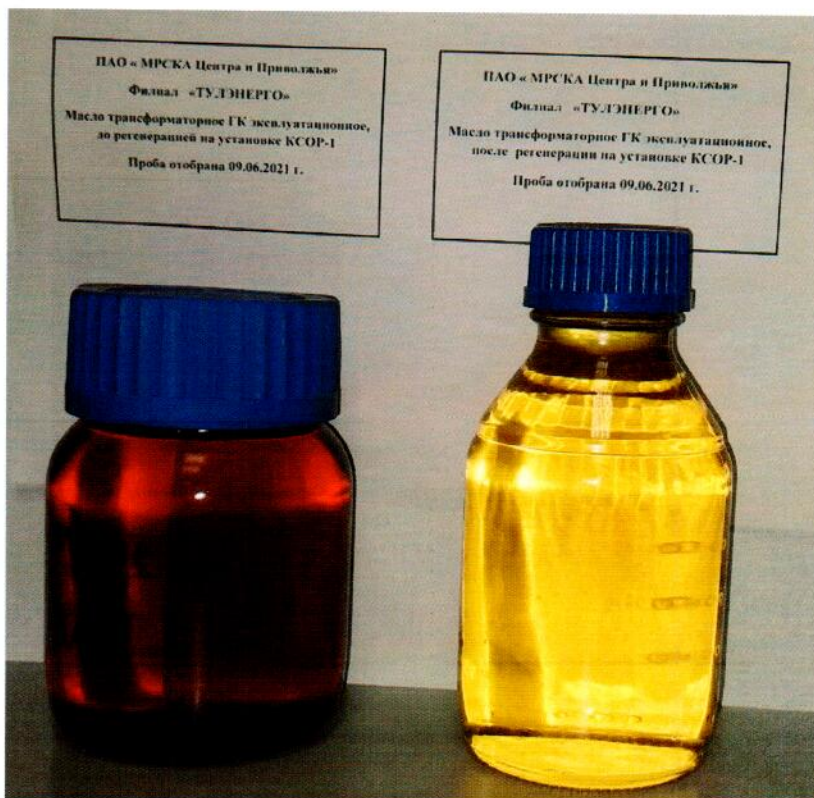
На все стадии работ затрачено 5 часов рабочего времени.

Данная схема работы была выбрана для демонстрации функциональных возможностей установки МУРМ при выполнении пробной регенерации (очистки) эксплуатационного трансформаторного масла.

Установка МУРМ может работать в непрерывном цикле «очистка – регенерация – ввод присадки и финишная очистка и дегазация», что сократит время работы до 2 часов (например, при подключении к маслобаку электрооборудования во время ремонта).

3. Результаты проведённой работы

Внешний вид образцов трансформаторного масла до регенерации и после:



Результаты физико-химического анализа восстановленного масла приведены в Таблице №1 и Приложении №2:

Таблица №1

Наименование показателя качества и обозначение стандарта и метода испытания	Значение показателя качества масла		
	До сушки, чистки и регенерации (химлаборатория филиала «Тулэнерго»)	После сушки, чистки и регенерации (химлаборатория ООО «ЭЛЕГАЗЭНЕРГО СЕРВИС»)	Предельно допустимое до залива в электрооборудование (СТО 34.01-23.1-001-2017 (табл. 31.3))
1. Пробивное напряжение по ГОСТ 6581-75, кВ.	3,2	75,7	не менее 55
2. Кислотное число по ГОСТ 5985-79, мг КОН/г масла.	0,15	менее 0,01	не более 0,01
3. Температура вспышки в закрытом тигле по ГОСТ 6356-75, °С.	148	143	не ниже 135
4. Влагосодержание по ГОСТ Р МЭК 60814-2013, % массы (мг/кг, г/т)	-	9	не более 10
5. Класс промышленной	13	9	не более 8

чистоты по ГОСТ 17216-2001.			
6. Тангенс угла диэлектрических потерь при 90 °С по ГОСТ 6581-75, %	2,56	0.22	не более 0,5
7. Содержание водорастворимых кислот и щелочей по ГОСТ 6307-75	-	отсутствие	отсутствие
8. Содержание антиокислительной присадки АГИДОЛ-1 (2,6-дитретбутил-4-метилфенол или ионол) ГОСТ Р МЭК 60666-2013, % масс.	0,04	0,15	0,2
9.Хроматографический анализ контролируемых газов, растворённых в трансформаторном масле (РД34.46.303-98(п.3.1))	-	не превышает граничных значений	
10. Стабильность против окисления по ГОСТ 981-75 (130°С, 30 ч, 50 мл/мин O ₂): - кислотное число окисленного масла, мг КОН/г - массовая доля осадка, %	- -	0,02 отс.	0,2 отс.

4. Заключение

4.1. Признать пробную регенерацию предоставленного филиалом «Тулэнерго» трансформаторного масла успешной.

4.2. Рекомендовать применение мобильной установки МУРМ для восстановления характеристик эксплуатационного трансформаторного масла (чистки, сушки, регенерации с последующей стабилизацией антиокислительной присадкой до концентрации 0,3-0,4%) на маслонаполненном оборудовании и в маслохозяйствах филиала «Тулэнерго».

Руководитель направления ООО «Регенерация масел»



Е.А.Редчук

Начальник службы диагностики филиала «Тулэнерго»
ПАО «МРСК Центра и Приволжья»



И. А. Макарова

ПАО/АО	ПАО "МРСК Центра и
Филиал	Тулэнерго
Производственное отделение	Тульский участок
Район электрических сетей	-
Индекс, адрес	300004, г. Тула, ул.
Телефоны:	Щегловская засека, д. 24
Свидетельство о регистрации №:	(4872) 46-93-95; 46-93-87
Выдано:	A11-18-0568
Срок действия до	13.11.2018 г.
	13.11.2021 г.



РОССЕТИ
ЦЕНТР И ПРИВОЛЖЬЕ
Тулэнерго

СЛУЖБА ДИАГНОСТИКИ

Тульский участок службы диагностики

Заказчик Тульский участок СД, 300004 г. Тула, ул. Щегловская засека, д. 24

(организация, адрес)

Объект Труново №46

(ПС, ТП/РП, Место испытания, присоединения)

Емкость

(диспетчерское наименование оборудования)

Причина отбора пробы: после слива с Т-1 110 кВ

Номер протокола	Дата регистрации
111	01.06.2021 г.

ПРОТОКОЛ

оценки физико-химического состояния трансформаторного масла

Дата отбора пробы:	1.06.2021 г.	Дата поступления пробы в лабораторию:	1.06.2021 г.	Дата проведения измерений	1.06.2021 г.
--------------------	--------------	---------------------------------------	--------------	---------------------------	--------------

Темп. воздуха при отборе пробы: °С; Темп. масла при отборе пробы: °С; °С;

Нагрузка при отборе пробы: % %

Рег. № пробы:

1. Паспортные данные:

Тип	Заводской номер	Год выпуска	Год ввода в эксплуатацию	Тип РПН*	Номинальное напряжение, кВ	Марка масла
Номер чертежа:	Тип защиты масла*	Номинальная мощность, МВА		Завод изготовитель		

2. Результаты внешнего осмотра

Внешний вид:	Темное, без осадка, без видимых частиц.
--------------	-----------------------------------------

3. Результаты испытаний пробы:

Наименование показателя, единицы измерений	НД на метод испытаний	Результат испытания	Норма	
			Обл. норм. содержания	ПДЗ
Цвет на колориметре, единицы ЦТН		4	-	-
Влажность, %		отсутствует	отсутствует	отсутствует
Класс промышленной чистоты	ГОСТ 17215-2001	13	10	11
Пробивное напряжение, кВ, не менее	ГОСТ 6381-75	3,2	40	35
Кислотное число, мг КОН/г, не более	ГОСТ 5985-79	0,15	0,05	0,15
TgDm 90° (нагрев), %, не более	ГОСТ 6581-75	2,56	12	15
TgDm 70° (нагрев), %		1,2	-	-
Температура вспышки, °С, не ниже	ГОСТ 6356-75	148	125	125

4. Перечень применяемого испытательного оборудования и средств измерения

Тип, наименование прибора	Заводской номер	Класс точности	Дата следующей поверки
АИМ-90А	748	I	09.03.2022
Тангенс-3М	533	I	10.03.2022

5. Примечание


Испытания проведены в соответствии с СТО 34.01-23.1-001-2017 "Объем и нормы испытаний"

6. Заключение


Трансформаторное масло - регенерировать.

Дата следующего отбора пробы масла на ФХА:	01.07.2021г
Объем предписанных измерений:	

Испытания произвели:

Должность	ФИО	Подпись
Лаборант	Федина Г. В.	

Протокол проверил:

Должность	ФИО	Подпись
Начальник ТУ СД	Галкин И. С.	

* - для силовых трансформаторов





ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
ЭЛЕГАЗЭНЕРГОСЕРВИС

Адрес: Москва, 115432, 2-ой Кожуховский проезд, д. 29, корп. 2, стр. 13. Тел/факс: (495) 677-91-01, info@elegazenergo.ru

Испытательная лаборатория. Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц RA.RU.21.01441
Адрес: Москва, 115432, 2-ой Кожуховский проезд, д. 29, корп. 2, стр. 2. Тел/факс: (495) 677-32-11, (495) 677-61-27

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ИЛ

К.Л. Ботвенко

_____ 20__ г.

Протокол № 342-2 от 11 июня 2021 г.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА

Заказчик: ООО "Регенерация масел"; Адрес: 115230, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 46, офис 4011

- Место отбора образца: "Тулаэнерго" - филиал ПАО "МРСК Центра и Ц
- Наименование оборудования: установка КСОР-1 Фаза:
- Тип, мощность и класс напряжения: -
- Заводской номер: -
- Тип защиты от окисления: свободное дыхание
- Наименование испытуемого образца: масло трансформаторное регенерированное
- Причина и дата отбора образца: контрольная после регенерации и ввода присадки: от 09.06.21г.
- Дата получения образца: 10.06.2021 9. Дата осуществления анализа: 11.06.2021
- Условия проведения анализа: Температура: 24°C; Влажность: 52%; Давление: 751 мм.рт.ст.
- Результаты относятся к образцу, представленному Заказчиком. Отбор образца произведен Заказчиком
- Заключение о соответствии и нормы приведены согласно РД 34.45-51.300-97.

Наименование показателя качества и обозначение стандарта на метод испытания	Значение показателя качества масла		
	фактическое	до замены	после замены
1. Пробивное напряжение по ГОСТ 6581-75, кВ:	75,7	не менее 60	не менее 55
2. Кислотное число по ГОСТ 5985-79, мг КОН/г масла:	< 0,01	не более 0,05	не более 0,05
3. Температура вспышки в закрытом тигле по ГОСТ 6356-75, °C:	143	не ниже 130	не ниже 130
4. Влагосодержание по ГОСТ Р МЭК 60814-2013, мг/кг (г/т):	9	не более 20	не более 25
5. Класс промышленной чистоты по ГОСТ 17216-2001:	9	не более 11	не более 12
6. Тангенс угла диэлектрических потерь по ГОСТ 6581-75 при температуре 90 °C, %:	0,22	не более 5	не более 6
7. Содержание водорастворимых кислот и щелочей по СТО 70238424.27.100.053-2013, мг КОН/г:	отсутствие	отсутствие	отсутствие
8. Содержание антиокислительной присадки по СТО 56947007-29.180.010.008-2008 (ГХ), % массы:	0,15	не менее 0,2	не менее 0,18

Прецизионность результатов испытаний соответствует значениям, приведенным в НД на методы испытаний.

Заключение: По проверенным показателям качества масла представленный образец соответствует требованиям РД 34.45-51.300-97 (табл. 25.3.).

Исполнитель: Ведущий инженер Е.Б. Грудцова

Заключение составил: Начальник группы О.В. Снеткова

Протокол не может быть частично или полностью воспроизведен без разрешения Испытательной лаборатории



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
ЭЛЕГАЗЭНЕРГОСЕРВИС

Адрес: Москва, 115432, 2-ой Кожуховский проезд, д. 29, корп. 2, стр. 13. Тел/факс: (495) 679-97-01. info@elegas.ru
Испытательная лаборатория. Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц RA RU.21AИ41
Адрес: Москва, 115432, 2-ой Кожуховский проезд, д. 29, корп. 2, стр. 2. Тел: (495) 677-32-11, (495) 677-61-27

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ИЛ

_____ К.Л. Ботвенко
"___" _____ 20__ г.

Протокол № 440-1 от 11.06.2021 г.

хроматографического анализа газов, растворенных в трансформаторном масле

Заказчик: ООО "Регенерация масел"; Адрес: 115230, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 46, офис 4011

1. Место отбора образца: "Тулаэнерго" - филиал ПАО "МРСК Центра и Приволжья"
 2. Наименование оборудования: _____
Фаза
установка КСОР-1
 3. Тип, мощность и класс напряжения: -
 4. Заводской номер: -
 5. Год ввода в эксплуатацию: -
 6. Тип защиты от окисления: свободное дыхание
 7. Наименование испытуемого образца: масло трансформаторное регенерированное
 8. Причина отбора образца: контроль после регенерации и ввода присадки АГИДОЛ
 9. Дата отбора образца: 09.06.2021
 10. Дата получения образца: 10.06.2021
 11. Дата проведения анализа: 11.06.2021
 12. Условия проведения анализа: Температура: 23°C; Влажность: 52%; Давление: 751 мм рт.ст.
 13. Результаты относятся к образцу, представленному Заказчиком. Отбор образца произведен Заказчиком.
 14. Хроматографический анализ растворенных газов проводился согласно РД 34.46.303-98 (п.3.1).
- Заключение о соответствии и нормы приведены согласно РД 153-34.0-46.302-00.

Наименование газа, растворенного в трансформаторном масле	Концентрации газов, объемные проценты (% об.)	
	фактическое значение	границные концентрации согласно РД 153-34.0-46.302-00, % об.
1. Водород H ₂ :	< 0,0005	0,01
2. Метан CH ₄ :	0,0001	0,01
3. Окись углерода CO:	< 0,002	0,06
4. Двуокись углерода CO ₂ :	0,007	0,6
5. Этилен C ₂ H ₄ :	0,0002	0,01
6. Этан C ₂ H ₆ :	< 0,0001	0,005
7. Ацетилен C ₂ H ₂ :	< 0,00005	0,001

Погрешность измерений соответствует погрешности НД на метод испытаний.

Заключение: Концентрации контролируемых газов не превышают граничные значения.

Следующий отбор: -

Исполнитель: Инженер I категории

Е.П. Кротова

Заключение составил: Начальник группы

О.В. Снеткова

Протокол не может быть частично или полностью воспроизведен без разрешения Испытательной лаборатории

Окончание протокола

Страница 1 из 1