

«Технология и оборудование для восстановления изоляции силовых трансформаторов, реакторов и других маслонаполненных аппаратов напряжением до 1150 кВ включительно»

АО «ПКТБ «Электротехмонтаж». Технический директор Кит Я. О.

АО «ПКТБ «Электротехмонтаж» - инжиниринговая фирма, которая уже более 35 лет разрабатывает, изготавливает и поставляет технологическое оборудование для монтажа, ремонта и эксплуатации силовых трансформаторов, реакторов и другого маслонаполненного оборудования напряжением до 1150 кВ включительно (далее по тексту - трансформаторы).

Технологическое оборудование предназначено для обработки, в том числе, регенерации трансформаторных масел, сушки твёрдой изоляции, а также продувки баков трансформаторов сухим воздухом. Изготавливается и другое оборудование, с которым Вы можете ознакомиться на нашем сайте www.etma.com.ua.

Технологическое оборудование сертифицировано на соответствие техническому регламенту о безопасности машин и оборудования, утверждённому постановлением Правительства РФ от 15.09.2009 №753.

Технологическое оборудование условно можно разделить на оборудование для обработки трансформаторных масел и оборудование для обеспечения других технологических операций в трансформаторах:

Оборудование для обработки трансформаторных масел осуществляет:

- a) обезгаживание (дегазация) и азотирование – установки серии УВМ;
- b) сушка термовакuumная - установки серии УВМ;
- c) сушка абсорбционная - установки серии МЦУ;
- d) нагрев - установки серии НТМЛ;
- e) регенерация - установки серии УРТМ;
- f) фильтрация - установки серии ФТО, ФУМ.

Оборудование для обеспечения других технологических операций в трансформаторах обеспечивает:

- a) вакуумирование трансформаторов - установки серии БВ, БПР;
- b) сушку твёрдой изоляции - установки серии «Иней»;
- c) нагрев твёрдой изоляции - установки серии НТМЛ;
- d) продувку трансформаторов сухим воздухом - установки серии «Суховей»;
- e) подъём и перемещение, опрессовка обмоток - установки серии НСП, ГМ и др.

I. Установки серии УВМ.

Предназначены для термовакuumной обработки трансформаторных масел с целью удаления газов, воды и механических примесей. Производительность в режиме дегазации (азотирования), сушки и фильтрации от 0.1 до 12 м³/ч, в режиме нагрева и фильтрации до 40 м³/ч. Мощность ленточного нагревателя 160, 200, 240 кВт (по требованию Заказчика). Давление на выходе не менее 0,2 МПа.

Параметры масла после обработки: газосодержание не более 0,1 %; массовое содержание воды не более 0,001 % (10 г/т); класс чистоты по ГОСТ 17216 не хуже 9 (тонкость фильтрации 5 мкм); массовое содержание механических примесей не более 10 г/т.

Установки серии УВМ 10-10/20(-70)... изготавливаются со встроенной низкотемпературной ловушкой вымораживания на базе автономного холодильного агрегата, не требующего расходных материалов (двуокись углерода, ацетон, жидкий азот). Увеличенная поверхность вымораживания ловушки значительно сокращает затраты и время при сушке твёрдой изоляции трансформаторов.

С 2011 года освоен серийный выпуск установок, работающих в автоматическом режиме, управление установкой и способ отображения информации с сенсорной панели управления.



Установка ЭТМА УВМ 10-3А



Установка ЭТМА УВМ 10-10/20(-70) Л

II. Установки серии МЦУ.

Установки с производительностью в режиме сушки, нагрева и фильтрации до 3,6 м³/ч, мощность нагревателя 35 кВт, давление масла на выходе 0,25 МПа. Параметры масла после обработки: массовое влагосодержание не более 10 г/т, класс чистоты по ГОСТ 17216 не хуже 11 (тонкость фильтрации 5÷20 мкм, по требованию Заказчика), массовое содержание механических примесей не более 10÷20 г/т. Комплектация сорбентами: адсорбер с массой цеолита NaA 100 кг. В адсорбере расположены нагреватели, которые при дополнительном использовании установки ЭТМА МЦУ 4Р-БР У1 (поставляется по отдельному заказу) обеспечивают регенерацию сорбента без извлечения его из адсорбера.

Может комплектоваться блоком из двух адсорберов с оксидом алюминия Al₂O₃ по 100 кг каждый, что дополнительно позволяет улучшить тангенс угла диэлектрических потерь масла. В адсорберах установлены нагреватели, что, с использованием установки ЭТМА МЦУ 4Р-БР У1, позволяет производить регенерацию цеолита без извлечения его из адсорберов.

Также может комплектоваться аналогичным блоком из двух адсорберов с силикагелем с целью снижения кислотного числа.



Установка ЭТМА МЦУ 4Р-NC



Установка ЭТМА МЦУ 4Р-NA

III. Установки серии НТМЛ.

Предназначены для очистки от механических примесей и нагрева трансформаторных масел, а также других электроизоляционных жидкостей. Установки с маслонагревателем ленточного типа мощностью 80-240 кВт. Удельная поверхностная мощность не более 1,2 Вт/см². Производительность в режиме нагрева и фильтрации масел до 40 м³/ч, температура масла на выходе – 85°C. Параметры обработанного масла: класс чистоты по ГОСТ 17216 не хуже 9(11), массовое содержание механических примесей не более 5(10) г/т, тонкость фильтрации от 5 до 20 мкм.

Изготавливаются также установки с косвенным нагревом масла серии НТМ.



Установка ЭТМА НТМЛ-160М

IV. Установки серии Иней.

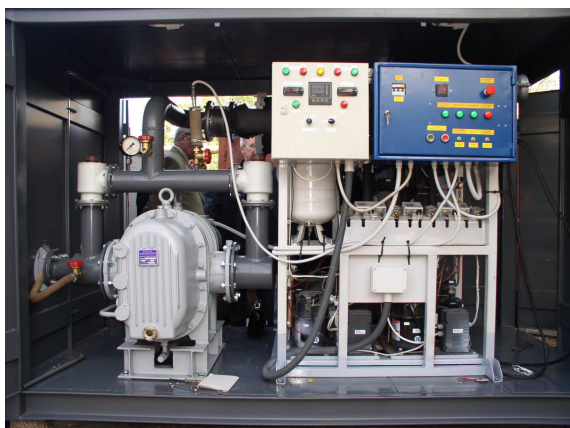
С 2011 года серийно изготавливаются установки серии Иней-4.1 (Иней-4.1М) для:

- а) сушки твёрдой изоляции силовых трансформаторов термовакuumным способом;
- б) сушки, промывки и регенерации твёрдой изоляции методом разбрызгивания масла с одновременным вакуумированием бака трансформатора с использованием вышеуказанного оборудования.

Отличительной особенностью установок типа Иней-4.1 является то, что для получения температуры (ниже минус 70 °С) на поверхности вымораживания охладителя используется автономное холодильное оборудование. При этом нет необходимости применения расходных материалов, а именно: хладагентов (сухого льда, жидкого азота) и ацетона. Кроме отсутствия затрат на приобретение хладагентов и ацетона, отсутствуют затраты на их транспортирование и хранение. Экономия затрат только вследствие исключения использования (приобретения, транспортирования и хранения) расходных материалов на сушку одного трансформатора составляет порядка 3 тыс. дол..

Одновременно в установках увеличена площадь поверхности вымораживания охладителя до 6,1 м² (по сравнению с 1,35 м² в установках Иней-4). Специальная «спирально-витковая» конструкция поверхности вымораживания обеспечивает увеличение её площади на протяжении времени сушки твёрдой изоляции. Такая конструкция охладителя обеспечивает сокращение времени сушки твёрдой изоляции не менее чем на 20%. Размораживание охладителя: автоматическое без вскрытия фланцевых соединений корпуса, время размораживания не более 1 часа.

Полная экономия затрат на сушку одного трансформатора составляет не менее 5 тыс. дол.



Установка ЭТМА Иней-4.1 (Иней-4.1М)

V. Установки серии Суховой.

Установки используются для продувки сухим и очищенным воздухом баков силовых трансформаторов и других электрических аппаратов в процессе их монтажа, ремонта и эксплуатации с целью предохранения твёрдой изоляции от увлажнения во время разгерметизации активной части.

Установки могут применяться для регенерации (сушки) синтетических адсорбентов (силикагель, цеолиты, оксид алюминия и др.), используемых в другом технологическом оборудовании, а также для охлаждения отрегенированного адсорбента сухим воздухом.

При работе в зимнее время предусмотрен подогрев сухого воздуха.

Также как и установки УВМ с 2011 года освоен серийный выпуск установок, работающих в автоматическом режиме, управление установкой и способ отображения информации с сенсорной панели управления.



Установка серии ЭТМА Суховой-6

Изготавливается и другое оборудование, с которым Вы можете ознакомиться на нашем сайте www.etma.com.ua.

VI. Регенерация масел. Установки серии ЭТМА УРТМ.

В настоящее время основной проблемой при эксплуатации маслонаполненного электротехнического оборудования напряжением до 750 кВ включительно (далее «трансформаторов») является эксплуатация значительного количества трансформаторов, отработавших свой ресурс (срок службы). Как следствие в таких трансформаторах произошло ухудшение характеристик как твёрдой, так и жидкой изоляции (трансформаторного масла). Дальнейшая эксплуатация таких трансформаторов без восстановления физико-химических свойств изоляции может привести к необратимым процессам, при которых восстановление характеристик твёрдой изоляции и трансформаторного масла становится невозможным. В последующем такие трансформаторы должны подлежать замене, что является дорогостоящим проектом.

Кроме этого ухудшение характеристик изоляции увеличивает вероятность аварийных ситуаций, при которых самым лучшим исходом является отключение трансформатора.

Своевременная диагностика и восстановление характеристик изоляции трансформаторов продлевает срок их службы.

Восстановления характеристик твёрдой изоляции предполагает, как правило, сушку (подсушку) изоляции и улучшение коэффициента полимеризации.

Восстановление же характеристик трансформаторных масел условно можно разделить на:

- обработку масла, при которой удаляются растворённые газы, влага и механические примеси;
- регенерацию, при которой удаляются продукты старения и, как следствие, улучшаются в основном следующие показатели: кислотное число, $\text{tg } \delta$, цветность и плотность.

Для восстановления характеристик твёрдой изоляции, а также для обработки трансформаторных масел существуют как опробованные технологические процессы, так и технологическое оборудование, которое изготавливается, в том числе, и нашей фирмой.

Что касается регенерации масел, то необходимо отметить следующее: эффективных, экономически выгодных и экологически безопасных технологий до настоящего времени не существовало.

Регенерация масел с использованием стандартных синтетических сорбентов не эффективна, а природных сорбентов приводит к загрязнению окружающей среды (так как природный сорбент не подлежит реактивации, а расход его составляет больше 10% от объёма масла, подлежащего регенерации).

Как правило, данными способами регенерацию трансформаторных масел в настоящее время не производят, а закупают свежие масла, стоимость которых уже приближается до 50 тыс. рубл./тонну. Но закупка масел, особенно с тенденцией его постоянного удорожания, является дорогостоящим проектом. Поэтому, в последнее время, в мире, всё устойчивее преобладает тенденция регенерации эксплуатируемых трансформаторных масел с использованием специального оборудования, а не закупка свежего масла с целью его дальнейшей замены в электрооборудовании.

АО «ПКТБ «Электротехмонтаж» и ООО НИЦ «ЗТЗ-Сервис» разработали, изготовили и испытали опытно-промышленный образец **Установки для регенерации трансформаторных масел ЭТМА УРТМ -1х2-И У1**. В настоящее время разработана документация и изготавливается промышленный образец установки.

Установка предназначена для регенерации и фильтрации трансформаторных масел, отработавших свой ресурс. Установка, также, обеспечивает приготовление 20% раствора ионола, с дальнейшим введением его в трансформаторное масло.

Установка используется при ремонте силовых трансформаторов и реакторов напряжением до 1150 кВ включительно, в которых в результате длительной эксплуатации произошло ухудшение следующих характеристик трансформаторного масла: кислотное число KOH/g , $\text{tg } \delta$, цветность, влагосодержание, содержание механических примесей и пр..

Установка ЭТМА УРТМ -1х2-И У1, также, может быть использована на маслохозяйствах, где производится хранение трансформаторных масел, отработавших свой ресурс.

При однократной обработке установка обеспечивает снижение кислотного числа с 0,12 до 0,009 mg KOH/g , $\text{tg } \delta$ при 90 °C с 5,6 до 0,49%.



Масло до обработки



Масло после обработки.



Макетный образец установки ЭТМА УРТМ

Таблица – Результаты работы с использованием установки ЭТМА УРТМ -1х2-И У1

Марка масла	Кол-во тонн	Наименование показателей	Значение		№ протокола
			до	после	
Т-750	5	кислотное число по ГОСТ 5985, мг КОН/г	0,09	<0,01	№10/8-13142о; №10/8-13210о
		тангенс угла диэлектрических потерь по ГОСТ 6581 (tg δ), % при 90°C	4,944	0,490	
		коэффициент светопоглощения, Методика НИЦ, %	98,5	82,8	
		цвет (шкала ASTM)	3,5	2,0	
ТКп	36	кислотное число по ГОСТ 5985, мг КОН/г	0,12	<0,01	№10/8-12320о; №10/8-12425о
		тангенс угла диэлектрических потерь по ГОСТ 6581 (tg δ), % при 90°C	6,690	0,421	
		коэффициент светопоглощения, Методика НИЦ, %	99,0	80,5	
		цвет (шкала ASTM)	3,5	1,5	
смесь масел	48	кислотное число по ГОСТ 5985, мг КОН/г	0,14	<0,01	№10/8-13152о; №10/8-13202о
		тангенс угла диэлектрических потерь по ГОСТ 6581 (tg δ), % при 90°C	9,505	0,380	
		коэффициент светопоглощения, Методика НИЦ, %	99,0	75,0	
		цвет (шкала ASTM)	4,0	2,0	
		влажностное содержание по ГОСТ 24614, г/г	35,0	5,5	

Таблица – Результаты работы с использованием установки ЭТМА УРТМ -1х2-И У1

Марка масла	Кол-во тонн	Наименование показателей	Значение		№ протокола
			до	после	
		класс чистоты по ГОСТ 17216, бал.	14	9	
		пробивное напряжение по ГОСТ 6581, кВ	28,5	72,5	
		концентрация ионола в масле, % масс.	0,03	0,30	

Стоимость регенерации одной тонны масла с использованием установки ЭТМА УРТМ не превышает 5 000 рубл, что менее 10% от стоимости самого трансформаторного масла.

При расчёте в стоимость регенерации трансформаторного масла включены следующие затраты: затраты по доставке установки к месту выполнения работ; текущие материальные затраты по расходным материалам, такие как затраты на фильтрующие элементы, затраты по амортизации сорбентов, включая затраты на приобретение и введение антиокислительной присадки (Ионол) в трансформаторное масло; текущие затраты на электроэнергию, а также текущие трудовые затраты, включая командировочные расходы и проживание в командировке обслуживающего персонала.

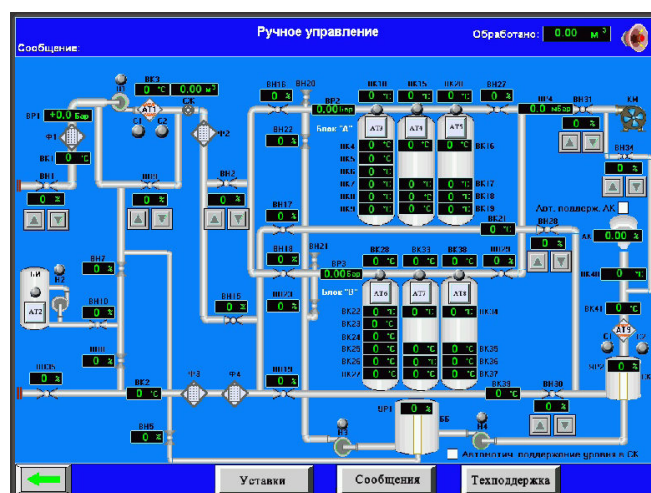
В 2014 году изготовлена и поставлена на Курскую АЭС установка ЭТМА УРТМ-3х2-И А У1 состоящая из 6-и адсорберов. Установка обеспечивает, также, приготовление 20% раствора ионола с дальнейшим введением его в трансформаторное масло.

Отличительной особенностью установки является то, что по способу управления, она изготовлена с возможностью работы её как с ручным, так и с автоматическим управлением. Управление установкой осуществляется непосредственно с панели оператора, на которой обеспечена визуализация схемы комбинированной принципиальной

Ручное управление.

При ручном управлении оператор может осуществлять работу во всех режимах с панели оператора. Управление исполнительными механизмами производится путём нажатия непосредственно на исполнительный механизм (например, насос, нагреватель, вентили без позиционирования) или на кнопки управления ▼ или ▲, размещённые в непосредственной близости от исполнительного механизма (например, вентили с позиционированием).

Предварительно необходимо установить технологические уставки режимов работы.



Автоматическое управление.

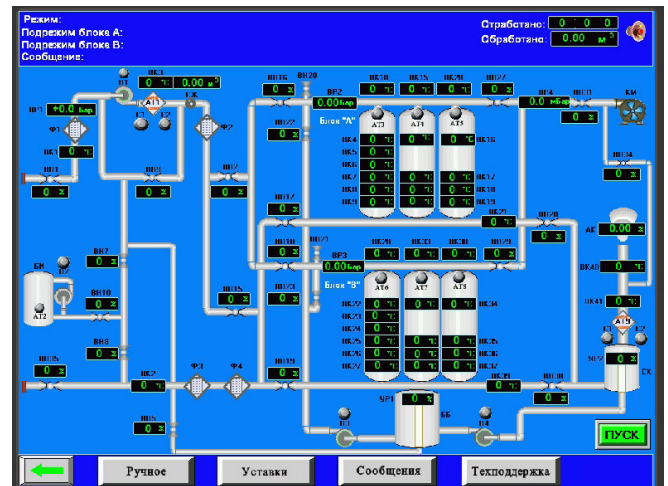
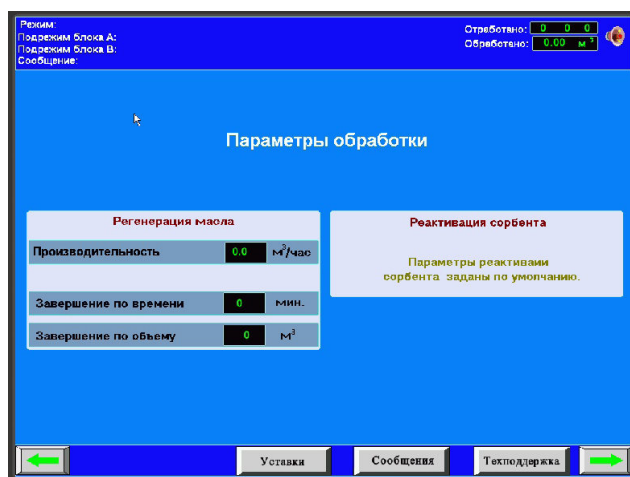
При автоматическом управлении оператор устанавливает один из режимов:

- 1) перекачка масла;
- 2) регенерация масла;
- 3) реактивация сорбента;

4) приготовление 20% раствора ионола.

Установка может одновременно работать в нескольких режимах. Например: регенерация масла через блок адсорберов А и реактивация сорбента в блоке адсорберов В и наоборот - регенерация масла через блок адсорберов В и реактивация сорбента в блоке адсорберов А;

Далее, например в режиме «Регенерация масла», оператор устанавливает производительность и условия окончания режима (по объёму обработанного масла или по времени работы установки), далее кнопкой «Пуск» запускается выбранный режим работы. При работе установки в автоматическом режиме управление установкой осуществляет программируемый контроллер по ранее установленной программе. При окончании заданного режима на панели оператора появляется сообщение об окончании режима с подачей звукового сигнала.



Аналогично выполняются другие режимы работы установки.

При работе в автоматическом управлении можно осуществить следующие действия:

1) используя кнопку «СТОП», установка завершит работу по ранее заложенному алгоритму;

2) что бы изменить параметры выбранного режима необходимо зайти в закладку «Параметры обработки». После изменения параметров установка будет продолжать работу по вновь установленным параметрам;

3) перейти в ручное управление с использованием кнопки «Ручное». При этом управление установкой можно осуществлять в ручном управлении.

При ручном и автоматическом управлении оператор в любой момент времени может контролировать количество обработанного масла и время работы текущего режима.

Контроль за работой установки во всех режимах работы осуществляется при помощи многофункционального контроллера, при этом поддерживаются все параметры, необходимые для нормальной работы установки.

В установке осуществляется контроль наличия питающего напряжения по сигнализации датчика чередования фаз, установленного в шкафу управления.

Температура масла контролируется: на входе в установку, после нагревателя, внутри адсорберов блока адсорберов, на выходе установки в режимах перекачки и регенерации масла. Также контролируется температура масла при приготовлении раствора ионола.

Температура воздуха контролируется: на выходе из блока адсорберов, в досжигателе при термической его обработке.

Уровень масла в буферном баке ББ и сборнике конденсата СК контролируется датчиками уровня.

Контроль загрязнённости (перепада давления) фильтров осуществляется манометрами.

Контроль давления масла на входе в адсорберах при регенерации масла и в адсорберах при реактивации сорбента осуществляют датчики давления.

Процентное содержание кислорода в отходящих газах контролируется по датчику кислорода.

Производительность (объёмный расход) и работа блокировки по отсутствию потока при перекачке и регенерации масла контролирует счётчик жидкости.

Контроль положения вентилей, контроль включения компрессора, нагревателей и масляных насосов осуществляется непосредственно на мнемосхеме панели оператора.





VII. Общие сведения о АО «ПКТБ «Электротехмонтаж».

Обеспечение качества

Обеспечение качества изготавливаемого оборудования и изделий обеспечивается наличием:

- a) Сертифицированной системы обеспечения качества;
- b) документации по контролю (технические условия, программы и методики приёмосдаточных испытаний);
- c) лаборатории контроля качества и проведением испытаний каждой единицы оборудования;
- d) приборов для определения соответствия технических характеристик оборудования и изделий Техническим условиям;
- e) полигона для испытания оборудования и изделий.

Сертификаты соответствия

Всё оборудование сертифицировано с системе сертификации ГОСТ Р Госстандарта России и имеет сертификаты соответствия требованиям технического регламенту машин и механизмов (орган по сертификации РОСТЕСТ-МОСКВА).



Сертификаты УкрСетро.



Сертификаты РОСТЕСТ-МОСКВА

Аккредитация

АО «ПКТБ «Электротехмонтаж» является аттестованным поставщиком в ОАО «ФСК ЕЭС» РФ. В 2011 подписан протокол продления срока действия Заключения аттестационной комиссии.



Экспертное заключение - срок действия до 25.01.2016 года

третейством, а период с 2006 г. по 2011 г. не проводился.

5.4. Все замечания и рекомендации межведомственной комиссии по экспорту экспортированы от 25.01.2006 г. выполнены.

5.5. За прошедший период рекламаций нет, имеется положительная оценка эксплуатирующей организации.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов рассмотрения представленной документации рекомендуется продлить срок действия Заключения аттестационной комиссии от 25.01.2006 г. на технологическое оборудование и изделия, изготавливаемые АО «ПКТБ «Электротехмонтаж».

Срок действия Заключения аттестационной комиссии – до 25.01.2016 г.

Руководитель Дирекции по управлению проектами ОАО «НПЦ электроснабжения» *В.В. Бойков*

Начальник Центра управления проектами по ВЛ и ПС ОАО «НПЦ электроснабжения» *К.А. Рожков*

Главный эксперт Дирекции по управлению проектами ОАО «НПЦ электроснабжения» *А.А. Дробинский*

Лаборатория контроля качества

Лаборатория контроля качества выполняет контроль при испытании каждой единицы оборудования и изделий по программе и методике приёмо-сдаточных испытаний на соответствие Техническим условиям.

Лаборатория оснащена следующим оборудованием для испытаний:

а) хроматограф, модель 3700 с дополнительно установленным программным обеспечением для обработки результатов на ПК (для измерения влагосодержания и общего газосодержания);

б) анализатор механических примесей ФС-151 (обеспечивает измерение в диапазоне класса чистоты жидкостей по ГОСТ 17216);

с) установка для определения Tg δ;

д) установка для определения пробивного напряжения АИМ-80;

е) приборов для контроля прочности и сопротивления изоляции, определения омического сопротивления, а так же измерительного инструмента для выполнения операционного контроля при изготовлении;

Всё оборудование проходит периодическую аттестацию и поверку.

Лаборатория аккредитована в системе УкрСепро (№100-1974/2009, со сроком до 18.10.20012 года)

Маслохозяйство для испытания оборудования.

Маслохозяйство для испытания оборудования

Представительство и сервисный центр в РФ: ОАО «Электромонтаж» 103012, г. Москваул. Никольская, 17 тел./факс +7495 632-94-38 тел. +7495 608-87-48 E-mail: elmont@awax.ru

С уважением,

Технический директор

АО «ПКТБ «Электромонтаж»



Я.О. Кит

Тел. +38 057 7423756

Тел. моб. +38 067 5732940

y.kit@etma.com.ua

ykit@mail.ru