

## ТЕХНОЛОГИЯ ЗА ИЗРАБОТВАНЕ НА ГЛАВНА ИЗОЛАЦИЯ ПРИ РЕМОТ НА АСИНХРОННИ ДВИГАТЕЛИ 6 KV В УСЛОВИЯТА НА “РЕМОТЕКС – РАДНЕВО” ЕАД

**Константин Тричков, Константин Костов**

Минно-геоложки университет “Св. Иван Рилски”, София 1700, E-mail: [cctq@mgu.bg](mailto:cctq@mgu.bg)

**РЕЗЮМЕ:** Съвместно с колектив на Енерго-ремонтен цех (ЕРЦ) е разработена конструкция и технология за изработване на главната изолация при ремонта на асинхронни двигатели 6 kV в условията на “РЕМОТЕКС – РАДНЕВО” ЕАД. Изполван е изолационен материал CONDUCTOFOL-2159 на фирма ISOVOLTA – Австрия, предназначен при производство и ремонт на двигатели с високо напрежение.

### TECHNOLOGY FOR MAKING MAIN INSULATION USED TO REPAIR 6 KV INDUCTION MOTOR PERFORMED BY “REMOTEX – RADNEVO” AD

**Konstantin Trichkov, Konstantin Kostov**

University of Mining and Geology “St. Ivan Rilski”, Sofia 1700, Bulgaria

**ABSTRACT:** Design and technology for making main insulation performed by “Remotex – Radnevo” AD are worked out together with a team from the power repair workshop. It is used to repair 6 kV induction motor. New insulating materials with high operating features, made by ISOVOLTA, Austria, used to manufacture and repair high-voltage motor are offered.

Целта на настоящата работа е да се разработи конструкцията и технологията на главната изолация при ремонта на асинхронните двигатели 6 kV в условията на “РЕМОТЕКС – РАДНЕВО” ЕАД. За изолация на активните части, челните съединения и връзките е използван електроизолационния материал CONDUCTOFOL-2159 на фирма ISOVOLTA – Австрия. Основните технически данни на CONDUCTOFOL-2159 са представени в таблица 1.

Таблица 1.

Технически данни на CONDUCTOFOL-2159

Свойства	Тест метод	Мярка	Стойност
Номинална дебелина		mm	0,10
Толеранс	IEC 371	mm	± 0,01
Дебелина на пресоване		mm	0,07±0,015
Общо вещество	IEC 371	g/m <sup>2</sup>	148 ± 14
РЕТ-фолио	IEC 371	g/m <sup>2</sup> mm	8 ± 2 0,006
Слюденитова хартия	IEC 371	g/m <sup>2</sup>	75 ± 3
РЕТ-фолио (покрито с лепило)	IEC 371	g/m <sup>2</sup> mm	42 ± 4 0,030
Съдържание на смола	IEC 371	g/m <sup>2</sup>	23 ± 5
Пробивно напрежение	IEC 371	kV	≥ 7
Якост на опън	IEC 371	N/10mm	≥ 45
Клас на топлоустойчивост	IEC 371		F(155°C)

Conductofol-2159 може да бъде използван както за навивкова изолация на единични и състави проводници, така и за изработване на главната изолация на ел.машини и апарати. При разработката на конструкцията и технологията на главната изолация при ремонта на ел.машини за напрежение 6000 V в условията на ЕРЦ на

“Ремотекс – Раднево” ЕАД сме се ръководили от следните два факта:

- Максимално използване на високите експлоатационни качества на материала;

- Използване на съществуващото оборудване на ЕРЦ, при минимално количество на изискване на нови съоръжение. При това ръчният труд също трябва да бъде сведен до минимум.

- Разработената технология обхваща следните етапи:

### А. Подготовка на секциите на намотката

#### - Навиване на проводника на “лодка”

При това навиване се полага изолация от РЕТ-фолио (хостафан) между всяка навивка като допълнителна изолация. При наличие на достатъчно място, особено при ползването на два или повече паралелни проводника може навивковата изолация да се изпълни с навиване на изолационна лента един слой с ½ припокриване. В качеството на такава изолационна система се употребява CONDUCTOFOL-2159.

#### - Предварително укрепване на секцията

Навитата “лодка” се бандажира “мартенично” със стъклолента бандажна 0,10 x 20 със стъпка около 50 mm. Превръзките от памучна лента при това се свалят.

### - Импрегниране на секцията

Навитата и бандажирана "лодка" се импрегнира двукратно с лак TM 50 под вакуум с последващо изпичане.

Допуска се импрегнация на "лодката" без вакуум, чрез потапяне, но трябва да се спазва малка скорост на потапяне (около 3 mm/s) с цел добро проникване на лака във всички междини.

### - Макетиране на секцията

Макетирането на секцията се извършва на машина за макетиране ПАМС. Данните за макетирането се пресмятат съгласно инструкцията на машината или чрез специална компютърна програма и се въвеждат в машината.

Непосредствено преди макетирането секциите се загряват до температура от 60°C с цел омекване на импрегнационния лак.

Всяка секция след макетирането се проверява на контролен шаблон, като малките несъответствия се коригират ръчно, а при наличие на големи несъответствия се пристъпва към настройка на машината за макетиране.

### - Предварително изолиране ъглите на секцията

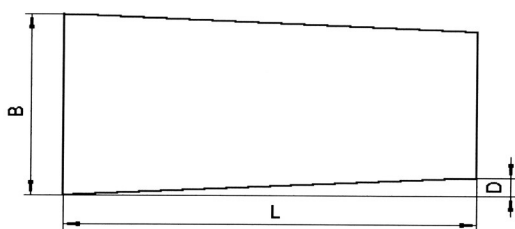
На всяка чупка се навива няколко слоя изолация от Conductofol 2159 (на лента) така, че максималната дебелина да отговаря на дебелината на изолацията на правите части. Изолацията се навива ръчно, стегнато и равномерно. Стремешът е да се получи плавен "конус".



Фиг.1. Изолация на чупката

## Б. Полагане на изолацията на правите части на секцията

- Предварително се нарязват заготовките от Conductofol 2159 (руло) под формата на трапец (фиг. 2)



Фиг. 2. Заготовка за изолация на правата част на секциите

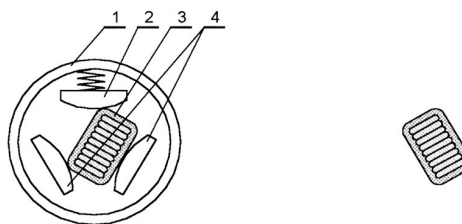
Размерът В се съобразява с дължината на правата част на секцията. Размерът D е от 30... 40 mm. За оптимизиране на разкройката на материала се допуска показания на фиг. 2. лист да се състои от няколко части.

Навиването на листа върху секцията се извършва ръчно, като се започва от тесния край на трапеца. Най-отгоре се навива навивка и половина от телефонна хартия или прешпан б = 0.1 mm с предпазна цел (предпазва най-горния слой на Conductofol 2159 от нараняване, като след запресоването на изолацията се сваля). Прихваща се на две места с памучна лента бандажна против саморазвиване.

### - Валиране на правите части на секцията

Така подготвените прави части на секцията се поставят в барабана на валирмашината (фиг. 3). Посоката на навиване на изолацията трябва да съвпада с посоката на въртене на барабана.

При валирмашината секцията е неподвижна; върти се барабана с трите нагревателни плочи. Плочите са загрети до около 160°C.....180°C. Пружинирация нагревател притиска правата част на секцията към основните нагреватели и увеличава изолацията по посоката на въртене.



1. Барабан въртящ се; 2. Нагревател пружиниращ; 3. Секция; 4. Нагревателни основи

Фиг. 3. Валиране на правите части на секциите

Междувременно изолацията се загрява и свързващото вещество (епоксидна смола) и залепващия състав омекват. Това позволява отделните навивки на изолационния материал да преплъзнат една спрямо друга, което довежда до много добро стягане на отделните навивки изолация, като при това се евакуират всички въздушни включения. Продължителността на валирането е около 15 min.

### - Запесоване на правите части на секцията

След изваждането от валирмашината секцията веднага се поставя в студена преса. Там горещата права част се стяга между четири повърхности, определящи точните геометрични размери на напречното сечение. Задържа се така до изстиването и до около 40.....50°C.

Получената изолация на правите части на секцията се оглежда внимателно за видими дефекти. Почистват се с помощта на нож всички заусенъци и излишъци на смола, както и остатъците от телефонната хартия. Крайчетата на секцията се почистват от изолацията до метален блясък и се подготвят за запояване.

Секцията се проверява за точните си геометрични размери още веднъж на шаблон, а при необходимост размерите се коригират.

## **В. Полагане на изолация за извити челни части на секцията**

Изолацията на челните части на секцията се изпълнява също с Conductofol 2159, но във вид на лента, широка около 20 mm. Навиването може да е ръчно или с помощта на машина. Преди започването на навиването, осигуряването на изолацията на чупките против саморазвиване се отстранява, като края на лентата от чупките се застъпва с лентата за изолация на челните части.

Изолацията на челните части на секцията се навива обикновено с  $\frac{1}{2}$  застъпване и се навиват достатъчно слоеве за получаване на необходимата дебелина. Трябва да се има предвид, че тук свиването на лентата по дебелина ще бъде по-малко. Дебелината на лентата от 0,1 mm ще стане около 0,09 mm. Освен това дебелината на изолацията на челните части се взема с 0,2 ... 0,3 mm по-малка от дебелината на изолацията на правите части на секцията, заради допълнителния външен бандаж (фиг. 1) както и по-големите изолационни разстояния.

## **Г. Полагане на външен бандаж на челните части на секцията**

### **- Материал за външен бандаж**

За външен бандаж на челните части на секцията трябва да се използват самосвиващите се при загряване ленти. Като подходящ материал за целта е лентата Isoseal P 0713 на фирмата ISOVOLTA – Австрия.

Материала има дебелина 0,18 mm и се доставя на ленти широки 20 mm, навити на ролки. На ролките заедно с Isoseal P 0713 е навит и разделителен материал, който предпазва отделните навивки от самозалепване при съхранението му и който се отстранява при употреба (*Каталожни данни...*)

Гаранционният срок на Isoseal P 0713 е 6 месеца - съхранен при температура 20°C и 12 месеца – при 5°C.

### **- Полагане на външния бандаж**

Лентата Isoseal P 0713 се навива като последен покриващ слой на изолацията на челните части на секцията. Навиването започва на около 10 mm преди началото на конуса на чупката (фиг. 1) и завършва с изолирането на главата и крайчетата. Лентата трябва да се навива максимално стегнато като краят се осигурява срещу саморазвиване чрез завързване. Краят на лентата (завързването) трябва по възможност да е на крайчетата на секцията, тъй като след изработка на връзките и

изводите бандажирането им с Isoseal P 0713 ще продължи точно от там.

Трябва да се внимава при свършване на ролката или скасване на лентата, новата лента да се застъпи добре със старата. Това се налага поради големите усилия, на които е подложена лентата в процеса на самосвиване при нагряване и опасността от саморазвиване.

### **- Полагане на външен бандаж на връзките**

След изработката на връзките и изводите и изолирането им с лента от Conductofol 2159, те също се бандажират с Isoseal. Всичко казано за нанасянето на външния бандаж на челните части на секцията е в сила и тук. Бандажирането обхваща и изводите на около 10 mm след изолацията на спойката. Краищата на лентата се оставят към схемата на връзките така, че бандажирането със шнур полиамиден на връзките с укрепващите елементи да се затиснат.

### **- Изпичане на лентата Isoseal P 0713**

Изпичането се извършва след като цялата намотка бъде готова. Тогава статорния пакет с намотката се поставя в пещ и се изпича при температура 140°C в продължение на 6 часа.

## **Заклучение.**

За да бъде изследвана изолацията от CONDUCTOFOL-2159 в ЕРЦ на РЕМОТЕКС Раднево бяха изработени 8 броя образци на активната част на секции и са проведени полупромишлени изпитания за установяване на основни електрически характеристики на използваните електро-изолационни материали:

- специфично обемно и повърхностно съпротивление;
- електрическа якост;
- диелектрични загуби –  $\tan \delta$

Образците представляват сноп изолирани проводници тип ПСД-Ф с размери 1,8 x 5.00 .

Полупромишлените изпитания са проведени във високоволтова изпитвателна лаборатория на Завода за електрически машини – ЗЕМ София

## **Литература**

А. Тодорова, Г. Дюстабанов, *Ръководство за лабораторни упражнения по електротехнически материали.*, ТУ София, 1996.

*Каталожни данни и разработки* на фирмата ISOVOLTA -Австрия.

*Препоръчана за публикуване от Катедра "Електрификация на минното производство", МЕМФ*