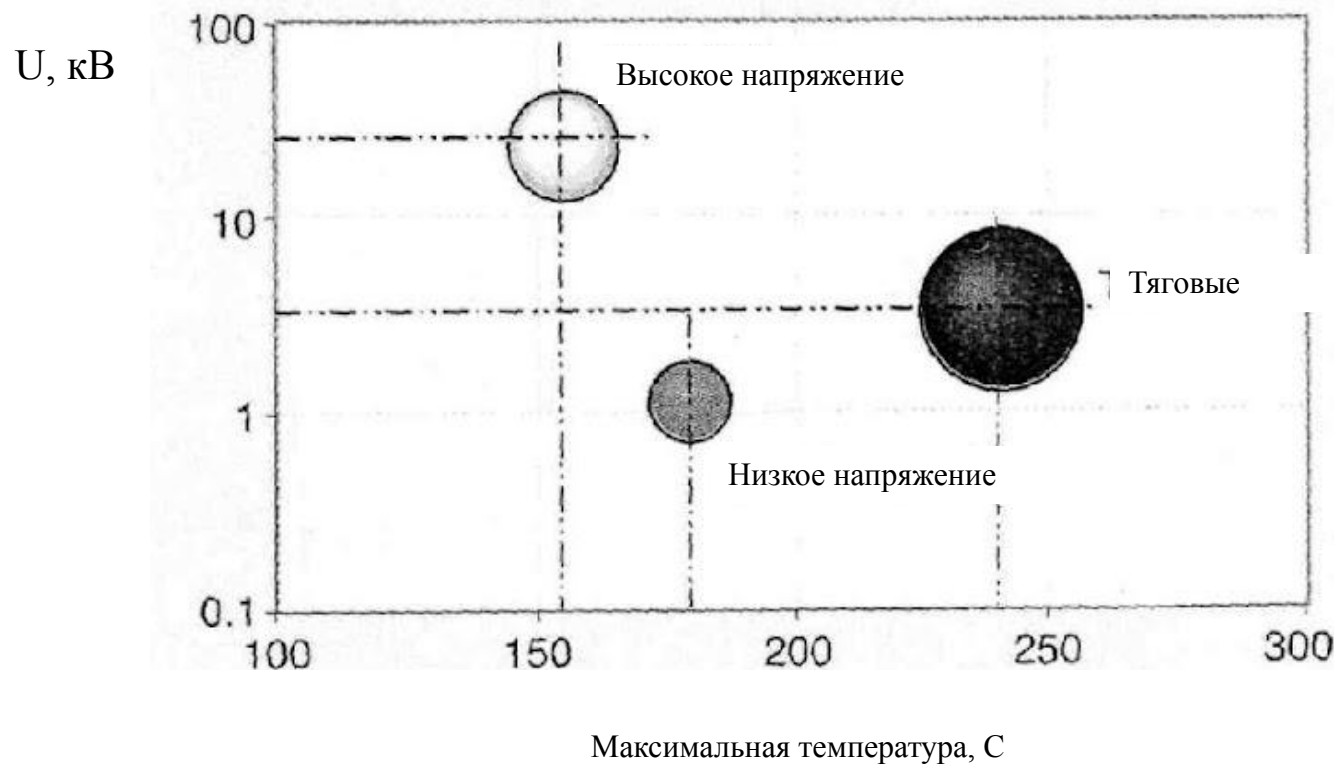
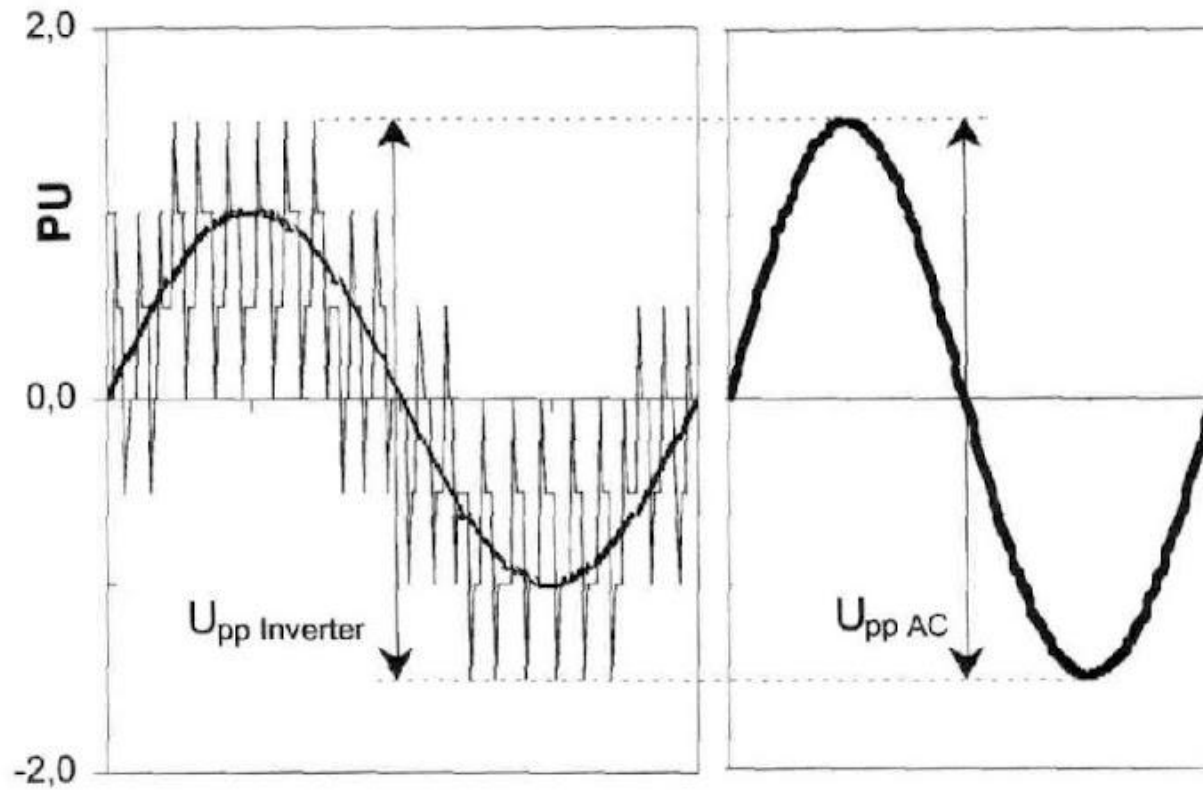


**СОВРЕМЕННЫЕ  
ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН**

# УСЛОВИЯ РАБОТЫ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

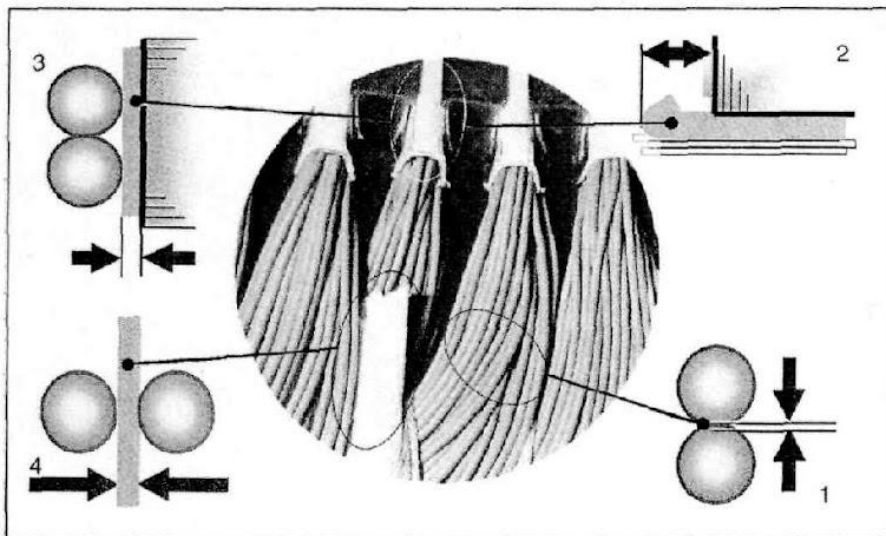


# МАШИННАЯ ИЗОЛЯЦИЯ В УСЛОВИЯХ ТИРИСТОРНОГО ПРИВОДА

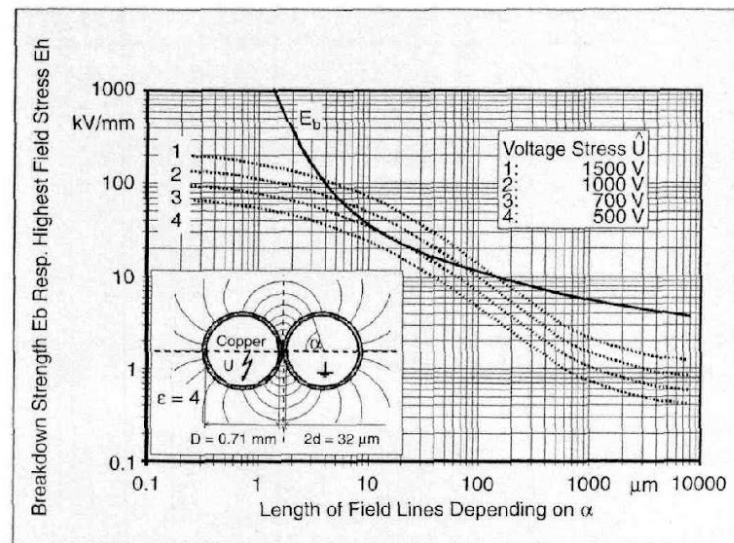


# УСЛОВИЯ РАБОТЫ ВСЫПНОЙ ЭЛЕКТРОМАШИННОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Области изоляции с повышенным значением напряженности электрического поля



Изменение электрической прочности и максимальная напряженность электрического поля межвитковой изоляции



## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБМОТОЧНЫХ ПРОВОДОВ ДЛЯ ИЗОЛЯЦИИ (КЛАСС НАГРЕВОСТОЙКОСТИ 155 С)

МАРКА ПРОВОДА КОНСТРУКЦИЯ ИЗОЛЯЦИИ	РАЗМЕРЫ ПРОВОЛОКИ, ММ	ТОЛЩИНА ИЗОЛЯЦИИ, ММ	U <sub>пр</sub> , В
<p style="text-align: center;">ПСДТ, ПСД-934</p> <p>Два слоя стеклонитей, пропитка электроизоляционным лаком</p>	(0,90 – 5,60)х (2,12-12,50)	(0,24 –0,47)х (0,24-0,40)	400-550
	(1,00 – 5,00)х (3,15-12,50)		550-600
	1,50х 8,00	0,45х0,27	
<p style="text-align: center;">ПЭТВСД</p> <p>Эмалированный медный провод, два слоя стеклонитей, пропитка электроизоляционным лаком</p>	(0,80 – 3,55)х (2,00-10,00)	(0,48 – 0,56)х (0,41-0,47)	900
	1,50х8,00	0,55х0,41	

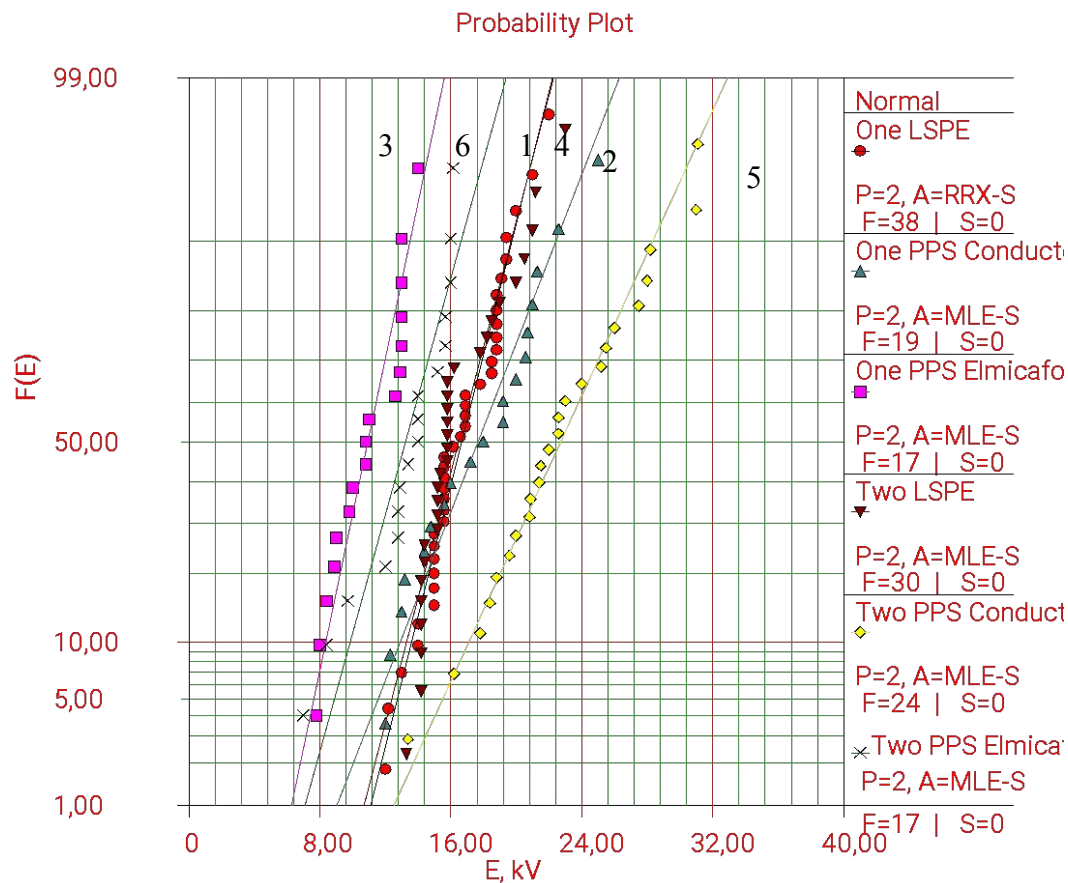
**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБМОТОЧНЫХ ПРОВОДОВ С  
ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ СЛЮДОСОДЕРЖАЩИХ ЛЕНТ  
(СЕЧЕНИЕ ПРОВОДА ПО МЕДИ 1,5x8,0 ММ)**

<b>Ураб, кВ</b>	<b>МАРКА</b>	<b>ТОЛЩИНА, ММ</b>		<b>U<sub>пр</sub>, кВ</b>	<b>СЛЮДА, %</b>
<b>6 – 6,6</b>	CONDUCTOFOL 2159 0,10	0,40	0,45	6,0	-
	ЭЛМИКАФОЛ 52801 0,07	0,36	0,34	6,6	50
	ЭЛМИКАФОЛ 52801 0,07 + ПЭТ 0,02	0,43	0,47	7,36	50
	ЭЛМИКАФОЛ 52801 0,07	0,36	0,44	5,0	-
	ЭЛМИКАФОЛ 53801 0,07+ ПЭТ 0,02	0,54	0,45	7,20	50
	ЭЛМИКАФОЛ 538011 0,10	0,65	0,60	9,28	45
<b>10</b>	CONDUCTOFOL 2159 0,10	0,78	0,68	13,4	-
	ЭЛМИКАФОЛ 53801 0,09	0,68	0,61	7,88	60
	ЭЛМИКАФОЛ 52801 0,07	0,52	0,51	7,2	70
	ЭЛМИКАФОЛ 52801 0,09	0,70	0,63	8,02	60

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕНТ ДЛЯ ПРОВОДА  
(КЛАСС НАГРЕВОСТОЙКОСТИ 155 С)**

МАРКА	ТОЛЩИНА, ММ	ПОВЕРХНОСТНАЯ ПЛОТНОСТЬ, Г/М <sup>2</sup>			U <sub>ПР</sub> , кВ	РАЗРУШАЮЩАЯ НАГРУЗКА, Н/см
		ЛЕНТЫ	БУМАГИ	ПЛЕНКИ		
ЭЛМИКАФОЛ 52801	0,07	111±10	75	28	5	20
	0,09	125±10	75	42	7	20
ЭЛМИКАФОЛ 53801	0,09	130±10	80	42	7	20
ЭЛМИКАФОЛ 528011	0,10	143±15	75	42/14	7	30
CONDUCTOFOL 2159	0,10	148±15	75	42	7	30
CONDUCTOFOL 2009	0,07	129±10	50	42	6	25
	0,09	102±10	75	42	7	30

# КРАТКОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ ВИТКОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ РЕАЛЬНЫХ СТАТОРНЫХ КАТУШЕК



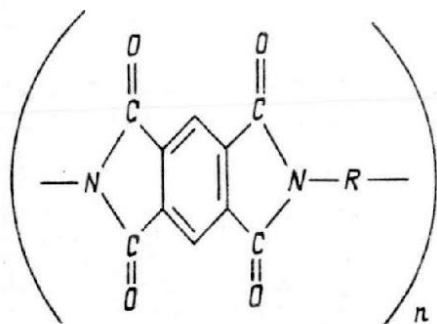
**1** - ПЭТВСД, 1 СЛОЙ ЛСПЭ-934-ТП; **4** - ПСД, 2 СЛОЯ ЛСПЭ-934-ТП;

**5** - СЛЮДОСОДЕРЖАЩАЯ ЛЕНТА ППС-2 (Conductofol); **2** - СЛЮДОСОДЕРЖАЩАЯ ЛЕНТА ППС-1 (Conductofol);

**6** - СЛЮДОСОДЕРЖАЩАЯ ЛЕНТА ППС-2 (Элмикафол); **3** - СЛЮДОСОДЕРЖАЩАЯ ЛЕНТА ППС-1 (Элмикафол);



# ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИИМИДНЫХ ПЛЕНОК



Относительное удлинение при разрыве в продольном направлении, %:

в состоянии поставки 22,0-46,0  
после нагревания в течение 7 сут при 200°C 22,0-38,0

Линейная усадка после нагревания при 200°C в течение 20 ч, % 0,5

Водопоглощение за 24 ч, % 0,7

$E_{пр}$ , МВ/м:  
в состоянии поставки 125-150  
после увлажнения (24 ч в воздухе 95-98% относительной влажности) при 180°C 120-140

$\rho$ , Ом·м:  
в состоянии поставки при 180°C  $3 \cdot 10^{14}$   
после увлажнения (24 ч в воздухе 95-98% относительной влажности)  $1 \cdot 10^{11}$   
 $1 \cdot 10^{14}$

Параметры	Пленки	
	ПМФ-351	ПМФ-352
Толщина пленки и допустимые отклонения, мкм:		
при толщине фторлонового покрытия $5 \pm 2$ мкм	45 ± 7	50 ± 9
	55 ± 12	60 ± 14
	55 ± 12	70 ± 14
при толщине фторлонового покрытия $10 \pm 2$ мкм	50 ± 7	60 ± 9
	60 ± 12	70 ± 14
	70 ± 12	80 ± 14
Предел прочности при растяжении в продольном и поперечном направлениях, МПа, не менее:		
при толщине фторлонового покрытия $5 \pm 2$ мкм	90	80
при толщине фторлонового покрытия $10 \pm 2$ мкм	80	60
Относительное удлинение при разрыве в продольном и поперечном направлениях, %, не менее:		
	40	40
$\rho$ , Ом·м, не менее:		
при 15-35°C	$10^{14}$	$10^{14}$
при 200°C	$10^{14}$	$10^{14}$
$E_{пр}$ , МВ/м, не менее:		
при толщине фторлонового покрытия $5 \pm 2$ мкм	150	140
при толщине фторлонового покрытия $10 \pm 2$ мкм	140	130

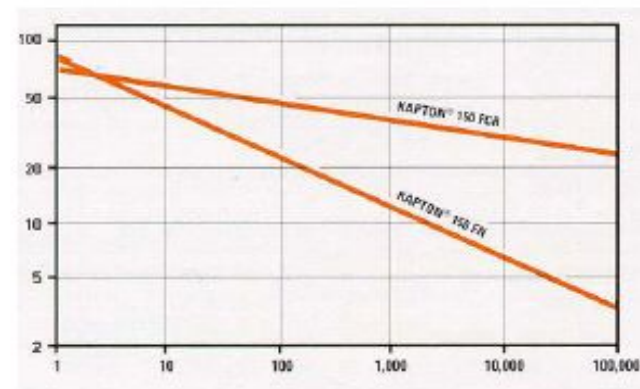
# СРАВНИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИИМИДНЫХ ПЛЕНОК

Типичные свойства полиимидной пленки КАПТОН® типа 100CR толщиной 25 мкм (1 мил)

Свойства	Типичная величина при 23°C (73°F)	Метод испытаний
<i>Электрические</i>		
Короностойкость, час. при 20 кВ/мм при 50 Гц	>100 000	IEC-343
Диэлектрическая прочность, кВ/мм (В/мил)	291 (7,400)	ASTM D-149-81
Диэлектрическая постоянная	3.9	ASTM D-150-81
Коэффициент рассеяния	0.003	ASTM D-150-81
Объемное удельное сопротивление, Ом X см	$2.3 \times 10^{16}$	ASTM D-257-78
Поверхност. удельное сопротивление, Ом/квадрат	$3.6 \times 10^{16}$	ASTM D-257-78

Типичные свойства полиимидной пленки КАПТОН® типа 150FCR 019 толщиной 37,5 мкм (1,5 мил)

Свойства	Типичная величина при 23°C (73°F)	Метод испытаний
<i>Электрические</i>		
Короностойкость, час. при 20 кВ/мм при 50 Гц	>100 000	IEC 343
Диэлектрическая прочность, кВ/мм (В/мил)	173 (4,400)	ASTM D-149-81
Диэлектрическая постоянная	2.9	ASTM D-150-81
Коэффициент рассеяния	0.001	ASTM D-150-81
Объемное удельное сопротивление, Ом x см	$5.3 \times 10^{16}$	ASTM D-257-78
Поверхностное удельное сопротивление, Ом/квадрат	$1.6 \times 10^{15}$	ASTM D-257-78

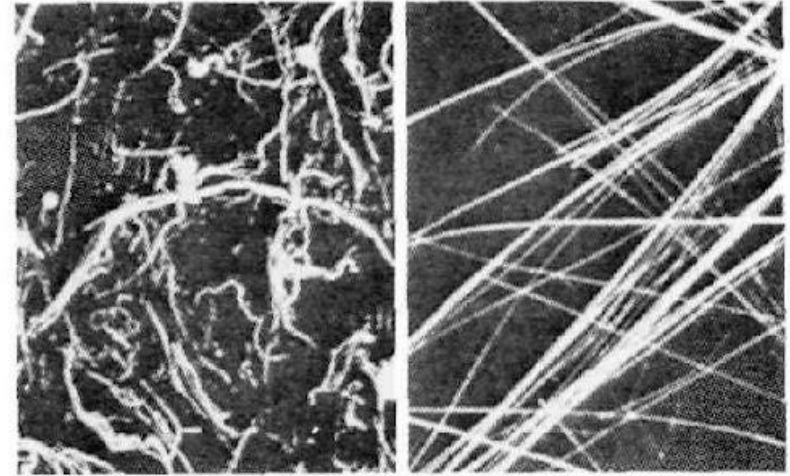
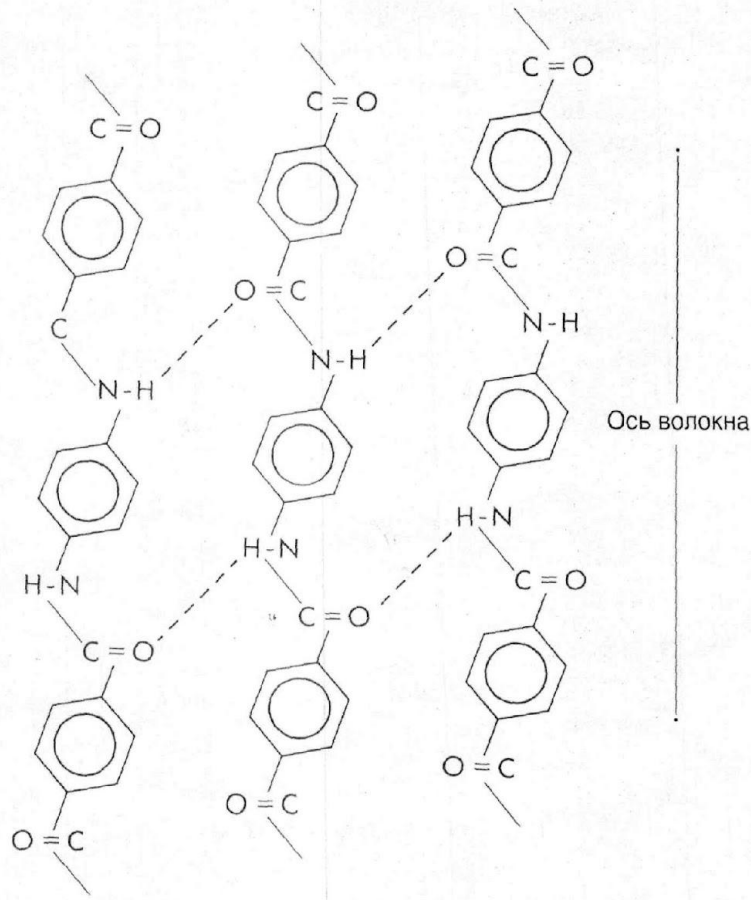


Нарботка до отказа, час. при 50 Гц

# ПРИМЕНЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ АРАМИДНЫХ БУМАГ



# СТРУКТУРНАЯ ФОРМУЛА И СТРОЕНИЕ АРАМИДНОЙ БУМАГИ



Nomex 410 каландрированный

Nomex 411 некаландрированный

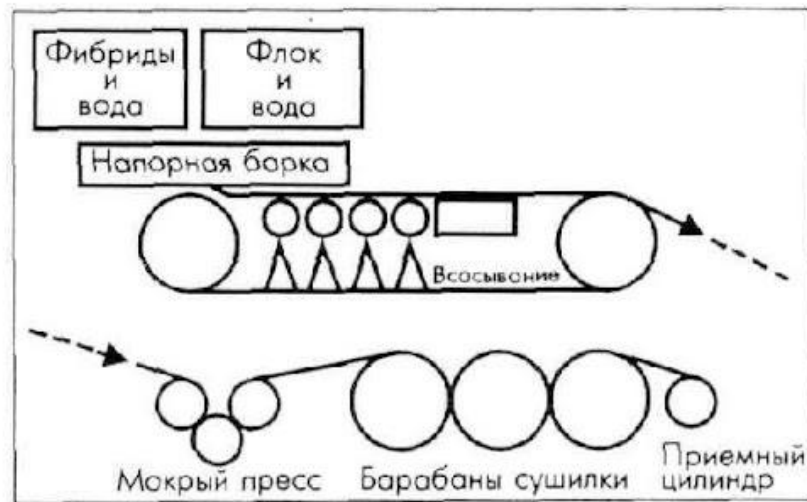
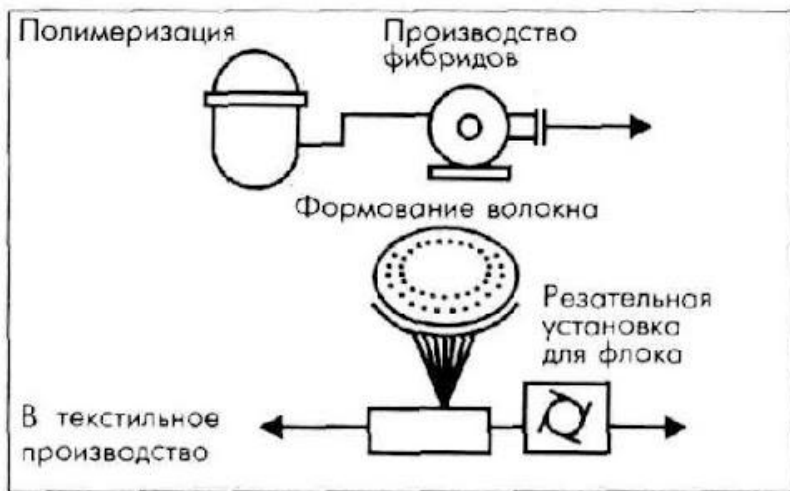
$T_{\text{раб}} = 220 \text{ C}$

$\epsilon_{\text{пр}} = 25 - 35 \text{ кВмм}$

Диэлектрическая проницаемость 2,2 – 2,3

Тангенс угла диэлектрических потерь (0,008-0,010)

# ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АРАМИДНОЙ БУМАГИ NOMEX



# ВАРИАНТЫ СИСТЕМ ИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

	130 C°	155 C°	180 C°	220 C°
ИЗОЛЯЦИЯ ОБМОТЧОЧНОГО ПРОВОДА	Эмали Хербертс® для проводов	Эмали Хербертс® для проводов	Эмали Хербертс® для проводов	Эмали Хербертс® для проводов
			Каптон®	Каптон®
МЕЖФАЗНАЯ ИЗОЛЯЦИЯ	Майлар®/Номекс®	Номекс®	Номекс®	
ИЗОЛЯЦИЯ ВЫВОДНЫХ КОНЦОВ	Тефзел®	Тефзел®	Тефлон® ФЭП	Тефлон® ПФА
ПРОПИТОЧНЫЕ СОСТАВЫ	Хербертс®Электро	Хербертс®Электро	Хербертс® Электро	
ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ СТАЛИ	Волтатекс®	Волтатекс®	Волтатекс®	
ПАЗОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ	Майлар®	Теонекс®	Номекс®	Каптон®
	Мелинекс®	Майлар®/Номекс®	Майлар®/Номекс®	Каптон®/Номекс®

## СВОЙСТВА ПРОПИТОЧНЫХ КОМПАУНДОВ КЛАССА Н

Свойства	Тип состава		
	3551	КП-200	КП-99ИД
Массовая доля нелетучих веществ, %	99,7	97,6	99,1
Вязкость по ВЗ-4, Ст			
при 30°C	-	-	38
при 50°C	56	41	18
при 60°C	45	-	-
Средняя скорость нарастания вязкости при 50°C, Ст/сут	0,24	0,5	0,46
Время желатинизации, мин			
при 200°C	11,0	1,0	-
при 150°C	-	-	1,75
Цементирующая способность при 20°C, Н	387	199	532
Разрушающее напряжение при статическом изгибе, МПа	14,0	13,5	68,7
Удельное объемное сопротивление, Ом·м, при R; M(15-35)°C; (45-75)%	5,7·10 <sup>13</sup>	5,5·10 <sup>13</sup>	2,1·10 <sup>13</sup>
Электрическая прочность, МВ/м, при R; M(15-35)°C; (45-75)%	15,4	17,5	20,4
* Режимы обработки в системах изоляции для составов: 3551 (200°C – 10 ч); КП-200 (200°C – 20 ч); КП-99 ИД (160°C – 2 ч; 180°C – 4 ч; 200°C – 4 ч).			