

## НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ ООО НПП «ES ПОЛИМЕР» ДЛЯ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Розглянуто нові розробки полімерних конструкцій для електрифікованих залізниць.

Рассмотрены новые разработки полимерных конструкций для электрифицированных железных дорог.

New developments of polymeric constructions for the electrified railways are considered in the article.

Основным направлением деятельности предприятия ООО НПП «ES Полимер» является разработка и промышленное производство электротехнической продукции с применением полимерной изоляции, в том числе для железнодорожного транспорта Украины.

В начале своей деятельности (с 2002 г.) работы предприятия были сосредоточены на разработке и освоении полимерных изолято-

ров с цельнолитой защитной оболочкой 3,3...27,5 кВ для контактной сети электрифицированного железнодорожного транспорта. Значительная часть этой номенклатуры разработана, освоена производством и широко применяется на железных дорогах Украины и России.

Технические параметры данной группы полимерных изоляторов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Обозначение изоляторов	Параметры изоляторов				
	$U_{ном}$ , кВ	$H_{стр}$ , мм	$L$ , мм	$D$ , мм	$U_{гроз}$ , кВ
Изоляторы для контактной сети					
ФСК 120-6-27,5-4-Ц	27,5	549	950	124	220
ФСК 120-6-27,5-4-Ц исполнение 01	27,5	554	950	124	220
Зарубежный аналог: Railway composite insulators 25 kV 950, cantilever					
ПСК 120-27,5-7-Ц	27,5	679	1500	135/100	240
ПСК 120-27,5-7-Ц исполнение 01	27,5	685	1500	135/100	240
ПСК 120-27,5-7-Ц исполнение 02	27,5	686	1500	135/100	240
НСК 120-27,5-7-Ц	27,5	692	1500	135/100	240
Зарубежные аналоги: Railway composite insulators 25 kV 1500, suspension; CS 120 XZ 250/835, IEC 61466-2					
ФСК 120-6-3,3-7-Ц	3,3	425	600	124	125
НСК 120-3,3-7-Ц	3,3	430	600	135/100	125
Опорно-стержневые изоляторы для электрооборудования железных дорог					
СК 4-27,5-195-IV заменяют изоляторы С 4-195-1 УХЛ,Т; ИОС 35-500-01 УХЛ,Т; ИОС 35-500-02 УХЛ,Т	27,5	440	950	124	195
СК 4-35-200-IV заменяют изоляторы С 4-200-1 УХЛ,Т	35	475	950	124	200

Примечание: Ф – фиксаторный; П – подвесной; Н – натяжной; О – опорный; С – стержневой; К – кремнийорганический; Ц – цельнолитая защитная оболочка;  $U_{ном}$  – номинальное напряжение;  $H_{стр}$  – строительная высота;  $L$  – длина пути утечки;  $D$  – диаметр изоляционной части;  $U_{гроз}$  – испытательное напряжение грозового импульса (требования стандарта).

В 2004–2005 гг. по согласованию с Главным управлением электрификации и электроснабжения «Укрзалізниця» были разработаны новые более сложные конструкции изоляторов. Это – консольные изоляторы напряжением 27,5 кВ на изгибающие нагрузки 8 кН; подвесные полимерные изоляторы 3,3 кВ постоянного тока; опорно-стержневые изоляторы 3,3 кВ для разъединителей РС-3000. Эти конструкции прошли приемочные и сертификационные испытания и на них получены сертификаты соответствия.

В 2005 г. разработаны опытные образцы ограничителей перенапряжений в полимерных корпусах на напряжение 6; 10; 27,5; 35; 110 кВ, с током пропускной способности 400 А при волне 2 мс и рабочим током 10 кА при волне 8/20 мкс. Ограничители находятся в стадии приемочных и сертификационных испытаний; в конце 2006 г. будет освоено их промышленное производство.

Рассмотрим более подробно технические характеристики новой продукции с указанием качественных отличий от существующих на рынке аналогов.

1. **Консольные изоляторы КСК 120-8-27,5-4-Ц; КСК 120-8-27,5-5-Ц; КСК 120-8-27,5-7-Ц** (рис. 1).



Рис. 1

Технические характеристики консольных изоляторов приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Технические характеристики изоляторов консольных изоляторов**

Наименование характеристик	Значения для изоляторов		
	КСК 120-8-27,5-4-Ц	КСК 120-8-27,5-5-Ц	КСК 120-8-27,5-7-Ц
Номинальное напряжение, кВ	27,5	27,5	27,5
Нормированная механическая разрушающая сила при растяжении, кН	120/150	120/150	120/150
Нормированная механическая разрушающая сила при изгибе, кН	8/15	8/13	8/11
Испытательное напряжение промышленной частоты, кВ:			
в сухом состоянии	130/160	130/165	130/180
под дождем	110/116	110/134	110/164
Испытательное напряжение грозового импульса, кВ	220/306	220/307	220/342
50 %-ное разрядное напряжение в загрязненном и увлажненном состоянии, кВ	42/46,5	42/53,0	42/63,0
Строительная высота, мм	600	600	700
Степень загрязненности атмосферы	4	5	7
Длина пути утечки, мм	950	1100	1500
Масса, кг	7,9	8,0	8,8
Срок службы, лет, не менее	30	30	30

Примечание. В числителе приведены нормированные значения, в знаменателе – фактические значения характеристик.

Фактические значения как механических, так и электрических характеристик консольных изоляторов превышают нормированные ДСТУ 3024-95 (ГОСТ 30284-97) значения более, чем на 25 %. Такие высокие механические характеристики достигнуты за счет применения метода радиального обжата оконцевателя и стеклопластикового стержня вместо применяемого в аналогах метода заливки эпоксидным компаундом.

В изоляторах применен высококачественный стеклопластиковый стержень, предел прочности при растяжении которого составляет 850...1 100 МПа, электрическая прочность – 5,6 кВ/мм, а вместо литых чугунных оконцевателей использованы стальные, полученные методом горячей штамповки и обработки резанием.

Кроме этого, отличие конструкций изоляторов «ES Полимер» состоит в том, что оконцеватели покрыты защитной оболочкой, что повышает их устойчивость к проникновению влаги, тем самым обеспечивая высокие влагоразрядные характеристики.

2. **Подвесные изоляторы 3,3 кВ** постоянного тока ПСК 120-3,3-7-Ц (рис. 2).



Рис. 2

Технические характеристики подвесных изоляторов ПСК 120-3,3-7-Ц приведены в табл. 3.

Таблица 3

**Технические характеристики изоляторов ПСК 120-3,3-7-Ц**

Наименование характеристик	Значения
Номинальное напряжение, кВ	3,3
Нормированная механическая разрушающая сила при растяжении, кН	120/150
Испытательное напряжение грозового импульса, кВ	125/196
Испытательное напряжение промышленной частоты, кВ:	
в сухом состоянии	60/114
под дождем	60/72
50%-ное разрядное напряжение в загрязненном и увлажненном состоянии, кВ	10/22
Строительная высота, мм	292
Длина пути утечки, мм	600
Масса, кг	2,0
Срок службы, лет, не менее	30

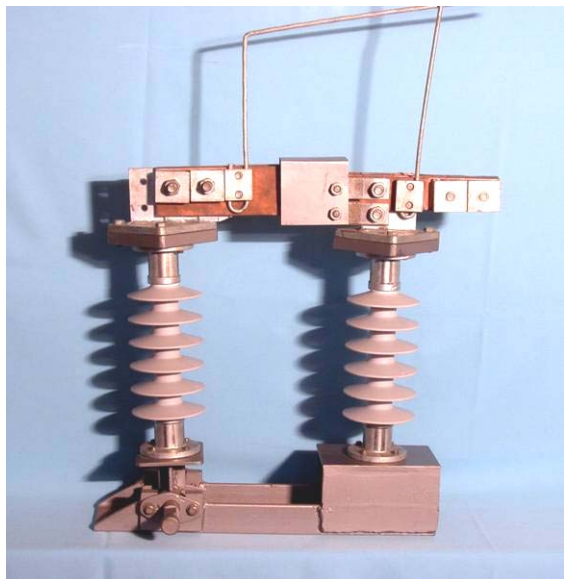
Примечание. В числителе приведены нормированные значения, в знаменателе – фактические значения характеристик.

Отличительной особенностью этих изоляторов является то, что их строительная высота полностью соответствует строительной высоте двух изоляторов ПФ 70, применяемых в подвесках контактной сети, что позволяет производить замену фарфоровых изоляторов без дополнительных работ и регулировки подвесок. Изоляторы могут быть изготовлены с сочета-

нием оконцевателей «гнездо-пестик», «проушина-пестик», «проушина-проушина».

Оконцеватели подвесных изоляторов также покрыты защитной оболочкой, что обеспечивает высокие влагоразрядные характеристики. Изоляторы показали успешные результаты при испытании на проникновение влаги; механическая сила после испытания на проникновение влаги составила 150...160 кН.

Первые партии изоляторов ПСК 120-3,3-7-Ц были изготовлены в августе 2005 г. и достаточно большие партии уже установлены в контактной сети Приднепровской и Донецкой железных дорог.



### 3. Опорно-стержневые изоляторы СК 10-3,3-125-V для разъединителей РС-3000 (рис. 3).

Технические характеристики опорно-стержневых изоляторов СК 10-3,3-125-V приведены в табл. 4.

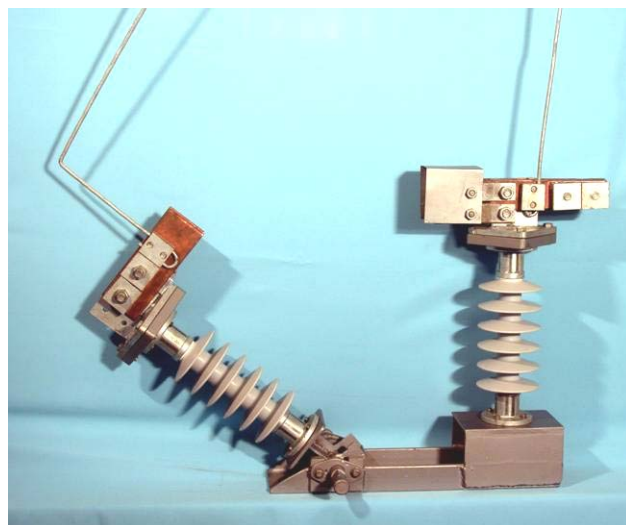


Рис. 3. Опорно-стержневые полимерные изоляторы СК 10-3,3-125-V в составе секционного разъединителя РСУ 3000/3,3

Таблица 4

Технические характеристики изоляторов СК 10-3,3-125-V

Наименование характеристик	Значения
Нормированная механическая разрушающая сила при изгибе, кН	10/18
Нормированный механический разрушающий момент при кручении, кН·м	0,3/0,45
Испытательное напряжение грозового импульса, кВ	125/155
Испытательное напряжение промышленной частоты, кВ:	
в сухом состоянии	75/102
под дождем	55/80
50%-ное разрядное напряжение в загрязненном и увлажненном состоянии, кВ	20/35,5
Строительная высота, мм (в зависимости от конструктивного исполнения)	400; 351
Длина пути утечки, мм	630
Масса, кг	9,75
Срок службы, лет	не менее 30

Примечание. В числителе приведены нормированные значения, в знаменателе – фактические значения характеристик.

Изоляторы СК 10-3,3-125-V предназначены для замены керамических изоляторов ОНВП 35-1000, работающих в составе разъединителей РС-3000. При замене в работающих разъединителях дополнительных работ не требуется.

В мае 2003 г. изоляторы были установлены в двух секционных разъединителях РС-3000 на Славянской дистанции электроснабжения Донецкой железной дороги; разъединители с нашими изоляторами работают устойчиво, замечаний персонала нет.

Изоляторы СК 10-3,3-125-V имеют сборные оконцеватели и могут применяться при меньших строительных высотах (до 350 мм).

Следует отметить, что маркировка всех изоляторов для железной дороги наносится ударным методом в одном месте, на одном из оконцевателей и сохраняется на протяжении всего срока эксплуатации, а не разнесена на защитную оболочку (обозначение изолятора) и оконцеватель (дата), как осуществляется в аналогах.

4. **Ограничители перенапряжений 6; 10; 27,5; 35; 110 кВ** (рис. 4).



Рис. 4. Ограничители перенапряжений 27,5; 6; 10 кВ

Ограничители перенапряжения состоят из колонки варисторов, стеклопластиковой трубы с перфорацией и защитной оболочки. Защитная оболочка ограничителей изготавливается из кремнийорганической силиконовой резины, стойкой к горению и устойчивой к воздействию агрессивных внешних факторов окружающей среды (влаги, пыли, растворы солей и т. д.). В то же время такая оболочка является менее взрывоопасной по сравнению с оболочками из твердых материалов.

Внутренняя полость ОПН заполнена самоотверждающимся жидким силиконовым компаундом, что значительно увеличивает электрическую прочность по границе раздела материалов (по сравнению с воздушной средой) и улучшает отвод тепловой энергии импульса.

Варисторы, собранные в колонки и сжатые с помощью пружины, помещены внутрь термоусаживаемой трубки, которая защищает поверхность варисторов от загрязнения при сборке (образования токопроводящего слоя), а место контакта варисторов – от попадания заливающего изоляционного материала.

Основные параметры ограничителей перенапряжения приведены в табл. 5.

Таблица 5

**Основные параметры ограничителей перенапряжения**

Класс напряжения сети, кВ	6	10	27,5	35
Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение, кВ	6,6...7,2	10,5...12,0	30	40,5
Номинальный разрядный ток, кА	10	10	10	10
Пропускная способность ограничителя (2 мс), А	400	400	400	400
Остающееся напряжение при грозовом импульсе тока 8/20 мкс (10 кА), кВ	27,8	42,8	102	130
Остающееся напряжение при коммутационном импульсе тока 30/60 мкс (500 А), кВ	21,6	31,2	78	100
Изоляционная высота, мм	127	158	426	495
Длина пути утечки, мм	250	350	1 000	1 200
Масса, кг	3,2	3,5	11,6	13,3

Опытные образцы ограничителей проходят эксплуатационные испытания и в ближайшее время поступят в серийное производство.

Дальнейшее расширение номенклатуры на ближайший период мы видим в разработке и освоении полимерных опорно-стержневых изо-

ляторов 110 кВ на изгибающие нагрузки 4; 6; 10 и 12,5 кН, а также ограничителей перенапряжений, проходных и опорно-стержневых изоляторов для электроподвижного состава.

Поступила в редколлегию 25.04.2006.