

## **Опорные линейные стержневые полимерные изоляторы для ВЛЭП 10-35 кВ**

*В последние годы производство и применение полимерных изоляторов в электроустановках высокого напряжения во многих странах неуклонно и стремительно расширяется. Особенно широко применяются линейные опорные стержневые изоляторы позволяющие монтировать провод без использования траверс. Несмотря на то, что бестраверсное крепление проводов впервые разработано в России более 30 лет назад, только сейчас российские энергетики могут применить эти изоляторы нового поколения на ВЛЭП, ОРУ и подстанциях.*

В России из всех видов полимерных изоляторов наибольшее применение получили композитные изоляторы, содержащие изоляционное тело из высокопрочного армированного стеклоровингом эпоксидного компаунда, металлической арматуры и защитной оболочки из кремнийорганической (силиконовой) резины. Российские энергетики успешно эксплуатируют такие полимерные изоляторы более 35 лет. Суммарное по всем классам напряжения время их эксплуатации на сегодня составляет более 1 миллиона изоляторолет. Более 70 процентов изоляторов составляют длинностержневые изоляторы подвесной группы. В большинстве стран мира, как и в России именно с них начиналось широкое применение полимерных изоляторов в электроэнергетике. Но именно эта группа изоляторов из всех остальных наиболее подвержена возможным поломкам вследствие специфических именно для этой группы условий работы грузонесущего диэлектрического стержня. Только у этой группы изоляторов стержень при эксплуатации испытывает растягивающие нагрузки, сочетающиеся с неблагоприятными факторами воздействия высоковольтного резко неравномерного электрического поля, токов утечки, загрязненности атмосферы и др. Только у этой группы изоляторов встречается разрушение, обозначаемое как «хрупкий излом». Природу и механизм этого разрушения уже более 20 лет изучают практически все мировые институты, связанные с электроэнергетикой. Ни одна конференция или конгресс не обходится без докладов на тему «хрупкого излома» подвесных длинностержневых изоляторов. Тем не менее, преодолеть до конца этот вид разрушения изоляторов не удастся, из-за заложенной в конструкцию изолятора, работающего на растяжение, предрасположенности к этому типу разрушения. Поэтому в последнее время наметилась тенденция применения вместо поддерживающих гирлянд на основе подвесных длинностержневых полимерных изоляторов, изолирующих конструкций на основе опорных линейных стержневых изоляторов. За рубежом такие изоляторы имеют обозначение “Line Post Insulators”, и применяются более 25 лет. Не воспринимая растягивающих нагрузок, эти изоляторы лишены проблемы «хрупкого излома»: прилагаемые к ним нагрузки, носят изгибающий и сжимающий характер. Каталоги фирм из Италии (Isoelectric), Германии (Siemens), США (LAPP, Ohio Brass) производящих изоляторы данной конструкции содержат описания подобных изоляторов на классы напряжения

до 345кВ включительно. При этом считается, что изоляторы до 138кВ должны быть только такого типа, и изоляторы подвешенного типа не применяются или применяются ограниченно. Положительным моментом применения опорных линейных изоляторов можно считать возможность значительного уменьшения габаритов воздушной линии электропередачи. Это достигается тем, что провод достаточно жестко закреплен относительно опоры ВЛЭП и не может раскачиваться на поддерживающей гирлянде изоляторов. Кроме того, при применении таких изоляторов становится возможным во время реконструкции ВЛЭП переводить линию на больший класс напряжения без замены стоек опор. Последнее особенно актуально для городов и крупных промышленных центров, где уже сейчас не хватает пропускной способности существующих ВЛЭП и недостаточно земли для расширения, а прокладка подземных кабелей чрезвычайно дорога. Массовое распространение линейных опорных стержневых изоляторов подтверждает последний «World Congress of Polymer Insulators, Bushings and Arrestors.2005» проходивший в ноябре 2005 года в Гонконге. Более половины всех докладов по теме полимерных изоляторов составляли доклады о применении линейных опорных изоляторов и их перспективах в сравнении с подвесными гирляндами. Производители от России были представлены двумя заводами применяющими новые полимерные технологии в производстве: АО «Московский завод «Изолятор» им. Баркова и ЗАО «Арматурно-изоляционный завод» г. Лыткарино, Московской обл.. Первое предприятие использует полимерные технологии в производстве твердотельных вводов. ЗАО «Арматурно-изоляционный завод» единственный в России производящий опорные линейные стержневые изоляторы для ВЛЭП до 110кВ включительно. В настоящее время серийно выпускаются три типа изоляторов:

ОЛК 4-10 –А3 УХЛ1, ОЛК-12,5-10-А3 УХЛ1 по ТУ3493-025-53937652-05 взамен применявшегося фарфорового и стеклянного изолятора ШФ-10, ШС-10 на 10кВ;

ОЛК 4-20 –А3 УХЛ1, ОЛК-12,5-20-А3 УХЛ1 по ТУ3493-025-53937652-05 взамен применявшегося фарфорового изолятора ШФ-20 на напряжение 20кВ;

ОЛК 4-35 –Б3 УХЛ1, ОЛК-4-10-В3 УХЛ1, ОЛК-4-10-Г3 УХЛ1 по ТУ3493-028-53937652-05 взамен применявшегося фарфорового ШФ-35, ШД-35 на напряжение 35кВ.

В этой статье остановимся подробно на изоляторах класса 10, 20 кВ как наиболее массовых, и их конструктивных особенностях. Изоляторы на 35кВ имеют специальное крепление провода в виде лодочек и специальное крепление к стойкам опор. Детально о изоляторах на 35кВ мы расскажем в следующей статье.

Изоляторы типа ОЛК разработаны с учетом возросших требований к отказоустойчивости и безопасности высоковольтных линий электропередачи. Изоляторы изготавливаются в соответствии с ГОСТ Р 52082-2003 "Изоляторы полимерные опорные наружной установки на напряжение 6-220кВ. ОТУ" и ТУ3493-025-53937652-05, ТУ3493-028-53937652-05.

Условное обозначение типа изоляторов состоит из букв и цифр, которые означают:

О- опорный;

Л- линейный;

К- материал защитной оболочки, кремнийорганическая резина;

12,5 - значение нормированной механической разрушающей силы на изгиб, кН (12.5кН);

10 - класс напряжения, кВ (10кВ);

А, Б и т.д. - индекс модификации изолятора, типы оконцевателей;

1-4 - максимальная степень загрязнения по ГОСТ 9920, при которой может применяться изолятор. Внимание. Арабская цифра 4 по новому ГОСТу соответствует старому обозначению VII СЗА.

У, УХЛ - климатическое исполнение по ГОСТ 15150

1- категория размещения по ГОСТ 15150 - для эксплуатации на открытом воздухе.

В изоляторах типа ОЛК применена специальная конструкция, предназначенная для крепления проводов ВЛЭП на траверсе или для бестраверсного крепления защищенного провода к опоре. Конструкция изоляторов защищена патентами и зарегистрированным товарным знаком.

Обратите внимание на то, что завод выпускает изоляторы двух модификации по разрушающей нагрузке на изгиб (4кН и 12,5кН). Например, у изолятора ОЛК-12.5-20 гарантированная разрушающая нагрузка на изгиб не менее 12.5кН, и соответствует этому показателю у заменяемых фарфоровых и стеклянных (12.5кН). Этим данный изолятор отличается от изолятора ОЛК-4-20 УХЛ1, который рассчитан на нагрузку 4кН. При выборе модификации изолятора Вы должны быть абсолютно уверены в необходимости применения изоляторов с прочностью на изгиб 12.5кН, несмотря на то, что в каталогах на фарфоровый изолятор указана тоже нагрузка 12.5кН. Это связано с тем, что в конструкцию изолятора ОЛК-12,5-20 включен штырь, ранее являющийся частью траверсы. При этом гарантированная разрушающая нагрузка на изгиб штырей и крюков по всем проектам института "Энергосетьпроект" ("РОСЭП") не превышает 3кН, а разрушающая нагрузка на опору с тремя изоляторами не более 8кН. Фарфоровые изоляторы с учетом возможной разнородности сырьевых материалов (глина, каолин, песок), условий обжига, хрупкости, непрогнозируемого старения конструировались с заранее завышенными характеристиками по прочности, чтобы гарантировать при эксплуатации необходимую (2-3кН) прочность на изгиб. При этом на практике применяющийся полиэтиленовый колпачок между штырем и фарфоровым изолятором срывается при меньших нагрузках в результате изгиба штыря - на нагрузке порядка 1.5-2кН. По условиям проведения испытаний штыревых фарфоровых изоляторов на механическую нагрузку, изолятор со специальным высокопрочным стержнем (ст.40Х диаметром у основания 40мм) армируют глухой заделкой с помощью цементно-песчаной связки. Только при глухой армировке со специальным стержнем, который не гнется при нагрузке 12,5кН, удастся провести испытания. То есть в обычных условиях узел «изолятор-нормальный штырь» не выдерживают более 3кН, поэтому применение на

промежуточных опорах изоляторов с большей разрушающей нагрузкой экономически нецелесообразно и может привести к падению самой опоры, дополнительным затратам и времени на восстановление опоры. В случае же поломки изолятора при нагрузке (например, 4кН для ОЛК-4-20) меньшей, чем прочность опоры (8кН), электроснабжение можно быстро восстановить, заменив изолятор. При этом провод в большинстве случаев не падает на землю так, как остается висеть на сломанном изоляторе, если конечно, прекращено воздействие нагрузки (например, причиной аварии было падение дерева). Тем не менее, при необходимости применения изолятора ОЛК с минимальной разрушающей нагрузкой 12.5кН следует использовать изолятор ОЛК-12,5-10(20), специально разработанный для установки на анкерных, угловых до 15 градусов и концевых опор, в составе натяжных подвесок для шлейфа провода, с целью дополнительной страховки провода от падения. Изоляторы имеет штырь с резьбой М16 (по заказу М22, М24), как, неотъемлемую часть конструкции. Монтаж на траверсе заключается в фиксации штыря изолятора в отверстии траверсы с помощью стандартного гаечного ключа. Произведенная в заводских условиях операция соединения изоляционной части и штыря изолятора исключает трудоемкие в полевых условиях операции, по намотке пропитанных суриком материалов на штырь для фиксации изолятора или разогревание полиэтиленового колпачка (обычно не выполняющееся) и его напрессовывание на штырь траверсы. Это устраняет возможность ошибок персонала при монтаже и исключает «человеческий фактор». Также отсутствие полиэтиленового колпачка, теряющего свои механические свойства при низких температурах, позволяет эксплуатировать изолятор до -60 градусов Цельсия, в условиях Севера и Крайнего Севера.

С целью быстрого внедрения этих современных изоляторов в электроэнергетику разработан и выпущен альбом типовых решений по изолирующим узлам с применением опорных линейных изоляторов типа ОЛК на железобетонных опорах 10кВ – Альбом «Одноцепные железобетонные опоры со стойками СВ110, СВ112, СВ105 ВЛ10кВ с защищенными проводами.» . Готовятся к выпуску альбомы для деревянных опор и голого провода. Альбомы можно заказать в отделе сбыта завода.

Расстояние между верхним оконцевателем с проводом и нижним штырем более 100мм. По этой причине изолятор практически не пробиваем внутри стеклопластикового композита имеющего электрическую прочность более 10кВ на 1 мм, в отличие от ранее применявшихся фарфоровых и стеклянных со стенкой, отделяющей заземленный штырь от провода 10-15 мм. Изолятор надежен в эксплуатации, не требует контроля и обслуживания во время всего срока службы, так как не может иметь внутреннего скрытого электрического пробоя. Все разрушения (механическая поломка, обгорание и т.д.) имеют внешние признаки, что значительно облегчает их обнаружение при визуальном осмотре линии без применения специальных средств. Эта уникальная особенность особенно, важна в труднодоступных местах прохождения трассы, в условиях Севера и большинства мест нефтегазодобычи.

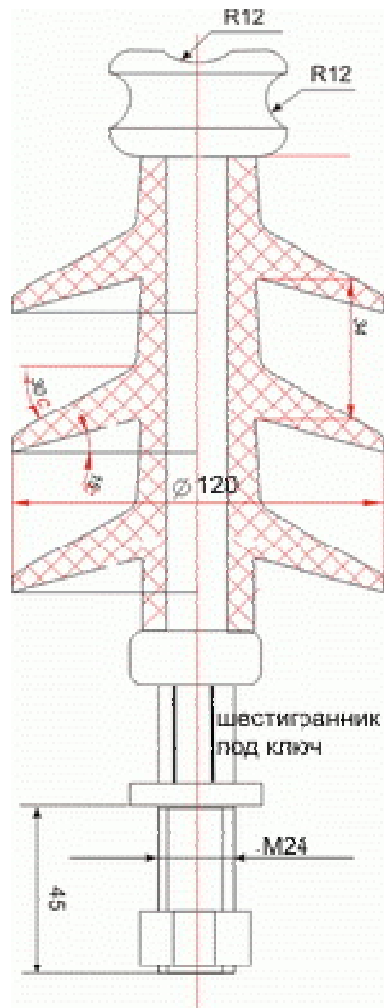


Рисунок - Присоединительные размеры и фотография изолятора ОЛК-12.5-20 УХЛ1

По опыту эксплуатации фарфоровых и стеклянных изоляторов до 33% процентов всех аварий на линиях 10-20кВ случались по вине штыревых изоляторов из-за разрушений в силовом узле, в месте соединения металлического штыря и фарфорового (стеклянного) изолятора. Именно здесь материал традиционного штыревого изолятора испытывает максимальные электрические и механические нагрузки, изначально заложенные в концепцию штыревого изолятора. Теоретически избежать поломок в этом узле, можно только вообще исключив этот узел из изолятора, убрав "тонкое место"- фарфоровую стенку (10-15мм), испытывающую одновременно изгибающую нагрузку на излом и электрическое поле на пробой. В конструкции изолятора ОЛК это "тонкое место" исключено, его заменил высокопрочный стержень, армированный стеклянным волокном ("ровингом") из бесщелочного стекла марки "Е", неподверженного кислотному атмосферному разрушению. Опорная конструкция на основе такого решения прекрасно зарекомендовала себя уже более 15 лет в опорных полимерных изоляторах на напряжение до 220кВ таких, как ИОСПК, ОСК-6-110, ОСК-10-110 и др.

Изоляторы применяются при строительстве новых линий электропередачи взамен ранее производимых фарфоровых изоляторов типа ШФ-10, ШФ-20. Изоляторы можно применять и для замены старых при

реконструкции линий электропередачи, в случае срезания старых штырей на траверсе и прокалывании отверстия на этом месте. Для осуществления этой операции в полевых условиях завод может предложить Вам необходимый ручной инструмент и перфораторы.

Высокая эксплуатационная надежность и долговечность, подтвержденные опытом их работы на линиях – основная особенность кремнийорганических изоляторов. Изоляторы отличаются высокой ударопрочностью, вибростойкостью, трекингоустойчивостью, грязеустойчивостью, устойчивостью к актам вандализма, дугостойкостью, стойкостью к солнечному излучению. Масса изолятора значительно ниже традиционных. Высокая гидрофобность ребристой оболочки из силиконовой композиции обеспечивает превосходные характеристики изоляторов в условиях загрязнения и увлажнения. Штыревые изоляторы из кремнийорганического композита в России выпускаются только ЗАО «Арматурно-изоляционный завод», г.Лыткарино, Московская обл.

Таблица 1 - Технические характеристики

№	Наименование параметра	Полимерный ОЛК-12.5-10 АЗ УХЛ1	Фарфоровый ШФ-10 для сравнения	Полимерный ОЛК-12,5-20 АЗ УХЛ1	Фарфоровый ШФ-20 для сравнения
1	Рабочее напряжение, кВ	10	10	20	20
2	Пробивное напряжение в изоляционной среде, кВ	не пробиваем	160	не пробиваем	180
3	Испытательное напряжение грозового импульса, кВ	100	100	145	135
4	Отношение пробивного напряжения в изоляционной среде к выдерживаемому в сухом состоянии (по ГОСТ1232-93 п.2.2.2 не менее 1.9)	электрически не пробиваем	2.6	электрически не пробиваем	2,2
	Выдерживаемое напряжение промышленной частоты, кВ				
	- в сухом состоянии	75	60	90	80
	- под дождем	45	40	67	65
5	Длина пути утечки	330	265	430	400
6	Механическая разрушающая сила при изгибе, кН	12.5	12.5	12,5	12,5
7	Термомеханическая стойкость, градусов	150	45 – ШС10 70- ШФ-10	150	70
7	Диаметр ребер, мм	110	140	120	175
8	Масса, кг	0.7	1.9 +0.4 штырь	0,9	3,7 + 0.5 штырь

Возможность применения в труднодоступных районах (болота, тайга, горная местность) делают изоляторы незаменимыми для использования в нефтяной и газовой промышленности. В экстремальных ситуациях изоляторы в заводской упаковке могут доставляться к месту установки сбрасыванием с

вертолетов с высоты до 15 метров. При обычной транспортировке полностью исключен бой данных изоляторов, в отличие от ранее применявшихся фарфоровых ШФ-10, ШФ-20 и особенно стеклянных ШС-10. Малый вес и удобная упаковка позволяют на месте монтажа перемещать необходимые количества изоляторов вручную без применения машин и техники.

Существенным собственным достижением завод считает высокие экономические показатели достигнутые у новых изоляторов за счет передовых технологий примененных при производстве. Стоимость изолятора ниже стоимости фарфорового изолятора типа ШФ-20 вместе со стоимостью штыря или крюка. При этом вся металлическая арматура изолятора имеет термодиффузионное цинковое покрытие, обеспечивающее срок службы изолятора более 30 лет. Штыри или крюки обычных металлоконструкций традиционно покрывают Кузбасс-лаком. Для многих строительных организаций применение новых изоляторов более выгодно по следующим причинам:

- возможность изготовления металлоконструкций для крепления изоляторов к опоре собственными силами на ремонтных участках, так как металлоконструкции имеют очень простое изготовление. В типовых решениях применен широко распространенный металлический уголок. На местах требуется его отрезка по длине траверсы и пробивание или просверливание отверстий под хомут или изолятор. В большинстве траверс не требуется даже сварка. Чертежи металлоконструкций завод предоставляет по запросу в составе Альбома «Одноцепные железобетонные опоры со стойками СВ110, СВ112, СВ105 ВЛ10кВ с изоляторами ОЛК».

- экономия на транспортировке металлоконструкций. Подготовленные к установке металлоконструкции не содержат перпендикулярных траверсе штырей и могут быть компактно упакованы: уголок к уголку. При этом экономия может достигать 10-13 раз, так как раньше перевозился объемный груз. Многим эксплуатационщикам знакома проблема, когда после долгого пути траверсы сцепляются между собой выступающими штырями и рогами, и представляют собой спутанную конструкцию объемом с машину, разгрузить которую не представляется возможным. Погрузочно-разгрузочные работы могут быть также механизированы при применении траверс для новых изоляторов.

- исключение боя при транспортировке в отличие от традиционных изоляторов. В частности, при транспортировке стеклянных изоляторов до монтажа на линию доходит иногда только 80%. Малый вес изоляторов ОЛК позволяет доставлять упаковки изоляторов к непосредственному месту монтажа без использования механизмов и машин.

- отсутствие необходимости обслуживания и постоянного контроля изоляции. Это важно в труднодоступных местах. По причине легкости обнаружения пробитых изоляторов в нефтегазовом хозяйстве страны использовались стеклянные изоляторы типа ШС-10. Мы сделали изоляторы не пробиваемыми, и отпала необходимость в обнаружении пробитых изоляторов. Механические разрушения изолятора также просто заметить без приближения к ВЛЭП.

- новые изоляторы устойчивы к вандализму и расстрелам. Выстрел по изолятору, даже при попадании не приносит зрелищного эффекта и не интересен в качестве тренировки при отсутствии дичи.

- высокая термостойкость изоляторов позволяет применять их в условиях крайнего Севера.

- отсутствие полиэтиленового колпачка и простота монтажа исключает ошибки персонала. Время монтажа сокращается в 4-5 раз в сравнении с традиционными изоляторами, а значит, есть экономия на оплате труда персонала в тяжелых полевых условиях.

- возможность перевода существующих ВЛЭП на класс напряжения выше без замены стоек опор и дополнительного землеотвода.

- применение новых изоляторов позволяет эффективнее применять новые методы грозозащиты и способы увеличения надежности распределительных сетей, например с применением защищенных проводов.

- применение изоляторов в районах с высокой загрязненностью атмосферы позволяет значительно сократить количество перекрытий изоляции за счет применения гидрофобной трекингостойкой кремнийорганической резины. Кремнийорганическая защитная рубашка изготавливается из материалов фирм General Electric или DowCorning, с гарантированным сроком службы в составе высоковольтных изоляторов более 30 лет.

Эти десять причин позволяют энергопредприятиям экономить значительные средства при эксплуатации распределительных сетей.

Изолятор изготавливается по ГОСТ Р 52082-2003. Срок гарантии - 5 лет с момента ввода в эксплуатацию. Срок эксплуатации - не менее 30 лет.



«Арматурно-изоляционный завод», Московская область, г. Лыткарино, ул. Парковая, д.1 факс (495)9677523