

Сделано в России — работает во всем мире



За более чем 120-летнюю историю заводом «Изолятор» выпущено более 620 тысяч высоковольтных вводов, несущих службу на подавляющем большинстве энергообъектов России и стран СНГ, а также в 30 странах мира. Благодаря активной научно-исследовательской деятельности, участию в работе российских и международных профессиональных электротехнических организаций предприятие постоянно улучшает свою продукцию, предлагая доведенные до совершенства инновационные решения, обеспечивающие высочайший уровень надежности. О последних новинках продукции, предлагаемых заводом «Изолятор» и перспективах развития компании, мы беседуем с председателем Совета директоров компании «Изолятор», представителем России в CIGRE SC D1, вице-президентом АЭН РФ, вице-президентом Международной ассоциации ТРАВЭК, экспертом от России в МЭК, руководителем Подкомитета D1 РНК СИГРЭ Александром Зиновьевичем СЛАВИНСКИМ.

— Александр Зиновьевич, расскажите о линейке продукции завода «Изолятор»?

— На сегодняшний день в номенклатуре выпускаемой нашим предприятием продукции находится свыше 360 высоковольтных вводов (включая исполнения) различных типов и классов напряжения. Всего за прошедший 2017 год было разработано более 30 новых конструкций вводов. Среди них находятся в том числе и уникальные изделия, ранее не выпускавшиеся в России. В частности, к таким вводам относятся уникальные вводы 220 и 500 кВ «масло-элаз» с RIP-изоляцией. Также завод «Изолятор» является единственным в России разработчиком и производителем уникальных по своим

техническим характеристикам высоковольтных вводов с RIN-изоляцией.

RIN (Resin Impregnated Nonwoven) — пропитанный смолой нетканый материал. Этот инновационный во всех смыслах компонент позволяет создавать высоковольтные вводы нового поколения. Таким образом, исключив бумагу из твердой изоляции ввода, можно значительно повысить ее стойкость к увлажнению и тем самым значительно снизить требования к условиям хранения вводов.

Работы по разработке новой технологии для изготовления высоковольтных вводов, неподверженных увлажнению, начались на заводе «Изолятор» в 2008 году. Коллективом авторов

в названии новой технологии было решено использовать букву «N» — обозначающую, как раз, тот самый нетканый синтетический материал, пришедший на смену крепированной бумаге, так как по-английски нетканый — Nonwoven. Так родилось название RIN по аналогии с RIP-технологией. У зарубежных производителей безбумажная твердая изоляция вводов называется RIS-изоляция («S» — от английского Synthetic). Таким образом, высоковольтные вводы с RIS- и RIN-изоляцией это изделия, отвечающие одним и тем же требованиям по международным стандартам, изготавливаемые по схожим технологиям и имеющие одни и те же основные преимущества перед RIP-изоляцией.

— Насколько технология изготовления RIN-изоляции отличается от технологии изготовления RIP-изоляции?

— Технология изготовления RIN-изоляции практически идентична RIP-технологии, однако свойства материала позволяют исключить длительную, трудоемкую и энергозатратную операцию термовакуумной сушки.

Получаемый материал с гидрофобными свойствами делает коэффициент диэлектрических потерь материала абсолютно стабильным и не зависящим от воздействия очень высокой влажности. Это обеспечивает простоту транспортировки, отсутствие особых требований при хранении, а также надежность работы в период эксплуатации.

Кроме этого, не оставляющий пустот процесс пропитки за счет химической реакции синтетической нити и эпоксидной смолы позволяет обеспечить отсутствие частичных разрядов внутри изоляции вплоть до максимального рабочего напряжения.

Отмечу также, что RIN-изоляция обладает высокой теплопроводностью и низким коэффициентом теплового расширения, что ведет к уменьшению напряжения между механически соединенными элементами ввода. Это важно для эксплуатации при предельных температурах как высоких, так и низких.

— Какие опыты и научные исследования это подтверждают?

— Для проверки и подтверждения работоспособности нового типа изоляции была проведена огромная исследовательская работа. Всего для проведения испытаний было изготовлено в общей сложности более 40 высоковольтных вводов различных типов и классов напряжения от 35 до 550 кВ (рисунок 1).

Прежде всего, мы провели собственные испытания, которые однозначно и красноречиво подтвердили неподверженность увлажнению RIN-изоляции. На бак, предназначенный для испытаний на влагонепроницаемость внешней полимерной изоляции, были установлены два ввода 110 кВ, один с RIP, другой с RIN-изоляцией. Уровень жидкости в баке (раствор воды с NaCl) был выставлен таким образом, чтобы изоляции вводов полностью находились над раство-



Рис. 1. Вводы с RIN-изоляцией на сборочном стенде

ром и не касались воды. После чего был включен подогрев и раствор был доведен до кипения. Испытание продолжалось 48 часов, после чего вводы были демонтированы с испытательного бака и охлаждены до комнатной температуры. После этого было проведено измерение частотной характеристики изоляций данных вводов, причем изоляция ввода с RIP-изоляцией была перед измерением вытерта ветошью, смоченной спиртом. На рисунке 2 приведены характеристики данных вводов до и после испытания.

Состояние ввода с RIN-изоляцией осталось неизменным, кривые № 1 и № 3 на рисунке 2 практически идентичны, что красноречиво подтверждает отсутствие какого-либо влияния влаги на состояние RIN-изоляции. Причем, у RIN-изоляции $\tan \delta$ во всем температурном диапазоне имеет заметно более низкие значения и не превышает 0,27% на всех частотах. В то же время, из публикаций зарубежных производителей вводов известно, что среднее значение $\tan \delta$

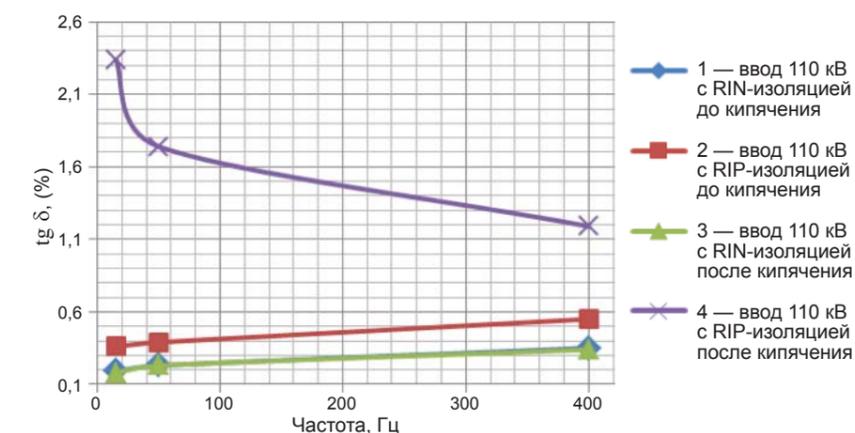


Рис. 2. Сравнение изменения зависимости $\tan \delta$ от частоты вводов с RIP и RIN-изоляцией после принудительного увлажнения в соленом тумане

для вводов с RIS-изоляцией (зарубежный аналог RIN-изоляции) составляет $\leq 0,35\%$.

Проведенный эксперимент доказал, что RIN-изоляция действительно не способна увлажняться и имеет огромные перспективы для использования в качестве внутренней изоляции высоковольтных вводов.

Все образцы вводов с RIN-изоляцией также прошли стандартные приемочные испытания в соответствии с ГОСТ Р 55187 и МЭК 137 (IEC 60317:2017). Кроме того, некоторые образцы подвергались длительным ресурсным испытаниям, а также испытанию на тепловую устойчивость и испытанию номинальным током.

Принимая во внимание то, что вводы эксплуатируются в разных странах, на территориях с всевозможным разнообразием климатических условий, для подтверждения наличия необходимой трещиностойкости и достаточной пластичности материала RIN-изоляции были проведены климатические испытания двух вводов 110 кВ на номинальные токи 800 и 2000 А. При испытаниях были реализованы режимы по ГОСТ 20.57.406-81 методом 205-2, постепенное изменение температуры. По окончании данных испы-



Ввод «масло-элегаз» с RIP-изоляцией в испытательном центре завода «Изолятор»

таний состояние вводов осталось неизменным, что говорит о высокой надежности и способности вводов работать даже в самых тяжелых климатических условиях.

В декабре 2017 года в Центре комплексно-сейсмических испытаний были проведены натурные испытания на сейсмостойкость при интенсивных динамических нагрузках, эквивалентных сейсмическому воздействию 9 баллов по шкале MSK-64 в соответствии с ГОСТ 30546.1-98 и ГОСТ 30546.2-98. Испытаниям был подвергнут ввод 500 кВ с внутренней RIN и фарфоровой наружной изоляцией. Ввод с успехом выдержал данные испытания.

— Имея такие высокие эксплуатационные характеристики, открывают ли вводы с RIN-изоляцией новые возможности по созданию инновационного электротехнического оборудования?

— Да, конечно. И в первую очередь подобные свойства открывают возможности по созданию оборудования, использующего эффект сверхпроводимости.

В таком оборудовании вводы должны надежно работать при сверхнизких температурах. При этом нижняя часть ввода может постоянно работать в среде жидкого азота при температуре -196°C , а верхняя часть — при температуре окружающего воздуха.

В результате нами были разработаны и изготовлены вводы 110 и 220 кВ, которые выдержали весь объем приемочных испытаний.

Таким образом, завод «Изолятор» — единственный в мире производитель высоковольтных вводов, который успешно провел приемочные испытания вводов 110 и 220 кВ с расположением нижней части ввода в жидком азоте при температуре -196°C .

— Насколько вводы с RIN-изоляцией будут востребованы предприятиями электроэнергетики?

— Продукция вызывает огромный интерес, что позволяет компании «Изолятор» формировать долгосрочные планы разработки и развития вводов с RIN-изоляцией.



Ввод 220 кВ в криостате во время испытаний на заводе «Изолятор»

В июне 2017 года в Москве на очередном совещании рабочей группы «Силовая электротехника» Межведомственного координационного совета по вопросам развития энергетического машиностроения, электротехнической и кабельной промышленности была представлена дорожная карта «Высоковольтные вводы» до 2025 года. В числе презентованных проектов была и дорожная карта развития направления «Высоковольтные вводы» до 2025 года, разработанная ПАО «Кубаньэнерго» при активном участии специалистов нашей компании. При реализации программы будут задействованы высоковольтные вводы с RIN-изоляцией, разработанные нашим конструкторским бюро. В 2018 году вводы с RIN-изоляцией планируется внедрить в опытную эксплуатацию, пройти аттестацию в ПАО «Россети» и, наконец, запустить их серийное производство в соответствии с Дорожной картой.

— Все-таки, несмотря на активное развитие сегмента вводов с RIN-изоляцией, основная продукция завода «Изолятор» — высоковольтные вводы с RIP-изоляцией. Как Вы планируете развивать это направление?

— Действительно, в нашей стране вводы с RIP-изоляцией успешно эксплуатируются в электрических сетях уже более 15 лет и эта продукция высоко востребована крупнейшими компаниями электроэнергетики. Благодаря выстроенной работе с такими крупными компаниями, как ПАО «Россети», в том числе ПАО «ФСК ЕЭС», нам удалось накопить уникальный опыт массового использования высоковольтных вводов с твердой RIP-изоляцией.

В 2017 году мы вели активную работу по направлениям, предусмотренным стратегическим соглашением о сотрудничестве с ПАО «Россети». Одним из ключевых его пунктов было проведение совместных испытаний высоковольтных вводов с RIP-изоляцией в ДЗО ПАО «Россети». Они прошли в соответствии с графиком и еще раз подтвердили, насколько важно уделять особое внимание технологии изготовления и испытаний высоковольтных вводов, а также особенностям эксплуатации высоковольтных вводов на энергообъектах. В 2018 году мы продолжим работу в рамках соглашения и убеждены, что нас ждет интересный и продуктивный год.

— А каков спрос на продукцию завода на международной арене?

— Международное сотрудничество всегда было и будет важной частью работы и развития компании «Изолятор». При этом мы особенно ценим возможность доказать надежность и эффективность наших технологий через одну из самых сложных проверок — проверку временем. Мы с интересом ищем возможности установления именно таких партнерских отношений — долговременных и эффективных, открывая при этом новые регионы присутствия.

В 2017 году мы существенно укрепили отношения с нашими давними и надежными партнерами из стран СНГ — электросетевыми компаниями и производителями энергетического оборудования Армении, Молдавии, Таджикистана, Казахстана, Белоруссии,



Вводы «Изолятор» на подстанции Vatpauli (Индия)

Украины, Узбекистана и Грузии. Мы обрели надежных партнеров в европейских и азиатских странах, внесли свой вклад в укрепление отношений между национальными энергосистемами России, Вьетнама и Индии. Кроме этого, мы открыли новые перспективы для дальнейшего взаимовыгодного сотрудничества и интеграционного развития электроэнергетики между национальными и региональными электросетевыми системами России и Китая.

Продолжаем активный диалог и с электросетевыми компаниями и производителями электротехнической продукции Европы. Встречи, организованные нашими коммерческими и техническими подразделениями в 2017 году, еще раз показали заинтересованность наших партнеров в высоковольтных вводах с RIP-изоляцией, которые мы активно продвигаем на европейском рынке.

Мы особо подчеркиваем, что готовы открыто делиться уникальным накопленным опытом со всеми нашими партнерами, считая это неотъемлемой частью нашей миссии — создавать основы для стабильного и устойчивого энергообеспечения во всем мире.

Сегодня мы ставим новые глобальные задачи. Стало доброй традицией каждый год радовать наших потребителей новыми материалами и технологиями, и мы готовы в 2018 году увеличить объем экспорта высоковольтных вводов и развивать успешность бренда «Сделано в России» на мировой арене.

— Большое Вам спасибо за интервью. Желаем компании «Изолятор» успехов в будущем! 🇷🇺

Беседовала Екатерина Гусева

