

Материалы кабелей и проводов под воздействием электромагнитной радиации

Типы излучения и их последствия

Электромагнитная радиация – это знакомый в самых разных областях термин. Она может быть естественной (например, солнечный свет или естественная радиоактивность), а также может быть произведённой искусственно (например, рентгеновские аппараты, или мобильная связь). Его можно разделить на разные типы или компоненты – решающим фактором здесь является длина волны или частота излучения. Электромагнитный спектр делится на категории, которые перечислены здесь в порядке убывания длины волны или порядке возрастания частоты:

- переменный ток (например, низкочастотное ТВ-вещание)
- радиоволны (например, радиовещание)
- микроволны (например, микроволновые печи, мобильные телефоны, радары)
- инфракрасное излучение (тепловое излучение, например, пульт ДУ)
- видимый свет (компоненты излучения в искусственных источниках света и от солнца)
- ультрафиолетовое излучение (УФ-излучение – частично солнечный свет, техническая сфера)
- Рентгеновское излучение (например, медицинская техника или испытания материалов)
- гамма излучение (например, ядерная энергия, техническая сфера)

Из-за влияния, которое имеют, гамма-лучи, рентгеновские лучи и УФ-лучи с очень короткой длиной волны им дано общее понятие – “ионизирующая радиация”. Этот термин относится к излучению, которое несет энергию, достаточную для высвобождения электронов из атомов или молекул (ионизации).

В органических соединениях, таких как пластмассы, используемые в кабелях и проводах, основной фактор, требующий внимания, это воздействие ультрафиолетового излучения и ионизирующего излучения. Среди всех видов электромагнитного излучения они несут в себе наибольшее количество энергии и, следовательно, имеют наибольшее влияние на материалы.

Это влияние используется в обработке пластмасс, чтобы придать материалам определенные свойства – например, с помощью соответствующей радиационной обстановки наносить определенные вяжущие вещества, покрывая изоляционные материалы и материалы оболочки кабелей и проводов, только таким образом добиться необходимой прочности и долговечности. Это называется “кросс-линкинг” или, точнее, “электронно-лучевая сшивка”, данная технология применяется и в других процессах производства (например, химических).

Однако когда дело доходит до практического использования кабелей и проводов, УФ-излучения и ионизирующая радиация, как правило, имеет нежелательные эффекты. Цвета могут меняться и пластик может тускнеть и становиться более ломким. В конечном счете, если пластик становится хрупким и на нём начинают образовываться трещины, кабель становится не пригодным для использования.

Использование кабелей и проводов под воздействием УФ-излучения

УФ-излучение является частью солнечного излучения и, следовательно, в первую очередь влияет на кабели проложенные вне помещений. Компоненты, которые способны проникать в озоновый слой и оказывать влияние на кабель: УФ-луч спектра А и доля УФ-лучей спектра В. УФ-лучи спектра С фильтруются озоновым слоем и, следовательно, не достигают поверхности Земли. УФ-излучение возникает также и в помещении, но так они значительно менее интенсивные, чем на открытом воздухе, потому что оконные стекла, в зависимости от их конструкции, могут фильтровать значительную часть излучения. Кроме того, искусственные источники света часто затенены, поэтому они излучают совсем небольшое количество УФ-лучей.

Так как различные продукты используются в чрезвычайно разных условиях в зависимости от их областей применения, например в отношении продолжительности и угла облучения, а также затенения и других влияющих факторов, таких как температура окружающей среды, влажность и качество воздуха, не возможно сделать какие-либо универсальные заявления о прочности и сроках службы продукции (см также техническое приложение Т0, 7. срок службы).

Методы испытаний на соблюдение устойчивости к УФ-излучению и связанных с этим стандартов (например, ISO 4892-2) включают общие оценки для продуктов, которые подвергаются воздействию УФ-излучения при использовании и позволяют сравнивать разные материалы и конечную продукцию.

Пластик, который используется в кабелях и проводах различается по чувствительности к воздействию УФ-лучей; с помощью соответствующих стабилизаторов, цветных пигментов или сажи можно значительно уменьшить эту чувствительность благодаря поглощению УФ-излучения и преобразования его в менее критичное тепловое излучения. Это предотвращает от проникновения УФ-лучей в молекулярные цепи в материала оболочки, разделяя их на высокоактивные радикалы, которые атакуют молекулярную структуру пластика и, как следствие, ускоряют старение.

Кабели и провода с черными оболочками, как правило, лучше защищены, чем оболочки с другими цветами, потому что черные поверхности значительно лучше поглощают УФ-излучение. Благодаря этому свойству кабели с чёрной оболочкой пригодны для использования вне помещений, согласно стандарту EN и VDE 50525-1 0285-525-1.

Некоторые пластикаты демонстрируют хорошую УФ-стойкость, даже без черной окраски, такие как:

- сшитый полиэтилен (XLPE)
- эластомеры (например CR или Si)
- термопластичный эластомер (TPE-E, TPE-O, TPE-U, например PUR)
- фторополимеры (например PTFE или FEP)

Тем не менее, эти пластикаты также различаются по устойчивости в зависимости от цвета, потому что вышеупомянутый эффект черных поверхностей всегда повышает УФ-стойкость.

Важно отметить, что полиуретановые кабели, не имеющие чёрного цвета (например, оранжевые или желтые кабели), несмотря на значительное выцветание с течением времени, всё-равно будут продолжать демонстрировать хороший уровень гибкости и прочности, так как УФ-излучение действует только на окраску данного материала. Это значит, что несмотря на внешний урон, вызванный УФ-излучениями или погодными условиями, эти кабели могут быть технически все еще полностью исправными.

Использование кабелей и проводов под воздействием ионизирующего излучения

Обычно ионизирующее излучение имеет место быть только в определенных условиях прокладки, и когда оно предполагается, это означает, что материалы с соответствующим сопротивлением должны быть специально адаптированы к условиям таких прокладок заранее.

Поэтому обычно кабели проверяются только на сопротивление излучению, если их использование предполагает подверженность ионизирующему излучению. Это означает, что для других кабелей можно отмечать признаки сопротивления излучению только по используемым обычно материалам. Хотя эти признаки не отражают сопротивление целого кабеля, данные величины все же могут служить очень грубым ориентиром и дают возможность сравнивать кабели между собой.

Сопротивление материалов излучению определяется с помощью радиационного индекса (RI) в IEC 60544-4 и относится к точке, в которой относительное удлинение при разрыве уменьшается до $\geq 50\%$ от первоначального значения.

Материалы кабелей и проводов под воздействием электромагнитной радиации

В таблице ниже указаны макс. дозы радиации материалов в Грех или рад. источника гамма-излучения, при которых относительное удлинения не снижается ниже, чем на 50% от исходного значения.

Пересчёт величин:

1 Gy = 100 rad; 1Gy = 1J/kg

Сопротивление кабелей, проводов и других продуктов ионизирующему излучению играет особенно важную роль в атомных электростанциях. Помимо пригодности самих продуктов, все процессы так же должны отвечать специальным требованиям, характерным для подобных условий эксплуатации.

Именно поэтому Лapp Групп зарекомендовала себя как квалифицированный поставщик кабелей, проводов, кабельных вводов и кабельного вспомогательного оборудования для атомных станций, применив к своим системам и связанных с ними продуктам контроль качества – см. “Zertifikat KTA 1401” (подтверждение качества в соответствии с Положением KTA 1401). Сертификат доступен в Германии по адресу: <https://www.lappkabel.com/certificates>

Стойкость полимеров к ионизирующей радиации

Тип материала	Доза радиации, Гр (приблиз.)	Доза радиации, рад (приблиз.)
ПВХ	8×10^5	8×10^7
PE LD	1×10^5	1×10^7
PE HD	7×10^4	7×10^6
VPE (XLPE)	1×10^5	1×10^7
PA	1×10^5	1×10^7
PP	1×10^3	1×10^5
PETP	1×10^5	1×10^7
PUR	5×10^5	5×10^7
TPE-E	1×10^5	1×10^7
TPE-O	1×10^5	1×10^7
NR	8×10^5	8×10^7
SIR	2×10^5	2×10^7
EPR	1×10^6	1×10^8
EVA	1×10^5	1×10^7
CR	2×10^5	2×10^7
ETFE	1×10^5	1×10^7
FEP	3×10^3	3×10^5
PFA	1×10^3	1×10^5
PTFE	1×10^3	1×10^5