

Технологические и эксплуатационные дефекты в изоляции кабелей

Срок службы кабеля зависит как от технологии его производства, так и от правильной эксплуатации. Полиэтиленовую изоляцию кабелей наносят на экструдерах. Главные требования к технологии наложения изоляции: она должна быть монолитной, не содержать посторонних включений и пустот. Кабели на среднее и высокое напряжения содержат экраны из полупроводящего полиэтилена (рис. 1). Между изоляцией и полупроводящим экраном не должно быть отслоения, в противном случае в пустотах возникнет ионизация. Хорошая адгезия между полупроводящим экраном и изоляцией достигается их одновременным наложением.

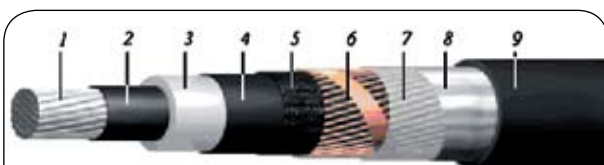


Рис. 1. Кабель на напряжение 10 кВ:
 1 — алюминиевая круглая многопроволочная уплотненная токопроводящая жила;
 2 — экран по жиле из полупроводящего сшитого полиэтилена;
 3 — изоляция из сшитого полиэтилена;
 4 — экран по изоляции из полупроводящего сшитого полиэтилена;
 5 — разделительный слой из электропроводящей водоблокирующей ленты;
 6 — экран из медных проволок;
 7 — разделительный слой из водоблокирующей ленты;
 8 — слой алюмополимерной ленты;
 9 — полиэтиленовая оболочка

Гранулы полиэтилена, подаваемые в экструдер, должны быть сухими. На рис. 2 и 3 показан случай, когда в экструдер были загружены влажные гранулы. Произошло вскипание воды с образованием полости в полупроводящем экране (рис. 2) и отслоение изоляции от полупроводящего экрана (рис. 3).

Большое значение при наложении изоляции имеет чистота исходного материала. Загрязнения могут попасть в полиэтилен как при полимеризации и изготовлении гранул, так и при загрузке в экструдер. Более того, при неправильном технологическом режиме работы экструдера возможно подгорание полиэтилена.

На рис. 4 показаны посторонние включения в полиэтиленовой изоляции при 100-кратном увеличении и обзоре в темнопольном микроскопе. Такие включения способствуют развитию триингов и пробую изоляции (рис. 5).

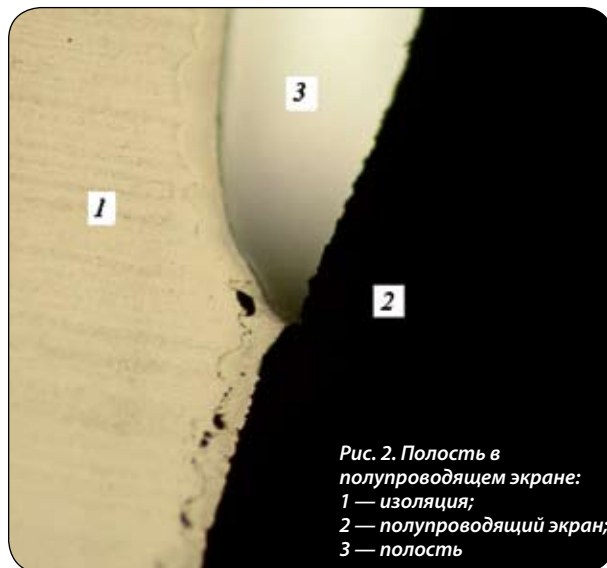


Рис. 2. Полость в полупроводящем экране:
 1 — изоляция;
 2 — полупроводящий экран;
 3 — полость

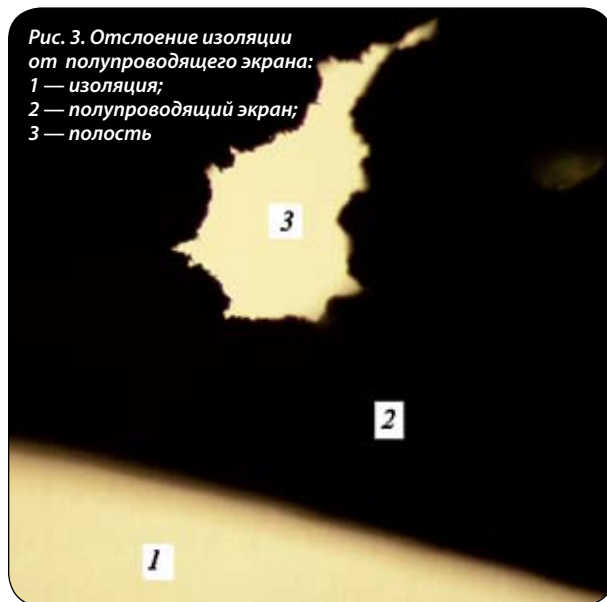


Рис. 3. Отслоение изоляции от полупроводящего экрана:
 1 — изоляция;
 2 — полупроводящий экран;
 3 — полость

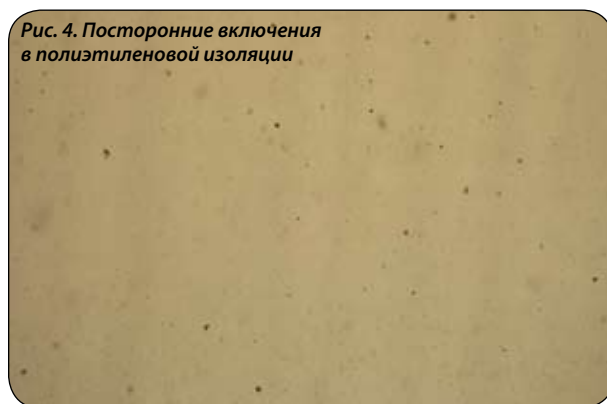


Рис. 4. Посторонние включения в полиэтиленовой изоляции

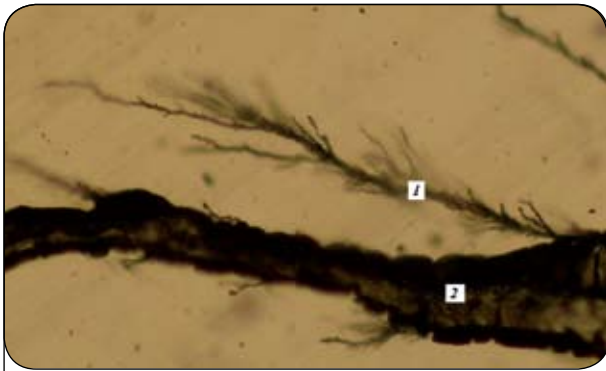


Рис. 5. Пробой изоляции:
1 — триинги;
2 — канал пробоя.

Еще одним видом дефектов является неполное расплавление гранул полиэтилена (рис. 6). На этой неоднородности будут накапливаться объемные заряды, которые повысят напряженность электрического поля и ускорит старение изоляции. Дефекты такого типа не возникают при правильном расчете режима работы экструдера, однако это представляет собой сложную математическую задачу [1].

Рис. 6. Неоднородность изоляции, вызванная неполным расплавлением гранул полиэтилена



Полиэтиленовая изоляция на токопроводящие жилы кабелей, которые применяются для питания электродвигателей погружных нефтенасосов, накладывается в два слоя. В случае нарушения технологии возможно загрязнение поверхности изоляции после наложения первого слоя (рис. 7). Кабель с таким дефектом быстро выходит из строя.

Во время эксплуатации кабеля в нефтяной скважине на него могут воздействовать механические напряжения. На рис. 8 стрелками показаны силы, которые воздействуют на центральную жилу. Эти силы обусловлены набуханием изоляции при проникновении в нее нефти (рис. 9), а ленточная броня сдерживает расширение кабеля.

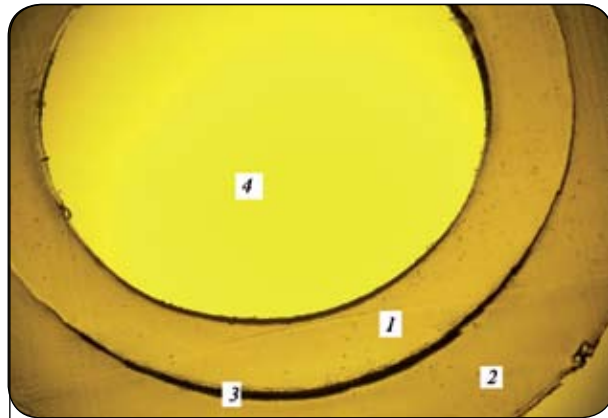


Рис. 7. Загрязнение поверхности изоляции после наложения первого слоя:
1 — первый слой;
2 — второй слой;
3 — загрязнение;
4 — токопроводящая жила

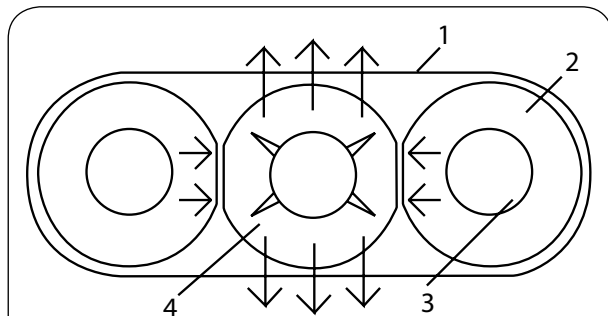


Рис. 8. Образование трещин в изоляции:
1 — бронелента,
2 — изоляция,
3 — токопроводящая жила,
4 — трещины

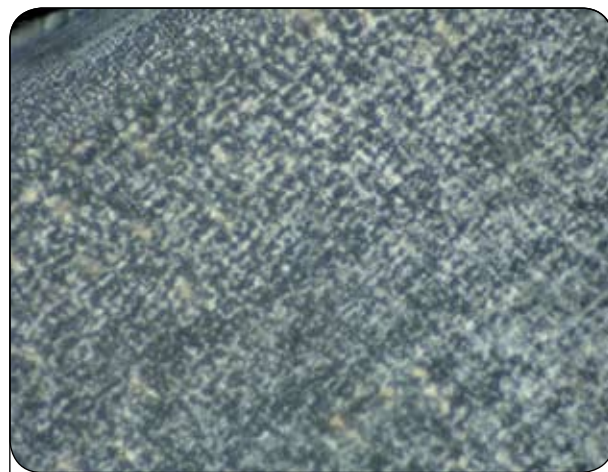


Рис. 9. Проникновение нефти в полиэтиленовую изоляцию



Рис. 10. Внешний вид изолированной жилы кабеля с трещиной:
1 — трещина,
2 — выплавление изоляции в месте пробоя

На рис. 10 показан внешний вид изолированной жилы кабеля с трещиной.

Трещина растет от жилы к поверхности изоляции (рис. 11). Это обусловлено тем, что механические напряжения в изоляции у жилы больше, чем у поверхности за счет различных диаметров.

Длительный срок службы кабелей достигается за счет:

- 1) применения изоляционных материалов хорошего качества;
- 2) соблюдением технологии наложения изоляции на токопроводящую жилу;
- 3) правильной эксплуатацией (не допускать механических воздействий, не применять ток нагрузки выше допустимого, время действия тока короткого замыкания должно быть не больше расчетного).

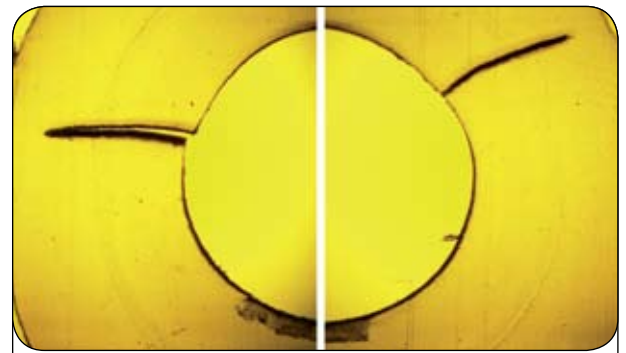


Рис. 11. Трещины в изоляции кабеля

Исследование изоляции под микроскопом позволяет выявить причины возникновения дефектов [2].

Л.А. Ковригин. Пермский государственный технический университет

Литература

1. Ковригин Л.А., Труфанова Н.М. Автоматизированное управление процессом экструзии полимеров. Монография. — Екатеринбург: УрО РАН, 2002.
2. Шувалов М.Ю., Овсенко В.Л., Колосков Д.В. Исследование надежности силовых кабелей среднего и высокого напряжения с изоляцией из сшитого полиэтилена. — М.: «Кабели и провода», 2007, 5(306), с. 24–34.



СЕВЕРО-ЗАПАДНОЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

СЗМП

ВСЕ СПЕКТР КАБЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ПРОЕКТИРУЕМ И РАЗРАБАТЫВАЕМ ОБОРУДОВАНИЕ:

- для наложения брони и бумажной изоляции на кабель;
- экструзионное, для наложения пластмассовой изоляции;
- для бухтования и упаковки бухт;
- для перемотки кабеля, провода, проволоки;
- для реверсивной скрутки кабельных изделий;
- машины для резки пленки и бумаги;
- для переработки отходов кабеля;
- для обрезки деревянных щек барабанов;
- отдатчики, приёмники, тяги, бухтовщики;
- компенсаторы, шнеки, цилиндры;
- нестандартное по заявкам Заказчиков.

ПОСТАВЛЯЕМ ИНСТРУМЕНТ, КОМПЛЕКТУЮЩИЕ И Б/У ОБОРУДОВАНИЕ:

- дорны, матрицы,
- раскладчики,
- барабаны кабельные технологические,
- дуги, глазки для крутильных машин,
- бандажные кольца, вставки,
- барабаны для волочильных машин.



Приемное устройство



Бронеобмоточная машина




Проектирование и изготовление от станка до линии

info@czmp.ru +7 (812) 451-70-65, 451-74-59, 465-27-55

www.czmp.ru