

Коэффициент укорочения кабеля

Коэффициент укорочения - что это такое?

Короткие импульсные сигналы, используемые при методе импульсной рефлектометрии, в том числе в рефлектометрах РЕЙС-45, РЕЙС-50, РЕЙС-105Р, РЕЙС-105М, РЕЙС-105М1, РЕЙС-205, РЕЙС-305, РЕЙС-405 и СТЭЛЛ-4500 распространяются в разных линиях с разной скоростью. Эта скорость определяется материалом изоляции проводников линии.

Упрощенно можно считать что при распространении импульсного сигнала проводники линии являются только направляющими элементами для распространения сигналов, а основная часть энергии сигналов распространяется вдоль линии, то есть фактически в ее изоляции.

Скорость распространения импульсных сигналов в воздушных линиях (изоляция - воздух) очень близка к скорости света в вакууме.

Скорость распространения в кабельных линиях, в зависимости от материала изоляции, может быть значительно ниже (до нескольких раз) скорости распространения света в вакууме.

При импульсной рефлектометрии расстояние до места повреждения или до конца линии определяется по времени задержки отраженных сигналов относительно зондирующих, в соответствии с выражением:

$$L = (V \cdot T) / 2 = (V / 2) \cdot T = (C / 2 \cdot \gamma) \cdot T$$

где L - расстояние до места повреждения,

T - время задержки отраженных сигналов относительно зондирующих,

V - скорость распространения импульсного сигнала по линии,

C - скорость света в вакууме (300 000 000 м/с),

γ - коэффициент укорочения.

В России принято учитывать скорость распространения импульсных сигналов безразмерной величиной коэффициента укорочения γ .

Коэффициент укорочения показывает во сколько раз скорость распространения сигналов в линии меньше скорости света в вакууме и определяется выражением:

$$\gamma = C / V$$

Для практических измерений на кабельных линиях можно считать, что коэффициент укорочения еще зависит от конструкции кабеля.

Так, например, "электрическая длина", которую проходят импульсы при распространении вдоль проводников кабеля с большим поводом будет больше, чем геометрическая длина кабеля, измеренная по поверхности кабеля.

Эту разницу проще всего учесть, откорректировав коэффициент укорочения таким образом, чтобы измеренная прибором длина кабеля ("электрическая длина") совпадала с измерением по его поверхности (реальная длина кабеля). На практике так это и делается.

Поэтому кабели, одинаковые по диаметру жил, типу и толщине изоляции, но разные по количеству жил и поиву (шагу скрутки) могут иметь разные коэффициенты укорочения

Что означают величины V и VOP в зарубежных рефлектометрах

и как они связаны с коэффициентом укорочения?

В зарубежных, например американских рефлектометрах, выпускаемых фирмами Tektronix и Riser Bond, скорость распространения учитывают безразмерной величиной **VOP (Velocity of Propagation)**, выраженной в долях от скорости света в вакууме и определяемой выражением:

$$VOP = V/C$$

В английских рефлектометрах фирмы Bicotest скорость распространения учитывают безразмерной величиной VF (Vilocity Factor), которая определяется тем же выражением:

$$VF = V/C$$

В немецких рефлектометрах, выпускаемых фирмами Seba Dynatronic и Hagenuk, скорость распространения учитывают величиной **V/2**, имеющей размерность **[м/мкс]**.

Таким образом коэффициент укорочения γ , фактор скорости VOP и VF и величина (V/2) связаны между собой соотношением:

$$\gamma = 1/VOP = 1/VF = 0,5 \cdot C/(V/2)$$

Это соотношение можно использовать при измерениях импортных кабелей импульсными рефлектометрами РЕЙС-105Р, РЕЙС-105М, РЕЙС-105М1, РЕЙС-205, РЕЙС-305, РЕЙС-50, СТЭЛЛ-4500 для определения коэффициента укорочения импортного кабеля по известным факторам скорости или (V/2).

Как влияет коэффициент укорочения на точность измерения рефлектометров

РЕЙС-105Р, РЕЙС-105М, РЕЙС-105М1, РЕЙС-205, РЕЙС-305, РЕЙС-50?

Расстояние до места повреждения в любом импульсном рефлектометре, в том числе в рефлектометрах РЕЙС, определяется выражением:

$$L = 0,5 \cdot V \cdot T = 0,5 \cdot (C/\gamma) \cdot T$$

В соответствии с этой формулой погрешность коэффициента укорочения в рефлектометрах РЕЙС, как и в любом другом рефлектометре, непосредственно отражается на погрешности измерения расстояния.

Следует учитывать, что обычно погрешность коэффициента укорочения в рефлектометрах складывается из двух составляющих: погрешности, с которой известен коэффициент укорочения, и погрешности установки этого коэффициента в рефлектометре.

Если в старых рефлектометрах Р5-10, Р5-12 и Р5-13 погрешность установки коэффициента укорочения составляла 1...2%, то в рефлектометрах РЕЙС эта погрешность отсутствует.

Таким образом, чем точнее известен коэффициент укорочения кабельной линии, тем точнее можно измерить расстояние рефлектометрами РЕЙС.

Как измерить коэффициент укорочения рефлектометрами

РЕЙС-45, РЕЙС-50, РЕЙС-105Р, РЕЙС-105М (М1), РЕЙС-205, РЕЙС-305 и РЕЙС-405?

Если коэффициент укорочения кабельной линии неизвестен, то его можно измерить рефлектометром РЕЙС-45, РЕЙС-50, РЕЙС-105Р, РЕЙС-105М (М1), РЕЙС-205, РЕЙС-305 или РЕЙС-

405 (далее - РЕЙС). Для измерения коэффициента укорочения нужно иметь кабель точно известной длины.

На практике обычно берут имеющийся отрезок кабеля длиной 20...50 метров и измеряют его длину, например рулеткой.

Затем к этому отрезку кабеля подключают рефлектометр РЕЙС, устанавливают измерительный курсор на начало отраженного сигнала, вводят в рефлектометр измеренную длину и получают коэффициент укорочения.

Затем сохраняют полученный коэффициент укорочения в памяти рефлектометра РЕЙС для последующего использования.

Подробную информацию по измерению коэффициента укорочения можно посмотреть в руководстве по эксплуатации соответствующего рефлектометра РЕЙС.

Где хранить данные по типам кабелей и их коэффициентам укорочения?

Все данные по коэффициентам укорочений используемых кабелей можно хранить в таблице укорочений энергонезависимой памяти рефлектометра РЕЙС-45, РЕЙС-50, РЕЙС-105Р, РЕЙС-105М (М1), РЕЙС-205, РЕЙС-305 или РЕЙС-405.

При этом можно записать не только значение коэффициента укорочения, но и тип кабеля.

Например, данные по коэффициенту укорочения кабеля РК-50 могут быть записаны в виде: "РК-50-2-11 1.520".

В энергонезависимой памяти рефлектометров РЕЙС могут храниться данные по коэффициентам укорочения нескольких десятков кабелей.

Если имеющейся в рефлектометре энергонезависимой памяти по типам кабелей окажется недостаточно, есть возможность часть данных переписать из памяти рефлектометра в компьютер.

Поставляемое с рефлектометром программное обеспечение позволяет не только переписать данные из рефлектометра в компьютер и обратно, но и редактировать данные в компьютере.

Можно ли использовать для рефлектометров

РЕЙС-45, РЕЙС-50, РЕЙС-105Р, РЕЙС-105М(М1), РЕЙС-205, РЕЙС-305 и РЕЙС-405

данные по коэффициентам укорочения, измеренные другими рефлектометрами?

В принципе коэффициент укорочения не зависит от типа используемого для измерения рефлектометра. Поэтому для рефлектометров РЕЙС можно использовать данные по значениям коэффициентов укорочений, измеренных другими рефлектометрами.

Однако обязательно нужно учитывать следующее обстоятельство.

Если значение коэффициента укорочения измерено с точностью, гораздо меньшей чем инструментальная погрешность измерения расстояния рефлектометром (0,2%), то и точность измерения расстояния до повреждения будет соответственно хуже чем 0,2%.

Низкая точность измерения коэффициента укорочения может быть как следствием относительно большой инструментальной погрешности измерения расстояния рефлектометром, так и следствием некалиброванности рефлектометра.

В старых распространенных аналоговых рефлектометрах типа Р5-10 или Р5-13 инструментальная погрешность составляет 1...2%, а калибровка проводится вручную. Поэтому, если перед

измерением коэффициента укорочения рефлектометром Р5-10 (Р5-13) оператор не откалибровал его, то и измерения будут проведены с дополнительной погрешностью.

Рефлектометры РЕЙС имеют низкую инструментальную погрешность измерения расстояния (0,2%), калибруется автоматически при каждом включении питания, поэтому целесообразней всего измерить коэффициент укорочения кабеля этим прибором.

**Данные по коэффициентам укорочения некоторых кабелей,
выпускаемых в России и других странах СНГ**

В народном хозяйстве используется большое количество кабелей самого различного назначения и типов. Ниже указаны типы некоторых кабелей:

- силовые кабели различных классов напряжения (АВВГ, АПВГ, ВВГ, ВВБ, АВВБ, ВВБГ, ВББШв, АВББШв, ВРГ, ВРБГ, АВРГ и другие,
- кабели и провода шланговые РПШЭ, РПШ, КПГ, КОГ, КРШС, КГН и другие,
- кабели грузонесущие морские КГ 1-30-П, КГП 1-150, КГР 7-3,2 и другие,
- кабели судовые КНРк, КНРЭ, КНРЭк, КНР, НРШМ, КНРП и другие,
- кабели для подвижного состава КПСРВМ, КРПСТ и другие,
- кабели контрольные КВВГ, АКВВГ, КВВГЭ, КВВБ, АКВВБГ, КРШУ, АКРВГ, КВВГ-Т, КВББШв, АКВББШв и другие,
- кабели связи (телефонные): ТГ, ТБ, ТБГ, ТПП, ПКСВ, ТРП, ПРПМ, МКСГ, МКСБ, МКСБГ, ТСВ, ТПВ, ТЗГ, ТЗБ, ТЗБГ, СБПу, СБВГ, ПТПЖ, СЭК, ВСЭК, РВШЭ, КМСэ-2 и другие,
- кабели дальней связи низкочастотные ТЗПАШп, ТЗПАБп, ТЗСАШп и другие,
- кабели связи высокочастотные ЗКАШп, ЗКП и другие,
- кабели местной связи высокочастотные КСПП, КСППБ, КСПЗП, КСПЗПБ и другие,
- кабели станционные симметричные КММС-2 и другие,
- кабели радиочастотные РК-75, РК-50, РК-100 и другие,
- кабели компьютерные ККПВ, ККПВэ и другие,
- кабели связи шахтные КСШ, КСШББШв и другие.

Внимание! Указанные величины коэффициентов укорочения можно использовать только как ориентировочные справочные данные. Эти данные были получены посредством измерения разными рефлектометрами, в том числе аналоговыми, которые имеют относительно невысокую точность измерения.

Для того, чтобы использовать приведенные данные по коэффициентам укорочения кабелей в точных измерениях рефлектометрами РЕЙС-45, РЕЙС-50, РЕЙС-105Р, РЕЙС-105М, РЕЙС-105М1, РЕЙС-205, РЕЙС-305, РЕЙС-405 и СТЭЛЛ-4500, рекомендуется порекомендовать проверить эти данные посредством измерения этими рефлектометрами в конкретных условиях применения кабеля.

Ниже приведены коэффициенты укорочения только небольшого количества кабелей

Наименование кабеля	Укорочение
РК-50-2-11	1.520
РК-100-7-1	1.200
П-270	3.000
П-274М	1.390
РЕЗИН. ИЗОЛ.	2.000
КАБЕЛЬ СБ,АБ	1.870
КМ-4 (75 ОМ) 2,6	1.070
КМ-4 (75 ОМ) 9,4	1.040
МКТ 1,2-4,6	1.120
РК-75-4-16	1.520
ЗКП (140 ОМ)	1.520
МКС (163 ОМ) 1,2	1.220
КСПП (130 ОМ) 1,2	1.520
КСПП (115 ОМ) 0,9	1.520
ТЗ 0,8	1.380
ТЗ 0,9	1.340
ТЗ 1,2	1.520
ТПП 0,4	1.520
ТГ 0,4	1.360
РК-50-2-21	1.410
ФКБ 1х1,3	1.300
ВОЗД. ЛИН. (БМ)	1.050
ВОЗД. ЛИН. (СТ)	1.300

Наименование кабеля	Укорочение
ВЛЭ 35-400 КВ	1.000
П-296	1.600
ТТВК 5х2	2.100
ПТРК 5х2	1.580
ПТРК 10х2	1.500
ПТРК 20х2	1.500
КРПТ 3х2.5	2.260
ТПП 200х2 1,45	1.500
ТПП 100х2 1,40	1.500
АВВГ 3х2,5	1.477
ТППЭП 10х2х0,4	1.430
ПРППМ (0.9)	1.474
ТПП 10х2х0,4	1.430
МКСАШП 4х4х1,2	1.155
ШТЛ-2х0,08	1.534
Кабель для подогрева полов	1.970
ААБ, ААШВ	1.870
ВББШВ(НГ)1,62	1.870
КВББШВ 3х2,5	1.550
ВЕГР 75	1.550
ЗКП (140 Ом)	1.520
К-50	1.600
КСПЗП 1х4х0,9	1.550

Наименование кабеля	Укорочение
КСПП 1,2	1.210
КСПП 1x4x1,2	1.520