

Конструкция и особенности КЛ 6-220 кВ

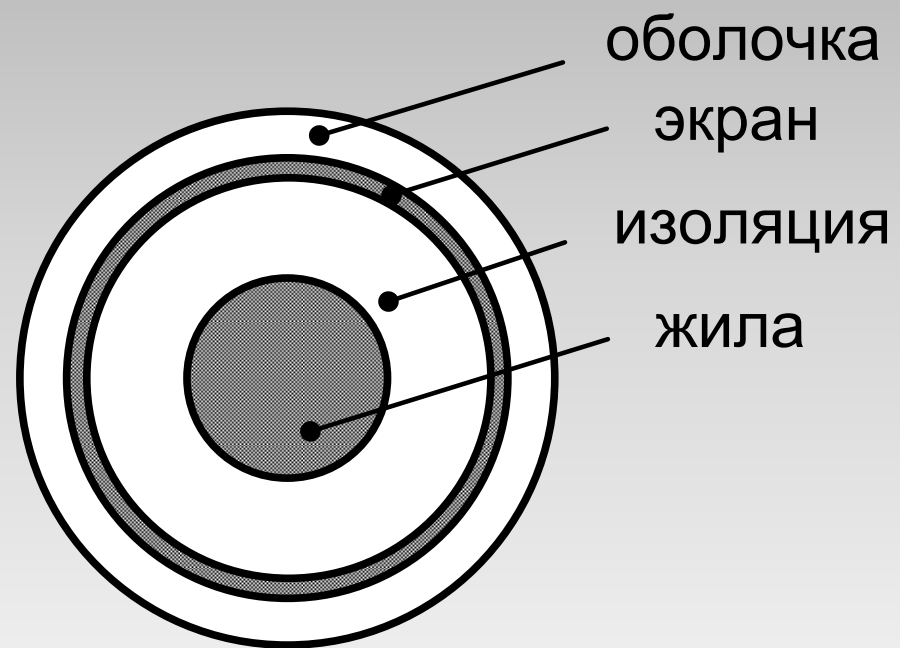
Дмитриев М.В.

www.mvdm.ru

Преимущества сшитого полиэтилена

- Повышенная допустимая температура (в нормальном режиме и при коротких замыканиях)
- Как у любой твердой изоляции – отсутствие ограничений на перепад высот по трассе (можно делать любые переходные пункты ВЛ-КЛ, любые по глубине ГНБ проколы и т.п.)
- Возможность изготовления кабеля с оболочкой, не распространяющей горение
- Упрощение монтажа и ремонта

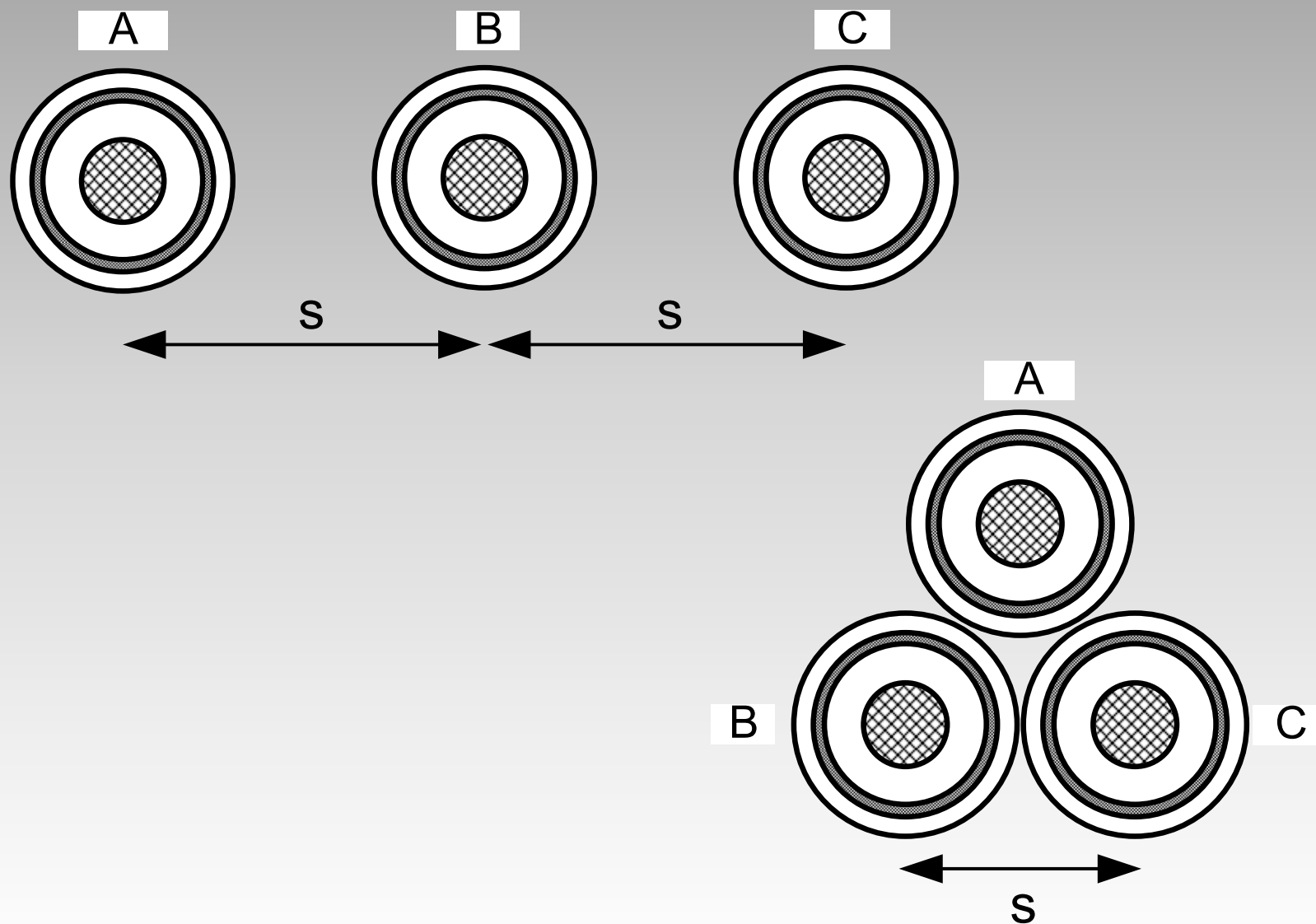
Однофазный кабель для сетей 6-35 кВ и 110-220 кВ



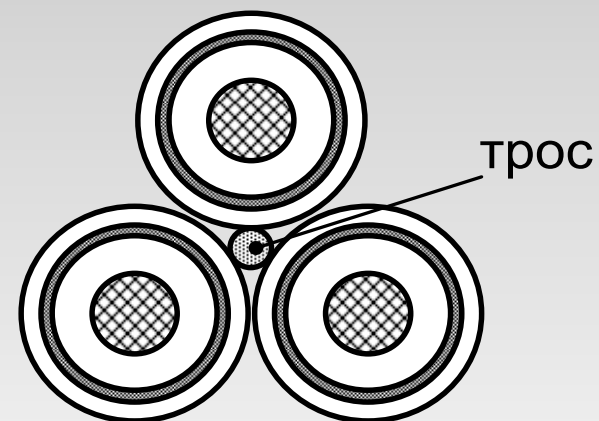
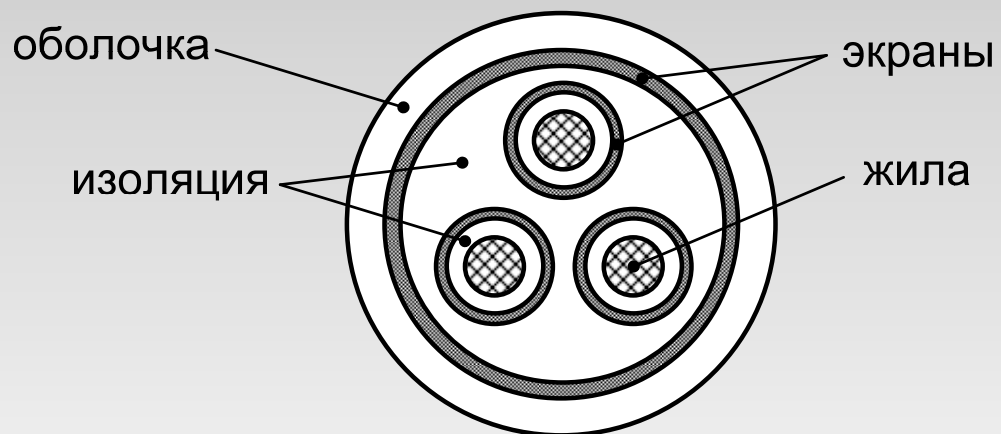
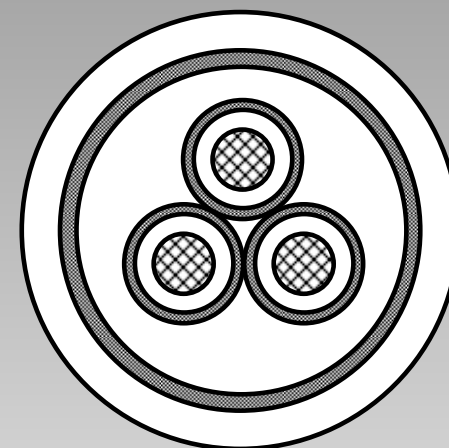
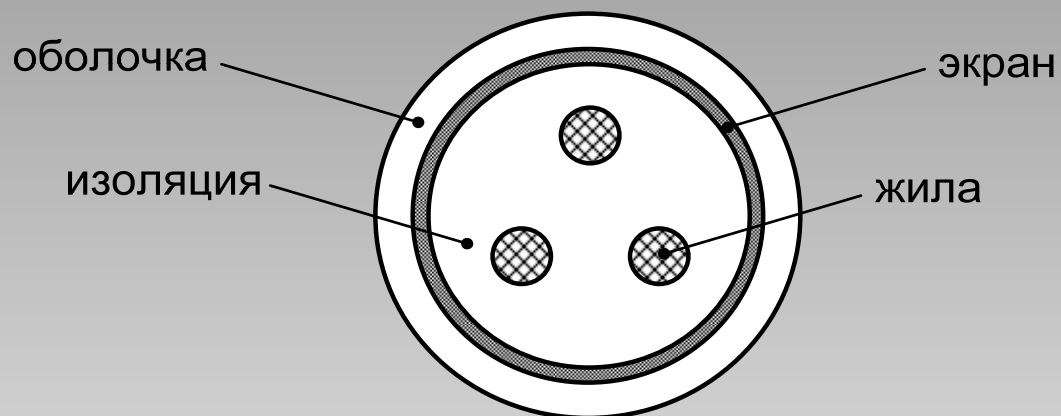
Преимущества однофазного кабеля

- Возможность изготовления с «любым» сечением жилы и «любого» номинального напряжения
- Упрощение монтажа и ремонта
- Удобство присоединения к ячейкам распреустройства
- Возможность создания переходных пунктов ВЛ-КЛ
- Повышение строительной длины и снижение числа муфт
- Увеличение максимальной длины ГНБ-проколов грунта
- «Простое» производство, а значит рост надежности кабеля

Взаимное расположение однофазных кабелей



Трехфазный кабель для сетей 6-35 кВ



(а) – трехфазный кабель

(б) – трехфазный пофазно экранированный кабель

(в) – трехфазный пофазно экранированный кабель с касающимися экранами

(г) – универсальный самонесущий кабель типа Multi-Wiski

Особенности трехфазного кабеля 6-35 кВ

- Сечение жилы, как правило, не более 240 мм²
- Отсутствие проблем с выбором сечения экранов
- Отсутствие проблем с выбором схемы заземления экранов
- Идеально подходят для сетей с изолированной нейтралью

Эффективность использования кабелей

Цена линии - десятки миллионов рублей за километр

Расчетный режим – температура 90°C

Реальный режим – температура менее 90°C

Почему так происходит?

Почему кабельные линии не полностью загружены?

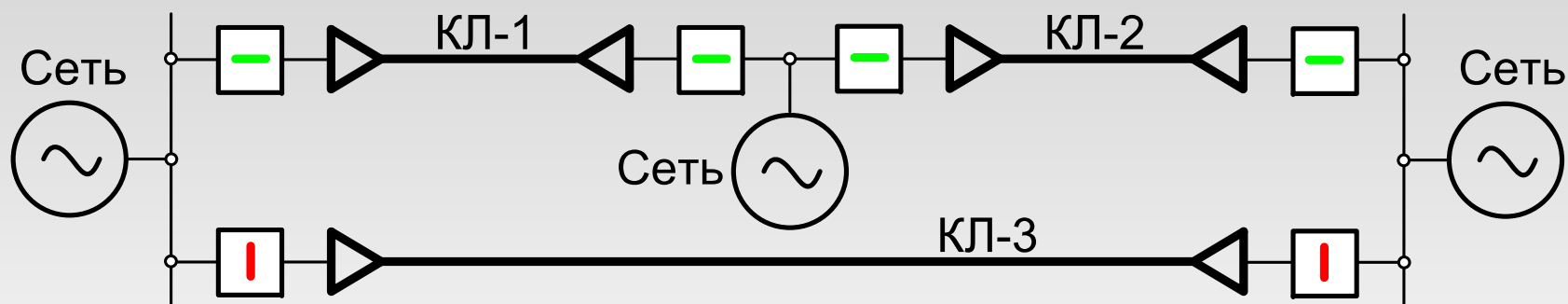
Причина недогрузки линий – двойной запас при их выборе

1. Завышение требований к пропускной способности, т.е. завышение тока нагрузки на кабель в сравнении с реально возможным в обозримом будущем
2. Занижение способности кабельной линии к охлаждению, т.е. неверный учет числа работающих цепей, неверные температура среды и параметры грунта

Поясним п.1 и п.2

1. Завышение тока нагрузки

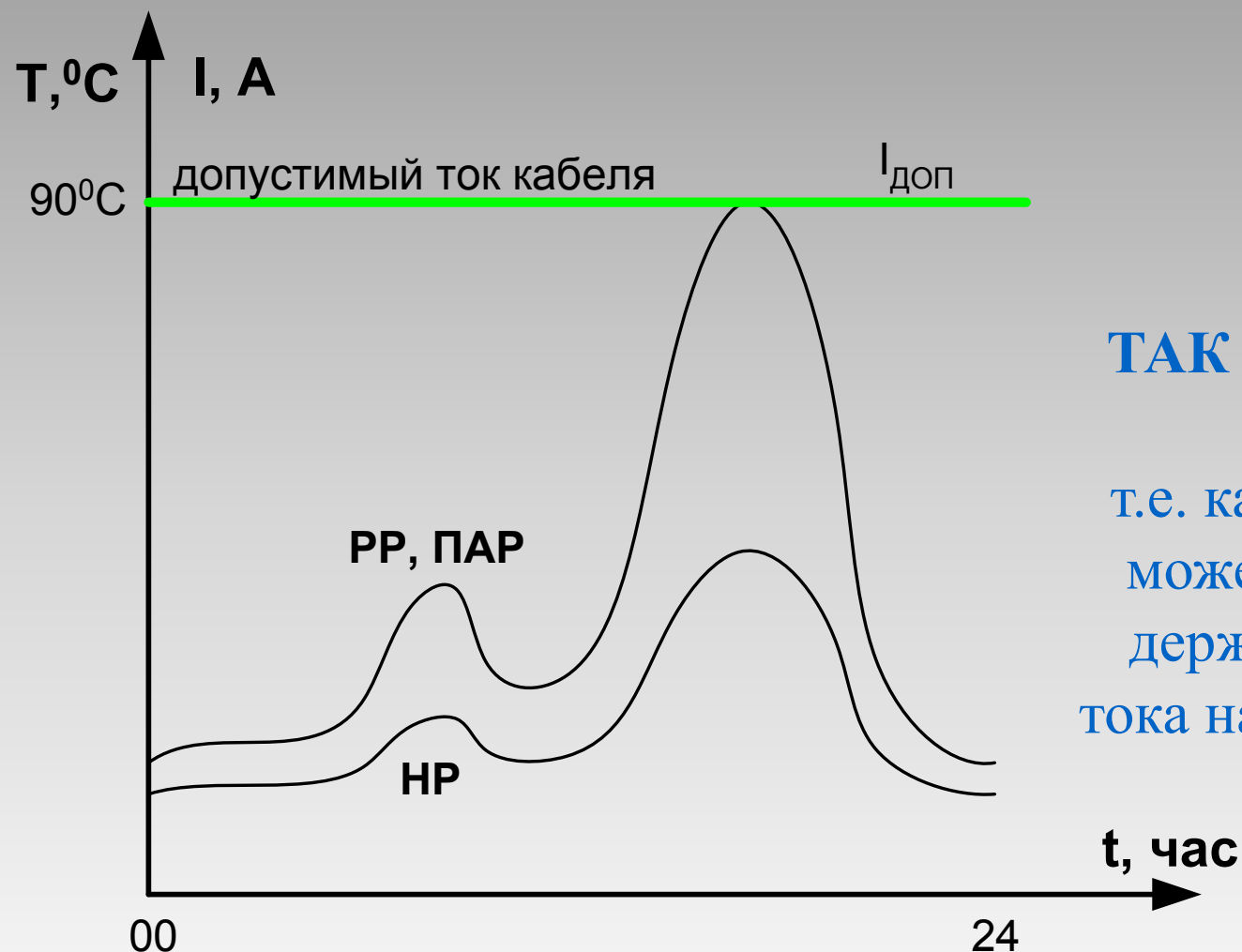
- В расчеты закладывают не нормальный режим, а ремонтный или послеаварийный (см. рисунок)
- В ремонтных или послеаварийных режимах полагают нагрузку не реально существующей, а некой перспективной



1. Завышение тока нагрузки – как бороться?

- При выборе кабеля и сечения жилы по току нагрузки следует ввести поправочный коэффициент, учитывающий возможность кратковременной работы кабеля при температурах выше 90°C – вплоть до 105°C
- Коэффициент перегрузки кабеля по току нагрузки по оценкам автора может достигать величины 1.10-1.15 о.е.
- Такой коэффициент будет учитывать, что для большинства линий совпадение ремонтного или послеаварийного режима с режимом максимума нагрузки возможно лишь на короткое время, на которое вполне допустим перегрев кабеля до 105°C

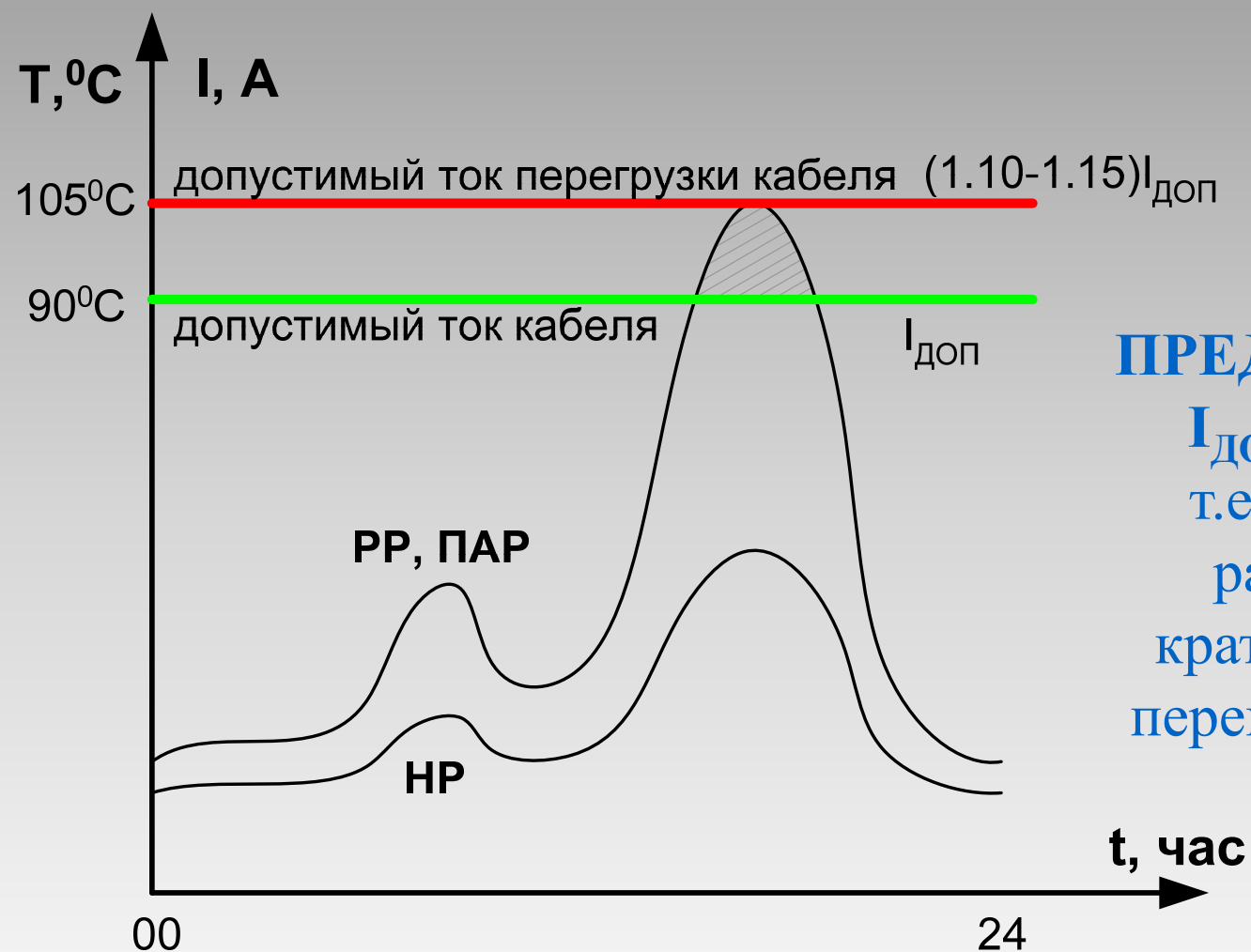
1. Завышение тока нагрузки – как бороться?



ТАК ВЫБИРАЮТ:
 $I_{\text{доп}} = I_{\text{н}}$,
т.е. кабель 30-40 лет
может непрерывно
держат максимум
тока нагрузки РР, ПАР

НР – нормальный режим, РР – ремонтный режим,
ПАР – послеаварийный режим

1. Завышение тока нагрузки – как бороться?



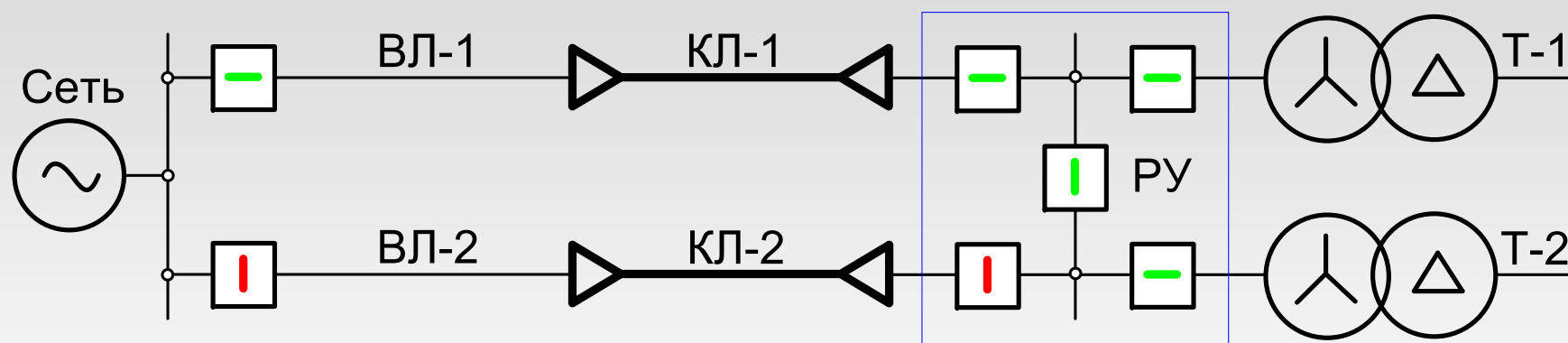
ПРЕДЛАГАЕТСЯ:

$I_{\text{доп}} = I_{\text{н}}/1.15$,
т.е. для кабеля
разрешается
кратковременная
перегрузка по току

НР – нормальный режим, РР – ремонтный режим,
ПАР – послеаварийный режим

2. Занижение условий охлаждения

- За основу берут зимний максимум нагрузки, а тепловой расчет и выбор сечения жилы делают на $+15$ или $+20$ °С
- За основу берут ремонтный режим с одной цепью (см. рис.), а тепловой расчет и выбор сечения жилы делают, применяя поправочные коэффициенты на число параллельных цепей



2. Занижение условий охлаждения – как бороться?

- При выборе кабеля и сечения его жилы особое внимание следует уделять температуре среды и числу цепей, при которых сформулированы требования к нагрузке на кабель
- Если в расчеты закладывают нагрузку зимнего максимума, то при выборе кабеля на основе теплового расчета температура среды должна быть не +15 или +20 °С, а заметно меньше
- Если в расчеты закладывают послеаварийный или ремонтный режим с определенным числом работающих цепей, то и при выборе кабеля на основе теплового расчета в работе должны быть не все цепи, а лишь оговоренное их число

Экономический эффект от наведения порядка с выбором кабелей заключается в снижении у многих линий сечения жилы, а значит – в снижении стоимости каждого км трассы!

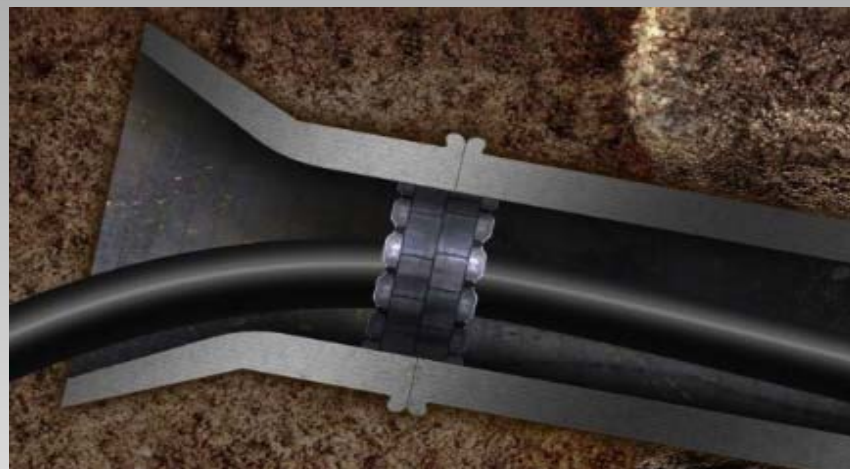
Эффект может быть достигнут за счет:

- борьбы с неоправданно завышенными требованиями к пропускной способности кабелей путем введения поправочного коэффициента на перегрузку по току
- борьбы с ошибочным занижением способности кабелей к охлаждению путем корректного задания в тепловых расчетах температуры среды и числа работающих цепей, а также корректного учета труб

Современные полимерные трубы для кабелей



термостойкая, негорючая
полимерная труба для кабеля

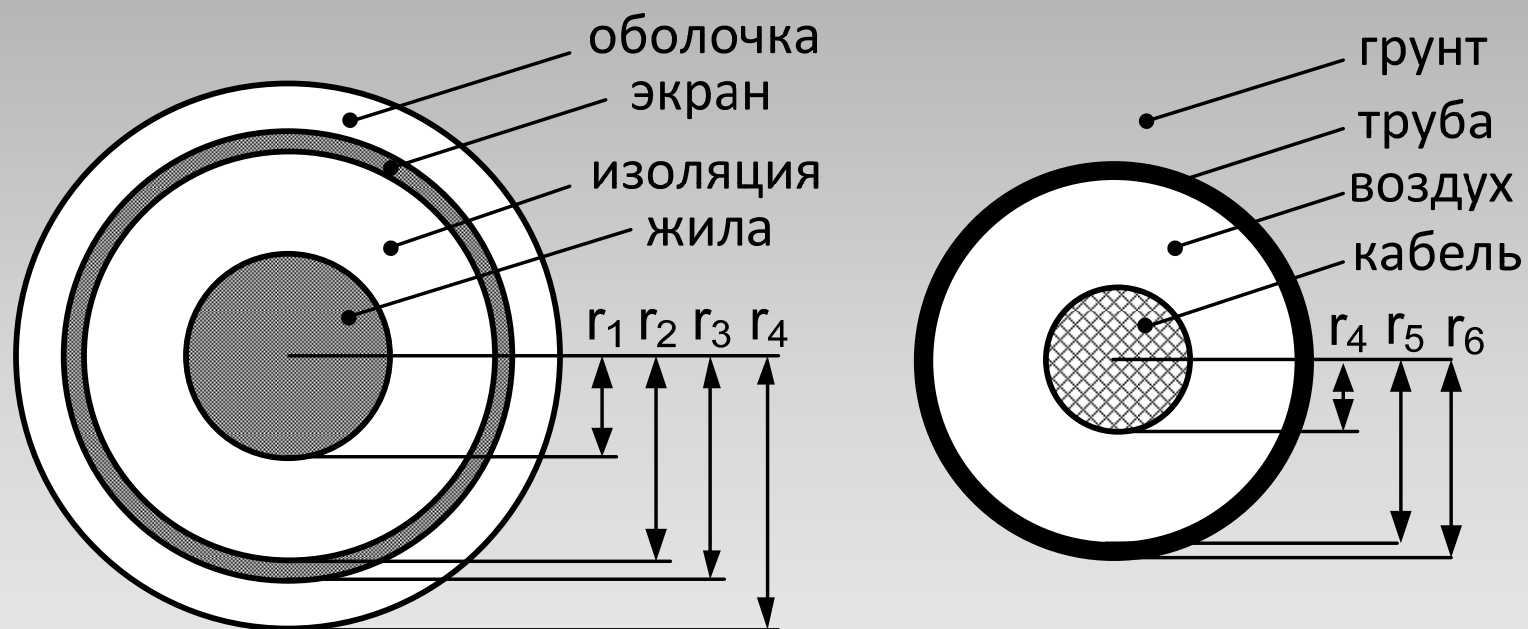


воронки и уплотнители,
установленные на конце трубы

Извлечь кабель с целью его ремонта или замены можно, если:

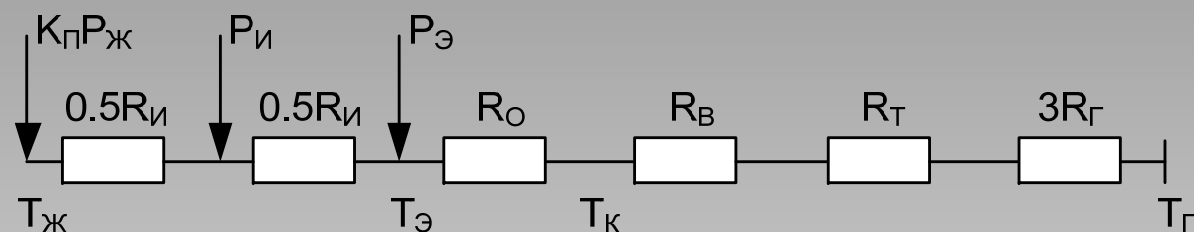
1. Труба термостойкая
2. Труба имеет достаточную механическую прочность
3. Труба имеет надежную укупорку торцов

Оценка поправочных коэффициентов на трубы

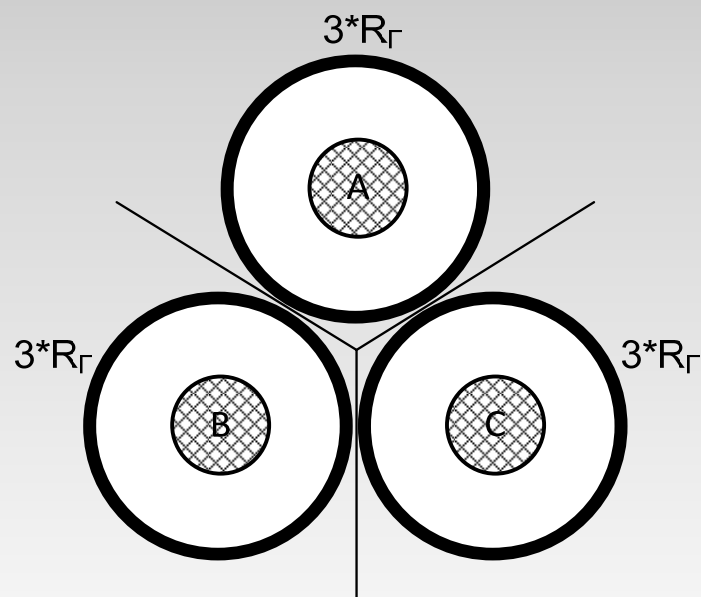


Однофазный кабель, проложенный в трубе в грунте

Оценка поправочных коэффициентов на трубы



Расчетная схема теплового баланса кабельной линии



К вопросу определения теплового сопротивления грунта

Пример расчета для кабеля 110 кВ 1000/240 мм² , применена транспозиция экранов

#	D_T , мм (r_5/r_4 , о.е.)	Удельное тепловое сопротивление грунта , ρ_r $K \cdot м/Вт$					
		1	1,2	1,5	2	2,5	3
$K_1 = I_{II}/I_I$ – поправочный коэффициент на расстояние между фазами							
1	110 (1.13)	1,02	1,02	1,02	1,03	1,03	1,03
2	160 (1.64)	1,05	1,05	1,06	1,06	1,06	1,06
3	225 (2.30)	1,08	1,08	1,09	1,09	1,09	1,09
4	315 (3.22)	1,11	1,12	1,12	1,13	1,13	1,13
$K_2 = I_{III}/I_{II}$ – поправочный коэффициент на трубы							
1	110 (1.13)	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98
2	160 (1.64)	0,88	0,90	0,92	0,94	0,96	0,97
3	225 (2.30)	0,87	0,89	0,92	0,94	0,96	0,97
4	315 (3.22)	0,87	0,89	0,92	0,95	0,97	0,99
$K = K_1 \cdot K_2 = I_{III}/I_I$ – поправочный коэффициент на прокладку кабелей в трубах							
1	110 (1.13)	0,95	0,96	0,97	0,99	1,00	1,00
2	160 (1.64)	0,93	0,95	0,97	1,00	1,01	1,03
3	225 (2.30)	0,95	0,97	1,00	1,03	1,05	1,07
4	315 (3.22)	0,97	1,00	1,03	1,07	1,10	1,12

Поправочные коэффициенты на трубы

1. Показано, что степень влияния трубы на пропускную способность кабельной линии зависит от целого ряда факторов (диаметр трубы, параметры грунта и др.), и в общем случае часто используемый проектировщиками универсальный поправочный коэффициент 0.9 на трубы не будет верным.

2. Ряд оценочных расчетов, выполненных на примере кабеля 110 кВ, продемонстрировал, что такой коэффициент изменяется в широком диапазоне значений от 0.87 до 0.99.

3. Выявлено, что замена традиционной прокладки в открытом грунте на трубную при определенных условиях не только не снижает пропускную способность линии, а даже наоборот способна вызвать ее повышение вплоть до 10%. Это связано с тем, что при больших диаметрах труб они получают значительную площадь контакта с грунтом и хорошо охлаждаются.

Спасибо за внимание!