



Самоограничивающиеся высокотемпературные греющие кабели торговой марки КОСМОГРЕВ-Р по ТУ 27.32.13-006-32408375-2023

Область применения

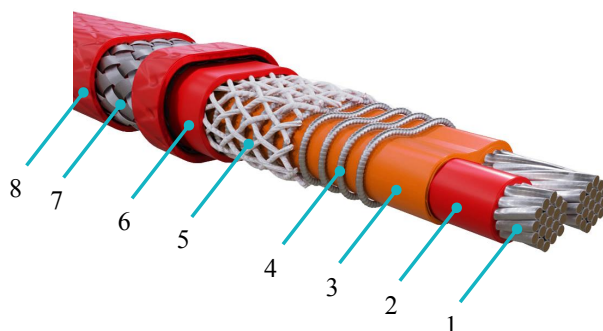
Кабели предназначены для промышленного применения в системах обогрева поверхностей, встроенных в нее или расположенных под ней, в системах прямого или аккумулированного обогрева, в антиобледенительных системах, в местах с высоким риском механических повреждений.

Кабели применяются для обогрева и поддержания необходимой технологической температуры оборудования, трубопроводов, путей железнодорожного транспорта, вертолетных и других площадок к которым предъявляется требование по поддержанию плюсовой температуры, водосточных систем зданий и сооружений и для работы в составе нагревательных устройств и приборов различного назначения. Кабели допустимы к применению во взрывоопасных зонах: класс 1, класс 2(газ), класс 21, класс 22 (пыль).

Кабели предназначены для присоединения к электрическим сетям на номинальное переменное напряжение $(230 \pm 10\%)$ В и $(380 \pm 10\%)$, частотой 50 Гц.

Вид климатического исполнения ХЛ категории размещения 1 - 5 по ГОСТ 15150.

Конструкция



- 1- Токопроводящие жилы из медных никелированных проволок;
- 2- Изоляция из высокотемпературного фторполимера;
- 3- Поясная изоляция из высокотемпературного фторполимера;
- 4- Самоограничивающийся греющий элемент;
- 5- Защитная оплетка из стекловолокна;
- 6- Внутренняя оболочка из высокотемпературного фторполимера;
- 7- Экран в виде оплетки из медных никелированных проволок;
- 8- Оболочка из высокотемпературного фторполимера.

Маркообразование

Пример записи при заказе: «КОСМОГРЕВ-Р 60РзФЭнФ 2х4н-230В ТУ 27.32.13-006-32408375-2023»

КОСМОГРЕВ-Р						60 Рз Ф Эн Ф				2 х 4 н - 230 В				ТУ 27.32.13-006-32408375-2022	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					11	

1. Торговая марка КОСМОГРЕВ-Р
2. Номинальная выходная мощность на единицу длины, при 10°C , Вт/м: 15, 30, 45, 60
3. Тип кабеля: «Рз» - кабель нагревательный резистивный зональный;
4. Материал изоляции: «Ф» – высокотемпературный фторполимер;
5. Тип экрана: «Эн» - экран из медных никелированных проволок.
6. Материал оболочки: «Ф» - оболочка из высокотемпературного фторполимера.
7. Количество токопроводящих жил: 2;
8. Номинальное сечение токопроводящих жил: 1,5, 2,5, 4, 6;
9. Тип покрытия токопроводящих жил: «н» - никелированные тпж;
10. Номинальное напряжение: «230В», «380В»
11. Обозначение технических условий: «ТУ 27.32.13-006-32408375-2023»

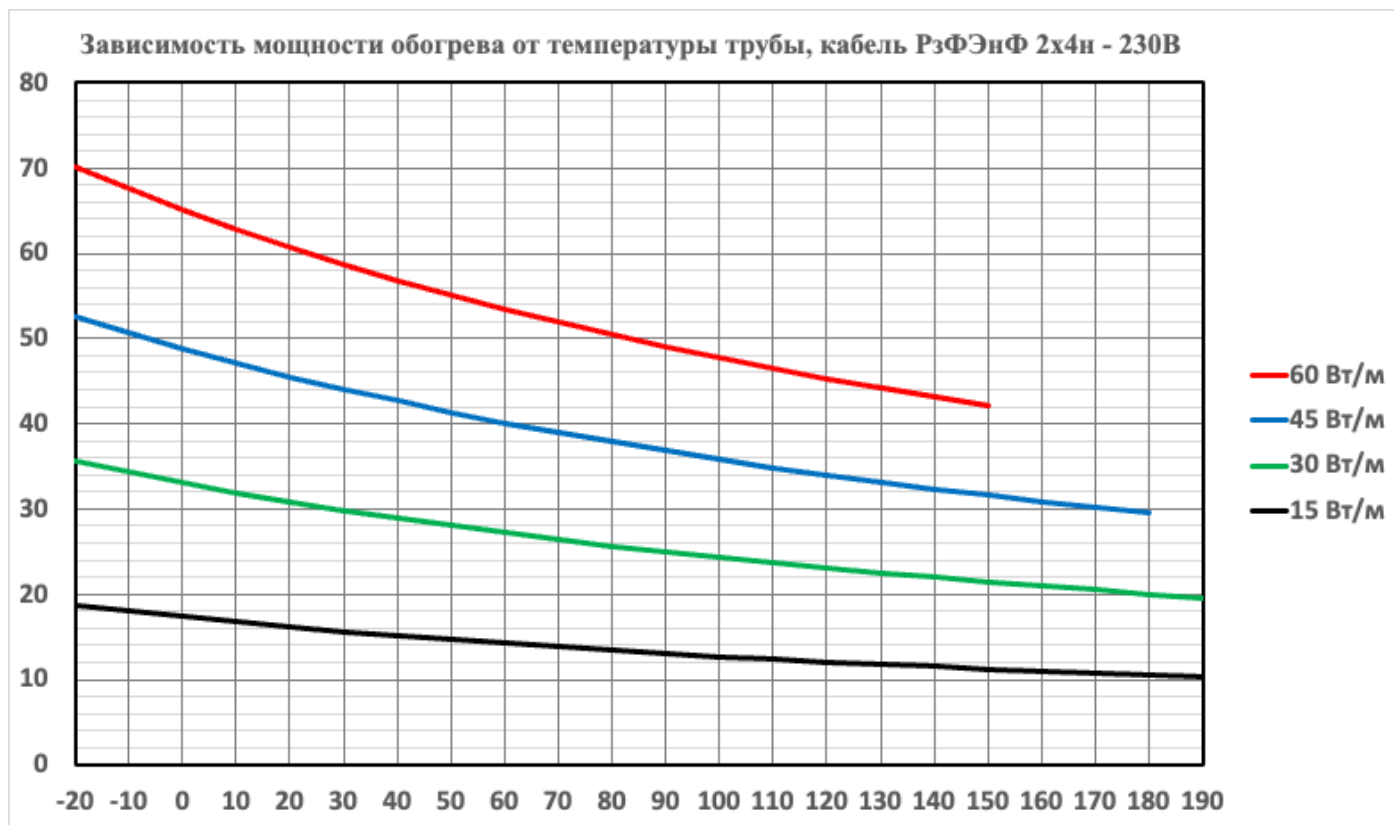


Технические характеристики кабелей

А) Температурные режимы работы кабелей

Мощность кабеля, Вт/м	Максимальная температура воздействия при длительной работе под напряжением кабелей на 230В, °С	Максимальная температура воздействия при длительной работе под напряжением кабелей на 380В, °С	Максимальная температура воздействия при длительной работе без напряжения, °С
15	230	230	260
30	210	215	260
45	180	195	260
60	150	150	260

Б) Номинальная мощность обогрева на теплоизолированных стальных трубах



В) Максимальная длина цепи обогрева при температуре включения -20°C.

Сечение тпж	Максимально допустимая длина цепи обогрева, м							
	Кабели на напряжение 230В				Кабели на напряжение 380В			
	60 Вт/м	45 Вт/м	30 Вт/м	15 Вт/м	60 Вт/м	45 Вт/м	30 Вт/м	15 Вт/м
1,5	70	80	95	135	115	130	160	225
2,5	90	105	125	170	145	170	205	285
4	110	130	160	220	190	215	265	365
6	135	160	195	270	230	265	320	450



Г) Максимальная длина цепи обогрева при использовании автомата типа С в соответствии с EN60898

Ток защиты	Температура включения	Максимальная длина секции греющего кабеля, м			
		60 Вт/м	45 Вт/м	30 Вт/м	15 Вт/м
Сечение тпж 2х4 мм ² , номинальное напряжение - 230 В					
16 А	- 20 °С	50	70	100	195
	+ 10 °С	55	75	110	220*
25 А	- 20 °С	80	110	160*	220*
	+ 10 °С	90	120	160*	220*
32 А	- 20 °С	110*	130*	160*	220*
	+ 10 °С	110*	130*	160*	220*
40 А	- 20 °С	110*	130*	160*	220*
	+ 10 °С	110*	130*	160*	220*
Сечение тпж 2х4 мм ² , номинальное напряжение - 380 В					
16 А	- 20 °С	90	110	170	335
	+ 10 °С	95	125	185	365*
25 А	- 20 °С	140	185	265*	365*
	+ 10 °С	150	210	265*	365*
32 А	- 20 °С	185	215*	265*	365*
	+ 10 °С	190*	215*	265*	365*
40 А	- 20 °С	190*	215*	265*	365*
	+ 10 °С	190*	215*	265*	365*
Сечение тпж 2х6 мм ² , номинальное напряжение - 230 В					
16 А	- 20 °С	50	70	100	195
	+ 10 °С	55	75	110	225
25 А	- 20 °С	80	110	165	270*
	+ 10 °С	90	120	190	270*
32 А	- 20 °С	105	140	195*	270*
	+ 10 °С	120	160*	195*	270*
40 А	- 20 °С	135*	160*	195*	270*
	+ 10 °С	135*	160*	195*	270*
Сечение тпж 2х6 мм ² , номинальное напряжение - 380 В					
16 А	- 20 °С	80	110	165	335
	+ 10 °С	90	125	180	365
25 А	- 20 °С	135	180	275	450*
	+ 10 °С	145	205	315	450*
32 А	- 20 °С	180	245	320*	450*
	+ 10 °С	200	265*	320*	450*
40 А	- 20 °С	230*	265*	320*	450*
	+ 10 °С	230*	265*	320*	450*

*-максимальная длина не должна превышать указанные значения при использовании поправочных коэффициентов по напряжению.

Расчет длин секций на базе кабелей с сечением жил 1,5 и 2,5 мм², по запросу.



Д) Поправочные коэффициенты при рабочем номинальном напряжении 254 В

Мощность кабеля, Вт/м	Мощность обогрева	Длина цепи
15	1,2	1,05
30	1,19	1,04
45	1,19	1,04
60	Не допустимо	Не допустимо

Для обеспечения максимальной безопасности и защиты от возгорания необходимо использовать УЗО на 30 мА. Если по результату проектирования получается более высокий ток утечки на землю, для устройства с регулируемым током срабатывания предпочтительный уровень тока срабатывания составляет на 30 мА выше характеристики греющего кабеля по утечке на землю, или следующее доступное значение тока срабатывания для устройств с нерегулируемым током срабатывания, но максимум 300 мА.

Е) Номинальные размеры и вес кабелей

Параметры	15...60РзФЭнФ 2х1,5н	15...60РзФЭнФ 2х2,5н	15...60РзФЭнФ 2х4н	15...60РзФЭнФ 2х6н
Толщина кабеля, мм	8,2	8,7	9,2	9,7
Ширина кабеля, мм	11	12	13	14
Вес кабеля, г/м	163	200	240	285

Ж) Номинальная длина холодного ввода/зоны греющего элемента

Параметры	60 Вт/м	45 Вт/м	30 Вт/м	15 Вт/м
Кабели на 230В, мм	460-540	530-630	650-760	900-1050
Кабели на 380В, мм	690-820	800-940	970-1140	1350-1600

Указания по эксплуатации

А) Тип обогреваемой поверхности:

- Углеродистая сталь;
- Нержавеющая сталь;
- Окрашенный или неокрашенный металл.

Б) Химическая стойкость:

- Органические и коррозионные среды;
- Нефтепродукты;
- Буровые растворы;
- Морская вода;
- Растворы кислот.

В) Температура эксплуатации:

- от минус 60 °С (минус 180 °С*) до + 260 °С.
- * - по специальному заказу, оговаривается при заказе.

Г) Минимальная температура монтажа:

- минус 60 °С.

Д) Минимальный радиус изгиба при монтаже при минимальной температуре -60 °С:

- 20 мм.

Е) Срок службы кабелей:

- более 30 лет.



ПРЕИМУЩЕСТВО ПРИМЕНЕНИЯ САМООГРАНИЧИВАЮЩИХСЯ КАБЕЛЕЙ ПО СРАВНЕНИЮ С САМОРЕГУЛИРУЮЩИМИСЯ.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

Сравнительная таблица самоограничивающихся кабелей КОСМОГРЕВ-Р и саморегулирующихся («Самрег») на базе полимерной матрицы.

Параметр	КОСМОГРЕВ-Р	«Самреги»	Примечание
Срок службы	Более 30 лет	Менее 15 лет	При расчете стоимости владения системы электрообогрева на «самрегах» необходимо учитывать полную замену каждые 15 лет
Требование к качеству монтажа	Низкое	Высокое	«Самреги» боятся любых деформаций в виде перекрутов и торцевых изгибов
Влияние влаги на работоспособность	Низкое	Высокое	При попадании влаги на матрицу «самрегов» потеря мощности может достигать 10% при каждом цикле заморозки и разморозки [1].
Коэффициент пусковых токов при холодном пуске системы	1,13	5-9	Необходимо использовать специализированные устройства управления системой электрообогрева на базе «самрегов». А также потребуются более мощные автоматы и увеличенное сечение питающего кабеля.
Максимальная длина секции	До 450 м	до 150 м	Необходимо как минимум удвоенное количество коробок и питающих кабелей для системы на базе «самрегов»
Разброс мощности кабеля	+/- 1-3%	+/- 30%	Перерасход греющего кабеля на стадии проектирования, либо перерасход электроэнергии на стадии эксплуатации системы электрообогрева на базе «самрегов»

1. Влияние качества монтажа на надежность электрообогрева.

Саморегулирующиеся кабели имеют, как правило, две параллельные токопроводящие жилы, покрытые слоем полупроводящего, наполненного углеродом полимера, так называемой матрицей. Поверх матрицы укладываются слои электрической изоляции, экранирующая оплетка и защитная оболочка, см. рисунок 1.



Рисунок 1

Полупроводящую матрицу можно условно представить в виде очень большого числа сопротивлений см. рисунок 2, подключенных параллельно токопроводящим жилам.

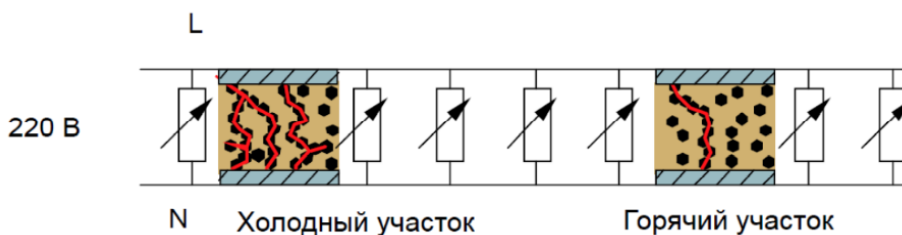


Рисунок 2

При подаче напряжения на токопроводящие жилы в полупроводящей матрице возникает ток, вызывающий выделение тепла. За счет выделения тепла материал матрицы расширяется и контактные связи между отдельными частицами углерода нарушаются. Сопротивление матрицы растет и ток уменьшается. Через некоторое время ток и температура стабилизируются. Таким образом получаем эффект саморегулирования в зависимости от температуры внешней среды.

При монтаже саморегулирующиеся кабели запрещено перекручивать и изгибать ребром.

Как правило, монтажники не всегда соблюдают эти правила особенно в стесненных условиях. Подобные деформации приводят к нарушению адгезии матрицы к токопроводящим жилам и как следствие падение мощности кабеля и локальные участки без нагрева.

В самоограничивающихся кабелях КОСМОГРЕВ-Р отсутствует полупроводящая матрица, а надежность контакта греющего элемента с токопроводящими жилами обеспечивается пайкой, что гарантирует качество контакта, даже при перекрутах и изгибах кабеля на ребро.

При этом в самоограничивающихся кабелях КОСМОГРЕВ-Р в качестве нагревательного элемента применяется сплав, обладающий свойствами РТС (положительный температурный коэффициент), за счет этого кабели обладают свойством частичного саморегулирования, что позволяет пересекать их в одном месте не более одного раза.

Герметизация кабеля в процессе монтажа обязательное требование!

Саморегулирующая матрица чувствительна к наличию влаги и к циклам «нагрев-охлаждение».

Потеря мощности кабеля с влагой внутри после каждого цикла замораживания может достигать 10% [1]. Самоограничивающиеся кабели КОСМОГРЕВ-Р не теряют мощность при попадании влаги.

2. Величина удельного пускового тока системы.

Саморегулирующиеся кабели характеризуются величиной пускового тока в зависимости от температуры в момент включения. Это значение тока, в момент включения питания. Пусковой ток в основном спадает в течение первой минуты, но полная стабилизация занимает примерно 5 минут. Максимальная абсолютная величина пускового тока определяется длиной нагревательного кабеля, температурой объекта и конструкцией конкретного нагревательного кабеля.

Как правило, запуск систем выполняется, когда трубы и тепловая изоляция холодные. Исходя из конструкции саморегулирующихся кабелей, чем ниже температура, тем ниже сопротивление нагревательной матрицы кабеля и тем выше пусковой/стартовый ток.

Для сравнения, в таблице 1 приведен анализ величин пусковых токов различных систем на 230В.

Таблица 1

Тип кабеля	Мощность кабеля при +10°C	Длина секции, м	Рабочий ток при +10°C, А	Пусковой ток при -20°C, А	Кпуск
3ЗНТР2-ВР	33	23	3,3	27,1	9
КОСМОГРЕВ-Р 30РзФЭнФ 2х4н	32	23	3,2	3,6	1,13

Как видно из таблицы, пусковой ток при -20°C в системе электрообогрева на базе саморегулирующихся кабелей превышает в 9 раз рабочий ток при +10°C, при этом в аналогичной



системе на базе самоограничивающихся кабелей КОСМОГРЕВ-Р пусковой ток превышает рабочий всего на 13%.

В связи с тем, что технические характеристики автоматов защиты от короткого замыкания, перегрузок по току, защиты от утечек на землю, сечение питающих кабелей, а следовательно, и их цена напрямую зависят от величины пускового тока, проектным организациям и конечным заказчикам следует обращать на данный момент пристальное внимание.

Для снижения значений пусковых токов саморегулирующихся кабелей и одновременного уменьшения номиналов автоматических выключателей и сечений питающих силовых кабелей необходимо использовать специализированные устройства управления системой электрообогрева.

3. Длина секции

Ввиду технологических особенностей производства, сечения токопроводящих жил в кабелях саморегулирующихся, как правило применяются от 1,0 до 1,5 мм². От величины сечения жилы саморегулирующего кабеля напрямую зависит длина нагревательной секции.

В кабелях самоограничивающихся КОСМОГРЕВ-Р возможно применение любых сечений токопроводящих жил. Как правило, используют сечения от 2,5 до 6 мм². Применение кабеля с большим сечением токоведущей жилы позволит увеличить длину нагревательной секции, сократить количество нагревательных секций для обогрева трубопроводов значительной длины и, соответственно, сократить количество вспомогательных электроустановочных изделий (соединительных коробок, питающих кабелей и. т.д), т.о. сэкономить на материалах и монтажных работах.

Длина секции самоограничивающихся КОСМОГРЕВ-Р кабелей, ввиду низких пусковых токов, больших напряжений и больших сечений, при одинаковой мощности, может в 2-3 раза превышать длину по сравнению с секцией на базе саморегулирующихся кабелей.

4. Окно мощности

Окно мощности, т. е. отклонение выделяемой мощности от номинального значения, выраженное в %. Саморегулирующиеся кабели производятся с некоторым отклонением по мощности от номинального значения. Данный разброс может составлять до +/-30% от номинального значения. По понятным причинам многие производители не указывают данную техническую характеристику в своей документации. Для потребителя применение кабеля с широким окном мощности будет означать либо перерасход греющего кабеля на стадии проектирования, либо перерасход электроэнергии на стадии эксплуатации системы электрообогрева.

Самоограничивающиеся кабели КОСМОГРЕВ-Р изготавливают с разбросом 1-3%, за счет возможности точного контроля длины секции нагрева при изготовлении.

5. Срок службы кабелей

Самый важный показатель при выборе кабеля для системы электрообогрева является срок службы, ограничиваемый процессом деградации полимерной матрицы.

Деградация означает снижение тепловыделяющей способности (падение мощности) греющего кабеля. Кабель с дефектами греющей матрицы может частично (или полностью) терять тепловыделяющие свойства на некоторых участках кабеля, т.е некоторые участки кабеля будут выделять тепло (нагреваться), а некоторые нет. В таком случае система обогрева будет работать с падением проектной мощности, что может привести, в худшем случае, либо к замерзанию обогреваемого оборудования, либо к существенному перерасходу электроэнергии.



Полупроводниковая матрица теряет в среднем 2-3% мощности в год. Но это усредненный показатель, при неблагоприятных условиях он может достигать и цифры в 15% при условии высокой интенсивности эксплуатации.

Таким образом, за 10 лет кабель потеряет 30% мощности. Дальнейшая его эксплуатация приведет к перемерзанию оборудования и трубопроводов.

Для самограничивающихся кабелей КОСМОГРЕВ-Р наработка определяется стойкостью к коррозии мест контакта греющего элемента с токопроводящими жилами, которые надежно покрыты слоем пайки. Что обеспечивает срок службы более 30 лет.

6. Экономические показатели

Пример сравнительного расчета системы электрообогрева трубопровода на базе самограничивающихся кабелей КОСМОГРЕВ-Р и саморегулирующихся кабелей.

Исходные данные:

Температурный режим		Параметры трубопровода	
Т наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92	-38°C	Длина трубы	360 м
T _{min} абсолютная минимальная	-38°C	Диаметр трубы	89 мм
T _{max} окружающей среды	+43°C	Количество вентилей	9
T _{пуск} системы обогрева	-20°C	Количество опор	90
T _{под} требуемая	+30°C	Теплоизоляция	Минвата
T _{тех} технологическая	+80°C	Коэффициент теплопроводности	0,038 Вт/м·К
T пропарки	+260°C	Толщина изоляции	50 мм

Результат расчета:

	КОСМОГРЕВ-Р		Высокотемпературный саморегулирующийся кабель HTSX			Высокотемпературный саморегулирующийся кабель BTC		
Марка кабеля	КОСМОГРЕВ-Р 30РзФЭнФ 2х4н		HTSX 12-2			37BTC		
Количество кабеля	438 м		441 м			441 м		
Количество секций	3 по 146 м		6 по 73-74 м			6 по 73-74 м		
Номинал автоматов	25А		2х20А			2х25А		
Питающие кабели	5х16	3х16	5х10	3х10	5х25	5х16	3х10	5х25
Длина питающего кабеля (ШУ на расстоянии 200 м от трубопровода)	273 м	152 м	273 м	174 м	540 м	273 м	174 м	540 м
Количество коробок	2 шт		4 шт			4 шт		
Количество комплектов для соединения	6 шт		12 шт			12 шт		

Как видно из примера расчета, затраты на перерасход питающего кабеля и вспомогательного оборудования при организации системы электрообогрева на базе саморегулирующихся кабелей может значительно превышать стоимость нагревательных кабелей.

Список литературы:

1. Технический обзор. Основные проблемы и особенности применения и эксплуатации саморегулирующихся греющих кабелей в системах промышленного электрообогрева нефтегазовой отрасли. 16 листов. ООО «Сиб Контролс»