



СТАЛЕАЛЮМИНИЕВЫЕ КОНТАКТНЫЕ РЕЛЬСЫ ДЛЯ ПАССАЖИРСКОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Введение	4
1.1. . . .	Общая информация	4
1.2. . . .	Установка	4
1.3. . . .	Электрический износ	4
1.4. . . .	Стабильность механических свойств	4
1.5. . . .	Надежное механическое соединение	4
1.6. . . .	Заключение	4
2.	Новый сталеалюминиевый контактный рельс	5
2.1. . . .	Общая информация	5
2.2. . . .	Алюминиевый рельс	5
2.2.1. . .	Материал	5
2.2.2. . .	Прессовая матрица	5
2.2.3. . .	Поперечные следы матрицы при остановке прессы	5
2.2.4. . .	Закалка в воде	5
2.2.5. . .	Свидетельство о проверке	5
2.2.6. . .	Заключение	5
2.3. . . .	Вставка из нержавеющей стали	5
2.3.1. . .	Нержавеющая сталь	5
2.3.2. . .	Предварительное изготовление	5
2.3.3. . .	Толщина стали	6
2.4. . . .	Сборка стальной вставки и алюминиевого рельса	6
3.	Номинальные параметры контактного рельса	7
3.1. . . .	Электрические параметры	7
3.1.1. . .	Электрическое сопротивление	7
3.1.2. . .	Величина электрического сопротивления во время эксплуатации	7
3.1.3. . .	Сила тока	7
3.1.4. . .	Переходное сопротивление сталеалюминиевого контактного рельса	8
3.1.5. . .	Полное переходное сопротивление	8
4.	Вывод	9
5.	Технические данные – ASS 5100+	10
5.1. . . .	Номинальные размеры	10
5.2. . . .	Номинальные характеристики контактного рельса	10
5.3. . . .	Номинальные технические характеристики материала	11
5.4. . . .	Сопротивление короткого замыкания	12
5.5. . . .	Номинальный ток	12
5.6. . . .	Механические свойства	12
5.6.1. . .	Гибка сталеалюминиевого контактного рельса	12
5.6.2. . .	Прогиб под собственным весом	12
5.6.3. . .	Тепловое расширение сталеалюминиевого контактного рельса	12

6.	Технические данные – ASS 5100.....	13
6.1	Номинальные размеры	13
6.2	Номинальные характеристики контактного рельса	13
6.3	Номинальные технические характеристики материала	14
6.4	Сопротивление короткого замыкания.	15
6.5	Номинальный ток	15
6.6	Механические свойства	15
6.6.1	Гибка сталеалюминиевого контактного рельса	15
6.6.2	Прогиб под собственным весом	15
6.6.3	Тепловое расширение сталеалюминиевого контактного рельса.	15
7.	Технические данные – ASCR 4000	16
7.1	Номинальные размеры	16
7.2	Номинальные характеристики контактного рельса	16
7.3	Номинальные технические характеристики материала	17
7.4	Сопротивление короткого замыкания.	18
7.5	Номинальный ток	18
7.6	Механические свойства	18
7.6.1	Гибка сталеалюминиевого контактного рельса	18
7.6.2	Прогиб под собственным весом	18
7.6.3	Тепловое расширение сталеалюминиевого контактного рельса.	18
8.	Технические данные – ASS 3500.....	19
8.1	Номинальные размеры	19
8.2	Номинальные характеристики контактного рельса	19
8.3	Номинальные технические характеристики материала	20
8.4	Сопротивление короткого замыкания.	21
8.5	Номинальный ток	21
8.6	Механические свойства	21
8.6.1	Гибка сталеалюминиевого контактного рельса	21
8.6.2	Прогиб под собственным весом	21
8.6.3	Тепловое расширение сталеалюминиевого контактного рельса.	21
9.	Специальные компоненты.....	22

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Общая информация

Сталеалюминиевые контактные рельсы широко используются во всем мире уже более 40 лет. За это время в их конструкцию было внесено множество изменений, что позволило устранить большинство проблем, связанных с механическим соединением алюминиевого корпуса и полосы из нержавеющей стали. Однако новые требования к простоте установки, электрическому износу, электромагнитным помехам, надежности соединения алюминиевого корпуса и стальной полосы, которое можно было бы легко разъединить для утилизации материалов, а также к приемлемой и безопасной толщине стали и т.д., связаны с новыми проблемами и до сих пор не были выполнены ни в одном из имеющихся на рынке продуктов.

1.2 Установка

Контактные рельсы поставляются в виде секций длиной до 18 м. Для их соединения используется стыковая вставка. При некоторых относительных допусках разных контактных рельсов стальная полоса может находиться в разных положениях в соединенных рельсах. Поскольку переход между рельсами должен быть плавным, необходимо выполнить шлифование вставки из нержавеющей стали, что приведет к уменьшению толщины, а, следовательно, и срока службы контактного рельса. Кроме того, во избежание соскакивания токосъемника приходится шлифовать достаточно протяженный участок.

В частности, при использовании рельсов с искривленными концами может возникнуть необходимость предварительного подбора рельсов. Соединение рельсов с искривленными концами зачастую требует большого количества времени и усилий. Кроме того, в данном случае приходится выполнять шлифовку стальной вставки на обоих контактных рельсах.

1.3 Электрический износ

Для обеспечения плавного движения и надежного электрического контакта токосъемников стальная вставка должна иметь плоскую поверхность без продольных волнообразных участков.

Образование искр между стальной поверхностью и токосъемником, вызванное неровностями на поверхности из нержавеющей стали, приводит к следующим негативным последствиям:

- электромагнитные помехи (ЭМП);
- шум;
- электрический износ стальной полосы.

Учитывая, что в двух из трех случаев износ является электрическим (вызван наличием электрических искр) и только в одном случае вызван механическим истиранием, плавное движение токосъемника может значительно повысить износостойкость. На плоских и ровных стальных поверхностях вероятность образования электрических искр между стальной вставкой и токосъемником значительно ниже.

1.4 Стабильность механических свойств

Алюминиевые профили формируют из алюминиевых заготовок. При непрерывном цикле производства контактных рельсов заготовки загружаются в пресс друг за другом. При загрузке новой заготовки в пресс процесс прерывается, в результате чего при остановке пресса образуются поперечные следы матрицы. Поперечные следы матрицы при остановке пресса похожи на круглый след, образующийся вокруг всего периметра профиля на выходе из матрицы, и находятся в месте остановки пресса. Поперечные следы при остановке пресса появляются перед зоной сварки. В данной зоне новая заготовка подается за предыдущей заготовкой. В зоне сварки двух заготовок свойства прессованного профиля значительно ухудшаются, в частности, происходит снижение прочности материала, в результате чего не получается добиться требуемого качества материала в данной части рельса.

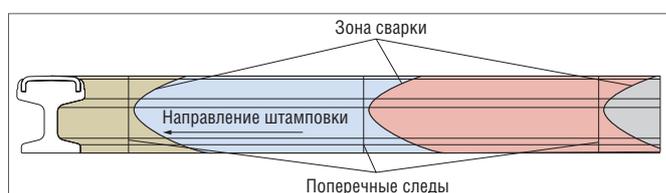


Рис. 1.4 Поперечные следы матрицы при остановке пресса перед зоной сварки

1.5 Надежное механическое соединение

В зависимости от способа соединения полосы из нержавеющей стали с алюминиевым корпусом прочность механического соединения может снижаться по мере уменьшения толщины стальной полосы. Данное явление может быть замечено только после длительного времени эксплуатации. Из-за разных коэффициентов теплового расширения стали и алюминия очень важно, чтобы прочность механического соединения не зависела от износа полосы из нержавеющей стали.

1.6 Заключение

На основании нашего опыта и данных железнодорожного персонала особое внимание требуется обратить на следующие моменты:

- уменьшенные общие допуски по размерам;
- ровная поверхности стали;
- стабильность свойств материала;
- прочность механического соединения.

2 НОВЫЙ СТАЛЕАЛЮМИНИЕВЫЙ КОНТАКТНЫЙ РЕЛЬС

2.1 Общая информация

Учитывая вышесказанное, было принято решение о необходимости разработки нового типа контактного рельса, при изготовлении которого использовались бы апробированные способы.

Сталеалюминиевый контактный рельс состоит из двух основных компонентов:

- рельс из пресованного алюминия (алюминиевый профиль);
- предварительно выполненная вставка из нержавеющей стали.

Ниже приведено подробное описание основных компонентов, производственного процесса и преимуществ.

2.2 Алюминиевый рельс

2.2.1 Материал

Алюминиевый рельс изготавливается из специально подобранных алюминиевых заготовок из алюминиевого сплава AW6060 или аналогичного материала, соответствующего установленным нормативам. Свойства данного сплава соответствуют последним достижениям науки, т.е. он имеет высокую механическую прочность и оптимальную электрическую проводимость.

2.2.2 Прессовая матрица

Алюминиевый контактный рельс представляет собой цельный профиль. Данный способ штамповки позволяет гарантировать незначительные отклонения от абсолютных размеров при минимальных относительных допусках для разных рельсов.

2.2.3 Поперечные следы матрицы при остановке пресса

Алюминиевый контактный рельс изготавливается из последовательно загружаемых заготовок, однако каждый участок зоны сварки (участок с поперечными следами при остановке следа) обрезается, как показано на следующем рисунке. При этом на контактных рельсах нет поперечных следов матрицы при остановке пресса или зон сварки нескольких заготовок. Это позволяет обеспечить стабильные высокие механические свойства по всей длине.

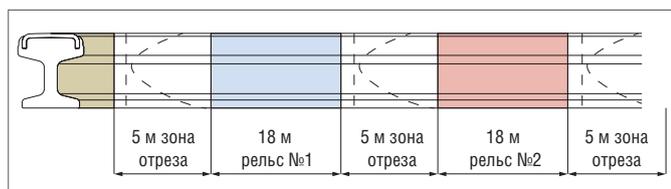


Рис. 2.2.3 Максимально эффективное использование заготовок алюминиевых рельсов

2.2.4 Закалка в воде

Во избежание скручивания материала в левую или правую сторону после формирования рельса его закаляют в воде в вертикальном положении. Это позволяет полностью или почти полностью исключить вероятность деформации, вызванной неравномерным изменением температуры (при водяном охлаждении).

2.2.5 Свидетельство о проверке

Качество материала контролируется путем химического анализа алюминиевых заготовок, а механические свойства каждой партии, прошедшей термическую обработку, сертифицируются согласно свидетельству о проверке (EN10204-3.1).

2.2.6 Заключение

Данный метод производства имеет следующие преимущества:

- получение цельного штампованного профиля;
- одинаковая высота контактного рельса;
- закалка профиля в воде в вертикальном положении;
- отсутствие закручивания концов (смежных) контактных рельсов;
- отсутствие необходимости в шлифовании стальной вставки;
- отсутствие поперечных следов матрицы при остановке пресса / зоны сварки на всем контактном рельсе;
- высокая прочность материала по всей длине контактного рельса;
- отборные алюминиевые заготовки с превосходными свойствами материала;
- небольшие симметричные пазы в стыковых вставках и в середине алюминиевой заготовки;
- небольшие пазы помогают определить положение отверстий для сверления, т.е. положение отверстий для соединения рельсов на месте.

2.3 Вставка из нержавеющей стали

2.3.1 Нержавеющая сталь

Вставка из нержавеющей стали предварительно изготавливается из материала X6Cr17. Нержавеющая сталь данной марки используется более 40 лет в специфических условиях в метрополитене и на высокоскоростной железной дороге. Высокое содержание хрома (17%) позволяет гарантировать максимальную сопротивляемость коррозии нержавеющей стали. Специальная нержавеющая сталь имеет высокую сопротивляемость механическому износу и наилучшую сопротивляемость электрическому износу даже в тяжелых условиях искрения и дугообразования. Использование стали с высоким содержанием хрома (17%) исключает вероятность образования электрической коррозии между алюминиевым профилем и вставкой из нержавеющей стали даже при наличии электролита, влаги и льда.

2.3.2 Предварительное изготовление

После изготовления вставки из нержавеющей стали определенной длины выполняется механическая регулировка и установка на алюминиевые рельсы таким образом, чтобы получить цельный длинный прямой брус. Предварительно стальной полосе придается С-образная форма для придания ей высокой жесткости и устойчивости. Это позволяет избежать образования волнообразной поверхности или других продольных деформаций. Стальная полоса является плоской и гладкой как в продольном, так и в поперечном направлении для оптимального скольжения токосъемника и надежного электрического контакта при эксплуатации.

2.3.3 Толщина стали

Толщина стали определяет ее срок службы контактного рельса и полную стоимость. Толщина изнашиваемой части контактного рельса ASS 5100 составляет 6 мм. Благодаря методу сборки вставки из нержавеющей стали и алюминиевого рельса все 6 мм можно использовать для компенсации износа.

2.4 Сборка стальной вставки и алюминиевого рельса

Механическое соединение стальной вставки и алюминиевого рельса выполняется при температуре окружающей среды. После сборки контактный рельс требуется только укоротить/обрезать до требуемой длины. Вставка из нержавеющей стали крепится к верхней части алюминиевого рельса путем вставки алюминия с обеих сторон алюминиевого контактного рельса в отверстия в стальной вставке. Соединение выполняется на участке под изнашиваемой частью нержавеющей стали. Благодаря этому крепление будет подвергаться меньшему износу по сравнению со стальной вставкой.

Соединение с алюминием в продольном направлении также сводит к минимуму влияние разных коэффициентов теплового расширения стали и алюминия (биметаллический эффект). Несмотря на значительное уменьшение силы зажима установленной стальной полосы вместе с уменьшением толщины изнашиваемой части, скольжение между алюминием и сталью не происходит благодаря использованию запатентованного способа соединения алюминия.

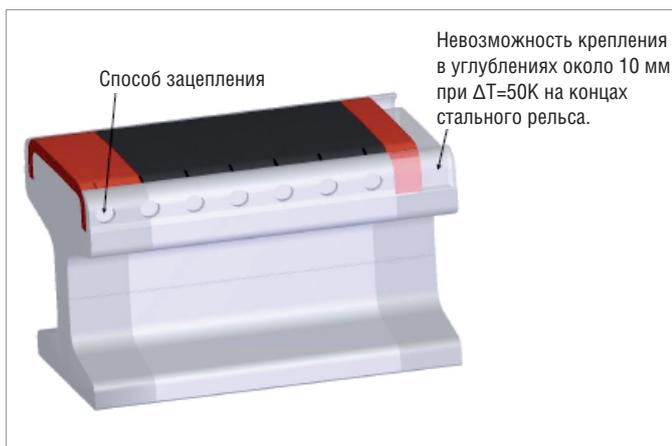


Рис. 2.4.1 Соединение, исключая биметаллический эффект

Формирование отверстий ниже изнашиваемой области стали позволяет сохранить первоначальные свойства соединения на протяжении всего срока эксплуатации при условиях интенсивного износа. Ни одна часть стальной пластины не будет отсоединена, даже при полном износе. Данный подход повышает надежность контактного рельса при эксплуатации и увеличивает интервалы между профилактическими осмотрами.

Нет необходимости в измерении и контроле минимальной толщины стали для обеспечения безопасной работы и предоставления доказательств в случае законного расследования. Контактный рельс необходимо снять при его истирании до алюминиевой части.

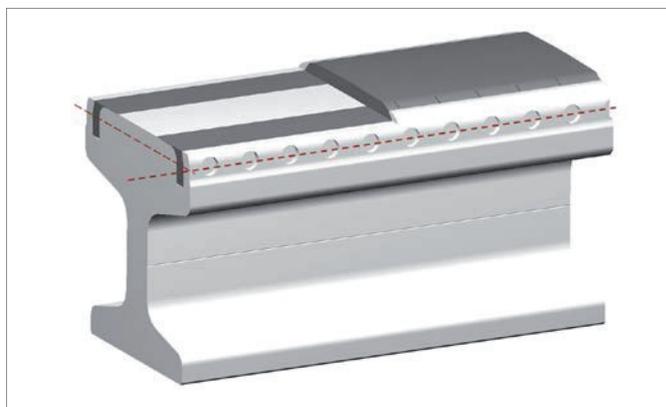


Рис. 2.4.2 Соединение в области ниже изнашиваемой поверхности (из стали)



Рис. 2.4.3 Надежное соединение даже при сильном износе

Наличие отверстий также позволяет обеспечить высокий коэффициент передачи тока между алюминиевым рельсом и вставкой из нержавеющей стали, не зависящий от степени износа компонентов. Наличие отверстий обеспечивает высокое контактное давление и отличные электрические показатели. Тем не менее, предварительное напряжение стальной вставки на верхней части алюминиевого рельса также улучшает электрический контакт. Данный способ изготовления позволяет получить гладкую и защищенную поверхность контактного рельса. В частности, на ней нет острых краев или стыков алюминиевых деталей, которые могли бы представлять опасность для персонала. В соответствии с требованиями по охране окружающей среды по истечении срока службы рельса остатки стальной полосы необходимо отделить от алюминия и направить на утилизацию. Алюминиевое соединение можно удалить, а алюминиевую и стальную вставки можно полностью разделить, что позволит потребителю получить высокий доход от повторной переработки материалов.

Данный метод производства имеет следующие преимущества:

- надежное соединение материала с обеих сторон алюминиевого контактного рельса;
- надежное соединение в течение всего срока службы;
- соединение не зависит от износа или остаточной толщины стали;
- отсутствие опасности освобождения стальных деталей, даже при полном износе;
- возможность полного разделения алюминия и стали для утилизации;
- отсутствие усилия зажима стальной вставки;
- отсутствие возможности скольжения между алюминием и сталью;
- отсутствие вероятности повреждения в результате теплового расширения алюминия и стали;
- надежный электрический контакт за счет высокого контактного давления.

3 НОМИНАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОНТАКТНОГО РЕЛЬСА

3.1 Электрические параметры

3.1.1 Электрическое сопротивление

Электрическое сопротивление R на один метр сталеалюминиевого контактного рельса можно рассчитать по следующей формуле:

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_{\text{Ал.}}} + \frac{1}{R_{\text{Ст.}}}} \quad \text{где } R_{\text{Ст.}} = \frac{1}{\sigma_{\text{Ст.}}} \times \frac{1 \text{ м}}{A_{\text{Ст.}}} \quad \text{и } R_{\text{Ал.}} = \frac{1}{\sigma_{\text{Ал.}}} \times \frac{1 \text{ м}}{A_{\text{Ал.}}}$$

где A = поперечное сечение, σ = удельная проводимость.

Согласно уравнению: $R_{\text{Ст.}} = \frac{A_{\text{Ал.}}}{A_{\text{Ст.}}} \times \frac{\sigma_{\text{Ал.}}}{\sigma_{\text{Ст.}}} \times R_{\text{Ал.}}$ получим, что электрическое сопротивление вставки из нержавеющей стали гораздо выше электрического сопротивления алюминиевого рельса ($R_{\text{Ст.}} = 150 \times R_{\text{Ал.}}$), поэтому его можно не рассматривать при расчете общего сопротивления. Более того, истирание стальной вставки приводит к увеличению ее электрического сопротивления со временем и увеличением степени износа.

3.1.2 Величина электрического сопротивления во время эксплуатации

Во время эксплуатации контактный рельс нагревается до определенной рабочей температуры u . При высокой температуре сопротивление контактного рельса увеличивается согласно температурному коэффициенту α :

$$R_{(u)} = R_0 (1 + \alpha (u - 20^\circ\text{K})); \quad \alpha = 0,004 \text{ K}^{-1};$$

$$\text{где } R_0 = \frac{1}{\sigma_{20^\circ\text{C}}} \times \frac{1 \text{ м}}{A_{\text{Ал.}}}$$

Электрическое сопротивление контактного рельса может быть рассчитано по вышеуказанной формуле, однако электропроводность алюминия зависит от термической обработки алюминиевого сплава. Электропроводность изменяется от 30 МСм/м (гарантированный минимум) до 32 МСм/м в случае хорошей проводимости. Однако опыт эксплуатации указывает на то, что среднее значение превышает 31 МСм/м. Далее на графике представлены значения электрического сопротивления на метр рельса при различных рабочих температурах и различных значениях проводимости алюминия.

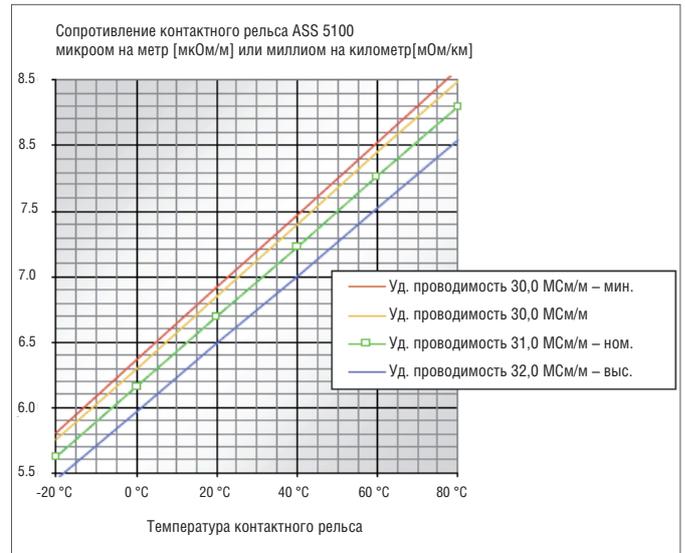


Рис. 3.1.2 Зависимость сопротивления контактного рельса от температуры рельса для модели ASS5100

3.1.3 Сила тока

Сила тока, передаваемого от силовой установки к транспортному средству подается главным образом по алюминиевому рельсу. Ток, который протекает через вставку из нержавеющей стали можно рассчитать по формуле:

$$I_{\text{Ст.}} = \frac{A_{\text{Ст.}}}{A_{\text{Ал.}}} \times \frac{\sigma_{\text{Ст.}}}{\sigma_{\text{Ал.}}} \times I_{\text{Ал.}}, \quad \text{где } A = \text{поперечное сечение, } \sigma = \text{удельная проводимость. Результат: } \frac{A_{\text{Ст.}}}{A_{\text{Ал.}}} = 0,668 \%$$

Поскольку электрический ток через вставку из нержавеющей стали менее 0,7%, им можно пренебречь, как было сказано ранее при расчете электрического сопротивления стали. Электрический ток полностью передается по алюминиевому рельсу.

По длине контактного рельса отсутствует изменение тока между алюминиевым рельсом и вставкой из нержавеющей стали. Переходное сопротивление от алюминиевого рельса к стальной вставке незначительно. Ток проходит через стальную вставку только в месте установки токосъемника и передается непосредственно на данный токосъемник.

3.1.4 Переходное сопротивление сталеалюминиевого контактного рельса

Для оценки переходного сопротивления между алюминиевым рельсом и вставкой из нержавеющей стали было проведено последовательное измерение в отдельных точках, как показано на рис. 3.1.4.1.

Как показано на следующем рисунке, переходное сопротивление зависит от расстояния между точками измерения, т.е. контакт №2 в точке 2a на левой стороне или в точке 2b на центральной оси стальной детали. В самой выступающей точке рядом с алюминиевым соединением переходное сопротивление становится минимальным. Алюминиевое соединение имеет высокую проводимость благодаря высокому контактному давлению на вставку из нержавеющей стали.

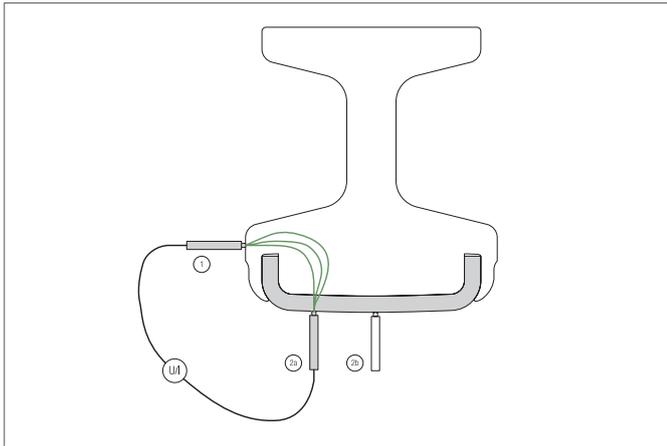


Рис. 3.1.4.1

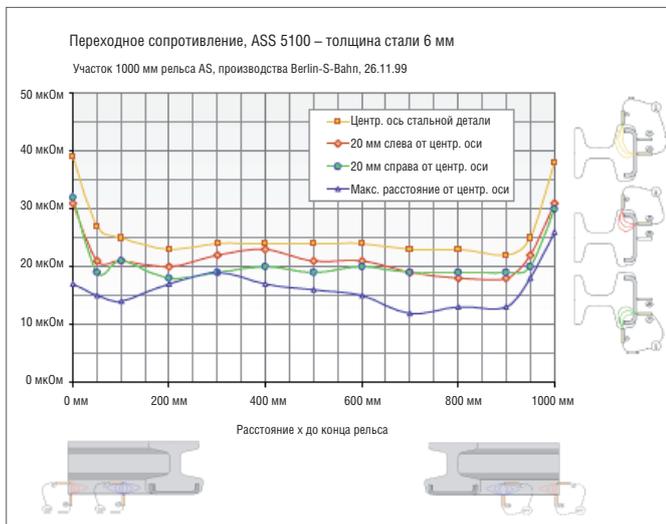


Рис. 3.1.4.2 График зависимости переходного сопротивления алюминий-сталь (контактное сопротивление)

На концах рельса переходное сопротивление увеличивается вдвое, поскольку электрический ток течет только по одной половине (только одна сторона алюминиевой детали). Однако данное физическое явление не указывает на снижение показателей контактного рельса.

Измеряемое переходное сопротивление также зависит от расположения электродов. Данные в соответствующих спецификациях можно сравнивать только в том случае, если переходное сопротивление измерялось с помощью одних и тех же измерительных электродов, поскольку для измерительных устройств нет единого стандарта.

Важно отметить, что переходное сопротивление растет вместе с увеличением толщины нержавеющей стали из-за ее плохой проводимости по сравнению с алюминием. Контактный рельс со стальной вставкой толщиной 6 мм имеет большее переходное сопротивление, чем рельс с вставкой толщиной 5 мм.

3.1.5 Полное переходное сопротивление

Переходное сопротивление между алюминиевым рельсом и вставкой из нержавеющей стали является не столь важным, как ожидалось. Измеренные значения, приведенные в предыдущем разделе, относятся только к переходному сопротивлению в отдельных точках. Таким образом, данный параметр имеет меньшее значение для общего электрические характеристики контактного рельса:

Каждый токосъемник одновременно контактирует с рельсом в нескольких точках или лишь с частью поверхности. Это означает, что параллельно включается несколько переходных сопротивлений, в результате чего общее переходное сопротивление становится гораздо меньше.

При перемещении токосъемника по плоской поверхности полное переходное сопротивление между контактным рельсом и токосъемником будет намного меньше, чем при перемещении по волнообразной стальной поверхности, за счет увеличения общей площади контакта.

Кроме того, на общее переходное сопротивление между поверхностью стали и токосъемником, значительно превышающее переходное сопротивление между алюминием и нержавеющей сталью, сильно влияет наличие грязи на поверхности нержавеющей стали.

Предположим, что общее переходное сопротивление между алюминием и вставкой из нержавеющей стали $R_T = 20$ мкОм в нормальных условиях эксплуатации, тогда электрическая потеря при $I = 1000$ А составляет $P_T(I) = R_T \cdot I^2 = 20$ Вт и ею можно пренебречь при определении общей потери мощности на 500 м контактного рельса.

Пример:

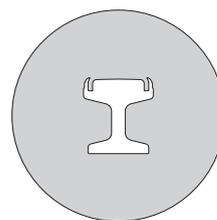
$I = 1000$ А, $P_R(I) = 6,7$ мкОм/м $\cdot 500$ м $\cdot I^2 = 3350$ Вт. Потеря мощности в контактом рельсе длиной 500 м составляет около 3 кВт, что намного больше по сравнению с любыми потерями мощности в переходном сопротивлении.

4 ВЫВОД

Ниже представлено краткое изложение преимуществ данного контактного рельса:

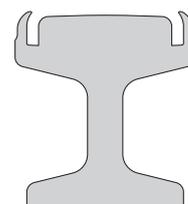
Цельный штампованный профиль

- меньшие допуски;
- отсутствие необходимости шлифовки, увеличенный срок эксплуатации;
- более простая установка.



Закалка профиля в вертикальном положении

- меньшая величина кручения;
- отсутствие необходимости шлифовки, увеличенный срок эксплуатации;
- более простая установка.



Отсутствие зоны сварки/поперечных следов матрицы при остановке пресса

- стабильность механических свойств;
- более высокая мощность короткого замыкания;
- более высокое механическое напряжение.



Предварительно изготовленные прямые стальные вставки

- отсутствие деформации стальной вставки при штамповке;
- отсутствие волнообразных участков на поверхности стали;
- меньший износ, увеличенный срок эксплуатации;
- тихая работа;
- меньшая нагрузка на токосъемник;
- снижение электромагнитных помех.



Надежное соединение стали и алюминия без возникновения усилия зажима

- крепление стали не зависит от силы зажима;
- соединение не подвержено износу;
- отсутствие вероятности проскальзывания между алюминием и сталью;
- отсутствие требований к минимальной толщине стали, нет необходимости в контроле.



Система сталеалюминиевого контактного рельса

Различные размеры рельсов

Тип	ASS 3500	ASCR 4000	ASS 5100	ASS 5100+
Эл. сопротивление (15°C)	9,1 мкОм/м	7,4 мкОм/м	6,6 мкОм/м	6,4 мкОм/м
Вес	14,2 кг/м	16,4 кг/м	17,4 кг/м	17,4 кг/м
Общая высота	95 мм	105 мм	105 мм	105 мм

5 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ – ASS 5100+

5.1 Номинальные размеры

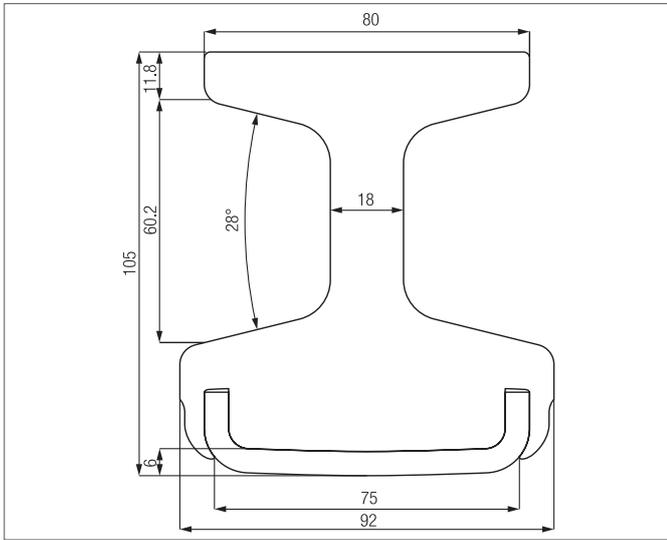


Рис. 5.1.1 Поперечное сечение рельса

5.2 Номинальные характеристики контактного рельса

Контактный рельс ASS 5100+ имеет следующие характеристики:

Общая площадь сечения	5400 мм ²
Общий вес	17,4 кг/м
Эффективная толщина стальной вставки	6 мм
Момент инерции	800 см ⁴
Эл. сопротивление на метр длины	6,4 мкОм при 15°C (*)
Температурный коэффициент	0,004 К ⁻¹
Переходное сопротивление	20-300 мкОм (в разных точках)
Ток 1-секундного короткого замыкания	400 кА
Номинальный ток	См. таблицу ниже (*)



Рис. 5.1.2 Трехмерное изображение рельса

Допустимая токовая нагрузка [A]

Т окр. среды [°C]	Температура рельса [°C]																	
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	
0	1473 A	2069 A	2518 A	2891 A	3213 A	3500 A	3761 A	4000 A	4222 A	4430 A	4626 A	4812 A	4988 A	5157 A	5319 A	5475 A	5626 A	
5		1469 A	2064 A	2513 A	2885 A	3208 A	3496 A	3757 A	3997 A	4220 A	4429 A	4625 A	4812 A	4990 A	5160 A	5323 A	5480 A	
10			1466 A	2060 A	2509 A	2881 A	3204 A	3492 A	3754 A	3995 A	4218 A	4428 A	4626 A	4814 A	4992 A	5164 A	5328 A	
15				1463 A	2057 A	2505 A	2877 A	3201 A	3490 A	3752 A	3994 A	4218 A	4429 A	4628 A	4817 A	4997 A	5169 A	
20					1460 A	2054 A	2502 A	2875 A	3199 A	3488 A	3751 A	3994 A	4220 A	4431 A	4631 A	4821 A	5002 A	
25						1458 A	2052 A	2500 A	2873 A	3198 A	3488 A	3752 A	3995 A	4222 A	4434 A	4635 A	4826 A	
30							1457 A	2050 A	2499 A	2873 A	3198 A	3489 A	3753 A	3998 A	4225 A	4439 A	4641 A	
35								1456 A	2049 A	2499 A	2873 A	3199 A	3490 A	3756 A	4001 A	4230 A	4444 A	ΔT= 50 K
40									1455 A	2049 A	2499 A	2874 A	3200 A	3493 A	3759 A	4005 A	4235 A	ΔT= 45 K
45										1455 A	2049 A	2500 A	2875 A	3203 A	3496 A	3764 A	4011 A	ΔT= 40 K
50											1456 A	2050 A	2501 A	2878 A	3206 A	3500 A	3769 A	ΔT= 35 K
																		ΔT= 30 K

Таблица 5.2.1 Номинальный ток контактного рельса типа ASS 5100+, коэффициент поверхностного загрязнения ≥ 0,3

(*) в зависимости от местных условий и характеристик

Номинальная допустимая токовая нагрузка
ASS 5100+, коэффициент поверхностного загрязнения $\geq 0,3$

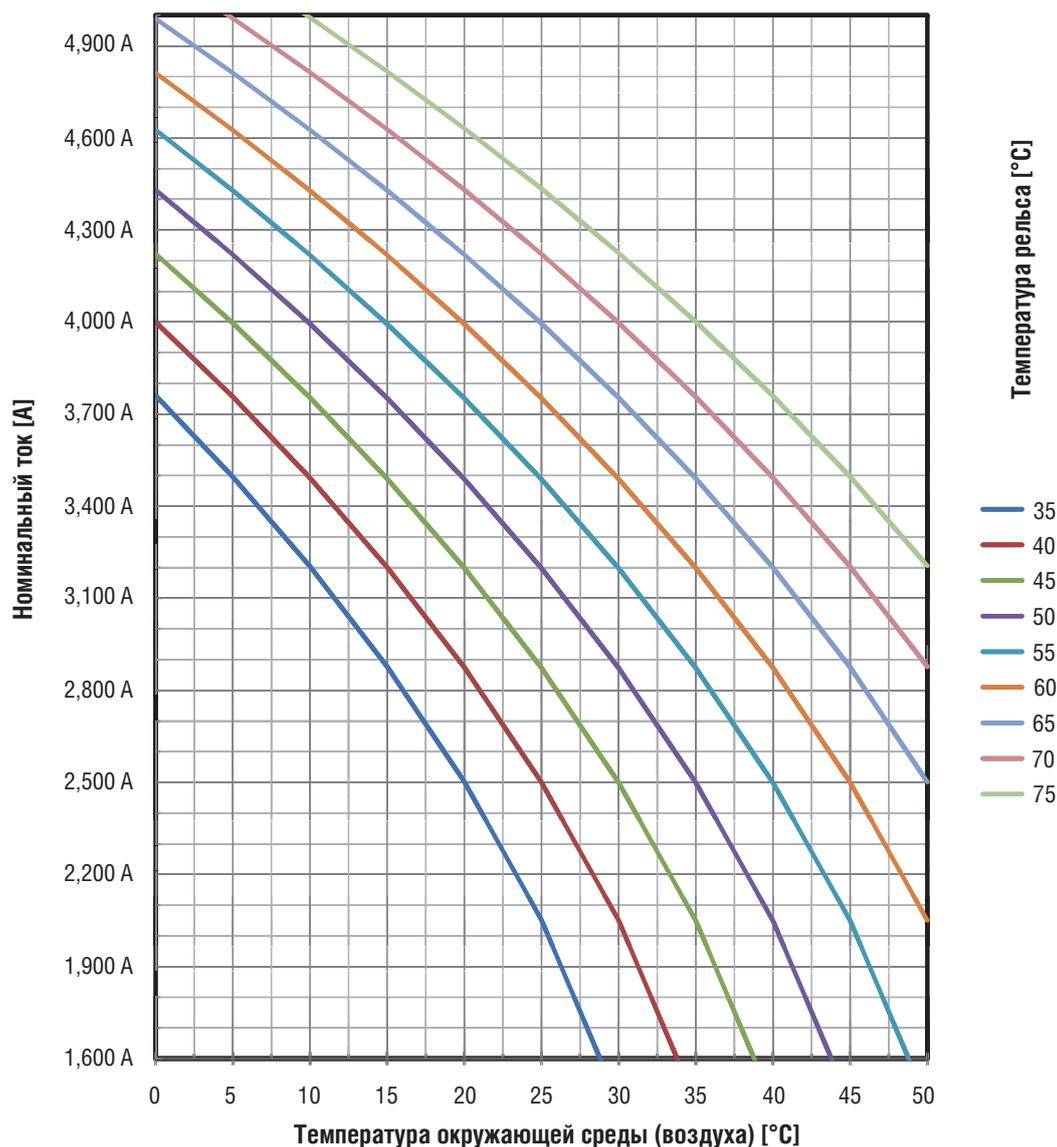


Рис. 5.2.1 График номинального тока контактного рельса типа ASS 5100+ (в зависимости от местных условий и характеристик)

5.3 Номинальные технические характеристики материала

Технические характеристики:		алюминий	нержавеющая сталь
Удельная электропроводность, мин. (20°C)	МСм/м	32	-
Удельная электропроводность, ном. (20°C)	МСм/м	32-33	1,67
Температурный коэффициент сопротивления	К ⁻¹	0,004	0,005
Предел текучести	МПа	170	260
Прочность на разрыв	МПа	215	450
Твердость по Бринеллю	ед.	80	130-170
Модуль упругости	ГПа	69	220
Модуль поперечной упругости	ГПа	27	77
Удельный вес	г/см ³	2,7	7,7
Удельная теплоемкость	Дж/(г·К)	0,92	0,46
Теплопроводность	Вт/(м·К)	197	25
Тепловой коэффициент расширения	10 ⁻⁶ К ⁻¹	24	10

(тепловое расширение составного контактного рельса составляет приблизительно $20,4 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$)

5.4 Сопротивление короткого замыкания

В случае короткого замыкания потери на сопротивлении приводят к увеличению температуры контактного рельса. Максимально допустимая температура рельса составляет 200°C, таким образом, повышение температуры главным образом обусловлено теплопроводностью алюминия. Для таких коротких периодов необходимости в анализе воздушного охлаждения или теплового излучения нет.

Обычно короткое замыкание длится не более 100 мс. Следовательно, короткое замыкание не способно привести к возникновению чрезмерных тепловых нагрузок на сталеалюминиевые рельсы. Даже при более длительном коротком замыкании величина нагрева рельса является незначительной.

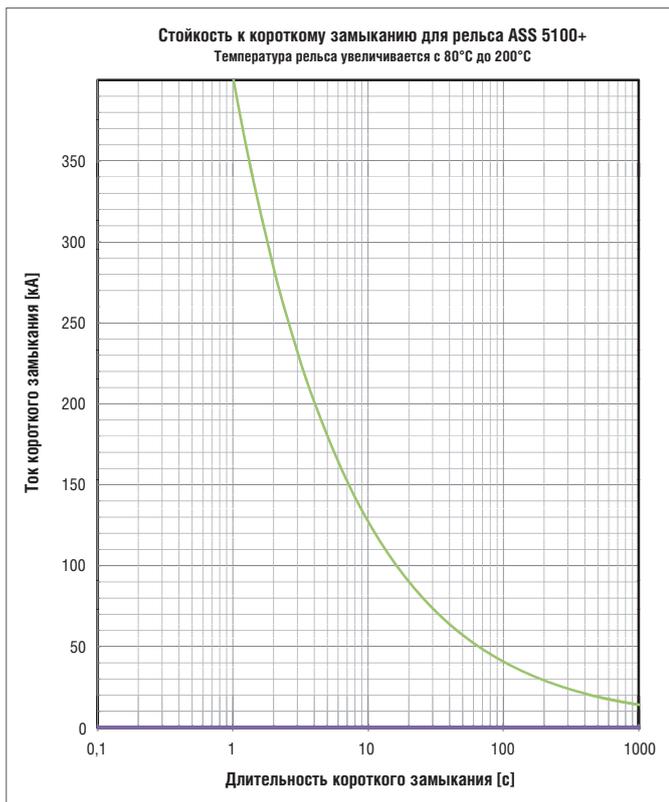


Рис. 5.4.1 График стойкости к короткому замыканию для контактного рельса ASS 5100+

5.5 Номинальный ток

Номинальный ток контактного рельса зависит от температуры окружающей среды и допустимой рабочей температуры контактного рельса. Соответствующие значения приведены в виде таблицы и графика в разделе 5.2. При температуре окружающей среды 20°C и допустимой рабочей температуре 80°C номинальный ток составляет 4821 А.

5.6 Механические свойства

5.6.1 Гибка сталеалюминиевого контактного рельса

Сталеалюминиевый контактный рельс длиной 15-18 м является очень упругим, что исключает необходимость в предварительной гибке.

При радиусе $R \geq 100$ м сталеалюминиевый контактный рельс упруго устанавливается на опоры контактного рельса. При радиусе $R < 100$ м может понадобиться выполнить предварительную гибку. Однако это можно сделать на месте, а не на заводе.

5.6.2 Прогиб под собственным весом

Значения прогиба соединенных контактных рельсов под собственным весом между опорами представлены на следующем графике:

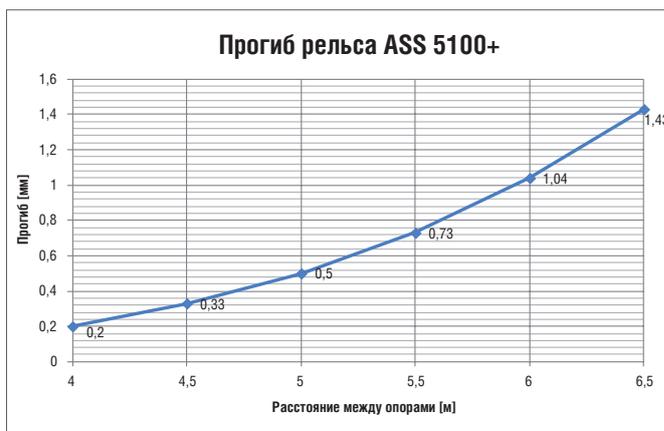


Рис. 5.6.2.1 Расчетное значение прогиба

5.6.3 Тепловое расширение сталеалюминиевого контактного рельса

Тепловое расширение сталеалюминиевого контактного рельса может быть различным.

$\alpha_{Ст.} = 12,0 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, $\alpha_{Ал.} = 23,8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Общее тепловое расширение контактного рельса: $\alpha_{Сталеал.рельс} = 20,4 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

6 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ – ASS 5100

6.1 Номинальные размеры

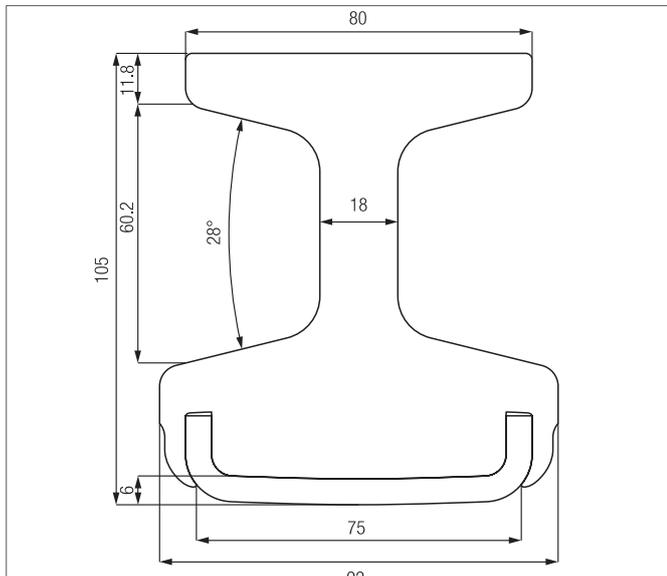


Рис. 6.1.1 Поперечное сечение рельса

6.2 Номинальные характеристики контактного рельса

Контактный рельс ASS 5100 имеет следующие характеристики:

Общая площадь сечения	5400 мм ²
Общий вес	17,4 кг/м
Эффективная толщина стальной вставки	6 мм
Момент инерции	800 см ⁴
Эл. сопротивление на метр длины	6,6 мкОм при 15°C (*)
Температурный коэффициент	0,004 К ⁻¹
Переходное сопротивление	20-300 мкОм (в разных точках)
Ток 1-секундного короткого замыкания	390 кА
Номинальный ток	См. таблицу ниже (*)



Рис. 6.1.2 Трехмерное изображение рельса

Допустимая токовая нагрузка [A]

Т окр. среды [°C]	Температура рельса [°C]																
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
0	1450 A	2037 A	2479 A	2845 A	3163 A	3445 A	3702 A	3937 A	4156 A	4361 A	4554 A	4736 A	4910 A	5076 A	5236 A	5389 A	5538 A
5		1446 A	2032 A	2474 A	2840 A	3158 A	3441 A	3698 A	3934 A	4154 A	4359 A	4553 A	4737 A	4912 A	5079 A	5240 A	5394 A
10			1443 A	2028 A	2469 A	2836 A	3154 A	3437 A	3695 A	3932 A	4152 A	4359 A	4554 A	4738 A	4914 A	5083 A	5244 A
15				1440 A	2024 A	2466 A	2832 A	3151 A	3435 A	3693 A	3931 A	4152 A	4360 A	4556 A	4741 A	4918 A	5088 A
20					1437 A	2022 A	2463 A	2830 A	3149 A	3434 A	3693 A	3931 A	4154 A	4362 A	4559 A	4745 A	4924 A
25						1436 A	2020 A	2461 A	2828 A	3148 A	3433 A	3693 A	3933 A	4156 A	4365 A	4563 A	4751 A
30							1434 A	2018 A	2460 A	2828 A	3148 A	3434 A	3695 A	3935 A	4159 A	4369 A	4568 A
35								1433 A	2017 A	2459 A	2828 A	3148 A	3436 A	3697 A	3938 A	4163 A	4375 A
40									1433 A	2017 A	2460 A	2829 A	3150 A	3438 A	3700 A	3943 A	4169 A
45										1433 A	2017 A	2461 A	2830 A	3152 A	3441 A	3705 A	3948 A
50											1433 A	2018 A	2462 A	2832 A	3156 A	3445 A	3710 A

Таблица 6.2.1 Номинальный ток контактного рельса типа ASS5100, коэффициент поверхностного загрязнения ≥ 0,3

(*) в зависимости от местных условий и характеристик

Номинальная допустимая токовая нагрузка
ASS 5100, коэффициент поверхностного загрязнения $\geq 0,3$

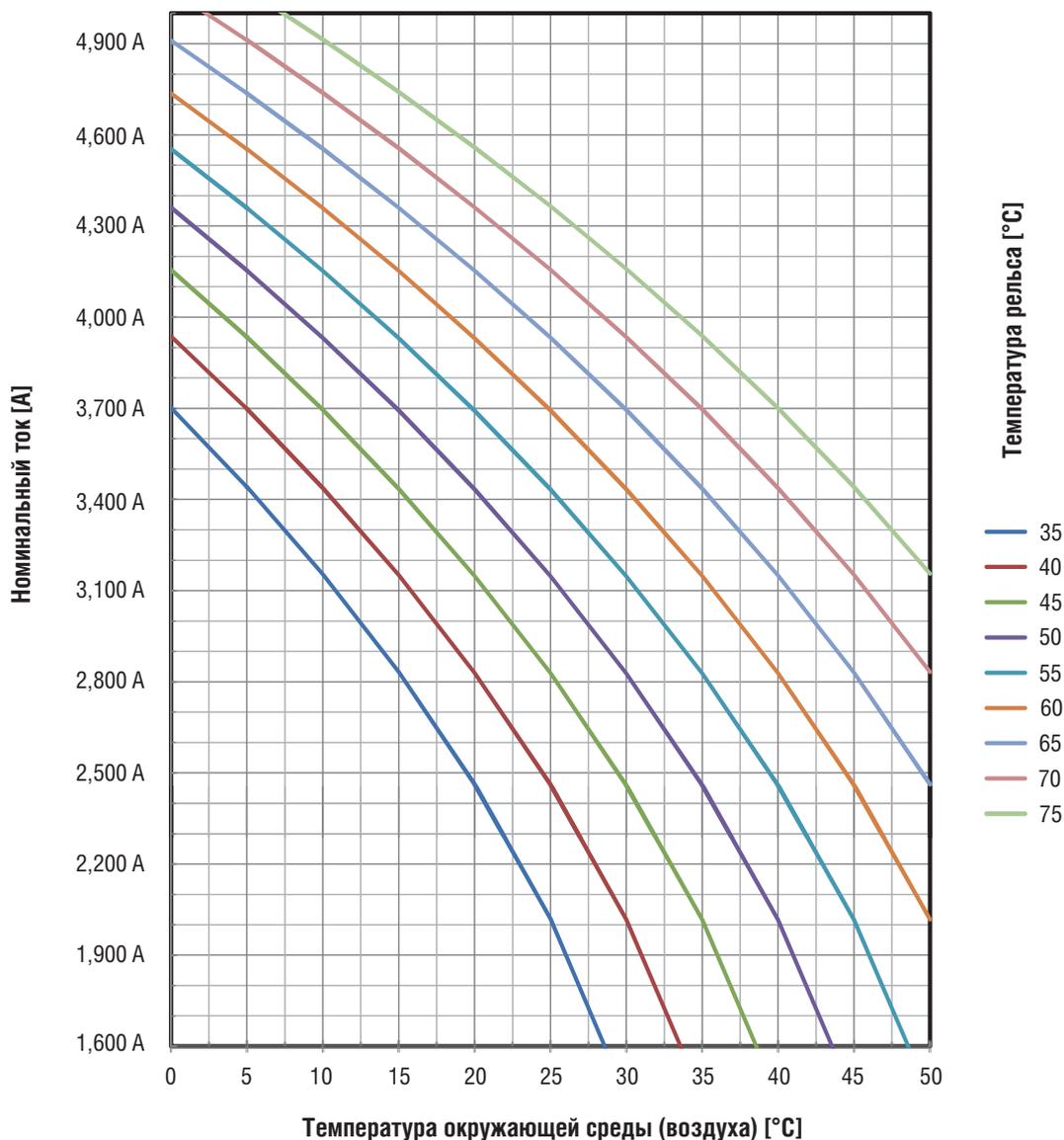


Рис. 6.2.1 График номинального тока контактного рельса типа ASS 5100 (в зависимости от местных условий и характеристик)

6.3 Номинальные технические характеристики материала

Технические характеристики:		алюминий	нержавеющая сталь
Удельная электропроводность, мин (20°C)	МСм/м	31	-
Удельная электропроводность, ном. (20°C)	МСм/м	31-32	1,67
Температурный коэффициент сопротивления	К ⁻¹	0,004	0,005
Предел текучести	МПа	170	260
Прочность на разрыв	МПа	215	450
Твердость по Бринеллю	ед.	80	130-170
Модуль упругости	ГПа	69	220
Модуль поперечной упругости	ГПа	27	77
Удельный вес	г/см ³	2,7	7,7
Удельная теплоемкость	Дж/(г·К)	0,92	0,46
Теплопроводность	Вт/(м·К)	197	25
Тепловой коэффициент расширения	10 ⁻⁶ К ⁻¹	24	10

(тепловое расширение составного контактного рельса составляет приблизительно $20,4 \times 10^{-6} \text{ К}^{-1}$)

6.4 Сопротивление короткого замыкания

В случае короткого замыкания потери на сопротивлении приводят к увеличению температуры контактного рельса. Максимально допустимая температура рельса составляет 200°C, таким образом, повышение температуры главным образом обусловлено теплопроводностью алюминия. Для таких коротких периодов необходимости в анализе воздушного охлаждения или теплового излучения нет.

Обычно короткое замыкание длится не более 100 мс. Следовательно, короткое замыкание не способно привести к возникновению чрезмерных тепловых нагрузок на сталеалюминиевые рельсы. Даже при более длительном коротком замыкании величина нагрева рельса является незначительной.

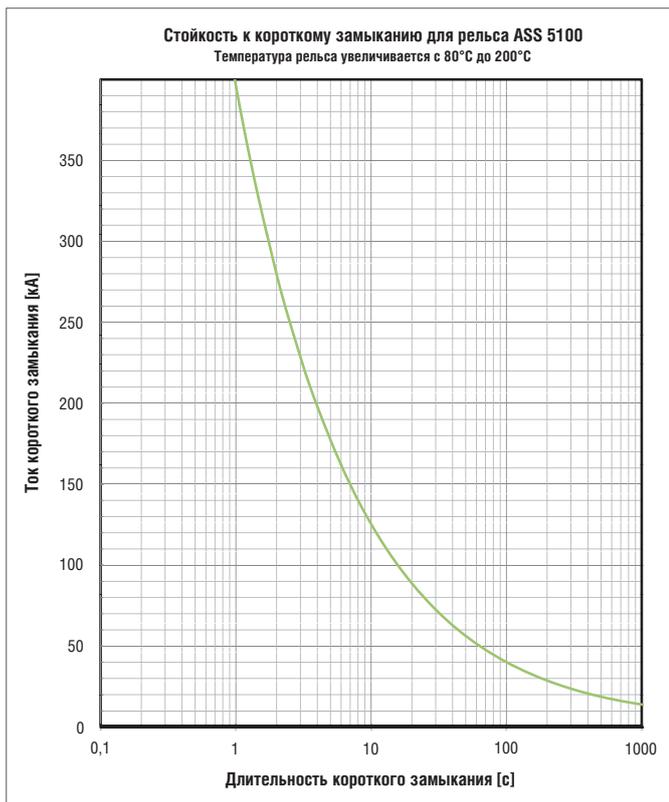


Рис. 6.4.1 График стойкости к короткому замыканию для контактного рельса ASS 5100

6.5 Номинальный ток

Номинальный ток контактного рельса зависит от температуры окружающей среды и допустимой рабочей температуры контактного рельса. Соответствующие значения приведены в виде таблицы и графика в разделе 6.2. При температуре окружающей среды 20°C и допустимой рабочей температуре 80°C номинальный ток составляет 4745 А.

6.6 Механические свойства

6.6.1 Гибка сталеалюминиевого контактного рельса

Сталеалюминиевый контактный рельс длиной 15-18 м является очень упругим, что исключает необходимость в предварительной гибке.

При радиусе $R \geq 100$ м сталеалюминиевый контактный рельс упруго устанавливается на опоры контактного рельса. При радиусе $R < 100$ м может потребоваться выполнить предварительную гибку. Однако это можно сделать на месте, а не на заводе.

6.6.2 Прогиб под собственным весом

Значения прогиба соединенных контактных рельсов под собственным весом между опорами представлены на следующем графике:

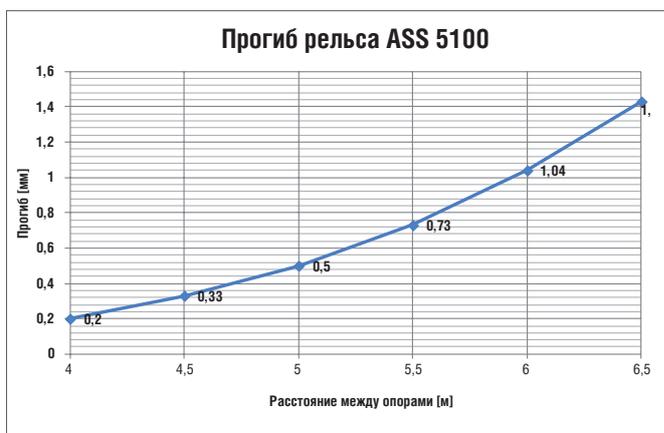


Рис. 6.6.2.1 Расчетный прогиб

6.6.3 Тепловое расширение сталеалюминиевого контактного рельса

Тепловое расширение сталеалюминиевого контактного рельса может быть различным.

$\alpha_{Ст.} = 12,0 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, $\alpha_{Ал.} = 23,8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Общее тепловое расширение контактного рельса: $\alpha_{Сталеал.рельс} = 20,4 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

7 ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ – ASCR 4000

7.1 Номинальные размеры

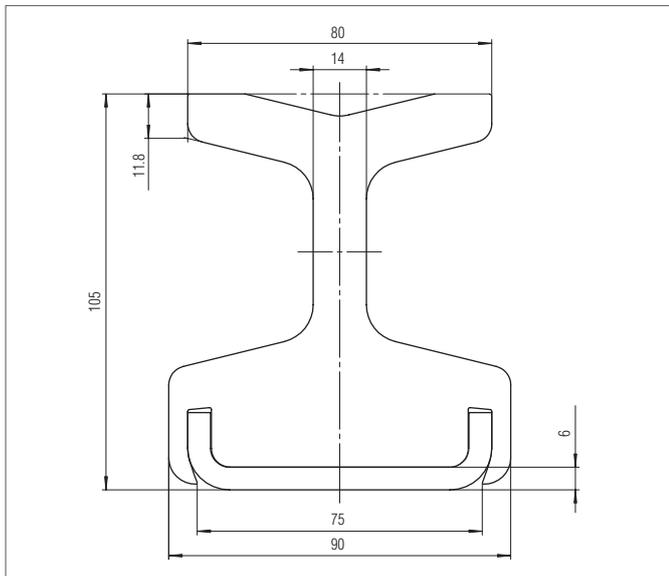


Рис. 7.1.1 Поперечное сечение рельса

7.2 Номинальные характеристики контактного рельса

Контактный рельс ASCR 4000 имеет следующие характеристики:

Общая площадь сечения	5035 мм ²
Общий вес	16,4 кг/м
Эффективная толщина стальной вставки	6 мм
Эл. сопротивление на метр длины	7,4 мкОм при 15°C (*)
Температурный коэффициент	0,004 К ⁻¹
Переходное сопротивление	20-300 мкОм (в разных точках)
Ток 1-секундного короткого замыкания	360 кА
Номинальный ток	См. таблицу ниже (*)



Рис. 7.1.2 Трехмерное изображение рельса

Допустимая токовая нагрузка [А]

Т окр. среды [°C]	Температура рельса [°C]																
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
0	1359 A	1910 A	2325 A	2668 A	2966 A	3231 A	3472 A	3693 A	3899 A	4091 A	4272 A	4444 A	4608 A	4764 A	4914 A	5059 A	5198 A
5		1356 A	1906 A	2320 A	2664 A	2962 A	3228 A	3469 A	3691 A	3897 A	4090 A	4273 A	4445 A	4610 A	4767 A	4918 A	5064 A
10			1353 A	1902 A	2316 A	2660 A	2958 A	3225 A	3467 A	3690 A	3897 A	4091 A	4274 A	4447 A	4613 A	4771 A	4924 A
15				1350 A	1899 A	2313 A	2657 A	2956 A	3223 A	3466 A	3689 A	3897 A	4092 A	4276 A	4451 A	4617 A	4777 A
20					1348 A	1897 A	2311 A	2655 A	2955 A	3222 A	3466 A	3690 A	3899 A	4095 A	4280 A	4455 A	4623 A
25						1347 A	1895 A	2309 A	2654 A	2954 A	3222 A	3467 A	3692 A	3901 A	4098 A	4284 A	4461 A
30							1346 A	1894 A	2309 A	2654 A	2955 A	3224 A	3468 A	3694 A	3905 A	4103 A	4290 A
35								1345 A	1893 A	2309 A	2654 A	2956 A	3225 A	3471 A	3698 A	3910 A	4109 A
40									1345 A	1893 A	2309 A	2656 A	2958 A	3228 A	3475 A	3703 A	3915 A
45										1345 A	1894 A	2310 A	2657 A	2960 A	3232 A	3479 A	3708 A
50											1345 A	1895 A	2312 A	2660 A	2964 A	3236 A	3485 A
																	ΔT= 30 K

Таблица 7.2.1 Номинальный ток контактного рельса типа ASCR 4000, коэффициент поверхностного загрязнения ≥ 0,3

(*) в зависимости от местных условий и характеристик

Номинальная допустимая токовая нагрузка
ASCR 4000, коэффициент поверхностного загрязнения ≥ 0,3

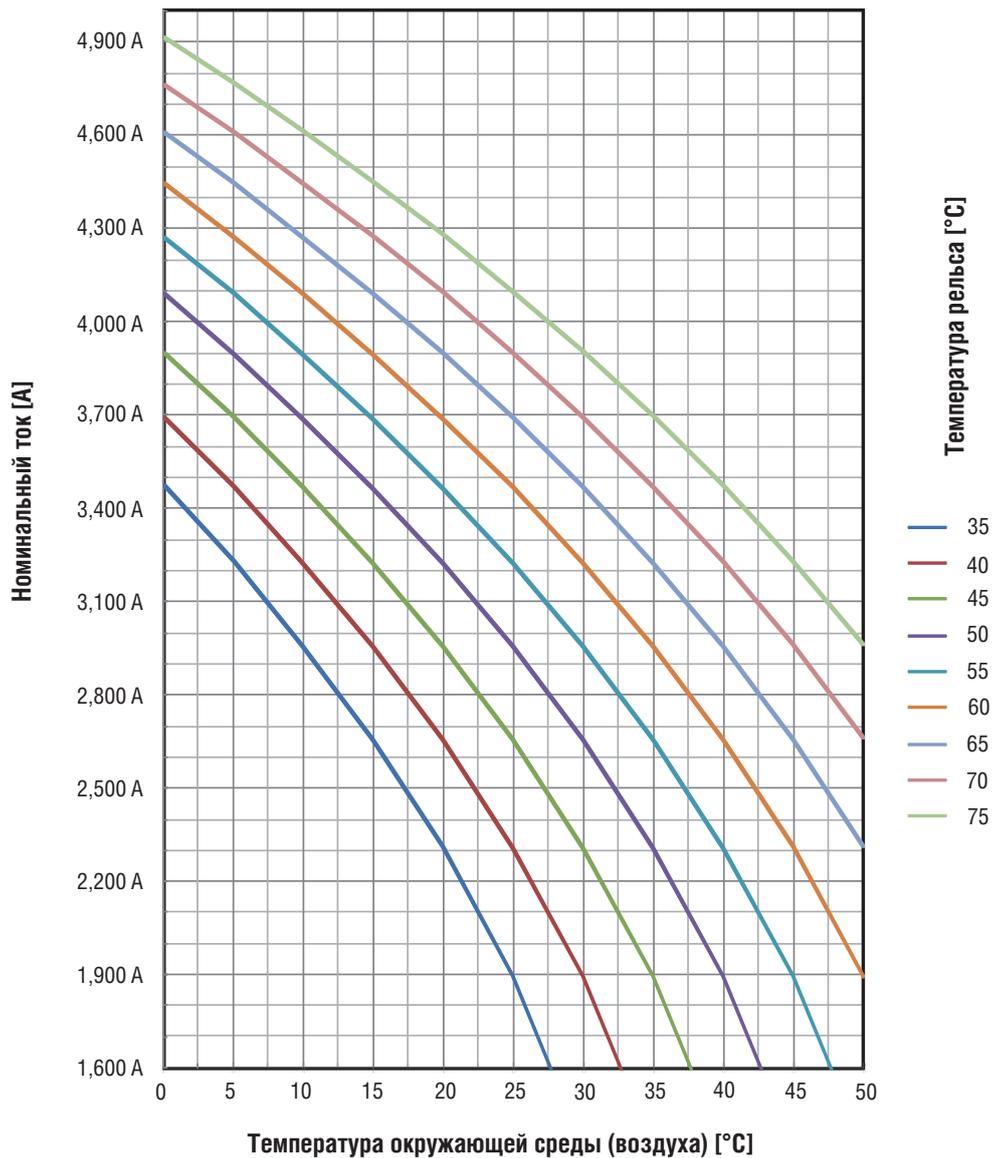


Рис. 7.2.1 График номинального тока контактного рельса типа ASCR 4000 (в зависимости от местных условий и характеристик)

7.3 Номинальные технические характеристики материала

Технические характеристики:		алюминий	нержавеющая сталь
Удельная электропроводность, мин (20°C)	МСм/м	30	-
Удельная электропроводность, ном. (20°C)	МСм/м	30-32	1,67
Температурный коэффициент сопротивления	К ⁻¹	0,004	0,005
Предел текучести	МПа	170	260
Прочность на разрыв	МПа	215	450
Твердость по Бринеллю	ЕД.	80	130-170
Модуль упругости	ГПа	69	220
Модуль поперечной упругости	ГПа	27	77
Удельный вес	г/см ³	2,7	7,7
Удельная теплоемкость	Дж/(г·К)	0,92	0,46
Теплопроводность	Вт/(м·К)	197	25
Тепловой коэффициент расширения	10 ⁻⁶ К ⁻¹	24	10

(тепловое расширение составного контактного рельса составляет приблизительно 20,2 x 10⁻⁶ К⁻¹)

7.4 Сопротивление короткого замыкания

В случае короткого замыкания потери на сопротивлении приводят к увеличению температуры контактного рельса. Максимально допустимая температура рельса составляет 200°C, таким образом, повышение температуры главным образом обусловлено теплопроводностью алюминия. Для таких коротких периодов необходимости в анализе воздушного охлаждения или теплового излучения нет.

Обычно короткое замыкание длится не более 100 мс.

Следовательно, короткое замыкание не способно привести к возникновению чрезмерных тепловых нагрузок на сталеалюминиевые рельсы. Даже при более длительном коротком замыкании величина нагрева рельса является незначительной.

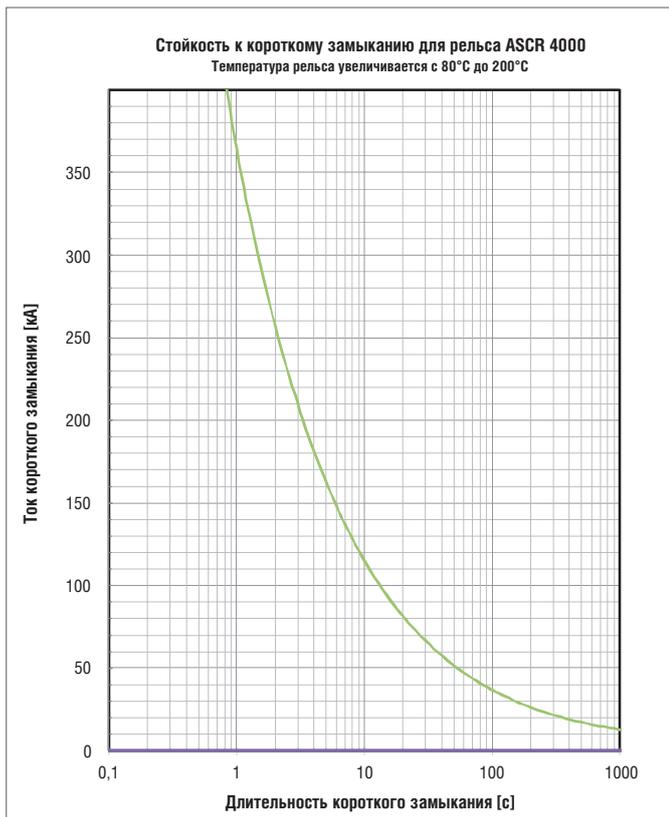


Рис. 7.4.1 График стойкости к короткому замыканию для контактного рельса ASCR 4000

7.5 Номинальный ток

Номинальный ток контактного рельса зависит от температуры окружающей среды и допустимой рабочей температуры контактного рельса. Соответствующие значения приведены в виде таблицы и графика в разделе 7.2. При температуре окружающей среды 20°C и допустимой рабочей температуре 80°C номинальный ток составляет 4455 А.

7.6 Механические свойства

7.6.1 Гибка сталеалюминиевого контактного рельса

Сталеалюминиевый контактный рельс длиной 15-18 м является очень упругим, что исключает необходимость в предварительной гибке.

При радиусе $R \geq 100$ м сталеалюминиевый контактный рельс упруго устанавливается на опоры контактного рельса. При радиусе $R < 100$ м может потребоваться выполнить предварительную гибку. Однако это можно сделать на месте, а не на заводе.

7.6.2 Прогиб под собственным весом

Значения прогиба соединенных контактных рельсов под собственным весом между опорами представлены на следующем графике:

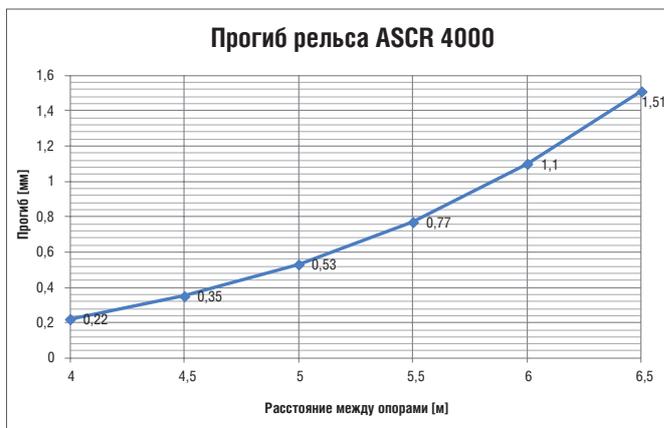


Рис. 7.6.2.1 Расчетный прогиб

7.6.3 Тепловое расширение сталеалюминиевого контактного рельса

Тепловое расширение сталеалюминиевого контактного рельса может быть различным.

$\alpha_{Ст.} = 12,0 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, $\alpha_{Ал.} = 23,8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Общее тепловое расширение контактного рельса: $\alpha_{Сталеал.рельс} = 20,2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

Номинальная допустимая токовая нагрузка
ASS 3500, коэффициент поверхностного загрязнения $\geq 0,3$

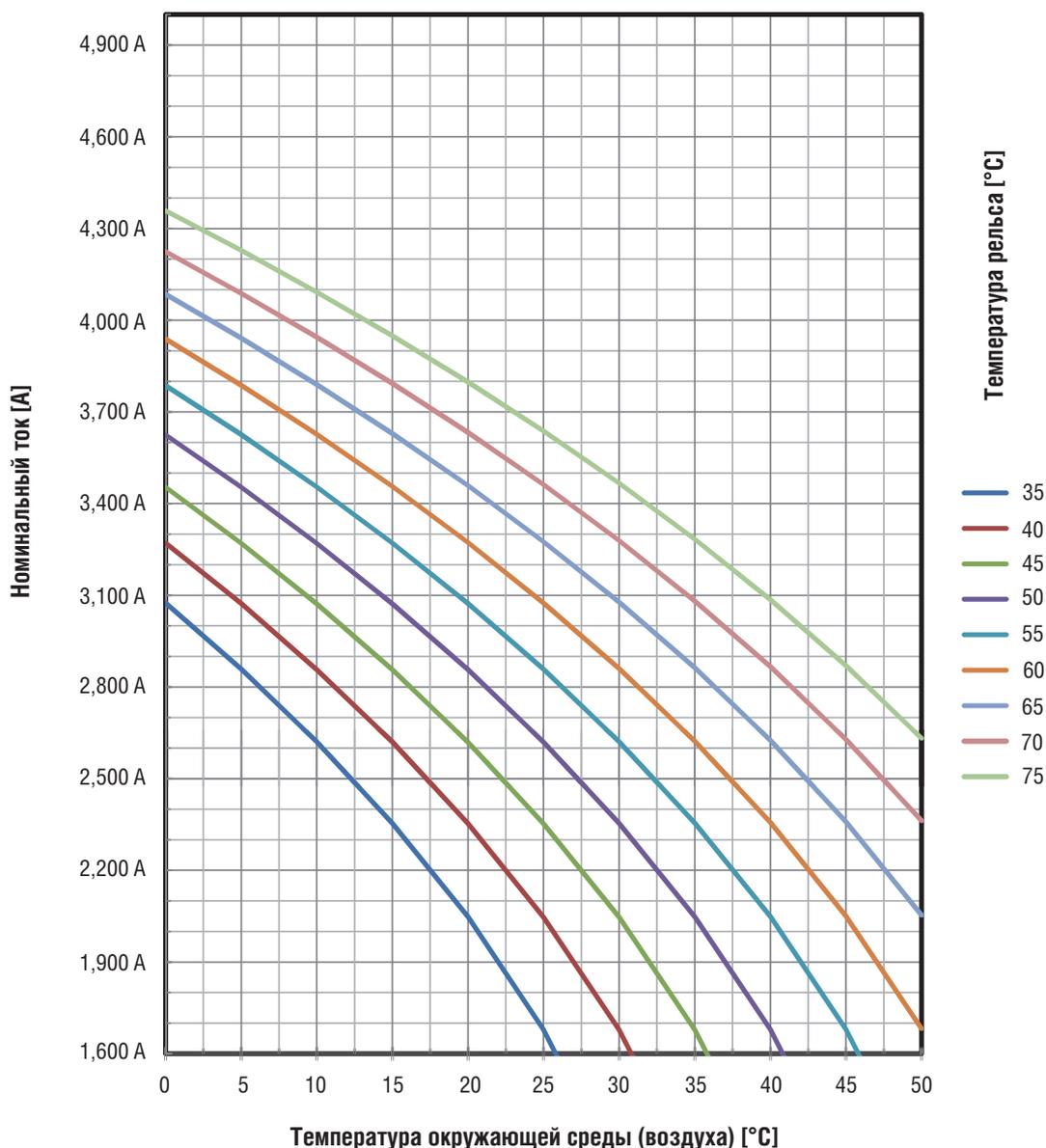


Рис. 8.2.1 График номинального тока контактного рельса типа ASS 3500 (в зависимости от местных условий и характеристик)

8.3 Номинальные технические характеристики материала

Технические характеристики:		алюминий	нержавеющая сталь
Удельная электропроводность, мин (20°C)	МСм/м	30	-
Удельная электропроводность, ном. (20°C)	МСм/м	30-32	1,67
Температурный коэффициент сопротивления	К ⁻¹	0,004	0,005
Предел текучести	МПа	170	260
Прочность на разрыв	МПа	215	450
Твердость по Бринеллю	ЕД.	80	130-170
Модуль упругости	ГПа	69	220
Модуль поперечной упругости	ГПа	27	77
Удельный вес	г/см ³	2,7	7,7
Удельная теплоемкость	Дж/(г·К)	0,92	0,46
Теплопроводность	Вт/(м·К)	197	25
Тепловой коэффициент расширения	10 ⁻⁶ К ⁻¹	24	10

(тепловое расширение составного контактного рельса составляет приблизительно 20 x 10⁻⁶ К⁻¹)

8.4 Сопротивление короткого замыкания

В случае короткого замыкания потери на сопротивлении приводят к увеличению температуры контактного рельса. Максимально допустимая температура рельса составляет 200°C, таким образом, повышение температуры главным образом обусловлено теплопроводностью алюминия. Для таких коротких периодов необходимости в анализе воздушного охлаждения или теплового излучения нет.

Обычно короткое замыкание длится не более 100 мс. Следовательно, короткое замыкание не способно привести к возникновению чрезмерных тепловых нагрузок на сталеалюминиевые рельсы. Даже при более длительном коротком замыкании величина нагрева рельса является незначительной.

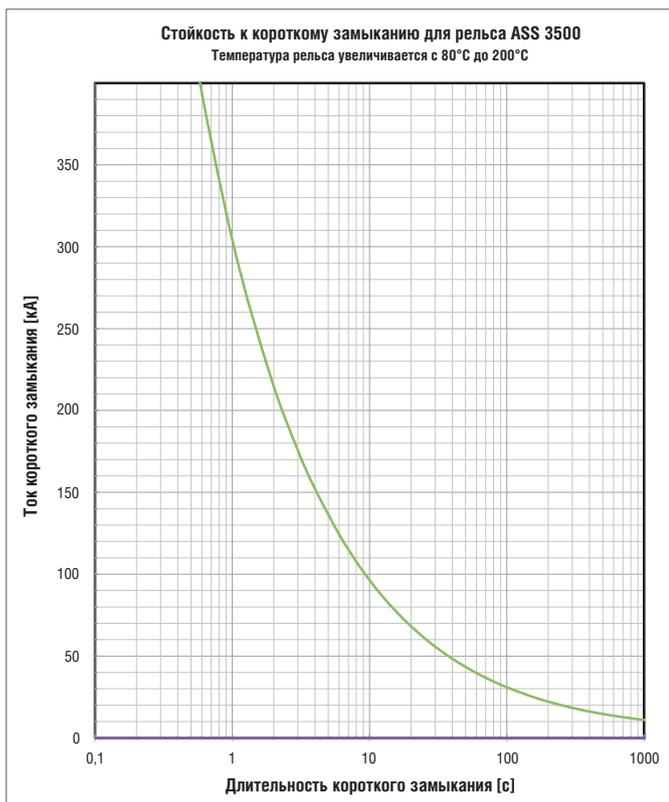


Рис. 8.4.1 График стойкости к короткому замыканию для контактного рельса ASS 3500

8.5 Номинальный ток

Номинальный ток контактного рельса выбирается на Номинальный ток контактного рельса зависит от температуры окружающей среды и допустимой рабочей температуры контактного рельса. Соответствующие значения приведены в виде таблицы и графика в разделе 8.2. При температуре окружающей среды 20°C и допустимой рабочей температуре 80°C номинальный ток составляет 3954 А.

8.6 Механические свойства

8.6.1 Гибка сталеалюминиевого контактного рельса

Сталеалюминиевый контактный рельс длиной 15-18 м является очень упругим, что исключает необходимость в предварительной гибке.

При радиусе $R \geq 100$ м сталеалюминиевый контактный рельс упруго устанавливается на опоры контактного рельса. При радиусе $R < 100$ м может понадобиться выполнить предварительную гибку. Однако это можно сделать на месте, а не на заводе.

8.6.2 Прогиб под собственным весом

Значения прогиба соединенных контактных рельсов под собственным весом между опорами представлены на следующем графике:

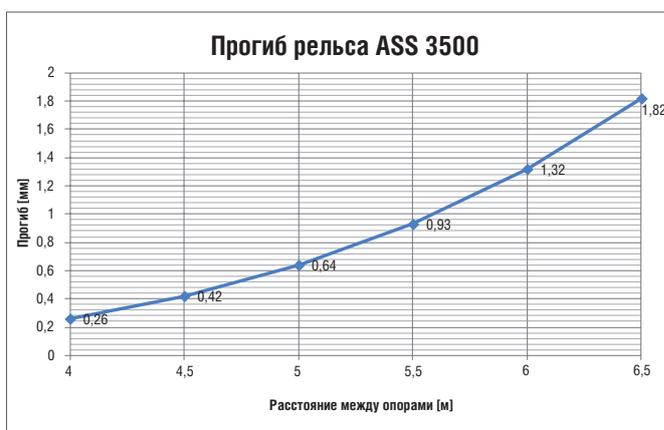


Рис. 8.6.2.1 Расчетный прогиб

8.6.3 Тепловое расширение сталеалюминиевого контактного рельса

Тепловое расширение сталеалюминиевого контактного рельса может быть различным.

$\alpha_{Ст.} = 12,0 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, $\alpha_{Ал.} = 23,8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Общее тепловое расширение контактного рельса: $\alpha_{Сталеал.рельс} = 20 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

9 СПЕЦИАЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Стыковые вставки

Стыковые вставки используют как для электрического, так и для механического соединения контактных рельсов и (или) специальных компонентов контактных рельсов, таких как рампы и уравнивательные соединения.

Длина стыковой вставки определяется изготовителем системы и должна быть не менее 400 мм, также заранее должны быть сделаны отверстия для непосредственной установки на месте. Во избежание ослабления соединения стыковые вставки закрепляются с помощью хакболтов (Huck-Bolt).

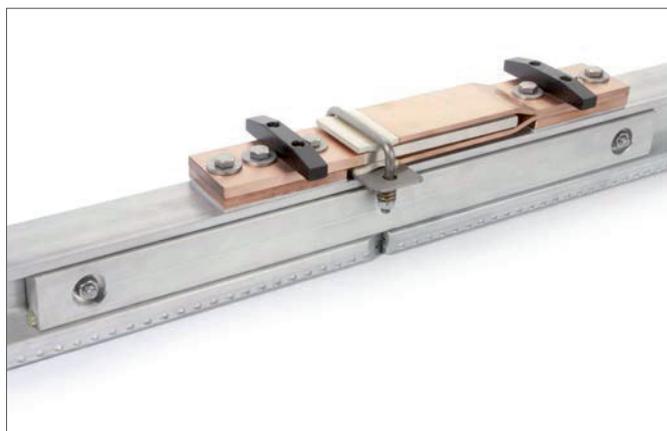


Уравнивательные соединения

Компания RENAУ предлагает широкий ассортимент уравнивательных соединений для компенсации теплового расширения и поддержания оптимальной электропроводности. Изделия компании RENAУ являются результатом длительной разработки и испытаний.

Уравнивательные соединения выполняются из контактного рельса. Изделия разрабатываются в соответствии с индивидуальными требованиями потребителей.

- Готовность к установке
- Длина: 1,5 м – 6 м (в зависимости от параметров системы)
- Система с 1 или 2 зазорами (в зависимости от параметров системы)
- Передача электроэнергии (в зависимости от параметров системы), т.е. по кабелю, алюминиевым компонентам или медным компонентам
- Максимальная величина расширения: 150 мм – 200 мм (в зависимости от параметров системы)



Якорные точки

Якорные точки используются для фиксации контактного рельса в центре участка рельса, чтобы тепловое расширение происходило в оба направления одновременно. Якорные точки – это короткие стыковые вставки, прикрепляемые к контактному рельсу.

Якорные точки устанавливаются на обеих сторонах изоляции.



Кабельные вводы

Различные версии кабельных вводов разработаны в соответствии с индивидуальными требованиями потребителей. Кабельные вводы имеют предварительно просверленные отверстия и готовы к установке. Кабельные вводы крепятся с помощью хакболтов (Huck-Bolt) или винтов.



Рампы

Рампы используют в местах, где необходимо создать зазор в контактных рельсах. Разница по высоте рампы регулируется в зависимости от скорости поезда и параметров токосъемника. Компания REHAU предлагает широкий ассортимент конструкций рампы, удовлетворяющих индивидуальным требованиям потребителя.

Данный документ защищен законом об авторских правах. Все права защищены. Запрещено частично или полностью выполнять перевод, воспроизведение или передача документ в любой форме или любыми способами (электронным или механическим), фотокопирование, запись и т.д., а также сохранять его в системе поиска информации.

Устные или письменные указания компании-изготовителя, касающиеся области применения изделий, основаны на опыте и последних достижениях, однако они носят исключительно рекомендательный характер. Компания REHAU не может контролировать правильность использования ее продукции, таким образом, использование не по назначению освобождает изготовителя от ответственности за качество продукции. Рекомендуется заранее уточнять возможность использования изделия для определенных целей. Изготовитель не несет ответственность за это. В любом случае величина компенсации ограничивается стоимостью поставляемого изделия. Компания REHAU гарантирует качество продукции в соответствии с собственными техническими требованиями и общими условиями продажи.

ОФИСЫ ПРОДАЖ КОМПАНИИ REHAU

AE: Middle East, +971 4 8835677, dubai@rehaus.com **AR: Buenos Aires**, +54 11 48986000, buenosaires@rehaus.com **AT: Linz**, +43 732 3816100, linz@rehaus.com **Wien**, +43 2236 24684, wien@rehaus.com **Graz**, +43 361 403049, graz@rehaus.com
AU: Adelaide, +61 8 82990031, adelaide@rehaus.com **Brisbane**, +61 7 55271833, brisbane@rehaus.com **Melbourne**, +61 3 95875544, melbourne@rehaus.com **Perth**, +61 8 94564311, perth@rehaus.com **Sydney**, +61 2 87414500, sydney@rehaus.com
AZ: Baku, +99 412 5110792, baku@rehaus.com **BA: Sarajevo**, +387 33 475500, sarajevo@rehaus.com **BE: Bruxelles**, +32 16 399911, bruxelles@rehaus.com **BG: Sofia**, +359 2 8920471, sofia@rehaus.com **BR: Arapongas**, +55 43 31522004, arapongas@rehaus.com **Belo Horizonte**, +55 31 33097737, belo Horizonte@rehaus.com **Caxias do Sul**, +55 54 32146606, caxias@rehaus.com **Mirassol**, +55 17 32535190, mirassol@rehaus.com **Recife**, +55 81 32028100, recife@rehaus.com **BY: Minsk**, +375 17 2450209, minsk@rehaus.com **CA: Moncton**, +1 506 5382346, moncton@rehaus.com **Montreal**, +1 514 9050345, montreal@rehaus.com **St. John's**, +1 709 7473909, stjohns@rehaus.com **Toronto**, +1 905 3353284, toronto@rehaus.com **Vancouver**, +1 604 6264666, vancouver@rehaus.com **CH: Bern**, +41 31 720120, bern@rehaus.com **Vevey**, +41 21 9482636, vevey@rehaus.com **Zuerich**, +41 44 8397979, zuerich@rehaus.com **CN: Guangzhou**, +86 20 87760343, guangzhou@rehaus.com **Beijing**, +86 10 64282956, beijing@rehaus.com **Shanghai**, +86 21 63551155, shanghai@rehaus.com **Chengdu**, +86 28 86283218, chengdu@rehaus.com **Xian**, +86 29 68597000, xian@rehaus.com **Shenyang**, +86 24 22876807, shenyang@rehaus.com **Qingdao**, +86 32 86678190, qingdao@rehaus.com **CO: Bogota**, +57 1 898 528687, bogota@rehaus.com **CZ: Praha**, +420 272 190111, praha@rehaus.com **DE: Berlin**, +49 30 667660, berlin@rehaus.com **Bielefeld**, +49 521 208400, bielefeld@rehaus.com **Bochum**, +49 234 689030, bochum@rehaus.com **Frankfurt**, +49 6074 40900, frankfurt@rehaus.com **Hamburg**, +49 40 733402100, hamburg@rehaus.com **Leipzig**, +49 34292 820, leipzig@rehaus.com **Munich**, +49 8102 860, muenchen@rehaus.com **Nurnberg**, +49 9131 934080, nuernberg@rehaus.com **Stuttgart**, +49 7159 16010, stuttgart@rehaus.com **DK: Kobenhavn**, +45 46 773700, kobenhavn@rehaus.com **EE: Tallinn**, +372 6025850, tallinn@rehaus.com **ES: Barcelona**, +34 93 6353500, barcelona@rehaus.com **Bilbao**, +34 94 4538636, bilbao@rehaus.com **Madrid**, +34 91 6839425, madrid@rehaus.com **FI: Helsinki**, +358 9 87709900, helsinki@rehaus.com **FR: Lyon**, +33 4 72026300, lyon@rehaus.com **Metz**, +33 6 8500, metz@rehaus.com **Paris**, +33 1 34836450, paris@rehaus.com **GB: Glasgow**, +44 1698 503700, glasgow@rehaus.com **Manchester**, +44 161 7777400, manchester@rehaus.com **Slough**, +44 1753 588500, slough@rehaus.com **Ross on Wye**, +44 1989 762643, romy@rehaus.com **London**, +44 207 3078590, london@rehaus.com **GE: Tbilisi**, +995 32 559909, tbilisi@rehaus.com **GR: Athens**, +30 21 06682500, athens@rehaus.com **Thessaloniki**, +30 2310 633301, thessaloniki@rehaus.com **HK: Hongkong**, +8 52 28987080, hongkong@rehaus.com **HR: Zagreb**, +385 1 3444711, zagreb@rehaus.com **HU: Budapest**, +36 23 530700, budapest@rehaus.com **ID: Jakarta**, +62 21 45871030, jakarta@rehaus.com **IE: Dublin**, +353 1 8165020, dublin@rehaus.com **IN: Mumbai**, +91 22 61485858, mumbai@rehaus.com **New Delhi**, +91 11 45044700, newdelhi@rehaus.com **Bangalore**, +91 80 2222001314, bangalore@rehaus.com **IT: Pesaro**, +39 0721 200611, pesaro@rehaus.com **Roma**, +39 06 90061311, roma@rehaus.com **Treviso**, +39 0422 726511, treviso@rehaus.com **JP: Tokyo**, +81 3 57962102, tokyo@rehaus.com **KR: Seoul**, +82 2 5011656, seoul@rehaus.com **KZ: Almaty**, +7 727 3941301, almaty@rehaus.com **LT: Vilnius**, +370 5 2461400, vilnius@rehaus.com **LV: Riga**, +371 6 7609080, riga@rehaus.com **MA: Casablanca**, +212 522250593, casablanca@rehaus.com **MK: Skopje**, +389 2 2402, skopje@rehaus.com **MX: Celaya**, +52 461 6188000, celaya@rehaus.com **Monterrey**, +52 81 81210130, monterrey@rehaus.com **NL: Nijkerk**, +31 33 2479911, nijkerk@rehaus.com **NO: Oslo**, +47 2 2514150, oslo@rehaus.com **NZ: Auckland**, +64 9 2722264, auckland@rehaus.com **PE: Lima**, +51 1 2261713, lima@rehaus.com **PL: Katowice**, +48 32 7755100, katowice@rehaus.com **Warszawa**, +48 22 2056300, warszawa@rehaus.com **PT: Lisboa**, +351 21 8987050, lisboa@rehaus.com **Oporto**, +351 22 94464, oporto@rehaus.com **QA: Qatar**, +974 44101608, qatar@rehaus.com **RO: Bacau**, +40 234 512066, bacau@rehaus.com **Bucuresti**, +40 21 2665180, bucaresti@rehaus.com **Cluj Napoca**, +40 264 415211, clujnapoca@rehaus.com **RS: Beograd**, +381 11 3770301, beograd@rehaus.com **PO: Хабаровск**, +7 4212 411218, chabarowsk@rehaus.com **Екатеринбург**, +7 343 2535305, jekatarinburg@rehaus.com **Краснодар**, +7 861 2103636, krasnodar@rehaus.com **Нижний Новгород**, +7 831 4678078, nishnijnovgorod@rehaus.com **Новосибирск**, +7 3832 000353, novosibirsk@rehaus.com **Ростов-на-Дону**, +7 8632 978444, rostow@rehaus.com **Самара**, +7 8462 698058, samara@rehaus.com **Санкт-Петербург**, +7 812 3266207, stpetersburg@rehaus.com **Воронеж**, +7 4732 611858, woronesch@rehaus.com **SE: Orebro**, +46 19 206400, oerebro@rehaus.com **SG: Singapore**, +65 63926006, singapore@rehaus.com **SK: Bratislava**, +421 2 68209110, bratislava@rehaus.com **TH: Bangkok**, +66 27635100, bangkok@rehaus.com **TW: Taipei**, +886 2 87803899, taipei@rehaus.com **UA: Dnepropetrowsk**, +380 56 3705028, dnepropetrowsk@rehaus.com **Kiev**, +380 44 4677710, kiev@rehaus.com **Odessa**, +380 48 7800708, odessa@rehaus.com **Lviv**, +380 32 2244810, liviv@rehaus.com **US: Detroit**, +1 248 8489100, detroit@rehaus.com **Grand Rapids**, +1 616 2856867, grandrapids@rehaus.com **Los Angeles**, +1 951 5499017, losangeles@rehaus.com **Minneapolis**, +1 612 2530576, minneapolis@rehaus.com **VN: Ho Chi Minh City**, +84 8 38233030, sales.vietnam@rehaus.com **ZA: Durban**, +27 31 7657447, durban@rehaus.com **Johannesburg**, +27 11 2011300, johannesburg@rehaus.com **Cape Town**, +27 21 9821254, capetown@rehaus.com **East London**, +27 43 7095400, eastlondon@rehaus.com
При отсутствии отдела продаж в вашей стране: +49 9131 925888, salesoffice.ibd@rehaus.com