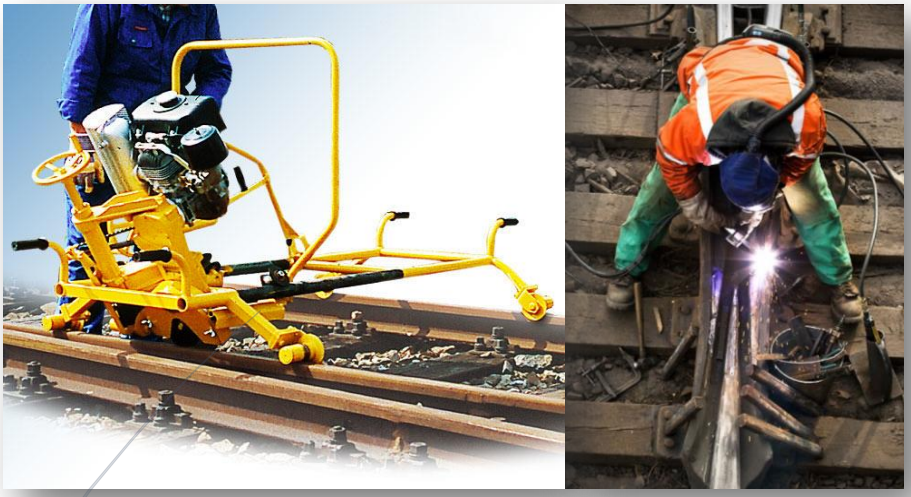
В сила от
01/01/2021

ПРАВИЛА
ЗА ПОДДЪРЖАНЕ И РЕМОНТ НА РЕЛСОВИТЕ ЕЛЕМЕНТИ НА ЖП СТРЕЛКИ



ДП НКЖИ

ПРАВИЛА ЗА ПОДДЪРЖАНЕ И РЕМОНТ НА РЕЛСОВИТЕ ЕЛЕМЕНТИ НА ЖП СТРЕЛКИ

Съдържание

Глава I – Общи положения....4

1.1. Видове дейности по текущо поддържане на жп стрелките....4

1.1.1. Контрол на състоянието на жп стрелките (диагностика)....4

1.1.2. Дейности по текущо поддържане, предотвратяващи неизправности (превенция)....4

1.1.3. Ремонтни работи по текущо поддържане за отстраняване на неизправности (корекция и ремонт)....4

1.2. Механизация за текущо поддържане на жп стрелки....5

1.3. Нормативни документи за текущо поддържане на жп стрелки....5

Глава II – Устройство на жп стрелки....7

2.1. Езикова част....7

2.2. Междинна част....8

2.3. Кръстовинна част....8

2.3.1. Съставна кръстовина с блоково сърце....8

2.3.2. Съставна кръстовина с лято сърце....9

2.3.3. Съставна кръстовина моноблок....10

2.3.4. Сглобяема неподвижна кръстовина....10

2.3.5. Сглобяема подвижна кръстовина....11

Глава III – Текущо поддържане на елементите от горното строене на жп стрелките....12

Глава IV – Шлайфане на релсови елементи на жп стрелки....17

4.1. Релсови дефекти....17

4.2. Шлайфане за предотвратяване и за отстраняване на релсови дефекти....18

4.2.1. Превантивно периодично шлайфане....19

4.2.2. Коригиращо шлайфане....20

4.2.3. Преходно шлайфане....21

4.3. Правила за шлайфане на релсови елементи на жп стрелки....21

4.3.1. Общи изисквания....21

4.3.2. Проверки след извършено шлайфане....21

Глава V – Ремонт чрез наваряване на релсови елементи на жп стрелки....23

5.1. Материал на релсовите елементи....23

5.1.1. Марка стомана....23

5.1.2. Химичен състав....23

5.1.3. Микроструктура....24

5.1.4. Физико-механични показатели....24

5.2. Релсови елементи, които се възстановяват чрез наваряване....24

5.3. Подготовка за наваряване....25

5.4. Наваряване....26

5.4.1. Общи изисквания....26

Подгряване 26
Буферен слой 26
Изграждащ слой 26
Твърд повърхностен слой 27
5.4.2. Особености при наваряване на различни видове стомана 27
Наваряване на високовъглеродни и нисколегирани стомани 27
Наваряване на аустенитно-манганови стомани 28
5.4.3. Заваръчни процеси 28
5.4.4. Добавъчни материали (консумативи за наваряване) 29
Характеристики 29
Избор на добавъчни материали 29
5.5. Дейности след наваряване 30
Отгряване 30
Охлаждане 30
Крайна обработка на повърхностите 30
5.6. Правила за наваряване на релсови елементи на жп стрелки 30
5.6.1. Общи изисквания. 30
5.6.2. Наваряване на кръстовини – специфични особености. 31
Напречна на върха на сърцето пукнатина 31
Надлъжна на върха на сърцето пукнатина 31
Износване на върха на сърцето 32
Износване на роговите релси 32
5.6.3. Наваряване на повърхността на търкаляне – специфични особености. 32
Износване 32
Повърхностни неизправности по релсовата глава 32
5.6.4. Наваряване на релсови краища – специфични особености. 33
Износване на лята кръстовина 33
Смачкване 33
Приложение №1 – Теоретични предпоставки за изработване на шаблони за проверка на релсовите профили след шлайфане 34
Характеристики на износено колело 34
Теоретични концепции 34
Безопасност против дерайлиране 34
Контактна повърхност колело-релса 34
Ъгъл на срязване 34
Контакт между атакуващото колело и елементите на пътя 34
Тангенциален контакт 35
Контакт с пресичане 35
Теоретични предпоставки 36
Приложение №2 – Шаблони при поддържане на жп стрелки 38

Необходими шаблони при шлайфане и наваряване 38
Шаблони за езиковата част 38
Шаблон за проверка на износването 38
Шаблони за проверка при шлайфане 39
Шаблон за проверка след репрофилиране 43
Шаблони за кръстовинната част 45
Шаблони за проверка на износването 45
Шаблон за проверка при наваряване 45
Шаблон за проверка на повърхността на наваряване 46
Други шаблони 47
Приложение №3 – Консумативи за наваряване 48

Глава I – Общи положения

Текущото поддържане на жп стрелките осигурява безопасната нормална експлоатация при определена скорост на движение на возилата като поддържа отделни техни параметри в определени граници и предотвратява преждевременната поява на големи неизправности.

Настоящият документ регламентира текущото поддържане на **релсовите елементи на жп стрелки тип 49 kg/m и 60 kg/m за междурелсие 1435 mm**.

1.1. Видове дейности по текущо поддържане на жп стрелките

Текущо поддържане			
Контрол на състоянието (диагностика)	Дейности за предотвратяване на неизправности (превенция)	Дейности за отстраняване на неизправности (корекция)	Подмяна на елементи (ремонт)

1.1.1. Контрол на състоянието на жп стрелките (диагностика)

Състоянието на железопътните стрелки се следи чрез провеждане на диагностика, която включва:

– визуален контрол за определяне на моментното им техническо състояние;

– измервания на геометричните параметри (междурелсие, надвишение, широчина на улеи, габаритно и направляващо разстояние, флеш);

– измервания на износването на релсовата глава;

– дефектоскопия (ултразвукова, капилярна или вихровотокова) на релсовите елементи и заварките;

– проверка на положението на езика спрямо раменната релса;

– проверка на положението на върха на сърцето спрямо роговите релси и контрарелсите;

– проверка на заключването и обръщането на стрелката.

В резултат на проведената диагностика:

– извършват се дейности по поддържането, предотвратяващи появата на неизправности;

– откриват се неизправности и се извършват ремонтни работи за тяхното отстраняване.

1.1.2. Дейности по текущо поддържане, предотвратяващи неизправности (превенция)

Основните работи по текущо поддържане включват:

– шлайфане на релсовите елементи;

– притягане на тирфони и болтове в скрепленията и наставите;

– почистване и смазване на плъзгалки и заключващи устройства на езиците;

– регулиране на топлинните междини между релсите;

– подбиване на единични траверси;

– защита на траверсите посредством запълване на пукнатините с пасти и химикали;

– почистване от замърсявания, сняг и лед, растителност.

1.1.3. Ремонтни работи по текущо поддържане за отстраняване на неизправности (корекция и ремонт)

Ремонтните работи по текущото поддържане се изпълняват по план, съставен въз основа на резултатите от проведената диагностика. Когато откритите неизправности застрашават сигурността на движение на влаковете, те се отстраняват своевременно.

Основните ремонтни работи по текущо поддържане включват:

– шлайфане на релсовите елементи;

– наваряване на дефектирали кръстовини, краища на релси или повърхност на търкаляне;

– възстановяване на заварки;

– подмяна на негодни релси, траверси, скрепления, настави, езикови опори, клинове;

– коригиране на пътя по ос и ниво;

– коригиране на положението на езика;

– почистване, пресяване и планиране на баластовата призма.

1.2. Механизация за текущо поддържане на жп стрелки

За изпълнение на дейностите по текущо поддържане за диагностика на жп стрелки се използва следната механизация:

– ръчни инструменти (калибър, профиломер, шублер, ролетка, шаблони);

– пътеизмерителни тележки;

– ултразвукови дефектоскопи.

За изпълнение на дейностите по текущо поддържане за предотвратяване и отстраняване на неизправности се използва следната механизация:

– ръчни инструменти (лост, крик, чук, кирка, лопата, трион, брадва, ключ за тирфони, ключ за болтове, свредло за пробиване на отвори, ножовка за рязане на метал, уред за регулиране на топлинни междини, вила за баласт);

– лека пътна механизация (устройство за огъване на езици, релсорезачна машина, релсошлифовъчна машина, заваръчен апарат, релсопробивна машина, релсообтегач, релсоогъваща машина, захват за релси, машина за изрязване на заварки, тирфоногаечна машина, гайковертна машина, траверсопробивна машина, ръчна траверсоподбивна машина, моторен трион, кастрач, храсторез).

1.3. Нормативни документи за текущо поддържане на жп стрелки

Дейностите по текущо поддържане се извършват, като се спазват изискванията в следните нормативни документи:

– „Технически условия (ТУ) за доставка на железопътни стрелки и части за тях от релси тип 49E1 (S49) и 60E1 (UIC60)” на ДП НКЖИ;

– „Технически изисквания за обикновени железопътни стрелки тип 49 (49E1) и 60 (60E1), преработени за втора употреба” на ДП НКЖИ;

– „Инструкция за устройство и поддържане на горното строене на железния път и железопътните стрелки” на ДП НКЖИ;

– „Правила за текущо поддържане на железния път” на ДП НКЖИ;

– „Каталог на неизправностите в релсовите елементи” на ДП НКЖИ;

– „Правила за организация на безразрушителен контрол на релси, на железопътни стрелки, на заварени съединения и на възстановени чрез наваряване елементи от железния път” на ДП НКЖИ;

– „Технологична инструкция за провеждане на ултразвуков контрол на релси и стрелки с дефектоскоп тип УДС2М-11” на НПП РДМ, Молдова;

– „Ръководство за експлоатация на дефектоскоп тип УДС1-РДМ1М1” на НПП РДМ, Молдова;

– „Ръководство за експлоатация на дефектоскоп тип УДС2-РДМ2” на НПП РДМ, Молдова;

– „Ръководство за експлоатация на дефектоскоп тип УДС2-РДМ22” на НПП РДМ, Молдова;

– „Ръководство за експлоатация на дефектоскоп тип УДС2-РДМ3” на НПП РДМ, Молдова;

– „Ръководство за експлоатация на дефектоскоп тип УДС2-РДМ33” на НПП РДМ, Молдова;

– IRS 70712 „Релсови дефекти” на UIC (Международен съюз на железниците);

– UIC 716 „Профили за максимално допустимо износване на езици”;

– БДС EN 13674-1 „Железопътна техника. Релсов път. Релси. Част 1: Железопътни релси Vignole с маса 46 kg/m и повече”;

– БДС EN ISO 683-2 „Термообработваеми стомани, легирани стомани и автоматни стомани. Част 2: Легирани стомани за закаляване и отвръщане (ISO 683-2:2016)”;

– БДС EN 15689 „Железопътна техника. Релсов път. Железопътни стрелки и кръстовини. Елементи на кръстовините, изработени от лята аустенитна манганова стомана”;

– БДС EN 10027-2 „Системи за означаване на стомани. Част 2: Цифрова система”;

– БДС EN 13231-3 „Железопътна техника. Релсов път. Дейности по приемане. Част 3: Приемане на репрофилирани релси на релсовия път";

– „Ръководство за експлоатация на хидравлична силопредаваща система Хидролинк (Hydrolink®) на „фьосталпине Рейлуей Системс България" ООД;

– „Ръководство за експлоатация на Сферолок (Spherolock® classic) на „фьосталпине Рейлуей Системс България" ООД;

– „Монтаж и поддържане на ролкови опори Piroll®" на „фьосталпине Рейлуей Системс България" ООД;

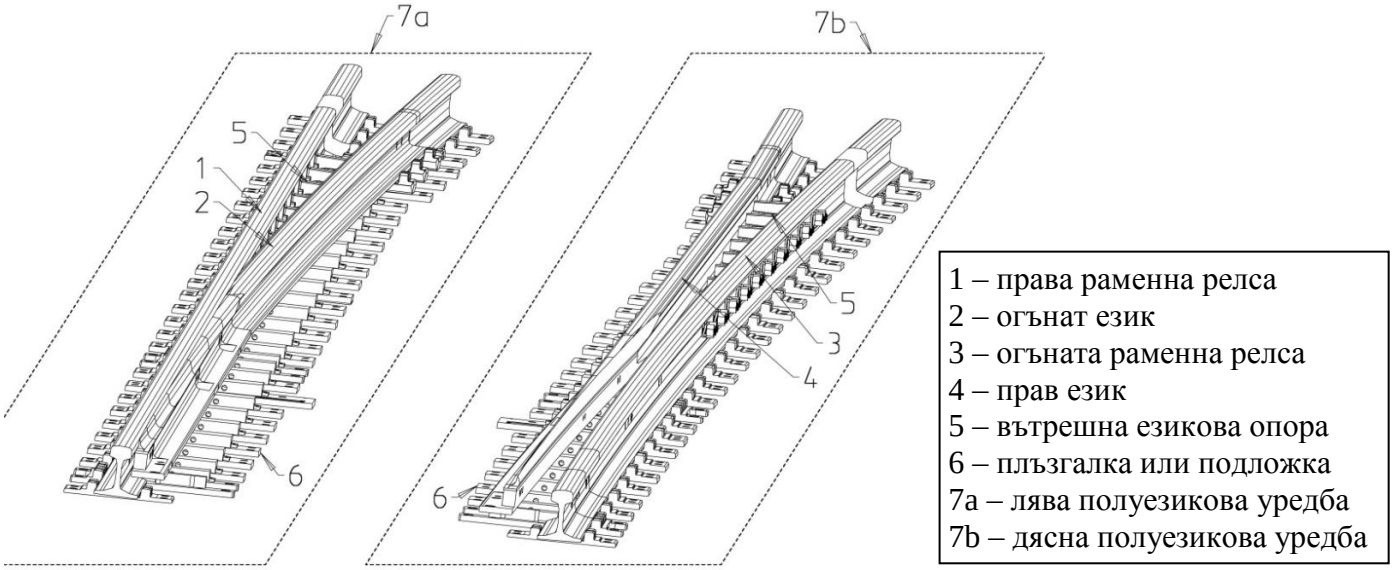
– „Монтаж, настройка и обслужване на детектор за крайно положение на езиците IE 2010" на „фьосталпине Рейлуей Системс България" ООД.

Настоящият документ регламентира основните дейности по текущо поддържане на релсовите елементи на жп стрелките – **шлайфане и възстановяване чрез наваряване**.

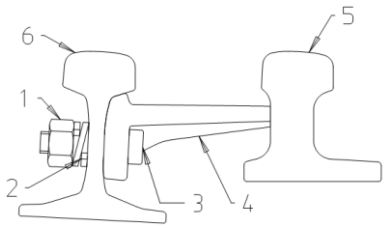
Глава II – Устройство на жп стрелки

Устройството, материалите, от които се изработват релсовите елементи и абревиатурите на жп стрелките са съгласно „Технически условия (ТУ) за доставка на железопътни стрелки и части за тях от релси тип 49E1 (S49) и 60E1 (UIC60)” и „Инструкция за устройство и поддържане на горното строене на железния път и железопътните стрелки” на ДП НКЖИ.

2.1. Езикова част



Фиг. 1 *Лява и дясна полуезикова уредба с еластични езици*



Фиг. 2 *Вътрешна езикова опора*

Езиковата част се състои от еластични езици или езици на пети и от раменни релси с монтирани езикови опори.

Еластичният език се изработва от асиметричен езиков профил, чийто край е изкован по профила на стандартна релса и е свързан с нея посредством челно заваряване – в подвижната част на езика при стрелки 49E1, или в неподвижната част на езика при стрелки 60E1. При стрелки 49E1 в релсовия профил се оформя еластичен (пружиниращ) участък чрез фрезоване на петите. При стрелки 60E1 липсва такъв участък. Еластичните езици се закрепват неподвижно към ребровите подложки върху най-малко три траверси.

Езикът на пети се изработва от асиметричен езиков профил, в чийто край са обработени специални канали за захващане и лагеруване в петите на езиковата уредба.

Раменната релса се изработва от стандартен профил релса, която се обработва от страната на връзката й с езика.

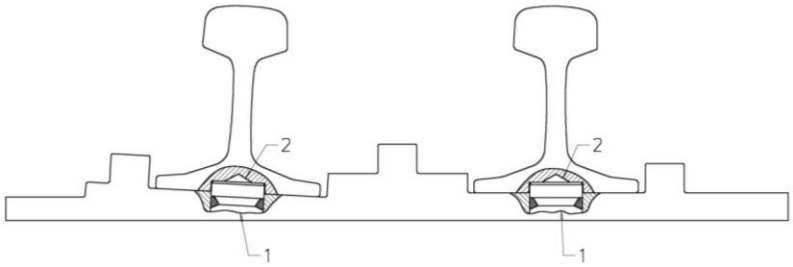
Езиковите опори варират по дължина в зависимост от тяхното местоположение. Те играят важна роля за функционирането на езика (при по-голяма дължина от необходимото, те не позволяват правилно затваряне на езика, а при по-малка, не осигуряват опора на езика).

В езиковата част се използват следните материали за изпълнение на:

– езици – релси с езиков профил от стомана марка R260 или R350HT;

– раменни релси – релси със стандартен профил от стомана марка R260 или R350HT.

За поддържане в допустими граници на надлъжните премествания между езика и раменната релса, от долната страна на петата на релсите са пробити отвори, в които влизат заварени в ребровите подложки цилиндрични щифтове против надлъжно свличане.



1 – щифт, заварен в ребровата подложка
2 – отвор в петата

Фиг. 3 *Устройство против надлъжно свличане на езика и раменната релса*

2.2. Междинна част

Релсите в междинната част на жп стрелките не се отличават от релсите в нормален железен път.

В междинната част се използват следните материали за изпълнение на:

– междинни, дъгови и огънати релси – релси със стандартен профил от стомана марка R260 или R350HT (с изолирани настави).

2.3. Кръстовинна част

Кръстовинната част се състои от кръстовина, приконтрови релси и контрарелси.

В кръстовинната част се използват следните материали за изпълнение на:

– приконтрови (ходови) релси – релси със стандартен профил от стомана марка R260 или R350HT;

– контрарелси – от стомана марка R260 или R320Cr.

В зависимост от върха на сърцето, кръстовините биват три основни вида:

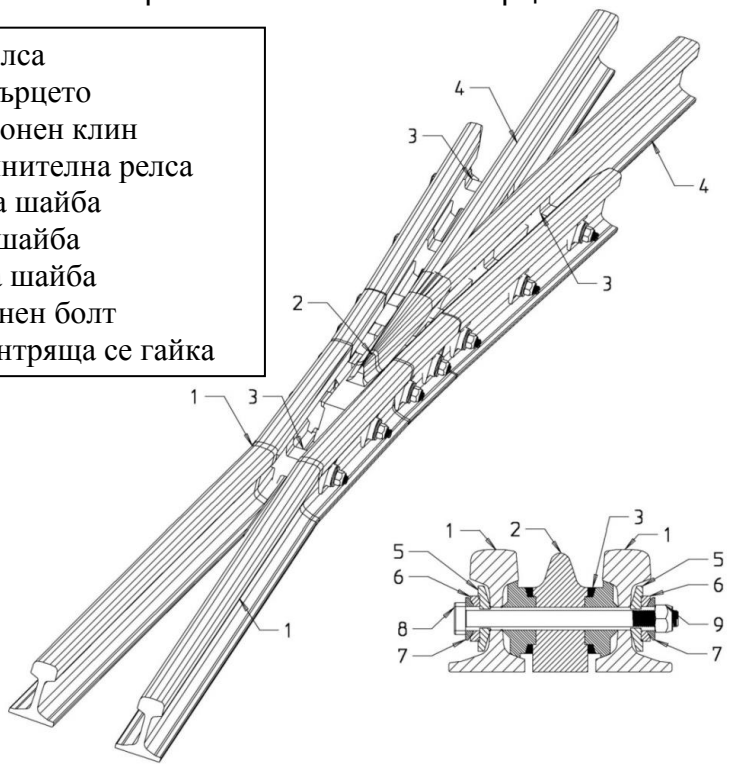
– съставни, от специално направени отливки;

– сглобяеми, от стандартни релси;

– подвижни, от стандартни релси.

2.3.1. Съставна кръстовина с блоково сърце

1 – рогова релса
2 – връх на сърцето
3 – дистанционен клин
4 – присъединителна релса
5 – профилна шайба
6 – конична шайба
7 – сферична шайба
8 – шестостенен болт
9 – самозаконтряща се гайка



Фиг. 4 *Кръстовина с блоково сърце*

При този вид кръстовина е отлят единствено върхът на сърцето (Compound crossing).

Обикновена (единична), двойна и тройна кръстовина на жп стрелки 49E1 се изработват с блоково сърце като самостоятелно оформен връх от бейнитна нисколегирана, от аустенитна манганова или от перлитна високовъглеродна стомана. Останалите релсови елементи в кръстовините са от перлитна стомана, с обемно закалена глава или термично необработени.

Присъединителните релси са заварени челно към върха на сърцето, както и една към друга в зоната на главата и петата.

В зоната на блоковото сърце клиновете са заварени, залепени с епоксидна паста или отлети към върха на сърцето, а в останалата част те са поставени като дистанционни клинове между релсите.

При обикновена кръстовина (V-crossing) роговите релси са свързани чрез болтове с върха на сърцето и с присъединителните релси.

При двойна (тъпа) кръстовина (K-crossing) огънатата релса е свързана чрез болтове с върха на сърцето, с присъединителните релси и с огънатата контрарелса.

В тройна кръстовина всички релси освен крайните рогови релси се изработват със специален профил (49E1F1). Свързването им се осъществява чрез болтове, а широчината на улеите се осигурява с помощта на дистанционни клинове.

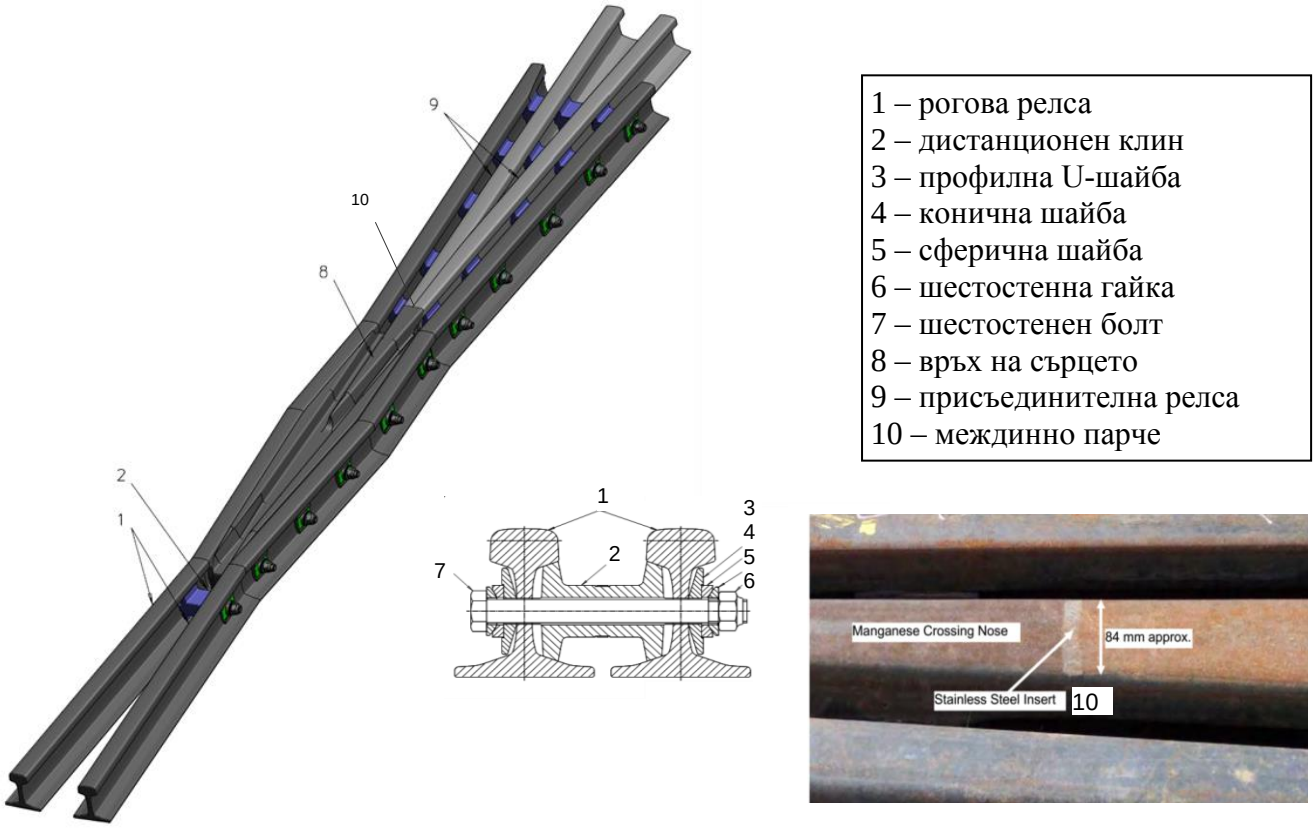
В кръстовините с блоково сърце се използват следните материали за изпълнение на:

– връх на сърцето – отливка от стомана марка 51CrV4, Mn13 или R350HT;

– присъединителни, рогови и огънати рогови релси – релси от стомана марка R260 или R350HT, със стандартен профил в обикновена и двойна кръстовина, и със специален профил в тройна кръстовина;

– огънати контрарелси – от стомана марка R260 или R320Cr.

2.3.2. Съставна кръстовина с лято сърце



Фиг. 5 *Кръстовина с лято сърце*

При този вид кръстовина са отлети върхът на сърцето и част от роговите релси (RBM – Rail Bound Manganese crossing).

Обикновена лята кръстовина на жп стрелки 60E1 се изработва, като върхът на сърцето и преходната зона на роговите релси срещу него се отливат от аустенитна манганова стомана. Работните ръбове и повърхностите на търкаляне могат да бъдат експлозивно закалени

предварително (EDH – Explosive Depth Hardened). Този вид лято сърце се изпълнява от стомана с аустенитна микроструктура, всички останали релсови елементи са от перлитна стомана.

Присъединителните релси са от стандартен профил и са заварени към върха с междинно парче от неръждаема стомана (с широчина 8-15 mm приблизително при сечение 84 mm сърце).

Роговите релси, които не са част от отливката, се изработват от стандартни релси.

В зоната на върха на сърцето клиновете са излети заедно с него, а в останалата част са свободни и напасвани като дистанционни клинове между релсите. При всеки клин роговите релси се прикрепят с болтове към сърцето и към присъединителните релси.

В кръстовините с лято сърце се използват следните материали за изпълнение на:

– връх на сърцето с преходната зона на роговите релси – отливка от стомана марка Mn13, предварително обработена чрез експлозивно повърхностно закаляване (EDH);

– присъединителни и част от роговите релси – релси със стандартен профил от стомана марка R260 или R350HT.

2.3.3. Съставна кръстовина моноблок

Фиг. 6 *Моноблокова лята кръстовина*

При този вид кръстовина са отлети всички елементи (Monoblock crossing).

Моноблокова кръстовина се използва за направата на обикновена и на двойна кръстовина при жп стрелки 60E1. Към краищата на моноблока са заварени парчета от обикновени релси 60E1, които позволяват безпрепятствено заваряване към останалите релсови елементи в пътя.

В кръстовините с лято моноблоково сърце се използват следните материали за изпълнение на:

– връх на сърцето, присъединителни и рогови релси; огънати рогови релси и огънати контрарелси – отливка от стомана марка Mn13, предварително обработена чрез експлозивно повърхностно закаляване (EDH);

– краища на присъединителни и рогови релси – релси със стандартен профил от стомана марка R260 или R350HT.

2.3.4. Сглобяема неподвижна кръстовина

Фиг. 7 *Кръстовина с неподвижна носова и приносова релса*

При този вид кръстовина няма специални отлети елементи (Fabricated crossing).

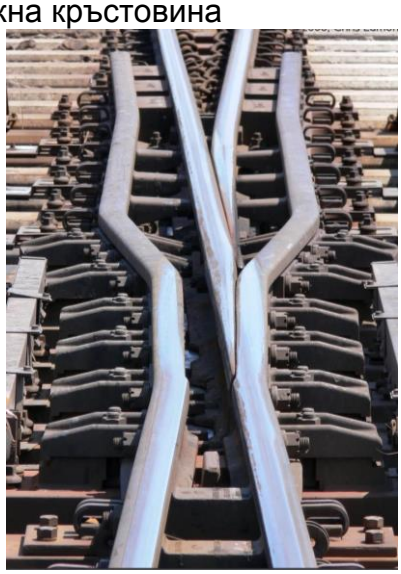
Обикновената сглобяема кръстовина на жп стрелки 49Е1 се изработва с връх, оформен от свързани с болтове неподвижни носова и приносова релса от перлитна въглеродна стомана.

Сърцето се свързва с роговите релси чрез клинове и болтове. При върха на сърцето клиновете са залепени с епоксидна паста към него, а в останалата зона те са поставени като дистанционни клинове между релсите.

В кръстовините с неподвижна носова и приносова релса се използват следните материали за изпълнение на:

– носова и приносова релса, рогови релси – релси със стандартен профил от перлитна стомана марка R260 или R350HT.

2.3.5. Сглобяема подвижна кръстовина



Фиг. 8 *Кръстовина с подвижна носова и приносова релса*

При този вид кръстовина няма специални отлети елементи (Swing Nose crossing).

Обикновената сглобяема подвижна кръстовина на жп стрелки 60Е1 се състои от подвижна носова и приносова релса от перлитна въглеродна стомана.

При обръщане, линейното удължение между двете релси се компенсира посредством специално болтово съединение, което позволява относително изместване. За присъединителната релса не са необходими специални устройства за компенсиране на удължението.

Широката пета на носовата релса води до висока стабилност срещу вертикални и хоризонтални натоварвания и срещу усукване. Не са необходими свързващи заварявания в зоната, която не е закрепена.

Роговите релси в преходната зона са произведени от релси с асиметричен профил, който е по-нисък от носовата релса и така се осигурява място за петата на носовите релси, респективно, за обръщане на носовата релса.

Заключващите елементи и устройството за контрол на положението на носовата релса са закрепени посредством съединителна подложка от заключването. Тя служи и за вертикалното стабилизиране на върха на сърцето.

Цялата кръстовина е монтирана върху непрекъсната основна плоча, която се простира от зоната на стандартния профил на роговата релса до последната гранична за кръстовината траверса при върха на сърцето. Тя гарантира стабилността на кръстовината, както по време на транспортирането, така и при експлоатацията й.

В кръстовините с подвижна носова и приносова релса се използват следните материали за изпълнение на:

– носова и приносова релса, рогови релси – релси със стандартен профил от перлитна стомана марка R260 или R350HT;

– рогови релси в преходната зона – релси със специфичен профил от перлитна стомана марка R260 или R350HT.

Глава III – Текущо поддържане на елементите от горното строене на жп стрелките

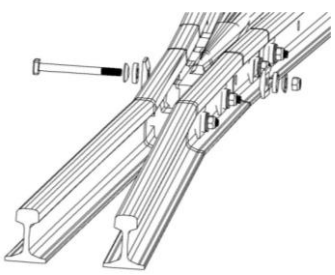
В настоящата глава са показани основните дейности по текущо поддържане на всички елементи от горното строене на жп стрелките, а в следващите две глави по-подробно е разгледано поддържането на релсовите елементи, в зависимост от състоянието на материала им.

Зоните в железопътните стрелки, които са подложени на по-голямо динамично натоварване и носят по-голям риск от дерайлиране са тези, при които движението на колелата се прехвърля от един елемент на друг – от раменната релса на езика и от роговите релси на върха на сърцето, или обратното. В тази връзка, от съществено значение за безопасността на движението е поддържането на езиковата и на кръстовинната част в тези зони, чрез извършване на регулярна диагностика с повишено внимание и запазване на профилите и взаимното положение на релсовите елементи в допустимите граници чрез шлайфане или наваряване.

Допустимите стойности на геометричните параметри на стрелките и дефектите в материала на техните елементи са определени в „Инструкция за устройство и поддържане на горното строене на железния път и железопътните стрелки” и „Каталог на неизправностите в релсовите елементи”.

Елемент	**Видове проверки**	**Начини за извършване на проверките**	**Периодичност**	**Препоръчителни действия**
Всички релсови елементи	геометрия на стрелката	▪ измерват се с калибър или тележка междурелсието, надвишението, широчината на улеите ▪ изчисляват се габаритното и направляващото разстояние	1 месец	▪ коригиране на пътя по ос и ниво ▪ възстановяване на широчината на улеите чрез шлайфане или коригиране на положението на елементите ▪ подмяна или възстановяване чрез наваряване на релсови елементи
		▪ измерва се флешът по всички коловози в стрелката с хорда 10 (20) m	6 месеца	
	дефекти в материала на елементите	▪ при външен оглед се следи за видими повърхностни неизправности	3/6 месеца*	▪ шлайфане на неизправности по повърхността на търкаляне с размери 0,5-1,0 mm (вълнообразно износване, отлюспване, смачкване) ▪ възстановяване чрез наваряване при неизправности с размери над 3 mm (отлюспване, смачкване, откъртване) ▪ подмяна на елементи
		▪ с дефектоскопия се проверява за повърхностни и вътрешни неизправности	6/12 месеца*	
	носеща способност на елементите	▪ измерва се износването с профиломер или шаблон	3 месеца	▪ възстановяване чрез наваряване при вертикално износване над 6 mm ▪ подмяна на елементи
Език	неправилна височина на езика спрямо раменната релса (върхът на езика е на едно ниво с раменната релса или е паднал прекалено ниско)	▪ проверява се дали наставът е понижен ▪ измерва се износването на раменната релса с профиломер или шаблон ▪ проверява се дали е понижен (с повече от 2 mm) езикът при широчина над 50 mm ▪ търсят се повреди по плъзгалките или ролковите устройства ▪ проверява се височината на подложките	3 месеца	▪ възстановяване на правилната височина на езика спрямо раменната релса ▪ шлайфане на езика при износена раменна релса
	носеща способност на езика	▪ измерва се износването на езика с профиломер или шаблон ▪ проверява се за повреди по езика с шаблон	3 месеца	▪ шлайфане на езика ▪ подмяна на полуезиковата уредба при износване или повреди по езика над допустимите

Елемент	Видове проверки	Начини за извършване на проверките	Периодичност	Препоръчителни действия
Език	прилепване на езика към раменната релса	▪ проверява се пространството между края на езика и раменната релса дали е чисто от чужди тела (излишен баласт, извадени от пътя болтове, езикови опори и др.) ▪ проверяват се езиковите опори (дали са повредени; притегнати; с необходимата дължина или липсват) ▪ проверява се дали е достатъчно смазването на плъзгалките ▪ измерва се с калибър междурелсието ▪ при външен оглед се следи за смачкване или „козирки" по раменната релса ▪ проверява се езикът дали е изкривен ▪ измерва се с ролетка хода на езика при върха му и прилепването на другия език срещу теглителната щанга ▪ проверява се обръщането и заключването на езика ▪ проверяват се размерите на съединителния прът (1627-2 mm), на теглителния прът (1050 mm между отворите на болтовете), на разстоянието до апарата (2070-2250 mm от оста на коловоза) ▪ при обръщателния апарат се проверява хлабината в затворено положение, която трябва да бъде до 0,5 mm (от 0 до 500 mm от върха на езика) до 1 mm (след 500 mm от върха на езика и при езиковите опори)	3 месеца	▪ почистване на пространството между края на езика и раменната релса ▪ коригиране на дължината на езиковите опори ▪ подмяна на езиковите опори ▪ смазване на плъзгалките ▪ коригиране на пътя по ос ▪ шлайфане на неизправности по раменната релса ▪ коригиране кривината на езика или подмяна на езика ▪ регулиране на щангите на обръщателния апарат ▪ настройване на заключването
Езикови опори	положение на езика спрямо раменната релса	▪ проверяват се за повреда или липса на опора ▪ проверява се притягането на скрепленията ▪ проверява се дължината на опората чрез измерване на геометрията при затворен език	3 месеца	▪ липсващи или повредени опори се подменят (при заключен език и поставяне на клинове между езика и раменната релса) ▪ дължината на новите езикови опори се уточнява чрез шлайфане, така че да се постигне правилна геометрия на работния ръб при затворен език ▪ болтовете се затягат така, че между навивките на двойната пружинна шайба да има хлабина от 1-2 mm

Елемент	Видове проверки	Начини за извършване на проверките	Периодичност	Препоръчителни действия
Плъзгалки	придвижване на езика върху тях	▪ проверява се дали са здрави, чисти и смазани ▪ проверява се за хлабини между езика и плъзгалките над 1 mm	3 месеца	▪ замърсените плъзгалки се почистват и смазват при отворено и затворено положение на езика ▪ в отворено положение на езика се използва блокиращо трупче между езика и раменната релса ▪ плъзгалки с антифрикционни вложки или с ролкови устройства не се смазват ▪ при хлабини между езика и плъзгалките над 3 mm се поставя дистанционна подложка между плъзгалката и траверсата или се извършва подбиване
Ролкови устройства	придвижване на езика върху тях	▪ проверява се дали са чисти ▪ следи се за смачкани или срязани ролки	3 месеца	▪ замърсените ролки се почистват ▪ при наличие на смачкани или срязани ролки се регулира височината на езика или се настройват ролките
Кръстовина	носеща способност на сърцето	▪ измерва се износването на върха на сърцето с шаблон ▪ проверява се положението на върха на сърцето спрямо роговите релси с шаблон ▪ измерва се понижението на върха на сърцето с ролетка или шублер (под права линия от едната рогова релса до другата през върха)	1 месец	▪ шлайфане на върха на сърцето и роговите релси ▪ подмяна или възстановяване чрез наваряване на кръстовината
	взаимно положение на кръстовината и контрарелсите	▪ измерват се с калибър или тележка междурелсието, надвишението, широчината на улеите ▪ изчисляват се габаритното и направляващото разстояние ▪ при външен оглед се следи за видими повърхностни неизправности	1 месец	▪ възстановяване широчината на улеите чрез шлайфане, коригиране на положението на елементите или на уплътнителните вложки ▪ подмяна или възстановяване чрез наваряване на кръстовината или контрарелсите
	удари при: върха на сърцето, в началото на контрарелсите или в роговите релси	▪ измерват се с калибър или ролетка междурелсието и широчината на улеите в най-тясната им част и в началото на входовете им ▪ изчисляват се габаритното и направляващото разстояние ▪ измерване на флеша по всички коловози в стрелката с хорда 10 (20) m	3 месеца	▪ коригиране на пътя по ос ▪ възстановяване на широчината на улеите чрез шлайфане, коригиране на положението на елементите или на уплътнителните вложки ▪ подмяна или възстановяване чрез наваряване на релсови елементи
	подмяна на болтове в кръстовина		3 месеца	▪ от едната страна на шийката на релсата последователно се поставят профилна, конична и сферична шайба ▪ монтира се болтът ▪ от другата страна на шийката последователно се поставят профилна, конична и сферична шайба ▪ завива се нова самозаконряща се гайка и се притяга

Елемент	Видове проверки	Начини за извършване на проверките	Периодичност	Препоръчителни действия
Клинове	състояние на клиновете	▪ проверяват се за повреда или липса на клинове ▪ проверяват се болтовете, свързващи роговите релси при всеки клин	3 месеца	▪ липсващи или повредени клинове се подменят ▪ липсващи или повредени болтове се подменят
	широчина на улеи в кръстовината	▪ измерва се с калибър или ролетка широчината на улеите в кръстовината	3 месеца	▪ възстановяване на широчината на улеите чрез подмяна на клинове или коригиране на положението им
Настави	състояние на настава	▪ наличие на деформации на релсовите краища (набити краища или отчупвания) ▪ износване на наставовите връзки ▪ наличие на пукнатини през отворите на връзките ▪ с ролетка или клин се измерват температурните междини	3 месеца	▪ подмяна на наставовите връзки ▪ шлайфане на релсовите краища при смачкване или отлюспвания с дълбочина до 0,5 mm ▪ наваряване на релсовите краища при отчупвания или деформации над 0,5 mm
Заварки	състояние на заварката	▪ при външен оглед се проверява за видими шупли, пукнатини или смачкване на заварката ▪ с дефектоскопия се проверява цялото напречно сечение на заварките ▪ проверява се праволинейността на релсовия елемент	след направа на заварката и при наличие на дефекти	▪ шлайфане или направа на нова заварка ▪ ултразвукова дефектоскопия на 1/10/24 месеца след регистриране на неизправности ▪ изправяне или подмяна на релсов елемент
Скрепления	цялост и годност на скреплението	▪ проверява се за повреден или липсващ елемент от скреплението ▪ проверява се за разхлабени болтове или тирфони	3 месеца	▪ подмяна на повреден или липсващ елемент от скреплението ▪ притягат се болтовете и тирфоните
Траверси	годност на траверсите и междутраверсови разстояния	▪ външен оглед за определяне на негодни, закаляни, разместени или ударени траверси ▪ дървени траверси се следят за надлъжни пукнатини по цялата дължина, признаци за загниване на дървесината, напречни пукнатини в челата им по цялата височина на сечението ▪ стоманобетонните траверси се проверяват за оголена армировка, напречни и надлъжни пукнатини в средното сечение, надлъжни пукнатини около челата, откъртвания на бетон в подрелсовото и средното сечение, и при челата ▪ чрез леко почукване с чукче се преценява състоянието на скрепленията ▪ измерване на надвишението	3 месеца	▪ подмяна на негодни траверси ▪ при наличие на широколистни траверси за подмяна, те да се монтират с предимство в езиковата част ▪ защита на траверси посредством запълване на пукнатини с пасти и химикали ▪ възстановяване на ударени стоманобетонни траверси или оголена армировка чрез циментово или друг вид покритие ▪ възстановяване на дървени траверси чрез бандажиране на краищата, изрязване на загнила дървесина и др. ▪ подбиване на единични траверси при неизправности по надвишение или при разместени траверси ▪ дейности за отводняване на стрелката при единични закаляни траверси или масово закалване на определена дължина

Елемент	Видове проверки	Начини за извършване на проверките	Периодичност	Препоръчителни действия
Баластова призма	качество и количество на баласта	▪ ниво на баласта спрямо релсо-траверсовата скара ▪ наличие на голямо количество дребна фракция в баласта ▪ наличие на замърсяване от масла и др. ▪ наличие на закаляни траверси ▪ наличие на растителност	3 месеца	▪ поправяне на пътя по ос и ниво ▪ почистване, пресяване и планиране на баластовата призма ▪ почистване от растителност ▪ дейности за отводняване
Заключване и обръщане на стрелката	обръщане и заключване на езика	▪ проверяват се теглителните и контролните щанги ▪ проверяват се отворите за заключването ▪ проверява се силата на обръщане на езика	1 година	▪ регулиране на щангите ▪ настройване на обръщателния апарат

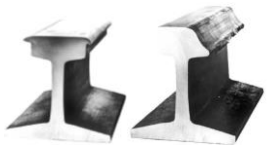
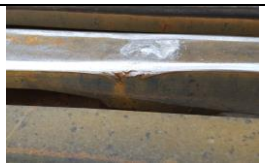
* Нови жп стрелки с релсови елементи от по-твърда стомана (51CrV4, R350HT), както и наварени жп стрелки, в първите две години от експлоатацията се инспектират за релсови дефекти два пъти по-често от останалите.

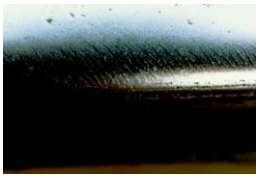
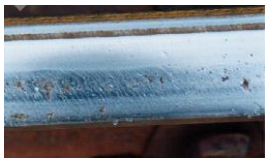
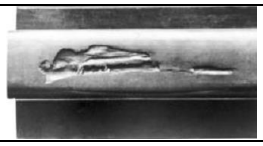
Глава IV – Шлайфане на релсови елементи на жп стрелки

4.1. Релсови дефекти

Основни релсови дефекти в жп стрелките, които могат да бъдат отстранени чрез шлайфане или наваряване, както и начините за тяхното регистриране и дейностите по поддържане, са показани в следващите таблици.

Вид диагностика	**Метод за регистриране**	**Неизправности, които се откриват**	**Вид на неизправностите**
Външен оглед	невъоръжено око на човек, профиломер, шаблон, ролетка	видими повърхностни неизправности по цялото напречно сечение	▪ вълнообразно износване с дълги/ къси вълни ▪ вертикално/ странично износване ▪ нацепване (head-checking) ▪ отлюспване ▪ смачкване ▪ откъртване ▪ нащърбване
Ултразвукова дефектоскопия	ултразвук	вътрешни неизправности с размери и дълбочина ≥4 mm по цялото напречно сечение	▪ head-checking ▪ отлюспване ▪ смачкване ▪ откъртване единично ▪ нащърбване
Капилярна дефектоскопия	пенетрант	повърхностни неизправности по главата	▪ отлюспване в заварка или напластен слой ▪ смачкване ▪ откъртвания многократни

Вид неизправност		**Характеристики на неизправността**	**Препоръчителни дейности**
Вълнообразно износване с дълги вълни (№40/2202)		▪ повтарящи се вертикални неизправности по повърхността на търкаляне ▪ вълни с дължина 80-300 mm и амплитуда (дълбочина) 0,1-2,0 mm ▪ при натоварване от смесен или товарен трафик	▪ шлайфане при амплитуда на вълната над 3 mm
Вълнообразно износване с къси вълни (№49/2201)		▪ повтарящи се вертикални неизправности по повърхността на търкаляне ▪ вълни с дължина 30-80 mm и амплитуда (дълбочина) 0,2-0,3 mm ▪ при натоварване от пътнически трафик	▪ шлайфане при амплитуда на вълната 0,5-1 mm ▪ подмяна на релсата при амплитуда на вълната над 1 mm
Вертикално/ странично износване (№41/2204) (№44/2203)		▪ износване на релсовата глава при експлоатация ▪ вертикално износване на раменните релси при по-голям трафик по правата и странично износване на езиците при по-голям трафик по отклонението	▪ шлайфане ▪ наваряване ▪ подмяна на елемента при износване над допустимите граници
Смачкване (№43/123) (№43/223) (№ /124) (№ /224) (№ /227) (№46.3/)	 	▪ повърхността на търкаляне се смачква и разширява; металът се изтласква встрани и се образува „козирка”, която постепенно се отделя от него ▪ смачкване на заварка от грешки при заваряване	▪ шлайфане ▪ наваряване ▪ подмяна на елемента при наличие на пукнатини ▪ възстановяване на заварка

Вид неизправност		Характеристики на неизправността	Препоръчителни дейности
Head-checking (№ /2223)		▪ повтарящи се пукнатини през къси интервали от 2-5 mm по повърхността на търкаляне ▪ разпространяват се под ъгъл 10-30° и могат да достигнат дълбочина до 2-5 mm ▪ наличието на вода или масло води до по-бързо разрастване на дефекта	▪ шлайфане
Отлюспване (№11/2222) (№17/2221) (№18/472)	 	▪ развитието на head-checking или хоризонтални пукнатини води до отлюспване по повърхността на търкаляне (отстрани по работния ръб или отгоре) ▪ наличието на вода или масло води до по-бързо разрастване на дефекта	▪ шлайфане ▪ подмяна на елемента при дълбочина над 4 mm (в криви) над 8 mm (в прави) или наличие на пукнатина (№11/2222) ▪ наваряване или подмяна на елемента при дълбочина над 3 mm (№17/2221) ▪ наваряване или подмяна на елемента при дълбочина над 3 mm или наличие на пукнатина (№18/472)
Повърхностни дефекти (№10/121) (№10/221)		▪ люспи от метал се откъсват от работната контактна повърхност ▪ от грешки при производство и натрупано товаронапрежение	▪ подмяна на елемента при дълбочина над 8 mm
Откъртване (единично или многократно) (№14/125) (№14/2251) (№14/2252)		▪ пробуксуване на контактната повърхност като елипсовидно петно ▪ причинено от двигателните колооси при потегляне, спиране или буксуване	▪ подмяна на елемента при дълбочина над 3 mm, наличие на счупване или пукнатина
Нащърбване (№24/301) (№25/301) (№74/301)		▪ нараняване на релсовата повърхност ▪ причинено от външно въздействие (дерайлиране, повреден бандаж, изпаднал товар, предмет между колелото и релсата)	▪ подмяна на релсата при наличие на пукнатина или счупване

4.2. Шлайфане за предотвратяване и за отстраняване на релсови дефекти

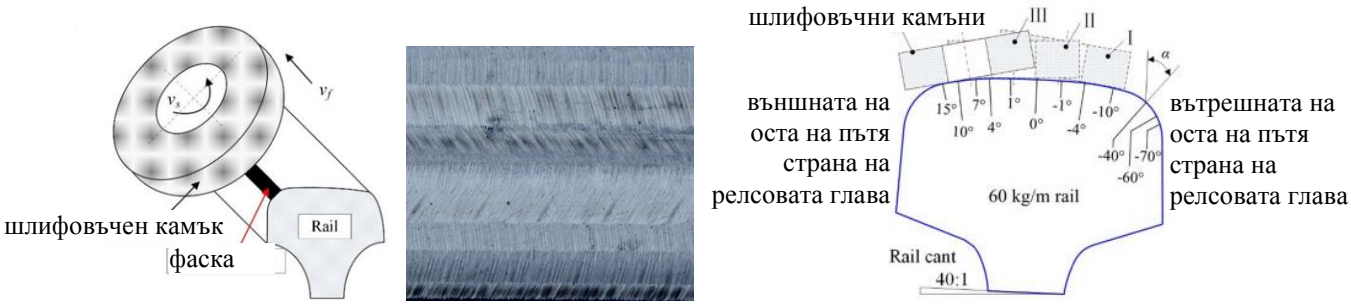
Неизправностите, които се предотвратяват или коригират чрез шлайфане на релсовата глава се класифицират в следните основни категории:

– износване на материала в релсовата глава;

– неизправности от умора на материала по горната повърхност на търкаляне и работния ръб на релсовата глава (RCF – rolling contact fatigue) – head-checking и отлюспване;

– смачкване и откъртване по повърхността на търкаляне.

Шлайфането на релси представлява начин за отнемане на част от метала на главата чрез въртящи се глави (шлифовъчни камъни). Вследствие работата на всеки един камък, чиято ос на въртене е перпендикулярна на надлъжната ос на релсата, по повърхността на релсата остава равнинен сектор – фаска. Задължително след извършено шлайфане на релси се правят проверки на получения релсов профил като геометрия и като качеството на фаските.



Фиг. 9 *Фаски върху релсовата глава, следствие на шлайфането и положение на шлифовъчните камъни при работа*

4.2.1. Превантивно периодично шлайфане

При превантивното шлайфане се създава контролирано изкуствено износване на релсовия профил за повлияване върху контактните напрежения от взаимодействието колело-релса и съответно удължаване на експлоатационния живот на двата контактуващи елемента.

През определен интервал от време се извършва отнемане на тънък слой от релсовата глава, при което се отстраняват неизправности с малки размери, появили се след последното шлайфане, за да не достигнат до фаза на бързо нарастване или до развитие в друг вид неизправности. Тези периоди се определят в зависимост от експлоатационните условия:

– преминал тонаж (15-35 млн. бруто тона) през стрелката или по график;

– вид и посока на трафика (пътнически, товарен или смесен; преобладаващо движение срещу кръстовината, обратно на нея или балансирано);

– различен трафик по основния и по отклонителния коловоз;

– геометрични параметри на стрелката;

– марка стомана на релсата.

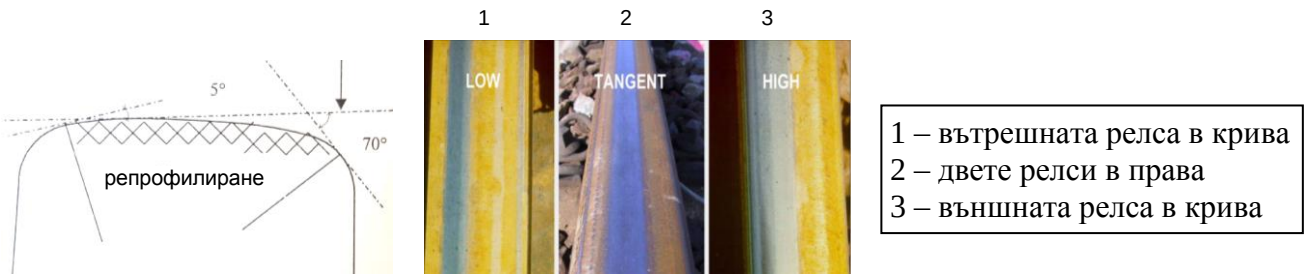
Релсите от по-твърда стомана (R350HT и др.) се шлайфат по-рядко, или при запазване на един и същ интервал от време – им се отнема по-малко материал, в сравнение с релсите от по-мека стомана (R260). Задължително, първия път се шлайфат още докато те са нови. Това се прави с цел, премахване на декарбонизирания слой, образувал се в началото на експлоатация по повърхността на новия елемент от твърда стомана (образува се „наклеп" с по-малка твърдост от основния метал, който създава предпоставки за бързо образуване на пукнатини), както и на повърхностни неизправности от грешки при производството. По този начин се предотвратява ранната поява на RCF неизправности от контактно-уморни процеси.

На жп стрелки в експлоатация стоманата лесно може да бъде разпозната по следната маркировка върху стеблото на релсите, показана в следващата таблица:

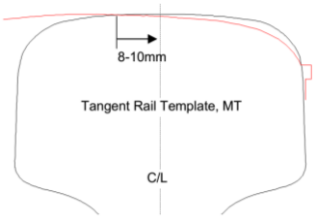
Марка стомана	**Означение върху стеблото на релсите**
R220	———
R260	—— ———
R260Mn	——— ———
R320Cr	——— ——— ———
R350HT	—— ——— ———

Чрез превантивно шлайфане се извършва репрофилиране на релсата, с цел подобряване на контакта колело-релса и по-равномерно разпределение на натоварването върху релсовата глава, като се премести контактната зона в по-малко напрегната област. Това позволява да се намалят контактните напрежения и образуването на релсови дефекти. В зависимост от геометрията на железния път в план, двете релсови нишки се шлайфат на различни места по напречното им сечение, за да се получи асиметричен релсов профил и изместване на

контактната зона на определено място. За целта се използват шаблони за проверка при всеки конкретен случай.



Фиг. 10 *Контактна зона на релсата и колелото след репрофилиране на релсовата глава чрез шлайфане, в зависимост от плана на железния път*



Фиг. 11 *Пример за шлайфане на нови релси (отнема се материал предимно от работния ръб с цел, осигуряване на контакт с колелото по-далеч от ръба и по-близо до оста на релсата)*

Количеството на отстранения метал при превантивно шлайфане е, както следва:

– минимум 0,2 mm дълбочина по повърхността на търкаляне на релсата, където се осъществява контакт с колелото (препоръчително: 0,3 mm – при първоначално шлайфане; 0,2 mm – при всяко следващо шлайфане);

– максимум 20 mm^2 (при необходимост от отстраняване на по-голямо количество в едно сечение, шлайфането вече не е превантивно);

– до получаване на определен профил на релсата, който се проверява с шаблон (ръчно) или безконтактно с измервателна система (механизирано).

4.2.2. Коригиращо шлайфане

Друг вид стратегия за поддържане на профила и състоянието на релсите е коригиращото шлайфане, което се извършва едва след като неизправностите достигнат определени размери и дължина на разпространение. При този начин на поддържане, в едни и същи експлоатационни условия дефектите се появяват на по-къси интервали, в сравнение с превантивното шлайфане. И двете стратегии – превантивно или коригиращо шлайфане, водят до поне два пъти по-бавно развиващи се дефекти, отколкото при поддържане без шлайфане.

Количеството на отстранения метал при коригиращо шлайфане е, както следва:

– минимум 0,2 mm дълбочина (препоръчително: 0,5 mm; 0,1 mm – под ниската част на вълната при вълнообразно износване);

– минимум 1000-кратна дължина от дълбочината;

– максимум 0,8 mm;

– до получаване на определен профил на релсата, който се проверява с шаблон (ръчно) или безконтактно с измервателна система (механизирано). Шаблоните се изготвят за конкретен дефект с определени размери.

Не се препоръчва отстраняването напълно на големи неизправности по работния ръб на релсите, тъй като това е свързано с премахване на значително количество метал, в това число и на защитния закален слой от повърхността.

Фиг. 12 *Пример за допустими остатъчни дефекти по работния ръб на релсата след шлайфане*

4.2.3. Преходно шлайфане

Преходно шлайфане от няколко цикъла се извършва в случай на преминаване от режим на коригиращо към режим на превантивно шлайфане, или обратно.

4.3. Правила за шлайфане на релсови елементи на жп стрелки

4.3.1. Общи изисквания

Преди да започне шлайфането на релсовите елементи е необходимо да бъде извършено следното:

– притягане на скрепленията;

– поправяне на железопътните стрелки по ос и ниво;

– отстраняване на препятствия, които биха попречили на шлайфането (по-високо ниво на баластовата призма, наличие на лубрикатори и др.).

Дейностите, свързани с шлайфане на релсовите елементи на жп стрелките трябва да отговарят на изискванията в БДС EN 13231-3.

Превантивното шлайфане на елементите на жп стрелките, съчетано с употребата на лубрикатори, може значително да увеличи експлоатационния живот на релсите. При коригиращо шлайфане, което допуска появата на релсови дефекти, наличието на масло може да доведе до по-бързо развитие на някои от тях.

Независимо от приетата стратегия за поддържане – превантивно, коригиращо или без шлайфане, задължително се шлайфат нови езици от по-твърда стомана (като R350HT) и нови кръстовини. Релсовите елементи в стрелките се считат за нови до преминаването на трафик от 8-10 млн. бруто тона по тях. Препоръчителните периоди за шлайфане след инсталиране на стрелките в пътя са:

– до преминаването на трафик от 5 млн. бруто тона по тях (за езици от стомана R350HT);

– до преминаването на трафик от 2-3 млн. бруто тона по тях (за нови кръстовини);

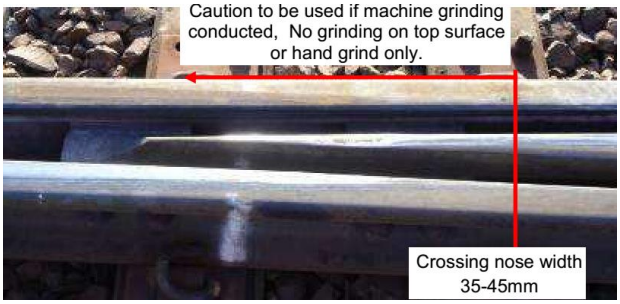
– преди разрешаването на експлоатацията на стрелките (за възстановени кръстовини).

Допустимо е да се шлайфат елементите само по единия път в стрелката, ако той е доминантен по отношение на движението по него.

Раменната релса не се шлайфа на дължина по-голяма от 50 mm пред върха на езика, тъй като там осигурява частична негова защита. При шлайфане на раменната релса в района на върха на езика трябва да се обръща особено внимание да не се отнеме повече материал.

Смачкванията, респективно, „козирките” по сърцето могат да доведат до стесняване широчината на улеите в кръстовината или образуване на пукнатини, което застрашава безопасността на движение. Необходимо е те да бъдат отстранявани своевременно чрез шлайфане.

При шлайфане на сърцето и роговите релси се препоръчва използването само на ръчни шлифовъчни машини. Шлайфането се извършва от сечение с напречна широчина на сърцето от 35-45 mm в посока към върха му.



Фиг. 13 *Пример за начало и посока на шлайфане в кръстовината*

4.3.2. Проверки след извършено шлайфане

След приключване на шлайфането е необходимо да бъдат почистени плъзгалките на езиците, като се отстранят частиците и праха от отстранения материал чрез всмукване с въздух или чрез вода под налягане. При стандартни плъзгалки, те следва да бъдат смазани. Задължително се проверява обръщането на стрелката преди пускане движението на влаковете.

Задължително след направено шлайфане се правят три вида проверки:

– на надлъжния профил на релсата;

– на напречния профил на релсата;

– на качеството на фаските.

Препоръчително е проверката на надлъжния профил да бъде извършена веднага след приключване на шлайфането. При невъзможност това да бъде осъществено, сроковете са максимум 8 дена или до преминаване на 0,3 млн. бруто тона.

Релсовите елементи на жп стрелките се репрофилират, при което се използват шаблони за железен път в права. В Приложение №2 е показан шаблон на австралийските железници за проверка при репрофилиране на релсите в жп стрелки чрез шлайфане.

Качеството на извършено шлайфане е в пряка зависимост от комбинацията от избраните ъгли и натиск при отстраняването на материала от релсовата глава.

Фаските се контролират чрез тяхната широчина и дълбочина. Максималната широчина е, както следва:

– 4 mm по вътрешния на оста на пътя работен ръб на главата;

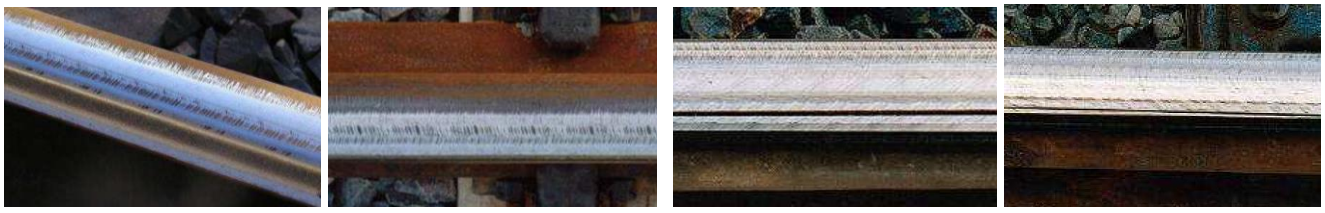
– 7 mm по външния на оста на пътя ръб на главата;

– 10 mm по горната повърхност на главата.

Варирането в широчината на фаската следва да се осъществява плавно, като на всеки 100 mm дължина от релсата то не трябва да надвишава 25% от максималната стойност.

Грапавостта на шлайфаната повърхност не трябва да надвишава 10 μm.

След лошо изпълнено шлайфане по повърхността на релсата остават дълбоки фаски, които водят до увеличено шумоотделяне или до появата на повърхностни неизправности.



недопустими *допустими*

***Фиг. 14** Примери за фаски след шлайфане*

Въз основа на теоретичните предпоставки, определени в международния нормативен документ UIC 716 (Приложение №1), както и на конкретни профили на колелата на возилата, всяка жп администрация изготвя свои шаблони за диагностика на езиковата част на стрелките. Целта е да се сведе до минимум рискът от дерайлиране. С тези шаблони се извършват и проверките за добре извършено шлайфане (Приложение №2).

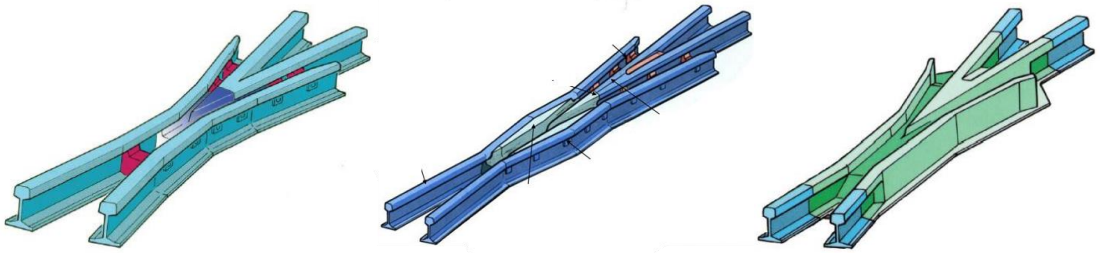
След определен период от време е необходимо да бъде направен анализ каква е достоверността на резултатите от проверките, извършвани с даден шаблон и до колко ефективно е неговото приложение. При необходимост, следва да се направи актуализация на вида или размерите на шаблоните.

Глава V – Ремонт чрез наваряване на релсови елементи на жп стрелки

Съществено значение за правилното извършване на дейностите по наваряване оказва материалът, който ще бъде възстановяван. В следващата точка са разгледани основните характеристики на стоманите, използвани за изработване на релсовите елементи от жп стрелки.

5.1. Материал на релсовите елементи

Всички релсови елементи се изработват от перлитна релсова стомана, с изключение на отливките в кръстовините, за които се използва бейнитна или аустенитна стомана.



блоково сърце лято сърце моноблок

Фиг. 15 *Видове отливки в кръстовините*

На жп стрелки в експлоатация марката стомана на върха на сърцето може да бъде открита в маркировката от производителя на кръстовината, обозначена най-често върху стеблото на роговите релси или пред върха на езика:

Марка стомана	**Означение за материала на върха на сърцето**
R350HT	HH (Head Hardened)
51CrV4	CV (Chrome Vanadium)
Mn13	MN (Manganese)

5.1.1. Марка стомана

Релсовите елементи на жп стрелки се произвеждат от три вида стомана – релсова, нисколегирана и манганова.

Марката на релсовата стомана се означава с буквата R (Rail), следвана от буквата B (Bainite), когато структурата не е перлитна, число, обозначаващо минималната твърдост по Бринел в оста на релсовата глава, буквите HT (Heat Treatment) при термична обработка на главата или букви за съкращение на легиращ елемент.

Марката на нисколегираната стомана се означава с число, съответстващо на средното съдържание на въглерод, следвано от буквите за съкращение на легиращите елементи и число, отразяващо общото им количество.

Марката на мангановата стомана се означава с буквите Mn (Manganese), следвани от число, съответстващо на средното количество манган в стоманата.

В следващата таблица са показани означенията на най-често срещаните марки стомана, използвани за изработване на релсови елементи за жп стрелки.

Марка стомана	**Значение на съкратеното наименование**
R260	въглеродна релсова стомана с перлитна структура и минимална твърдост 260 HBW
R350HT	въглеродна релсова стомана с перлитна структура и минимална твърдост 350 HBW, термично обработена
R320Cr	легирана (1% хром) релсова стомана с перлитна структура и минимална твърдост 320 HBW
51CrV4	нисколегирана хром-ванадиева стомана със средно съдържание на въглерод 0,51% и добавки 4%
Mn13	аустенитно-манганова стомана със средно съдържание на манган 13%

Освен като наименование, марката стомана може да бъде обозначена и като номер на материала, който е отразен в следващите таблици.

5.1.2. Химичен състав

В следващата таблица е показан типичен химичен състав на стоманите (в течно състояние), използвани за производство на релсови елементи за жп стрелки.

Марка стомана	№ стомана	%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Cr	%V	%Ni	%Mo	%Cu	%Al
R260 (БДС EN 13674-1)	**1.0623** (БДС EN 10027-2)	0,62÷ 0,80	0,15÷ 0,58	0,7÷ 1,2	≤0,025	0,008÷ 0,025	≤0,15	≤0,03	-	-	-	≤0,004
R350HT (БДС EN 13674-1)	**1.0631** (БДС EN 10027-2)	0,72÷ 0,80	0,15÷ 0,58	0,7÷ 1,2	≤0,020	0,008÷ 0,025	≤0,15	≤0,03	-	-	-	≤0,004
R320Cr (БДС EN 13674-1)	**1.0915** (БДС EN 10027-2)	0,60÷ 0,80	0,50÷ 1,10	0,8÷ 1,2	≤0,020	0,008÷ 0,025	0,8÷ 1,2	≤0,18	-	-	-	≤0,004
51CrV4 (БДС EN ISO 683-1)	**1.8159** (БДС EN 10027-2)	0,47÷ 0,55	≤0,4	0,7÷ 1,1	≤0,035	≤0,035	0,9÷ 1,2	0,10÷ 0,25	-	-	-	-
Mn13 (БДС EN 15689)	**1.3401** (БДС EN 10027-2)	0,95÷ 1,30	≤0,65	11,5÷ 14,0 (Mn/C ≥10)	≤0,050	≤0,030	≤0,5	-	≤1,75	≤0,75	≤0,30	≤0,045

5.1.3. Микроструктура

В следващата таблица е показана микроструктурата на стоманите, използвани за изработване на различните видове релсови елементи за жп стрелки.

Марка стомана	№ стомана	Микроструктура	Релсов елемент
R260	1.0623	перлитна	всички, с изключение на отливки в кръстовини
R350HT	1.0631	перлитна	всички, с изключение на отливки в кръстовини с лято сърце/ моноблок
R320Cr	1.0915	перлитна	контрарелси
51CrV4	1.8159	бейнитна	кръстовини с блоково сърце (връх на сърцето)
Mn13	1.3401	аустенитна	кръстовини с блоково сърце (връх на сърцето) кръстовини с лято сърце (връх на сърцето и част от роговите релси) кръстовини моноблок (цялата кръстовина с изкл. на краищата)

5.1.4. Физико-механични показатели

В следващата таблица са посочени основните физико-механични показатели на стоманите (в твърдо състояние), използвани за изработване на релсови елементи за жп стрелки.

Марка стомана	№ стомана	Якост на опън Rm, MPa	Твърдост по Бринел, HBW
R260	1.0623	min 880	260-300
R350HT	1.0631	min 1175	350-390
R320Cr	1.0915	min 1080	320-360
51CrV4	1.8159	1200-1400	350-390
Mn13	1.3401	600-800	190-220 (321-550 след EDH или натоварване)

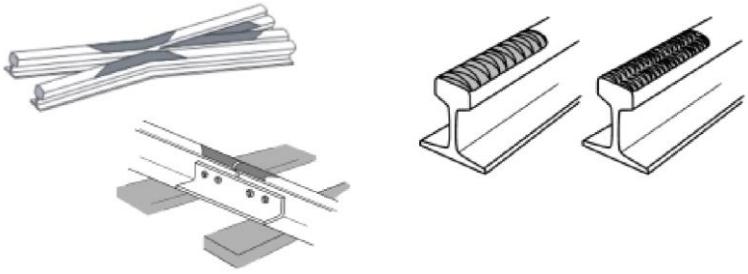
5.2. Релсови елементи, които се възстановяват чрез наваряване

Наваряването се използва за отстраняване на релсови дефекти и възстановяване на релсовите профили, с цел удължаване на експлоатационния живот на елементите. Могат да бъдат възстановявани следните елементи от жп стрелки:

– сърца и рогови релси в кръстовините;

– краища на всички елементи;

– повърхност на търкаляне на всички елементи, с изключение на езиците и на елементите от подвижни кръстовини в тяхната нефиксирана подвижна част.



Фиг. 16 *Релсови елементи, които могат да бъдат възстановени чрез наваряване*

5.3. Подготовка за наваряване

Релсовите елементи се проверяват за дефекти чрез външен оглед, ултразвукова или капилярна дефектоскопия. Кръстовини от аустенитно-манганова стомана не могат да бъдат проверявани чрез ултразвук.

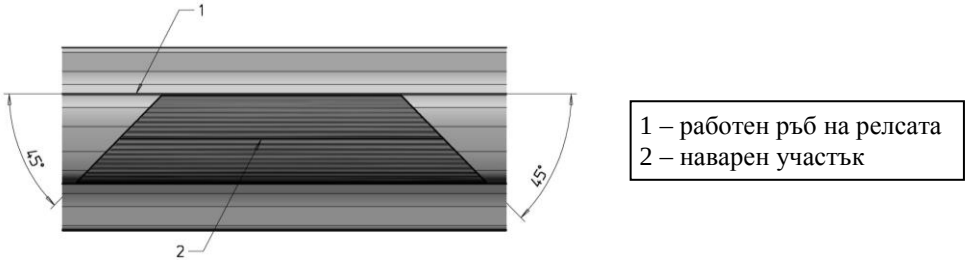
Препоръчително е проверката на кръстовини да се извършва след леко шлайфане на повърхността на търкаляне. С повишено внимание се проверяват местата, подложени на по-голямо ударно натоварване (върхът на сърцето, роговите релси в съседство на върха и краищата на сърцето при настава).

Релсовите дефекти – пукнатина, откъртване (пробуксуване), износване, смачкване („козирка" по работния ръб на релсите), отлюспване, нащърбване, както и втвърденият повърхностен слой по сърцето трябва да бъдат отстранени чрез шлайфане или чрез рубене. Не се допуска използването на горелки за тази цел.

„Рубенето" представлява рязане на метали или сплави чрез въздушно-дъгов или електродъгов процес, при които металът се отстранява по физически път, а не по химически, както е при газо-кислородното рязане. При въздушно-дъговия процес с въгленов електрод рязането става под въздействието на висока температура на дъгата, която се образува между електрода и обработвания детайл и разтопява част от него. Едновременно с това струя сгъстен въздух се пропуска през дъговата междина със скорост, достатъчна да издуха разтопения метал. В полеви условия и когато не е практично използването на апаратура за рубене с въгленови електроди се използват специално разработени обмазани електроди. От покритието на електрода се отделя газ под високо налягане, който изхвърля разтопения метал. По тази причина не е необходима специална ръкохватка и въздух под налягане, а само обикновен източник на ток за ръчно електродъгово заваряване (електродъгов процес). Дъгата се запалва като електрода се държи перпендикулярно (по същия начин както при обикновените електроди за заваряване), но след това той се накланя под много малък ъгъл спрямо детайла (5-15°) и се придвижва в необходимата посока. Електродът се държи в контакт с детайла и се движи като при рязане с трион. Ако е необходима по-голяма дълбочина, процедурата се повтаря до нейното достигане. Скоростта на рязане е от 100-150 cm/min, в зависимост от дълбочината на канала. Получените канали са с равномерни и гладки стени и обикновено не се налага допълнителна обработка преди наваряване, освен в случаите, при които след рубене се получава тънък повърхностен слой с повишено съдържание на въглерод, който трябва да бъде отстранен чрез шлайфане.

При шлайфане не трябва да се допуска прегряване на материала.

Наклонът на стените на обработената зона (силно изшлайфана или изрязана) не трябва да надвишава 45°. Наклонът спрямо водещия колелото работен ръб на релсата също трябва де е 45°.



***Фиг. 17** Наклон на стените на силно изшлайфан или изрязан участък*

Всички остри ръбове (по стените на шлайфаната или изрязаната зона, около върха на сърцето и роговите релси) са източник на образуване на пукнатини и трябва да бъдат закръглени чрез шлайфане.

Пукнатините трябва да бъдат отстранени по цялата им дължина и дълбочина, като металът се изрязва V-образно (не по-широко, отколкото е нужно, но достатъчно широко, за да позволи добра манипулация с електрод или тел).

Ръждата, смазката и други замърсители трябва да бъдат отстранени. Органичните материали се разпадат под въздействието на дъгата при наваряване и могат да причинят образуването на пори.

5.4. Наваряване

5.4.1. Общи изисквания

Подгряване

Наваряването на релсовите елементи започва с тяхното предварително подгряване. Подгряването намалява риска от появата на водородни пукнатини и големи напрежения от свиване, както и от повишаване на твърдостта в зоната на термично влияние.

По време на подгряването внимателно се следи за евентуални пукнатини, останали скрити до тогава (при нагряване бързо ще се оцветят в ярко оранжево, докато плътният метал остава тъмен). При наличие на такива, те трябва да бъдат отстранени преди да започне наваряването.

Температурата на подгряване зависи от химичния състав и микроструктурата на основния и на добавъчния метал. Колкото по-голямо е съдържанието на въглерод или на хром, толкова повече топлинна енергия трябва да бъде вложена, за да се подгрее релсата. В следващата таблица са показани препоръчителни температури на подгряване за отделните марки стомана, но за всеки конкретен случай следва да бъдат спазвани предписанията от производителя на съответния консуматив.

Марка стомана	**№ стомана**	**Температура на подгряване, °C**
R260	1.0623	350-400
R350HT	1.0631	400-450
51CrV4	1.8159	400-450
Mn13	1.3401	-

По време на подгряването е важно релсата да бъде нагрята до една и съща температура в целия й обем, а не само повърхностно. Обикновено това отнема 2 минути след спиране на подаването на топлина. Зоната на подгряване трябва да обхваща дължината на шева, който ще се изпълнява и допълнително по около 100 mm от двете му страни. Температурата се поддържа през целия процес на наваряване. За целта е необходимо тя да бъде измервана регулярно с подходящ термометър и при евентуално спадане, релсата да се подгрее отново преди да се продължи с наваряването. Ако процесът на наваряване се прекрати за повече от 3 минути се извършва ново подгряване до необходимата температура и изчакване от 2 минути.

Необходимо е да се осигурят сухи условия на работа при подготовката и при наваряването. При наличие на влага, в наварения метал се абсорбира водород. Водородните включвания могат да доведат до пукнатини в зоната на топлинно влияние.

Наваряване на релси при температури под 5 °C трябва да се избягва.

Буферен слой

Ако ремонтът изисква голяма дълбочина на наваряване е необходимо да бъде направен първи слой с определен за целта електрод или тел – така наречен „междинен" или „буферен" слой. Определени консумативи позволяват многослойно твърдосплавно наваряване без нужда от такъв слой. Напреженията от свиване при изстиване на метала на следващите слоеве се поглъщат от буферния слой, намалява се общото ниво на напрежения и рискът от напукване, избягват се водородни пукнатини под твърдия повърхностен слой, намалява се смесването на основния с добавъчния материал. Ако твърдият повърхностен слой се напука, буферният слой спира разпространението на пукнатините, като същевременно задържа напуканите парченца да не се изронят.

Изграждащ слой

При голямо износване на релсовия елемент, преди наваряване на повърхността му с твърда сплав е необходимо възстановяване на първоначалната му форма с материал от същия вид като основния метал. Друга възможност за справянето с този проблем е редуване на твърди и пластични слоеве. Препоръчва се по дължината на ръба (или ръбовете) на релсата да се завари един поддържащ шев преди да започне изграждането на главата.

Изграждащите слоеве трябва да имат добра устойчивост на ударни натоварвания и умерена устойчивост на абразивно износване.

Твърд повърхностен слой

Същинското наваряване представлява изграждане на един или повече твърди слоеве. Извършва се чрез надлъжни шевове на няколко слоя, за да се намалят напреженията в долните слоеве. Посоката на шевовете се обръща, за да се намали нарастването на вътрешните напрежения. Електродите се държат под ъгъл 20-30° от вертикала по посока на шева.

След направата на всеки един шев е задължително шлаката да се почиства внимателно.

При наваряване на скосена V-образно изрязана пукнатина шевовете не трябва да стигат от край до край по нейната дължина. Препоръчва се направата на серия от шевове, дълги по 7-8 mm. За да се избегне появата на пукнатини съседните шевове не трябва да започват и да свършват на едно и също място.

Ако е необходимо нанасяне на повече от три слоя, преди наваряването на повърхността се прави изграждане с жилав неръждаем метал.

Последните слоеве се изпълняват с електроди или телове, предоставящи висока износоустойчивост. Те задължително завършват над повърхността на търкаляне, за да могат да бъдат обработени чрез шлайфане до възстановяване на профила на релсовия елемент.

Незабавно изчукване на горещите слоеве спомага за намаляване на вътрешните напрежения, породени от свиването при изстиване. То се препоръчва при отстраняване на дълбоки дефекти.

Силата на тока за наваряване трябва да е достатъчна за получаване на добър провар. На опаковката на всеки консуматив е указана от производителя препоръчителната сила и полярност на тока.

При наваряване неизбежно се получава смесване на основния и на добавъчния метал. За постигане на оптимални резултати то трябва да е минимално. Факторите, които оказват влияние и намаляват смесването са:

– по-висока скорост на наваряване;
– постоянен ток с права полярност;
– по-малко количество топлина;
– без вълнообразни движения като техника на наваряване;
– брой слоеве (с всеки следващ слой смесването намалява);
– високолегиран наварен метал.

5.4.2. Особености при наваряване на различни видове стомана

Основните материали, които се наваряват, се подразделят в две основни групи:

– високовъглеродни и нисколегирани стомани;
– аустенитно-манганови стомани.

Когато не е известен видът на стоманата (липсва или е нечетлива маркировката/ табелката за идентификация на елемента), тези групи могат да се различат като се използва магнит. Въглеродните и нисколегираните стомани са силно магнитни, докато аустенитно-мангановите не са.

Други отличителни белези могат да бъдат следните:

– сглобено сърце – високовъглеродна стомана;
– блоково сърце със заварени клинове при върха – нисколегирана стомана;
– блоково сърце с отлети или залепени клинове при върха – аустенитно-манганова стомана;
– наличие на междинно парче от 8-15 mm при широчина на сърцето 84 mm – аустенитно-манганова стомана.

Препоръките за наваряване на двете групи стомани са коренно различни. С промяна на съдържанието на въглерод и на легиращи елементи може да се изисква подгряване, отгряване, бавно охлаждане и т.н.

Наваряване на високовъглеродни и нисколегирани стомани

Релсовите елементи от жп стрелките, произведени от тези видове стомана, са въглеродно-манганови и манганово-хром-ванадиеви.

При наваряване на високовъглеродни стомани се препоръчва употребата на консумативи с ниско въглеродно съдържание.

Високовъглеродните и нисколегираните стомани подлежат на задължително предварително подгряване и евентуална термообработка след наваряване (отгряване).

При наваряване могат да се използват тесни или широки шевове с прави или вълнообразни движения, с максимална дължина 200 mm.

След завършване на последния шев, температурата трябва да се поддържа за определено време (от около 30 минути) или да се увеличи до определена стойност.

Докато температурата е над 400 °C не трябва да се допуска преминаване на возила по наварената част от релсовия елемент.

Наваряване на аустенитно-манганови стомани

Релсовите елементи от жп стрелките, произведени от този вид стомана, са аустенитно-манганови.

При възстановяване на аустенитно-манганови кръстовини трябва да се отнеме приблизително 3-6 mm от втвърдилия се повърхностен слой преди да се пристъпи към наваряване. В противен случай може да се образува вътрешна пукнатина под наварения слой и в последствие – откъртване.

Аустенитно-мангановите стомани трябва да се наваряват без никакво подгряване или последващо отгряване. Това е така нареченото „студено наваряване" (останалите релсови стомани подлежат на горещо наваряване). Единствено в случаи, когато температурата на околната среда е под 0 °C аустенитно-мангановите релси трябва да се подгряват до 25 °C. Температурата при изпълнение на слоевете трябва да бъде поддържана възможно най-ниска (около 200 °C), тъй като при нагряване тези стомани стават крехки.

Твърдостта на аустенитно-мангановата стомана може да се наруши, ако температурата на основния метал надвиши 300 °C. Температурата на наварявания участък трябва да се следи с подходящ уред. Наваряването трябва да се прекрати във всички зони, ако температурата на релсата надвиши 260 °C. То се продължава в отдалечена зона, когато температурата й вече е намаляла. Груб ориентир за допустимата температура при наваряване е възможността с незащитената ръка да бъде докоснат метала на около 150 mm от последната зона на наваряване.

Препоръчително е наваряването да се извършва с тесни шевове, при възможно най-ниска температура, с възможно най-голяма скорост. Да се избягва продължително и концентрирано нагряване в малки зони. Колкото по-широк е шевът, толкова по-бавно трябва да се наварява и толкова по-голямо е влагането на топлина в отливката. Да не се изпълнява заваръчен шев по-широк от 4 пъти дебелината на електрода или тела (максимум 16 mm) и по-дълъг от 200 mm.

Прилагането на мартензитни добавъчни материали може да предизвика образуването на крехки отлагания по повърхността, в резултат на което да настъпи откъртване.

При употреба на аустенитни добавъчни материали, зоната на наваряване ще се деформира след първите въздействия от преминаващи возила. В резултат от значителните натискови и ударни натоварвания, стоманата се самозакалява, като твърдостта може да достигне до 550 единици по Бринел при продължителен тежкотоварен трафик. Необходимо е да бъде извършена проверка и шлайфане на повърхността на търкаляне до 2 седмици след ремонта.

5.4.3. Заваръчни процеси

Използваните процеси при наваряване са следните:

– ръчно електродъгово заваряване (РЕДЗ), наричано още заваряване с обмазани електроди – покрива най-широка гама добавъчни материали; сравнително евтино; гъвкав процес за работа на открито и във всякакви пространствени положения;

– заваряване с тръбен тел – налични са почти същите сплави като при обмазаните електроди; висока производителност; може да се използва при работа на открито; самозащитни (не се изисква защитен газ);

– подфлюсово заваряване – ограничен избор на добавъчни материали; висока производителност (за възстановяване на големи износени детайли); няма пръски и блясък от дъгата.

5.4.4. Добавъчни материали (консумативи за наваряване)

Характеристики

За ремонт на релсовите елементи чрез наваряване се използват следните видове консумативи:

– обмазани електроди (обмазката създава защитен газ в зоната на заваряване и едновременно с това образува шлака, която не допуска кислород до разтопения метал; тази защита оказва важно влияние върху устойчивостта срещу образуване на пукнатини при ударни натоварвания);

– неръждаем тел за ремонти.

Обмазките на електродите за наваряване на релсови елементи биват: рутилови, базични и смесени (рутилово-базични).

Електроди	**Предимства**	**Недостатъци**
рутилови	▪ първоначалното и повторното запалване на дъгата е лесно ▪ стабилна дъга, която се контролира лесно от заварчика ▪ може да се използва постоянен и променлив ток ▪ не се налага изсушаване на електродите преди работа	▪ не са подходящи за конструкции с динамични натоварвания ▪ високо съдържание на водород в наварения метал ▪ не са подходящи за стомани със съдържание на въглерод над 0,2% (каквито са релсовите)
базични	▪ имат добра жилавост особено при ниски температури ▪ ниско съдържание на водород в наварения метал ▪ подходящи за стомани със съдържание на въглерод над 0,2% (каквито са релсовите)	▪ нестабилна дъга, която се контролира по-трудно от заварчика ▪ в някои случаи се използва само постоянен ток ▪ чувствителни към овлажняване – често се налага изсушаване на електродите преди работа

Теловете могат да бъдат плътни или тръбни. Тръбните са подходящи за механизирано наваряване.

Независимо от избора на продукт, той трябва да притежава етикет с идентификация – наименование, технически данни, партида, полярност и големина на тока и др. Необходимо е да се използват само предназначените за целта консумативи, чието приложение е указано от производителя. Задължително е запознаването с информацията от опаковката и спазването на инструкциите от производителя при работа с конкретния продукт.

Избор на добавъчни материали

Изборът на подходящ консуматив зависи от: вида на стоманата на основния метал; вида и големината на отстраняваната неизправност; вида на слоя, който трябва да бъде направен.

Да се предпочитат консумативи със следните характеристики:

– при наваряване на кръстовини от високовъглеродни или нисколегирани стомани – мартензитни, нисколегирани или високолегирани сплави с устойчивост на износване, триене, пукнатини и ударно натоварване;

– при наваряване на кръстовини от аустенитно-манганови стомани – аустенитно-манганови или високолегирани сплави с устойчивост на износване, триене, пукнатини и ударно натоварване;

– при наваряване на износване – сплави с устойчивост на износване;

– при наваряване на дефекти по повърхността на търкаляне – сплави с устойчивост на пукнатини, натиск, ударно натоварване, търкаляне и триене метал в метал;

– при наваряване на релсови краища – сплави с устойчивост на натиск и ударно натоварване;

– при наваряване на буферни слоеве – сплави с механична якост, ударна жилавост и устойчивост срещу образуване на пукнатини.

В Приложение №3 са показани подходящи консумативи за наваряване, които се предлагат на българския пазар.

5.5. Дейности след наваряване

Отгряване

В определени случаи релсовите елементи подлежат на термична обработка след наваряване с цел, премахване на остатъчни напрежения, увеличаване на пластичността и ударната жилавост, намаляване на твърдостта или промяна на микроструктурата. Това се постига посредством голяма група методи, обединени в общия термин „отгряване".

Термичната обработка на металите представлява процес, при който контролирано и целенасочено се нагрява материала до достигане на предписана температура, която може да е по-ниска или да надхвърля температурата на фазово превръщане. Когато желаната температура е достигната, следва задържане за определено време и последващо охлаждане.

Необходимостта от термообработка е указана в предписанията на производителя за съответния добавъчен материал (електрод или тел).

Аустенитно-манганови релсови елементи не трябва да бъдат подлагани на отгряване.

Охлаждане

Съдържанието на въглерод е причината за формиране на много твърда, но крехка структура, ако охлаждането на материала става твърде бързо.

При горещо наваряване е необходимо бавно охлаждане на релсата, като се покрие работната зона с минерална вата или друг топлоизолиращ материал. При термично обработена стомана (R350HT) е препоръчително покриване с такива материали непосредствено след наваряване.

При аустенитно-манганова стомана охлаждането може да бъде осъществено чрез покриване с мокри текстилни покрития или пяна от CO_2. Подходящ начин за охлаждане на кръстовините е улеят да се запълни с вода или сняг, докато се наварява върхът. Горещите заварки не трябва да бъдат заливани директно с вода.

Крайна обработка на повърхностите

Крайната обработка на повърхностите зависи от избора на консуматив. В неговите технически данни от производителя обикновено е упоменато каква е обработваемостта на добавъчния материал след наваряване – механично добра или слаба обработваемост, допуска се само шлайфане или не подлежи на обработка.

След наваряване се извършва проверка за наличие на пукнатини в наварения участък чрез дефектоскопия – ултразвукова или капилярна.

Следва внимателно шлайфане до отстраняване на евентуални пукнатини и възстановяване на релсовия профил, междурелсието и улеите. То трябва да бъде осъществено в същия ден на ремонта.

Окончателно се прави проверка за гладкост и праволинейност на наварения участък.

5.6. Правила за наваряване на релсови елементи на жп стрелки

5.6.1. Общи изисквания.

Дейностите по възстановяване на релсовите елементи са специфични за всеки отделен случай, но могат да бъдат обобщени в следната последователност:

– установяване на вида и големината на релсовия дефект;
– вземане на решение за възстановяване на релсовия елемент;
– установяване на вида на стоманата на релсовия елемент;
– избор на електрод или тел за наваряване;
– шлайфане или рязане до отстраняване на дефекта;
– отстраняване на твърдия повърхностен слой (при необходимост);
– закръгляне на ръбовете на отстранената зона чрез шлайфане;
– почистване на зоната за наваряване от ръжда, смазка и замърсители;
– подгряване на зоната за наваряване до определената температура (при необходимост);
– проверка за наличие на скрити пукнатини;
– изграждане на буферен слой (при необходимост);
– направа на изграждащ слой (при необходимост);

– изграждане на твърд повърхностен слой (един или няколко);
– отгряване на зоната за наваряване (при необходимост);
– охлаждане на зоната за наваряване;
– проверка за наличие на пукнатини в наварения повърхностен слой;
– обработка на повърхността на наварения участък (при необходимост);
– шлайфане до възстановяване на релсовия профил, междурелсието и улеите;
– проверка на наварения участък.

До една седмица преди наваряването да се проведе дефектоскопия на релсовите елементи, като се обърне специално внимание на отворите за болтовете.

Дейностите по наваряване на място могат да бъдат извършвани само при условия на добро подпиране на релсите върху траверсите, като при необходимост се извършва подбиване на железния път и притягане на скреплениятa.

Изграждането на слоеве да не се извършва в условия на влага (дъжд или мъгла). Дъждът води до бързо охлаждане на релсата и появата на пукнатини. Ако завали при вече започнат процес на наваряване и невъзможност за неговото довършване или за охлаждане от поне 20 минути, навареният участък трябва да се покрие с брезент, вата или друго защитно покритие на минимално разстояние от 1,5 m встрани. При навлажнен или бързо охладен наварен участък, той трябва да бъде считан като релсов дефект и съответно да бъде отстранен.

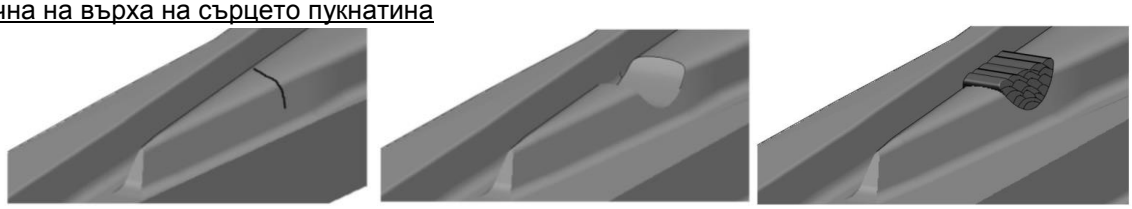
Задължително е използването на защитна екипировка (шлем, очила, облекло и др.) от персонала, извършващ наваряването. Хора, които присъстват на работното място, трябва да бъдат предупреждавани преди началото на всяка процедура.

Задължително след направено наваряване се прави проверка на релсовите профили. За тази цел най-практично е използването на шаблони (Приложение №2).

5.6.2. Наваряване на кръстовини – специфични особености.

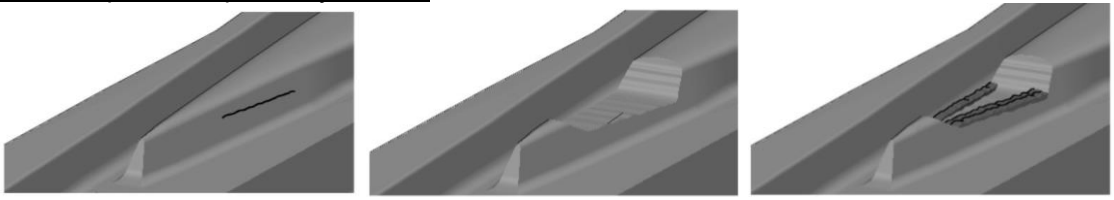
При възможност, да се направи леко шлайфане преди провеждане на дефектоскопията.
Да не се предприема ремонт на кръстовини при наличие на пукнатини в близост до отворите на болтовете.

Напречна на върха на сърцето пукнатина

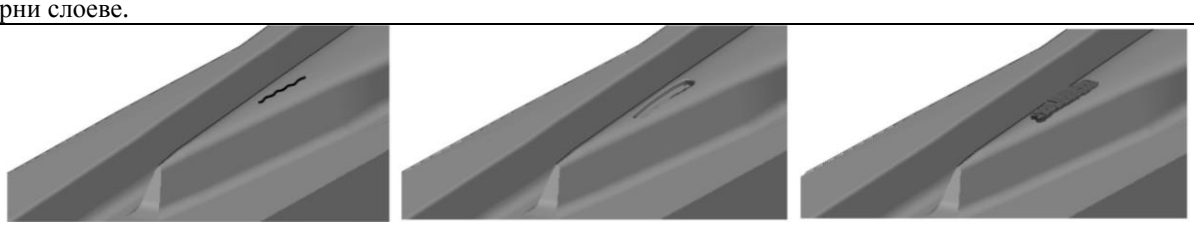


Върхът на сърцето се изрязва V-образно по цялата дължина и дълбочина на пукнатината.
Шевът в корена трябва да има добър провар. Посоката на всеки шев трябва да се сменя. Да се избягва започване и свършване на шевове в ръбовете на отливката.

Надлъжна на върха на сърцето пукнатина

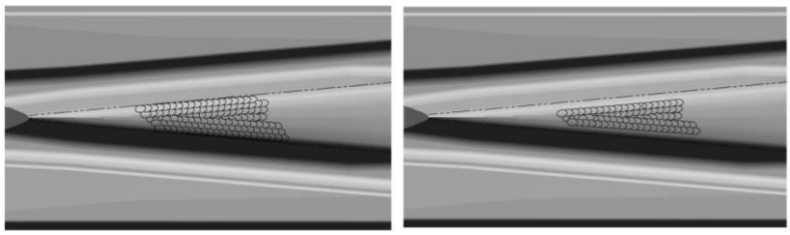


Пукнатината не трябва да се наварява с един единствен шев по цялата ѝ дължина, а със серия от шевове, дълги по 7-8 mm. При дълбочина на изрязаната част над 6 mm или при необходимост от повече от 3 слоя да се изградят буферни слоеве.



Стените на изрязания участък трябва да са наклонени, за да се осигури добър провар без подрези.
При дълбочина на изрязаната част над 6 mm или при необходимост от повече от 3 слоя да се изградят буферни слоеве.

Износване на върха на сърцето



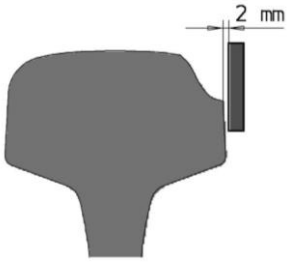
Препоръчва се възстановяване на върха на сърцето при вертикално износване максимум 10 mm.
При наваряване на върха на сърцето е необходимо да бъде определена широчината му.
Определя се стойността на износването, чрез измерване на широчината на върха на сърцето и понижението му спрямо роговите релси.
Шевовете трябва да са плътно един до друг и в различни посоки.
Наварените повърхнини трябва да сключват ъгъл от 45° спрямо работния ръб.

Износване на роговите релси

Препоръчва се възстановяване на роговите релси при вертикално износване максимум 10 mm.
Ако се прави ремонт на върха на сърцето, роговите релси се ремонтират заедно с него.
По-дългите заварки се разделят на сегменти, които се подгряват и се наваряват последователно.

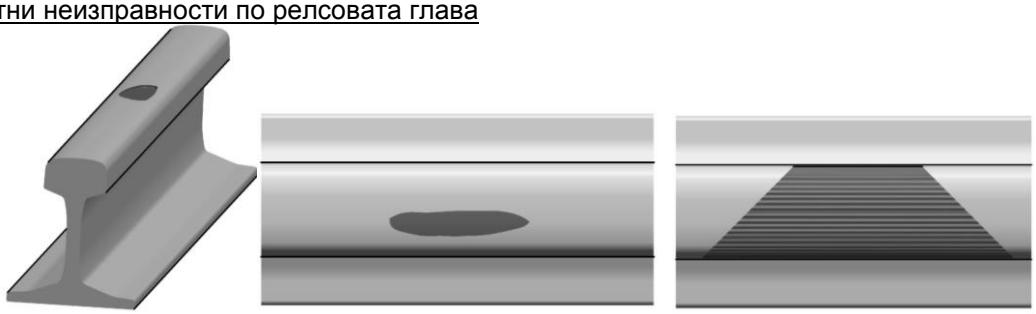
5.6.3. Наваряване на повърхността на търкаляне – специфични особености.

Износване



Стойностите за допустимо износване на релсовите елементи от жп стрелките зависят от вида и типа на елемента, скоростта на движение и вида на коловоза, и са определени в „Инструкция за устройство и поддържане на горното строене на железния път и железопътните стрелки” на ДП НКЖИ.
Препоръчително е да се използват медни пластини като ограничители на напластяването, при което е необходимо да бъде осигурена 2 mm хлабина (луфт) между тях и релсовата глава.

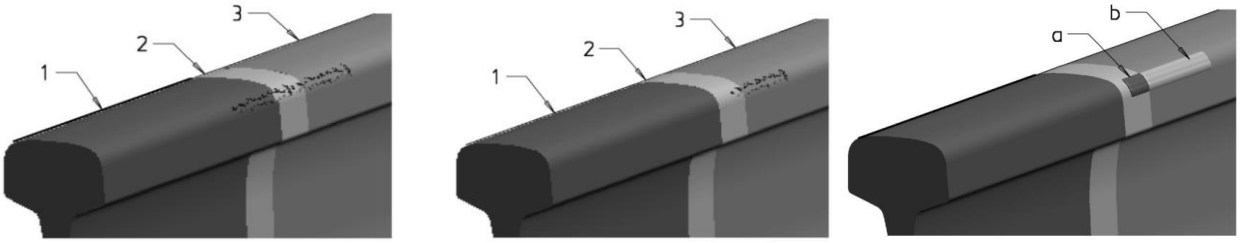
Повърхностни неизправности по релсовата глава



Повърхностни неизправности като смачкване („козирка”), отлюспване, откъртване (пробуксуване) или нащърбване, могат да бъдат отстранени чрез наваряване, след като са достигнали определени размери. Размерите и сроковете за отстраняване на неизправностите са посочени в „Каталог на неизправностите в релсовите елементи” на ДП НКЖИ.
Дефекти с критични размери или на дълбочина под 12 mm от горната повърхност на главата на езика, раменната релса, подвижната носова и приносова релса, или кръстовини, при които е възпрепятствано подгряване и термообработка (стомана Mn13) не трябва да бъдат подлагани на ремонт чрез наваряване.

5.6.4. Наваряване на релсови краища – специфични особености.

Износване на лята кръстовина

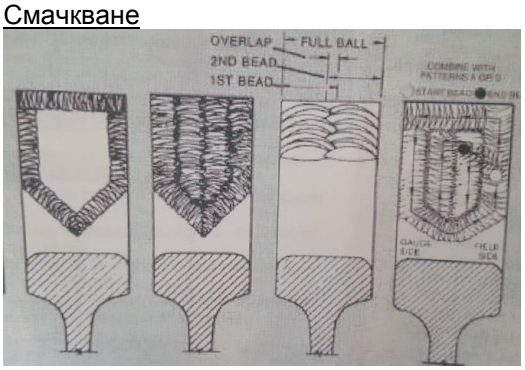


1 – релсова стомана
2 – неръждаема стомана
3 – аустенитно-манганова стомана

a – буферни слоеве
b – твърди повърхностни слоеве

Краищата на кръстовините от аустенитно-манганова стомана трябва да се наваряват с особено внимание, тъй като релсовата стомана в съседство изисква подгряване. Необходимо е то да се извършва при възможно най-ниска температура, която да не надвишава 500 °C.

Смачкване



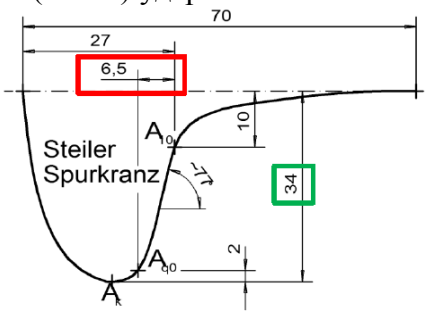
При разминаване в нивото на двете съседни релси се препоръчва наваряването да започне от по-ниската релса. Наварените слоеве се полагат успоредно и са с максимална дължина – половината от релсовата глава. Първият слой започва от противоположната на работния ръб страна. Следващите се редуват, всеки път сменяйки посоката си, като задължително се препокриват (8-9 mm застъпване) в средата на релсовата глава. Завършващите слоеве се оформят V или U-образно, за да се сведат до минимум напреженията в страничните повърхности на релсовата глава. Препоръчва се шевовете да не започват и да не спират в ръбовете на релсовия профил.

Приложение №1 – Теоретични предпоставки за изработване на шаблони за проверка на релсовите профили след шлайфане

Проверките на релсовия профил преди и след шлайфане се извършват с шаблони, направени на базата на приети характеристики на колелата на возилата (нови и износени) и на теоретични предпоставки (за безопасност против дерайлиране и за контакта колело-релса), съгласно UIC 716.

Характеристики на износено колело

Тези характеристики са предпоставка за изработването на шаблон №1 за проверка на полуезиковата уредба за насрещен (челен) удар от износено колело.



q_{Rmin}=6,5 mm – хоризонталното разстояние между двете точки от профила A_{10} и A_{q0}, определящи контакта на износен реборд с релсите
34 mm – височина на реборда

Фиг. 18 *Теоретична предпоставка за изработването на шаблон №1*

Профилът на колелото се характеризира с хоризонталното разстояние q_R между две точки, определящи контактуващи части на реборда с релсата:

– едната точка A_{10} (референтна) е разположена на 10 mm под повърхността на търкаляне по страничната част на реборда;

– другата точка A_{q0} (определена статистически) е разположена на 2 mm от върха на реборда по вътрешната му част.

Минималното разстояние при износен бандаж е q_R=6,5 mm.

Теоретични концепции

Тези концепции са предпоставка за изработването на шаблон №2 за проверка на полуезиковата уредба за страничен удар от ново колело.

Безопасност против дерайлиране

Безопасността против дерайлиране се гарантира чрез минимален ъгъл на наклона γ_A на тангенциалната равнина в точката на контакт A между колелото и релсата. Той се определя по формулата: $\gamma_A = arc\ tg\ Y/Q + arc\ tg\ \mu$, където Y/Q е съотношението на направляващата сила към натоварването от колелото, а μ е коефициентът на триене между колелото и релсата. За да се елиминира риска от възкачване на колелото върху релсата, не трябва нито една точка от реборда при наклоняване на контура под ъгъл по-малък от $tg\ \gamma_A$ да влиза в контакт с релсовите елементи от стрелката.

Контактна повърхност колело-релса

Колелата не остават непрекъснато успоредни на релсите, като ребордите могат да образуват остър ъгъл. При успоредни колела спрямо релсите контактните сечения от колелата във вертикалната равнина образуват окръжност. При колела под наклон, контактната повърхност образува елипса, която вече не лежи в перпендикулярна на колооста равнина.

Ъгъл на срязване

В стрелките ъгълът на срязване α пред върха на езика се състои от:

– ъгъл на скосяване от 1°;

– ъгъл на влизане от 1°.

Контакт между атакуващото колело и елементите на пътя

Допирането на колелото с пътя се осъществява по два възможни начина:

– чрез тангенциален контакт;

– контакт с пресичане.

Тангенциален контакт

Тангенциалният контакт реално не носи риск от дерайлиране. При тангенциален контакт между релсата и износен бандаж, сигурността срещу дерайлиране е по-голяма с увеличаване ъгъла на реборда.

Контакт с пресичане

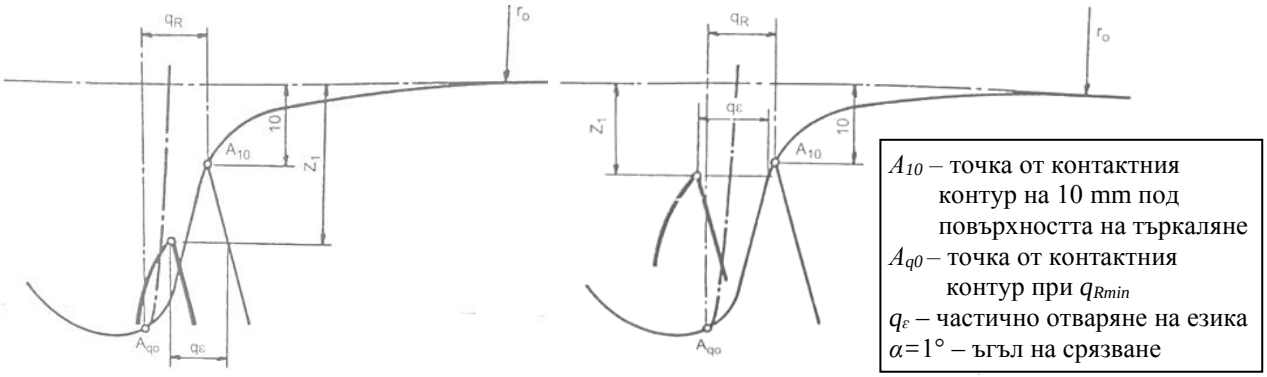
Контактът с пресичане възниква в два случая:

– езикът не е прилепнал напълно – в този случай най-голям риск носи насрещният удар от износен бандаж;

– език с неизправности по работния ръб близо до върха му – в този случай най-голям риск носи страничният удар от нов бандаж.

Сигурността срещу дерайлиране се гарантира, когато такъв контакт се осъществява при ъгъл на реборда по-голям от минималния $tg\ \gamma_A$.

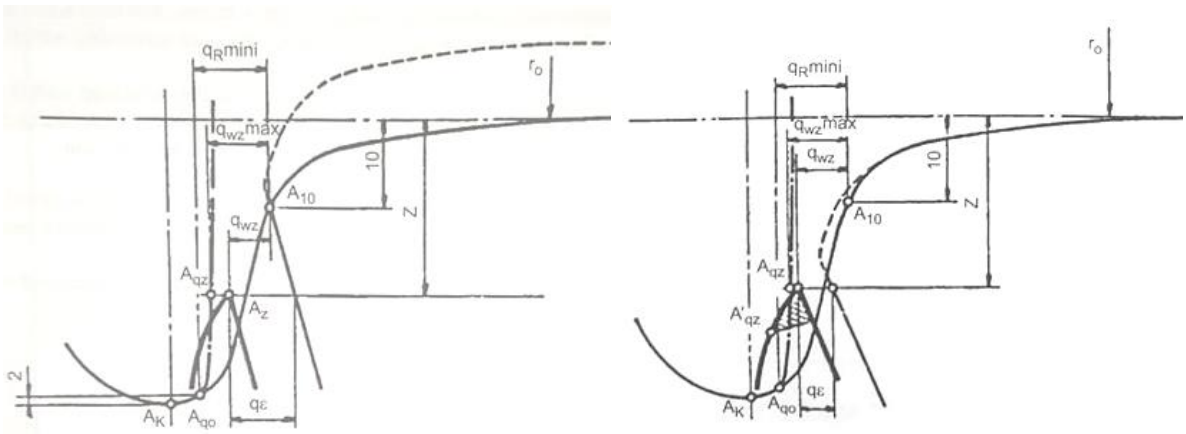
На следващата фигура е илюстриран контактът с пресичане. За да се избегне риска от дерайлиране при върха на езика, той трябва да попада между елипсата при т.A_{q0} и раменната релса.



A_{10} – точка от контактния контур на 10 mm под повърхността на търкаляне
A_{q0} – точка от контактния контур при q_{Rmin}
q_ε – частично отваряне на езика
α=1° – ъгъл на срязване

Фиг. 19 *Безопасен и опасен контакт с пресичане*

Следващата фигура показва как се отразява износването на езика върху контакта с пресичане. Вертикалното износване на раменната релса може да бъде компенсирано с репрофилиране на езика чрез шлайфане.



q_{Rmin}=6,5 mm	q_{wz} – хоризонталното разстояние между т. A_{10} и върха на езика на разстояние z
α=1° – ъгъл на срязване	$q_{wz\ max}$ – максималното безопасно разстояние между т. A_{10} и върха на езика на разстояние z
A_{10} – точка от контактния контур на 10 mm под повърхността на търкаляне	A'_{qz} – случай на нащърбен език
A_{q0} – точка от контактния контур при q_{Rmin}	A_k – връх на реборда
q_ε – частично отваряне на езика	A_z – връх на езика на разстояние z под повърхността на търкаляне
	A_{qz} – точка от елипсата A_{q0} на разстояние z

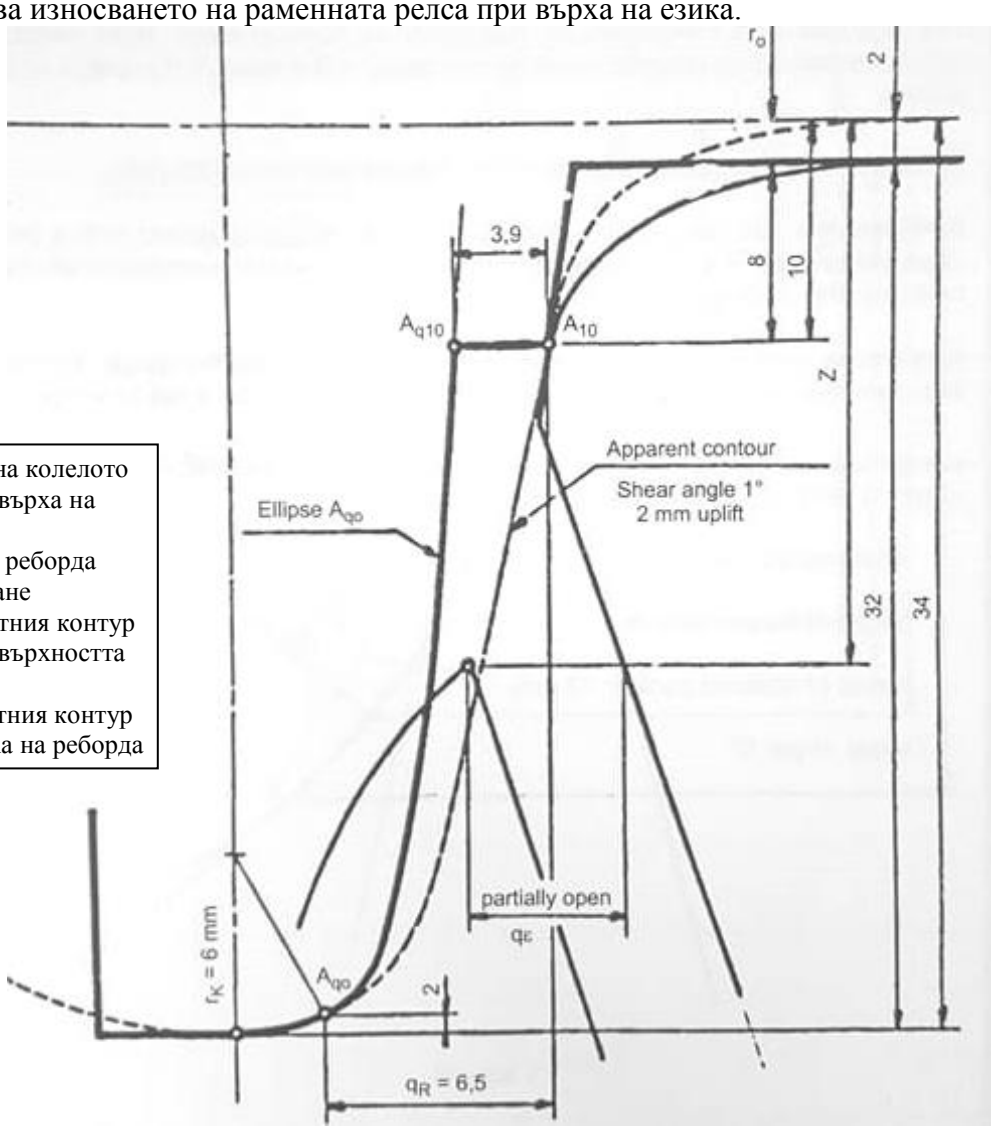
Фиг. 20 *Влияние на износването на неприлепнал език върху контакта с колелото*

Теоретични предпоставки

Релсовият профил на стрелкови елемент, получен след шлайфане, се проверява чрез шаблони преди разрешаване за възстановяване на експлоатацията на стрелката.

Шаблонът за проверка за насрещен удар от износено колело представлява профил на елипсата, определена от точка на 2 mm от върха на реборда при ъгъл на срязване от 1° и референта точка, разположена на 10 mm под повърхността на търкаляне на износено колело. С този шаблон се проверява износването на раменната релса при върха на езика.

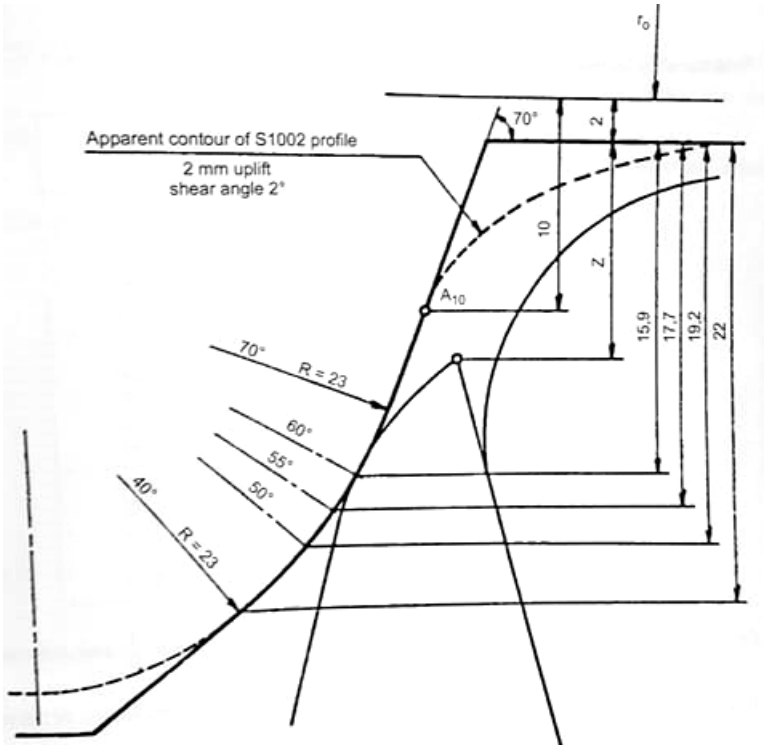
r_0=625 mm – радиус на колелото
r_k=6 mm – радиус на върха на реборда
34 mm – височина на реборда
α=1° – ъгъл на срязване
A_{10} – точка от контактния контур на 10 mm под повърхността на търкаляне
A_{q0} – точка от контактния контур на 2 mm от върха на реборда



Фиг. 21 *Шаблон №1 за проверка на полуезиковата уредба за насрещен удар от износено колело*

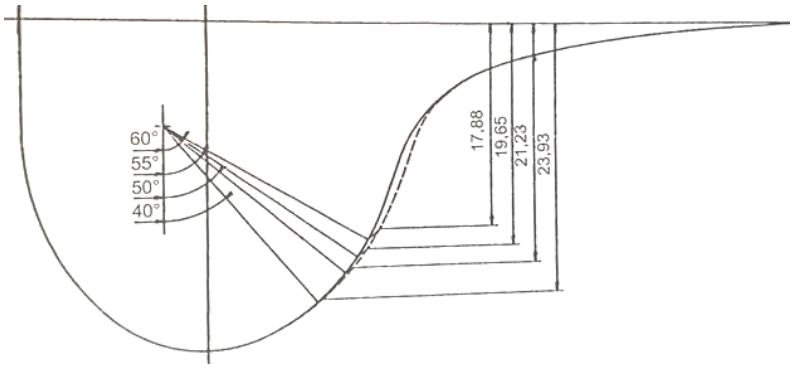
Различни видове дефекти, като износване или отлюспване, могат да доведат до възкачване на ново колело върху езика. Шаблонът за проверка за страничен удар от ново колело представлява профил на елипсата, определена от точка на 2 mm от върха на реборда при ъгъл на срязване от 1° и референта точка, разположена на 10 mm под повърхността на търкаляне на ново колело. Референтната точка определя опасната зона на контакт с реборда на колелото. При осъществяване на контакта под тази точка на дължина по-голяма от 200 mm съществува риск от възкачване на колелото върху релсите. Препоръчителната проверка след шлайфане е за 55° и 60°. Горната повърхност, както на прави, така и на огънати езици се проверява с този шаблон.

r_0=500 mm – радиус на колелото
28 mm – височина на реборда
α=2° – ъгъл на срязване
A_{10} – точка от контактния контур на 10 mm под повърхността на търкаляне
A_{q0} – точка от контактния контур на 2 mm от върха на реборда



Фиг. 22 *Шаблон №2 за проверка на полуезиковата уредба за страничен удар от ново колело*

r_0=500 mm – радиус на колелото
α=2° – ъгъл на срязване



Фиг. 23 *Втори метод за изчисляване на контактния контур*

Приложение №2 – Шаблони при поддържане на жп стрелки

За да се сведе до минимум рискът от дерайлиране е задължително използването на шаблони за контролиране на износването на релсовите елементи в езиковата и в кръстовинната част, както и на тяхното взаимно разположение. Тези шаблони се използват и за проверка след извършено шлайфане или наваряване.

Необходими шаблони при шлайфане и наваряване

Шаблони за езиковата част

С шаблоните, които се използват в езиковата част, се контролира състоянието на езика и раменната релса там, където езикът няма пълна носимоспособност – от върха му до сечение, в което достига 50 mm широчина.

Могат да бъдат използвани шаблоните за проверка на износването, определени в „Инструкция за устройство и поддържане на горното строене на железния път и железопътните стрелки", шаблоните за проверка след извършено шлайфане, описани в настоящото приложение, както и други видове шаблони, изработени въз основа на теоретичните предпоставки за безопасност срещу дерайлиране (Приложение №1).

Шаблон за проверка на износването

Шаблонът за проверка на износването на езика се изработва от неръждаема стомана.

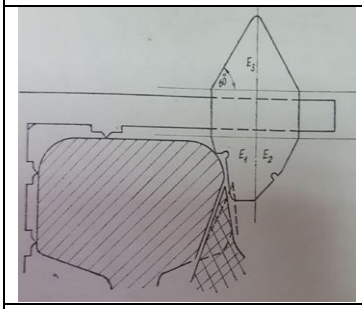
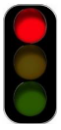
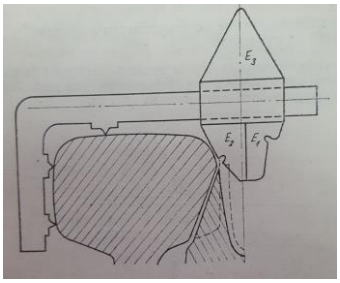
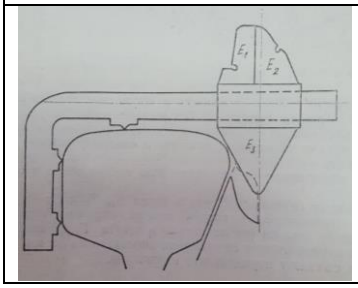
Състои се от плъзгач с опори към главата на релсата и плъзгащ се комбиниран профил *E*. Профилът може да се обръща на 180° около вертикалната и хоризонталната ос чрез изваждане от плъзгача, обръщане и надяване наново. С този шаблон се правят три проверки, съответно на:

– положението на върха на езика спрямо раменната релса (чрез частта от шаблона *E1*);

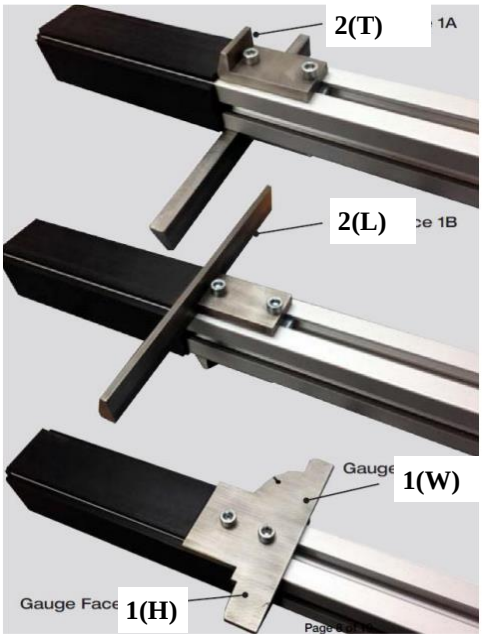
– страничната повърхност на езика от върха му до сечение 40 mm (чрез *E2*);

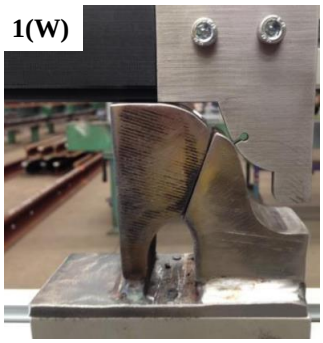
– наклона на страничната повърхност на езика (чрез частта от шаблона *E3*).

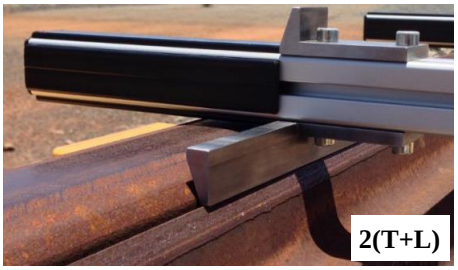
За извършване на проверките е необходимо езикът да лежи добре върху плъзгалките.

Положение на шаблон *E*	**Резултати от проверката**	**Предписания за по-нататъшни действия**	
	Горният ръб на върха на езика не опира в частта *E1*.	Полуезиковата уредба е безопасна по отношение на дерайлиране и може да бъде експлоатирана.	
	Горният ръб на върха на езика опира в частта *E1*.	Върхът на езика се шлайфа на дължина min 50 mm.	
	Страничната повърхност на езика опира над изреза в частта *E2*.	Полуезиковата уредба е безопасна по отношение на дерайлиране и може да бъде експлоатирана.	
	Страничната повърхност на езика опира под изреза в частта *E2* на дължина до 200 mm от върха му.	Езикът се шлайфа на дължина max 200 mm от върха му и се прави проверка с част *E3*.	
	Страничната повърхност на езика опира под изреза в частта *E2* на дължина над 200 mm от върха му.	Полуезиковата уредба не е безопасна по отношение на дерайлиране и не може да бъде експлоатирана (езикът се подменя).	
	Страничната стена на езика не опира в частта *E3*.	Полуезиковата уредба е безопасна по отношение на дерайлиране и може да бъде експлоатирана.	
	Страничната стена на езика опира в частта *E3*.	Полуезиковата уредба не е безопасна по отношение на дерайлиране и не може да бъде експлоатирана (езикът се подменя).	

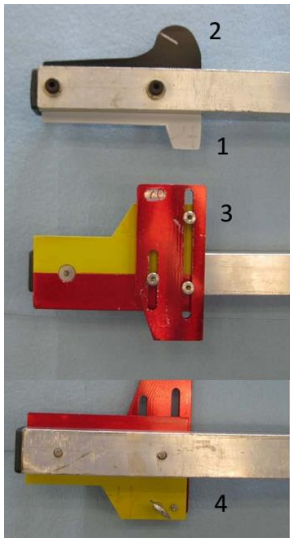
Шаблони за проверка при шлайфане







Швейцария



САЩ

Великобритания

Фиг. 24 *Различни модификации шаблони за проверка на езиковата част при шлайфане*

По-подробно са разгледани шаблоните за проверка на езиковата част, разработени от Швейцарските федерални железници (SBB), които са приети като удачно средство за диагностика от множество жп администрации.

Шаблон *1*, разработен въз основа профила на износен реборд, служи за проверки на езика и на раменната релса при върха на езика.

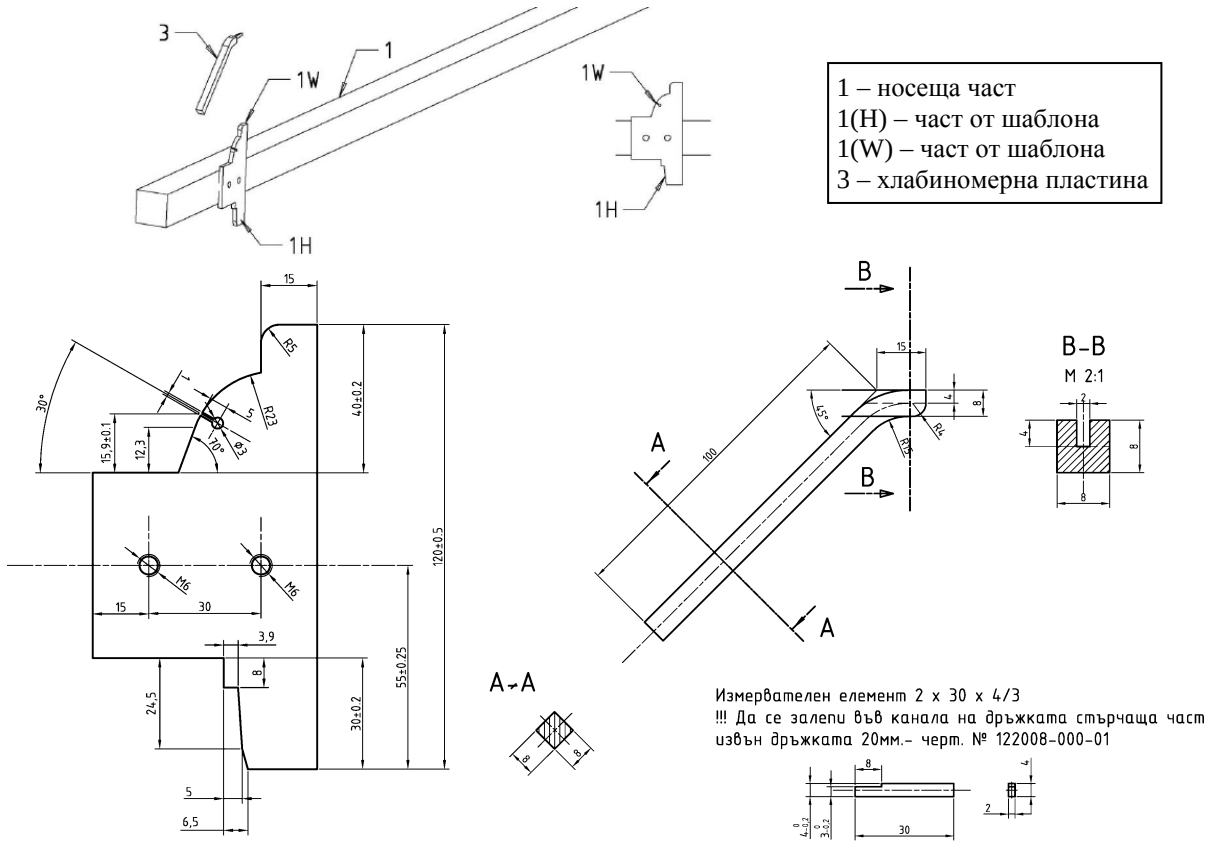
Чрез част *1(H)* от шаблона се контролира височината на езика при върха му спрямо раменна релса. С прилагането на хлабиномерна пластина, с него се проверява и износването на раменната релса на това място. Хлабиномерната пластина е с дебелина, съответстваща на максимално допустимата хлабина – 4 mm.

Чрез част *1(W)* от шаблона се контролира износването на раменната релса при върха на езика, като се следи да не се осъществява контакт на шаблона с петата на езика.

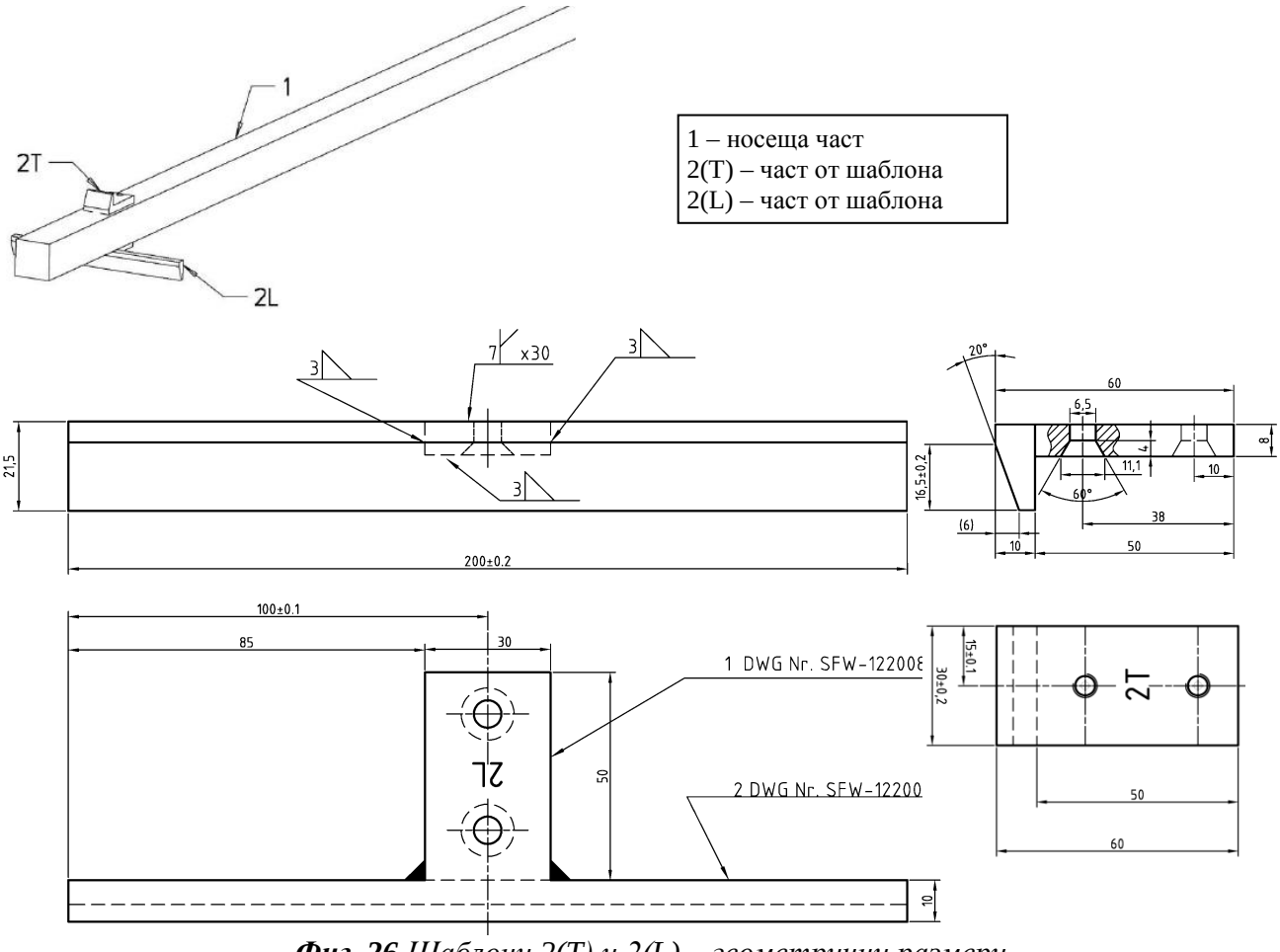
Шаблон *2*, разработен въз основа на профила на нов реборд, служи за проверка на състоянието на езика по неговата дължина.

Чрез части *2(T)* и *2(L)* от шаблона се контролира на големината и дължината на неизправностите по езика, а чрез част *2(60°)* се проверява страничния наклон на езика.

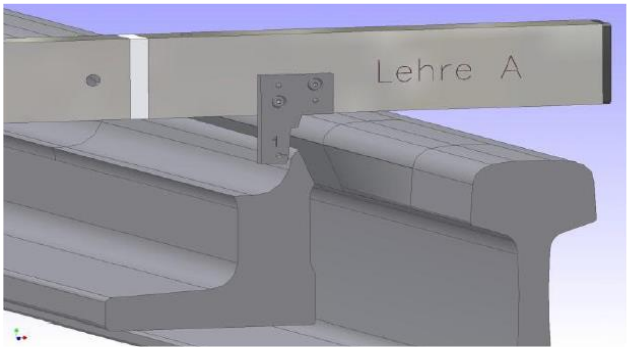
За извършване на всички видове проверки е необходимо езикът да лежи добре върху плъзгалките.



Фиг. 25 *Шаблони 1(H) и 1(W) – геометрични размери*

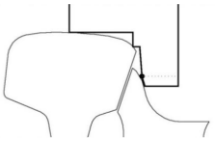
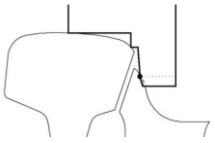
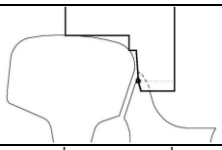
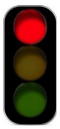
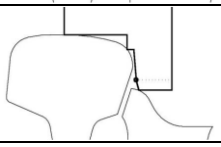
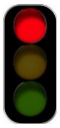


Фиг. 26 *Шаблони 2(T) и 2(L) – геометрични размери*

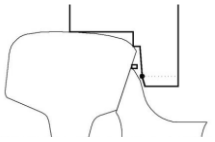
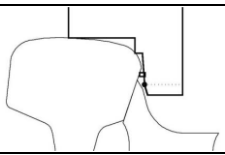
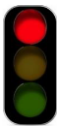
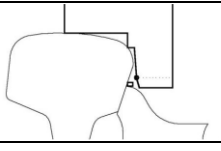
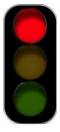


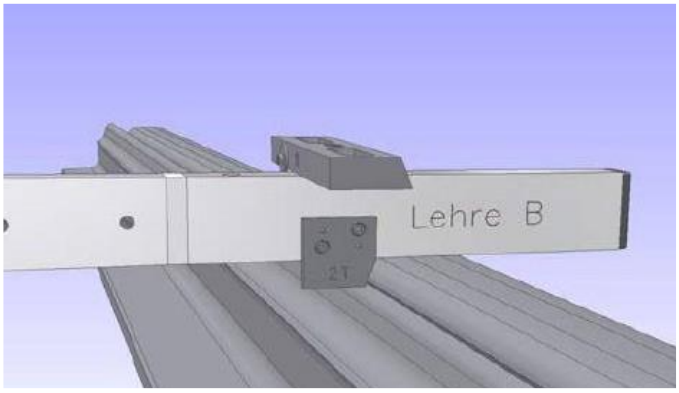
***Фиг. 27** Шаблон 1(Н)*

За проверка на височината на върха на езика спрямо раменната релса е необходимо стрелката да се намира в крайно положение и езикът да се остави в положението, което е достигнал при обръщането на стрелката. Шаблонът 1(Н) се поставя перпендикулярно на оста на пътя пред върха на езиците, притиска се към раменната релса и внимателно се плъзга на 10 mm по направление на езика.

Положение на шаблон 1(Н)	**Резултати от проверката**	**Предписания за по-нататъшни действия**	
	Върхът на езика се намира над ограничителния маркер. Шаблонът може да се мести (±10 mm) по дължината на езика без да има контакт с него.	Полуезиковата уредба е безопасна по отношение на дерайлиране и може да бъде експлоатирана.	
	Върхът на езика е над ограничителния маркер. Наклонената контактна повърхност на езика частично се намира зад шаблона. Шаблонът не може да се мести (±10 mm) по дължината на езика без да има контакт с него.	Полуезиковата уредба е безопасна по отношение на дерайлиране. Възможният контакт на реборда с езика може да доведе до интензивно износване.	
	Върхът на езика се намира зад шаблона и не се вижда. Шаблонът не може да се мести (±10mm) по дължината на езика без да има контакт с него.	Полуезиковата уредба не е безопасна по отношение на дерайлиране.	
	Върхът на езика се намира под ограничителния маркер.	Полуезиковата уредба не е безопасна по отношение на дерайлиране.	

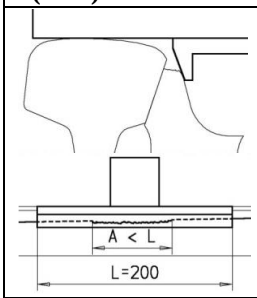
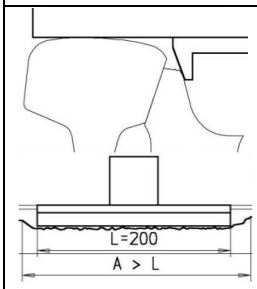
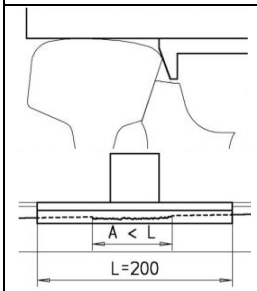
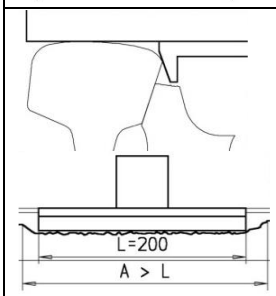
За проверка на износването на раменната релса срещу върха на езика е необходимо езикът да бъде притиснат колкото е възможно най-добре към раменната релса (с помощта на лост). Шаблонът 1(Н) се поставя перпендикулярно на оста на пътя пред върха на езиците и се притиска към раменната релса. Хлабиномерната пластина се поставя между езика и раменната релса в зоната на върха на езика.

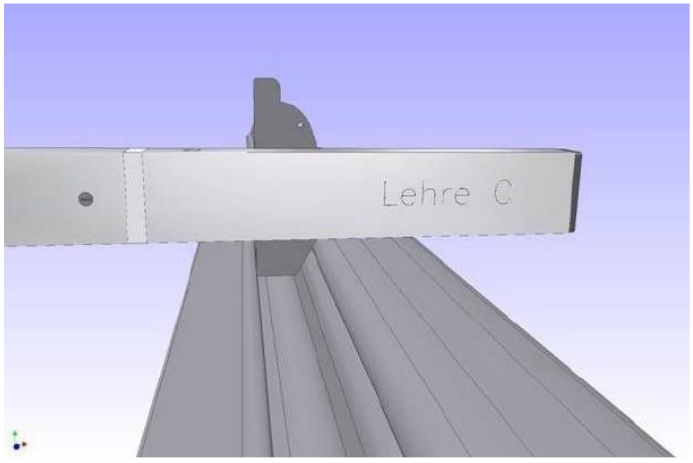
Положение на шаблон 1(Н)	**Резултати от проверката**	**Предписания за по-нататъшни действия**	
	Върхът на езика се намира над ограничителния маркер. Хлабиномерната пластина свободно влиза между раменната релса/езика и шаблона.	Полуезиковата уредба е безопасна по отношение на дерайлиране и може да бъде експлоатирана.	
	Върхът на езика се намира над ограничителния маркер. Хлабиномерната пластина не влиза между раменната релса/езика и шаблона.	Полуезиковата уредба не е безопасна по отношение на дерайлиране.	
	Върхът на езика се намира под ограничителния маркер.	Полуезиковата уредба не е безопасна по отношение на дерайлиране.	



***Фиг. 28** Шаблони 2(T) и 2(L)*

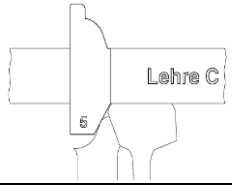
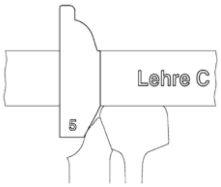
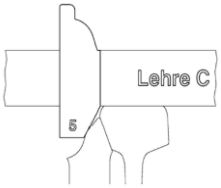
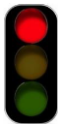
За извършване на проверката на неизправности по езика е необходимо езикът да бъде притиснат колкото е възможно най-добре към раменната релса (с помощта на лост). Шаблон 2 се поставя перпендикулярно на оста на пътя и се притиска със съответната част – T или L, към езика.

Положение на шаблон 2(T+L)	**Резултати от проверката**	**Предписания за по-нататъшни действия**	
	Неизправностите по езика са по-високо от долния ръб на част T и са по-къси от част L.	Полуезиковата уредба е безопасна по отношение на дерайлиране и може да бъде експлоатирана.	
	Неизправностите по езика са по-високо от долния ръб на част T и са по-дълги от част L.	Полуезиковата уредба е безопасна по отношение на дерайлиране, но трябва да бъдат предприети скорошни мерки, касаещи износването на езика. Да се предвидят чести проверки, тъй като в зависимост от трафика може бързо да се влоши състоянието на езика.	
	Неизправностите по езика са по-ниско от долния ръб на част T и са по-къси от част L.	Полуезиковата уредба е безопасна по отношение на дерайлиране, но трябва да бъдат предприети скорошни мерки, касаещи износването на езика. Да се предвидят чести проверки, тъй като в зависимост от трафика може бързо да се влоши състоянието на езика.	
	Неизправностите по езика са по-ниско от долния ръб на част T и са по-дълги от част L.	Полуезиковата уредба не е безопасна по отношение на дерайлиране.	



***Фиг. 29** Шаблон 2(60°)*

За извършване на проверката на наклона на профила на езика е необходимо езикът да бъде притиснат колкото е възможно най-добре към раменната релса (с помощта на лост). Шаблон 2(60°) се поставя перпендикулярно на оста на пътя и се притиска към езика.

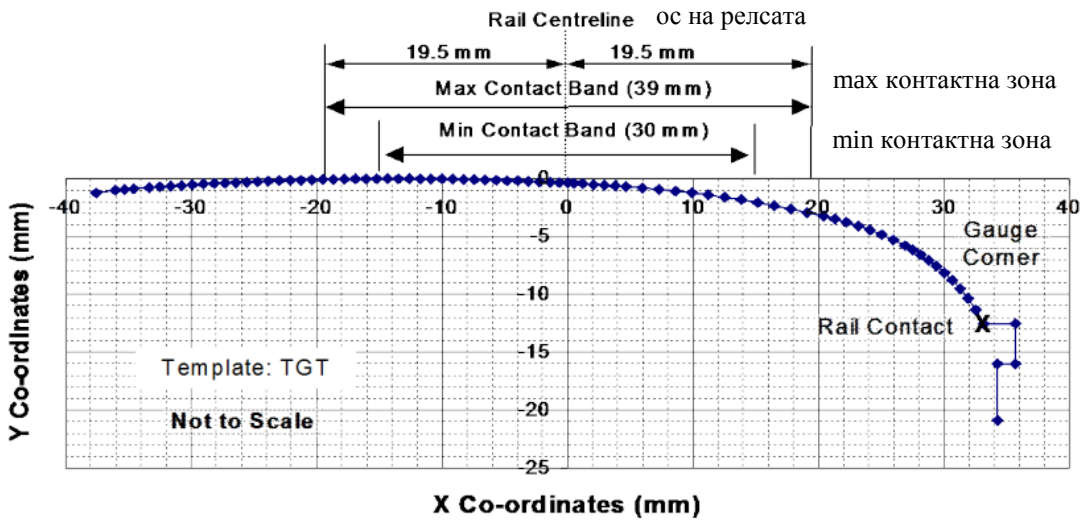
Положение на шаблон 2(60°)	**Резултати от проверката**	**Предписания за по-нататъшни действия**	
	Наклонът на езика е по-стръмен или равен на 60°.	Полуезиковата уредба е безопасна по отношение на дерайлиране и може да бъде експлоатирана.	
	Наклонът на езика е по-малък от 60° на дължина до 300 mm.	Полуезиковата уредба е безопасна по отношение на дерайлиране, но трябва да бъдат предприети скорошни мерки (смазване с лубрикатори и шлайфане до 48 часа).	
	Наклонът на езика е по-малък от 60° на дължина над 300 mm.	Полуезиковата уредба не е безопасна по отношение на дерайлиране.	

Шаблон за проверка след репрофилиране

Шаблонът за проверка на релси в стрелки след репрофилиране чрез превантивно шлайфане се изработва от закалена стомана, за да е устойчив на износване и да запазва своите геометрични параметри във времето. Той се монтира на държач, изработен от алуминий или мека стомана, чийто срещуположен край се поставя на съседната релса.

***Фиг. 30** Шаблон за проверка на напречния профил на релсата след репрофилиране*

На следващата фигура е показан шаблонът, използван от австралийските железници. В него е отразен наклон на релсата 1:20. След репрофилиране се осъществява контакт с колелото (повърхност на търкаляне) на максимално разстояние от оста на релсата 19,5 mm.



X Coordinates of Contact Band

Min Contact Band	Max Contact Band
+15	+19.5
-15	-19.5

X-Y Co-ordinates

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
-39.10	-1.44	-19.53	-0.07	-1.39	-0.31	21.29	-3.49
-37.59	-1.23	-18.67	-0.06	-0.63	-0.35	22.23	-3.76
-36.05	-1.00	-17.79	-0.04	0.00	-0.38	23.16	-4.08
-35.31	-0.94	-16.93	-0.02	0.54	-0.41	24.10	-4.44
-34.58	-0.87	-16.07	-0.02	1.21	-0.45	25.03	-4.84
-33.35	-0.78	-15.21	-0.01	2.07	-0.50	25.97	-5.29
-32.49	-0.71	-14.35	0.00	2.94	-0.56	26.90	-5.79
-31.62	-0.65	-13.48	-0.01	3.79	-0.62	27.53	-6.16
-30.76	-0.58	-12.62	-0.01	4.66	-0.68	28.16	-6.58
-29.89	-0.53	-11.76	-0.01	5.97	-0.79	28.78	-7.04
-29.03	-0.47	-10.88	-0.02	7.28	-0.91	29.41	-7.56
-28.17	-0.42	-10.02	-0.03	8.60	-1.06	30.03	-8.13
-27.30	-0.38	-9.16	-0.04	9.91	-1.21	30.66	-8.78
-26.44	-0.33	-8.29	-0.07	11.22	-1.40	31.28	-9.51
-25.58	-0.28	-7.43	-0.08	12.53	-1.61	31.90	-10.35
-24.71	-0.25	-6.57	-0.10	13.85	-1.83	32.53	-11.34
-23.85	-0.21	-5.70	-0.13	15.15	-2.08	33.16	-12.53
-22.98	-0.17	-4.84	-0.16	16.46	-2.34	35.70	-12.53
-22.12	-0.15	-3.98	-0.19	17.78	-2.62	35.70	-16.00
-21.25	-0.12	-3.12	-0.22	19.09	-2.92	34.26	-16.00
-20.39	-0.09	-2.25	-0.27	20.40	-3.25	34.26	-20.87

Фиг. 31 *Шаблон за проверка на напречния профил на релсата след репрофилиране на австралийските железници*

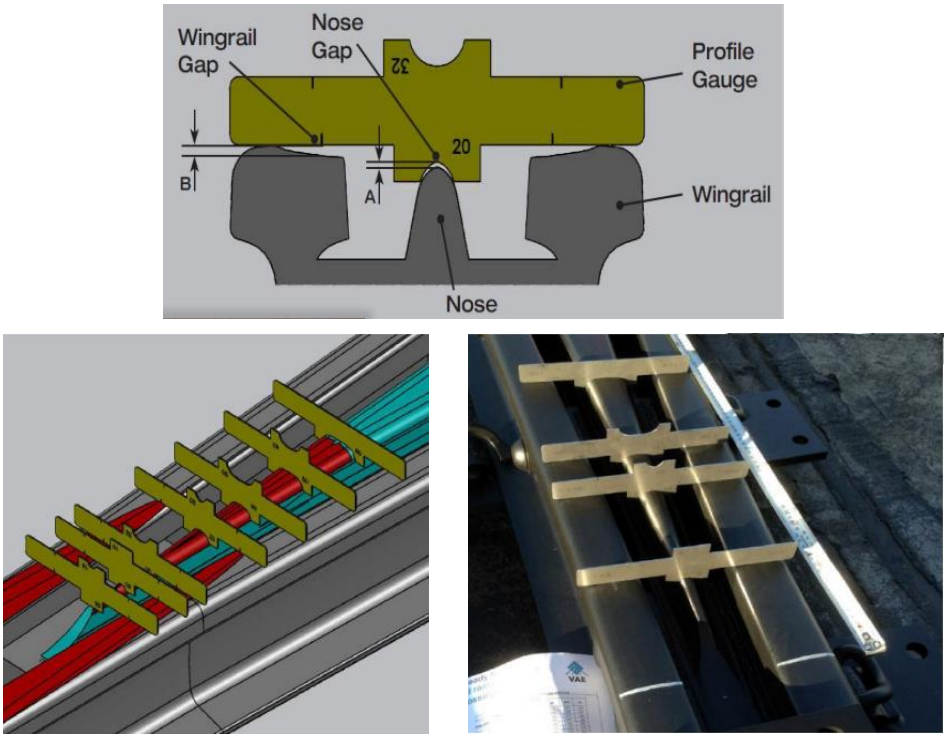
Шаблони за кръстовинната част

С шаблоните, които се използват в кръстовинната част, се контролира състоянието на сърцето и роговите релси там, където сърцето няма пълна носимоспособност – от върха му до сечение, в което достига 40 mm широчина.

Могат да бъдат използвани шаблони за проверка на износването, шаблони за проверка след извършено наваряване, описани в настоящата част, както и други видове шаблони, изработени въз основа на конструктивните особености на различните видове кръстовини.

Шаблони за проверка на износването

За проверка на износването на върха на сърцето и на роговите релси могат да бъдат използвани множество шаблони, изработени за характерните сечения в кръстовината.



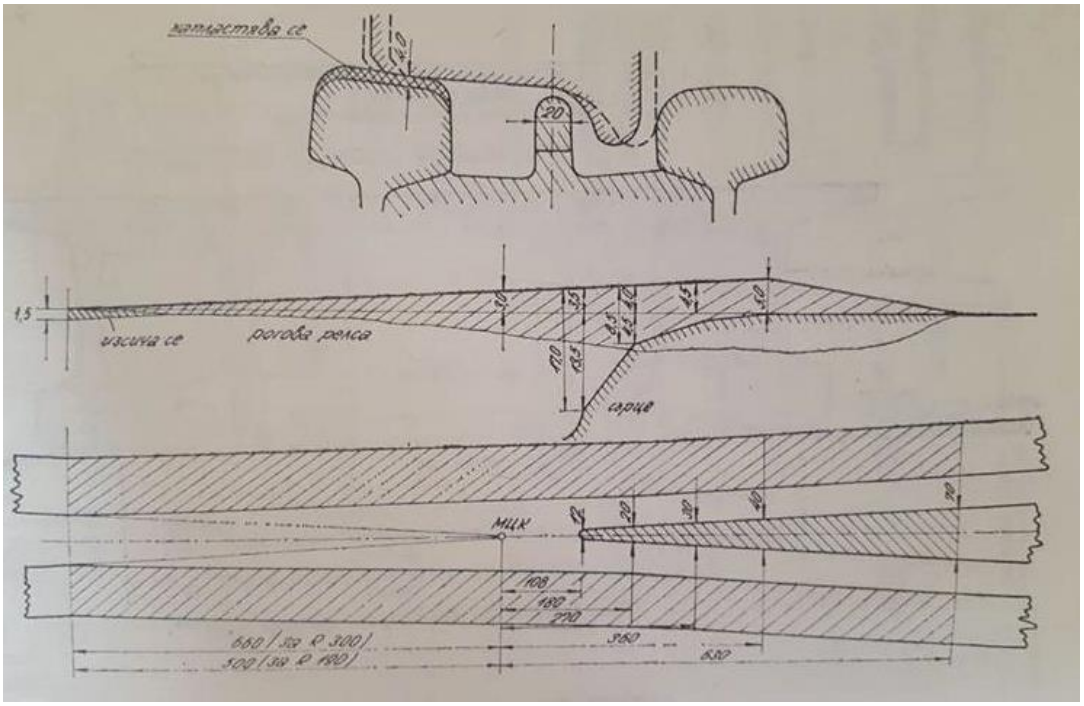
Фиг. 32 *Шаблони за измерване на кръстовината в различни сечения*

Шаблон за проверка при наваряване

За да се предпази сърцето в неговата изострена част, по-тънка от 40 mm, също както езикът, то се понижава спрямо повърхността на търкаляне и натоварването се поема от роговите релси. В следващата таблица е показано понижаването на върха на сърцето в различните видове кръстовини, с което те се конструират.

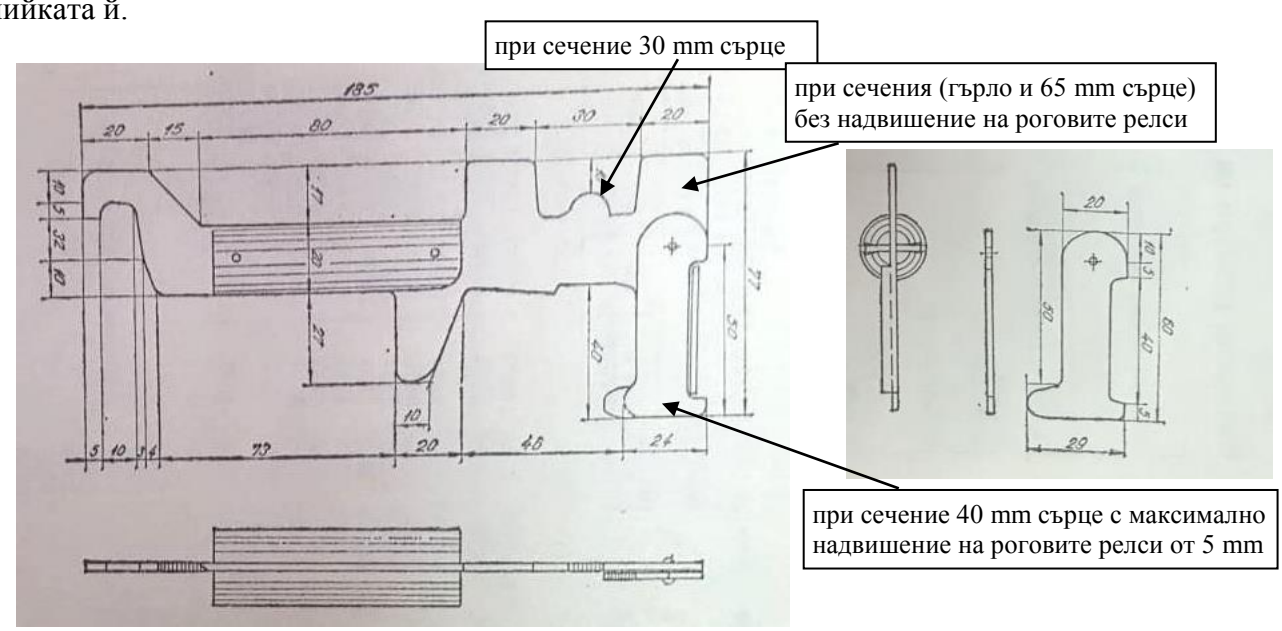
Сечение на сърцето	**Понижаване на върха на сърцето в кръстовина**		
	49E1	**49E1**	**60E1**
	остра (единична)	**тъпа (двойна)**	**остра (единична)**
10-13 mm (при върха)	9,5 mm	8,5 mm	8,0 mm
20 mm	5,0 mm	4,5 mm	3,0 mm
40 mm	0 mm	0 mm	0 mm

За избягване на удари от преминаване на возила с коничен бандаж през кръстовината, роговите релси се изпълняват с надвишение спрямо повърхността на търкаляне при тяхното ремонтиране. Надвишението се дава постепенно и плавно нараства от 0 mm при гърлото до 5 mm при сечение 40 mm на сърцето, след което отново намалява до 0 mm при 65 mm широчина на сърцето.



Фиг. 33 *Надвишение на роговите релси след наваряване*

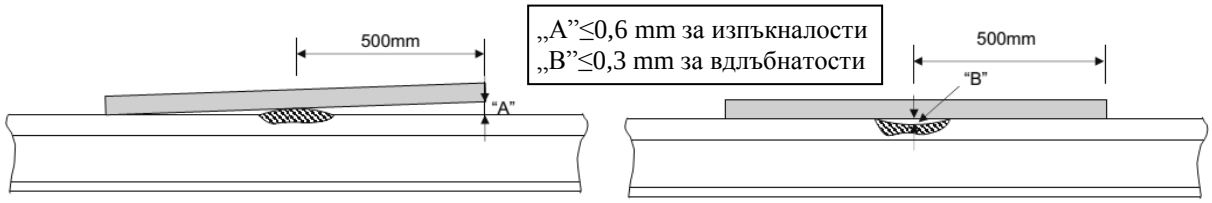
За проверка на извършено наваряване може да бъде използван комбиниран шаблон, изработен от ламарина с дръжка от дърво, за да може да се държи при нагрята релса. Той е конструиран за проверка на няколко сечения в кръстовината – при гърлото и при 30 mm, 40 mm и 65 mm широчина на сърцето. Поставя се отстрани на роговата релса, като се опира в петата и шийката й.



Фиг. 34 *Шаблон за проверка на кръстовината при рогови релси с надвишение*

Шаблон за проверка на повърхността на наваряване

Подходящ начин за проверка на гладкостта и праволинейността на наварен участък е използването на 1-метрова линия при следните допуски за добре изпълнен ремонт.



Фиг. 35 *Проверка на наварен участък във вертикалната равнина*

Други шаблони

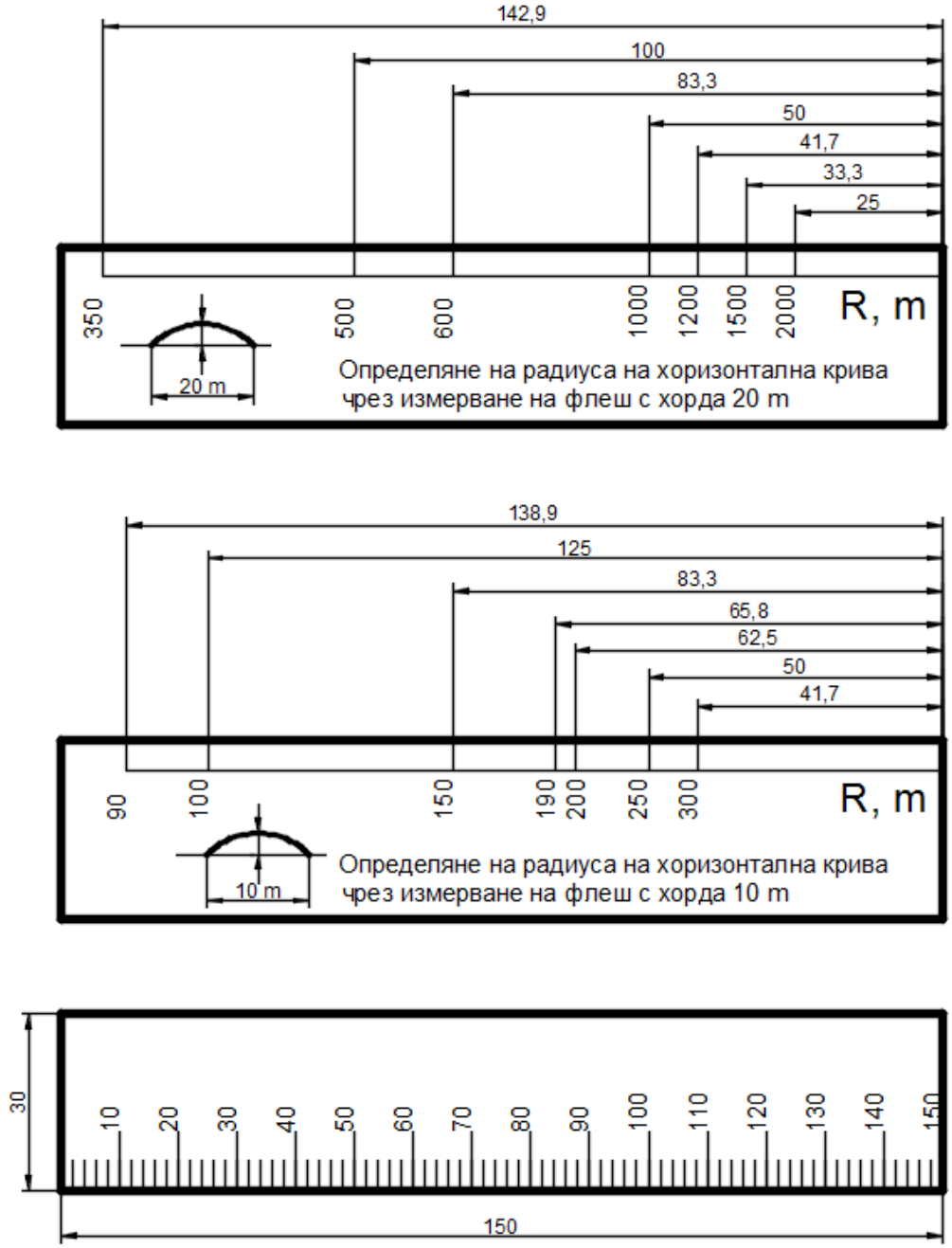
Ръчното измерване на флеш в хоризонтални криви, в т.ч. в жп стрелки, е трудоемък процес. За улесняване изпълнението на тази проверка може да бъде използвана обикновена 15 cm линия от алуминий (с дебелина 2-3 mm), на гърба на която се разграфяват стойностите на теоретичния флеш с означение на съответния радиус в мащаб 1:1. Чрез нея може да бъде определен какъв е радиусът на всяка крива в железния път, като се използва формулата за изчисляване на флеша:

$f = \frac{S^2}{8R}.10^3$, mm, където:

S, m – хорда, с която се измерва флешът

R, m – радиус на хоризонталната крива

На следващата фигура са илюстрирани стойностите на флеша за някои често срещани радиуси (стойностите на флеша са в милиметри, а на радиусите – в метри).



Фиг. 36 *Шаблон за проверка на радиуса на хоризонтална крива*

Приложение №3 – Консумативи за наваряване

Подходящи консумативи за наваряване на релсови елементи се предлагат на българския пазар от следните производители:

– Завод за електроди ООД (гр. Ихтиман);

– ESAB (Швеция, собственост на американската фирма Colfax Corporation). Върху заваръчните материали и машини с означение ОК стоят инициалите на основателя на ESAB – Оскар Килберг, който пръв открива техниката за електродъгово заваряване и ремонта с обмазани електроди;

– voestalpine Böhler Welding (Австрия) и voestalpine UTP Maintenance (Германия);

– ALUNOX Schweißtechnik GmbH (Германия).

Добавъчните материали се обозначават чрез наименование от производителя и класификация по съответен стандарт – БДС, DIN, EN, БДС EN ISO и др. В следващата таблица са показани примери за добавъчни материали, които могат да се използват при наваряване на релсови елементи на жп стрелки.

Добавъчен материал	**Класификация**	**Характеристики на консуматива**	**Основен метал**
Завод за електроди ООД (България)			
ЕН-250	Е 13 Г2Х (БДС) E 1-UM-250 (DIN)	▪ базичен електрод ▪ 0,15%C+0,6%Si+1,6%Mn+1%Cr ▪ за наваряване на детайли, подложени на износване, триене и ударно натоварване ▪ за релси, кръстовини	▪ R260 ▪ R350HT ▪ 51CrV4 ▪ Mn13
ЕН-350	Е 20 Г2Х2 (БДС) E Fe1 (EN) E 1-UM-350 (DIN)	▪ базичен електрод ▪ 0,2%C+1%Si+1,6%Mn+1,8%Cr ▪ за наваряване на детайли, подложени на износване, триене и ударно натоварване ▪ за релси, кръстовини, жп стрелки	▪ R260 ▪ R350HT ▪ 51CrV4
ЕН-400	E 1-UM-400 (DIN)	▪ базичен електрод ▪ 0,2%C+0,5%Si+1,1%Mn+2,9%Cr ▪ за наваряване на детайли, подложени на износване, триене и ударно натоварване ▪ за релси, кръстовини, жп стрелки	▪ R260 ▪ R350HT ▪ 51CrV4
ЕН-550	Е 70 Х9С3 (БДС) E Fe8 (EN) E 6-UM-60 (DIN)	▪ базичен електрод ▪ 0,5%C+2,4%Si+0,4%Mn+9%Cr ▪ за наваряване на детайли, подложени на ударно-абразивно износване	▪ R260 ▪ R350HT ▪ 51CrV4 ▪ Mn13
ЕН-65Х11Н3	Е 65 Х11Н3 (БДС) E 6-UM-300G (DIN)	▪ базичен електрод ▪ 0,7%C+0,25%Si+0,6%Mn+12%Cr+3%Ni ▪ за наваряване на износени участъци и повърхностни дефекти ▪ за кръстовини	▪ R260 ▪ R350HT ▪ 51CrV4 ▪ Mn13
ESAB (Швеция/ САЩ)			
OK Weartrode 30 (ОК 83.28)	E Z Fe1 (EN)	▪ мартензитен електрод ▪ 0,1%C+0,7%Si+0,7%Mn+3,2%Cr ▪ за наваряване ▪ за релси и кръстовини (масово използван в Европа)	▪ R260 ▪ R350HT ▪ 51CrV4
OK Weartrode 35 (E-B 502)	E Fe1 (EN)	▪ базичен електрод ▪ 0,09%C+0,8%Si+0,9%Mn+3%Cr ▪ за наваряване при износване ▪ за релси и кръстовини	▪ R260 ▪ R350HT ▪ 51CrV4
OK 13Mn (ОК 86.08)	E Fe9 (EN)	▪ аустенитно-манганов електрод ▪ 1,08%C+0,7%Si+12,2%Mn ▪ за наваряване и изграждане на детайли, подложени на голямо ударно натоварване и умерено абразивно износване	▪ Mn13
OK 14MnNi (ОК 86.28)	E Z Fe9 (EN)	▪ аустенитно-манганов електрод с никел ▪ 0,67%C+0,2%Si+13,2%Mn+3%Ni ▪ за наваряване и изграждане на детайли, подложени на голямо ударно натоварване и умерено абразивно износване ▪ за жп стрелки	▪ Mn13

Добавъчен материал	Класификация	Характеристики на консуматива	Основен метал
ОК 67.45	E 18 8 Mn B 4 2 (EN)	▪ аустенитен базичен електрод ▪ 0,1%C+0,5%Si+6%Mn+18,5%Cr+9%Ni ▪ за буферни и изграждащи слоеве	▪ Mn13
OK Autrodur 38 G M (OK Autrod 13.89)	S Fe2 (EN)	▪ нисколегиран плътен тел ▪ 0,69%C+0,49%Si+1,92%Mn+1%Cr+0,2%Ti ▪ за наваряване и изграждане ▪ за релси и кръстовини	▪ R260 ▪ R350HT ▪ 51CrV4
OK Tubrodur 200 O D (OK Tubrodur 14.71)	T Fe10 (EN)	▪ тръбен тел ▪ 0,026%C+0,48%Si+5,12%Mn+19,1%Cr+8,7%Ni ▪ за наваряване и съединяване на 13% манганови или трудно наваряеми стомани и за буферни слоеве преди наваряване	▪ 51CrV4 ▪ R350HT ▪ Mn13
OK Tubrodur 30 O M (OK Tubrodur 15.41)	T Z Fe1 (EN)	▪ тръбен тел ▪ 0,1%C+0,43%Si+1,41%Mn+2,94%Cr+1,37%Al ▪ за наваряване и изграждане на място ▪ за релси, стрелки и кръстовини	▪ R260 ▪ R350HT ▪ 51CrV4
OK Tubrodur 35 O M (OK Tubrodur 15.43)	T Z Fe3 (EN)	▪ тръбен тел ▪ 0,14%C+0,28%Si+1,1%Mn+1,04%Cr+ 2,23%Ni+0,48%Mo+1,5%Al ▪ за наваряване и изграждане на място ▪ за релси, стрелки и кръстовини	▪ R260 ▪ R350HT ▪ 51CrV4
15CrMn O/G (OK Tubrodur 15.65)	T Fe9 (EN)	▪ мартезитно-аустенитен тръбен тел ▪ 0,3%C+0,5%Si+13,5%Mn+16%Cr+ 1,75%Ni+0,8%Mo+0,65%V ▪ за наваряване и изграждане на детайли, подложени на големи ударно натоварване и абразивно износване ▪ за кръстовини	▪ 51CrV4 ▪ Mn13
voestalpine Böhler Welding (Австрия)			
UTP DUR 350*	E Fe1 (БДС EN ISO)	▪ базичен електрод за наваряване ▪ 0,2%C+1,2%Si+1,4%Mn+1,8%Cr+Fe ▪ шевове с висока устойчивост срещу образуване на пукнатини ▪ за детайли, подложени на силен натиск, удари, търкаляне и триене метал в метал ▪ за наваряване на релси	▪ 51CrV4
UTP DUR 600*	E Fe8 (БДС EN ISO)	▪ базичен електрод за наваряване ▪ 0,5%C+2,3%Si+0,4%Mn+9%Cr+Fe ▪ шевове с висока твърдост и устойчивост срещу образуване на пукнатини ▪ за детайли, подложени на силно абразивно износване с натиск и сино ударно натоварване ▪ за наваряване на релси	▪ R260 ▪ R350HT ▪ 51CrV4 ▪ Mn13
UTP BMC*	E Fe9 (БДС EN ISO)	▪ базичен електрод за наваряване ▪ 0,6%C+0,8%Si+16,5%Mn+13,5%Cr+Fe ▪ шевове с голяма жилавост и износоустойчивост ▪ за детайли, подложени на силно ударно натоварване с натиск и абразивно износване ▪ за наваряване на релси, кръстовини, жп стрелки	▪ R260 ▪ R350HT ▪ 51CrV4 ▪ Mn13
BÖHLER FOX A 7	E 18 8 Mn B 22 (БДС EN ISO)	▪ базичен неръждаем електрод за специални приложения ▪ 0,09%C+0,7%Si+6,5%Mn+18,6%Cr+8,8%Ni ▪ за наваряване и буферни слоеве с шевове с висока пластичност и устойчивост срещу пукнатинобразуване	▪ R260 ▪ R350HT ▪ 51CrV4 ▪ Mn13
BÖHLER A 7 CN-IG	G 18 8 Mn (БДС EN ISO)	▪ плътен неръждаем тел за специални приложения ▪ 0,08%C+0,9%Si+7%Mn+19,2%Cr+9%Ni ▪ за наваряване и буферни слоеве с шевове с висока пластичност и устойчивост срещу пукнатинобразуване ▪ за жп стрелки и кръстовини	▪ R260 ▪ R350HT ▪ 51CrV4 ▪ Mn13
BÖHLER AWS E7018-1	E 42 5 B 42 H5 (БДС EN ISO)	▪ базичен електрод за РЕДЗ ▪ 0,07%C+0,5%Si+1,1%Mn ▪ шевове с отлична механична якост, ударна жилавост и устойчивост срещу образуване на пукнатини ▪ за буферни слоеве при високовъглеродни стомани с ограничена заваряемост	▪ R350HT

Добавъчен материал	Класификация	Характеристики на консуматива	Основен метал
BÖHLER FOX EV 50	E 42 5 B 42 H5 (БДС EN ISO)	▪ базичен електрод за РЕДЗ ▪ 0,08%C+0,4%Si+1,2%Mn ▪ шевове с най-високи изисквания, с отлична механична якост и ударна жилавост ▪ за буферни слоеве при високовъглеродни стомани с ограничена заваряемост	▪ R350HT
BÖHLER FOX EV 55	E 46 5 B 42 H5 (БДС EN ISO)	▪ базичен електрод за РЕДЗ ▪ 0,07%C+0,35%Si+1,4%Mn ▪ шевове с най-високи изисквания, с отлична механична якост и ударна жилавост ▪ за буферни слоеве при високовъглеродни стомани с ограничена заваряемост	▪ R350HT
BÖHLER FOX EV 63	E 50 4 B 42 H5 (БДС EN ISO)	▪ нисколегиран базичен електрод с висока якост за РЕДЗ ▪ 0,08%C+0,7%Si+1,7%Mn ▪ шевове с добра пластичност и устойчивост срещу пукнатинобразуване ▪ за заваряване на нисколегирани релси (до 0,6%C)	▪ 51CrV4
voestalpine UTP Maintenance (Германия)			
UTP 63	E Fe10 (EN) E 18 8 Mn R 32 (EN ISO)	▪ рутилов аустенитен електрод ▪ 0,1%C+0,5%Si+5,5%Mn+19%Cr+8,5%Ni+Fe ▪ за наваряване на детайли, подложени на силно ударно натоварване с натиск ▪ за релси	▪ R260 ▪ R350HT
UTP CHRONOS	E Fe9 (EN) E 7-UM-200-KP (DIN)	▪ аустенитно-манганов базичен електрод ▪ 0,9%C+0,8%Si+13%Mn+Fe ▪ за наваряване и изграждане ▪ за релси и кръстовини	▪ Mn13
UTP 7200	EZ Fe9 (EN) E 7-UM-250-KP (DIN)	▪ легиран базичен електрод ▪ 0,7%C+13%Mn+4,5%Cr+4%Ni+Fe ▪ за наваряване на детайли, подложени на силно ударно натоварване с натиск ▪ за релси и кръстовини	▪ Mn13
UTP A DUR 250	SZ Fe1 (EN) MSG I-GZ-250 (DIN)	▪ тел ▪ 0,3%C+0,3%Si+1%Mn+1%Cr+0,2%Ti+Fe ▪ за изграждащи слоеве на детайли, подложени на силно ударно натоварване с натиск ▪ за релси и кръстовини	▪ R260 ▪ R350HT ▪ 51CrV4
SK 218-O	TZ Fe9 (EN) MF 7-GF-200-KP (DIN)	▪ тел ▪ 0,9%C+0,6%Si+14%Mn+3,5%Cr+0,4%Ni+Fe ▪ за наваряване на детайли, подложени на силно ударно натоварване с натиск ▪ за релси	▪ 51CrV4 ▪ Mn13
ALUNOX Schweißtechnik GmbH (Германия)			
ALUNOX AX-307	W 18 8 Mn (БДС EN ISO)	▪ неръждаем високолегиран тел ▪ 0,08%C+0,8%Si+6,5%Mn+18%Cr+8%Ni ▪ за наваряване на неизвестни по състав стомани и буферни слоеве ▪ за релси и кръстовини	▪ R260 ▪ R350HT ▪ 51CrV4 ▪ Mn13
ALUNOX AX-312	W 29 9 (БДС EN ISO)	▪ неръждаем високолегиран тел ▪ 0,12%C+0,4%Si+1,8%Mn+30%Cr+9%Ni ▪ за наваряване на неизвестни по състав стомани и буферни слоеве	▪ R260 ▪ R350HT ▪ 51CrV4 ▪ Mn13

Забележки: 1. Означенията в скоби на продуктите на ESAB са техни предходни наименования, които още са в употреба.

2. Означените със * продукти се произвеждат и от двете фирми на voestalpine – Böhler Welding и UTP Maintenance.