

ДП „НАЦИОНАЛНА КОМПАНИЯ ЖЕЛЕЗОПЪТНА ИНФРАСТРУКТУРА”			
СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТТА			
ПБ 4.07 ИНСТРУКЦИЯ ЗА УСТРОЙСТВО И ПОДДЪРЖАНЕ НА ГОРНОТО СТРОЕНИЕ НА ЖЕЛЕЗНИЯ ПЪТ И ЖЕЛЕЗОПЪТНИТЕ СТРЕЛКИ			
Дата на издаване: 14.02.2022г.	Версия 01	Промяна 00/ дата:20.....	стр. 1/212

ПРОЦЕДУРА ПО БЕЗОПАСНОСТ

ПБ 4.07

ИНСТРУКЦИЯ **ЗА УСТРОЙСТВО И ПОДДЪРЖАНЕ НА ГОРНОТО СТРОЕНИЕ** **НА ЖЕЛЕЗНИЯ ПЪТ И ЖЕЛЕЗОПЪТНИТЕ СТРЕЛКИ**

Екземпляр:

Контролиран

☐

Копие

Неконтролиран

☐

Оригинал

ИЗГОТВИЛ:	Гл. инженер в сектор СНУС	инж. Христо Атанасов	
ПРОВЕРИЛ:	Ръководител сектор СНУС	д-р инж. Марио Гълъбов	
СЪГЛАСУВАЛ:	Главен ревизор по безопасността	инж. Кирил Г. Костадинов	
	Ръководител отдел ИИП	инж. Йордан Атанасов	
	Директор поделение СТ	инж. Борислав Аврамов	
	Директор поделение ЖПС	инж. Христо Цаков	
ОДОБРИЛ:	Генерален Директор	инж. Златин Крумов	



бул. „Мария Луиза” №110, София 1233
тел.: (+359 2) 932 6001
факс: (+359 2) 932 6444

www.rail-infra.bg
office@rail-infra.bg

ИНСТРУКЦИЯ

ЗА УСТРОЙСТВО И ПОДДЪРЖАНЕ НА ГОРНОТО СТРОЕНИЕ НА ЖЕЛЕЗНИЯ
ПЪТ И ЖЕЛЕЗОПЪТНИТЕ СТРЕЛКИ

София, 2022 г.

Чл.1 С тази инструкция се установяват техническите изисквания и норми за устройството и поддържането на горното строене на железния път и железопътните стрелки на Държавно предприятие „Национална компания железопътна инфраструктура“ (ДП НКЖИ).

Чл.2 Изискванията на настоящата инструкция са задължителни за работещите от ДП НКЖИ на длъжности, свързани с техническата експлоатация и безопасността на превозите, притежаващи необходимата правоспособност, както и от длъжностни лица от дружества и организации, извършващи строително-ремонтни работи в границата на отчужденията на ДП НКЖИ.

Чл.3 Горното строене като част от единната система на железния път, чиито елементи работят съвместно и изпълняват определени функции при предаване на натоварването от подвижния състав на основата трябва да отговаря на специфични изисквания, да са в съответствие с европейските изисквания и да удовлетворяват съвременните условия на сигурност и безопасност.

Чл.4 Устройството, поддържането и ремонтът на горното строене на железния път и железопътните стрелки са обединени в сложна система от дейности, непрекъснато нарастващи и динамично променящи се, като основните и значими параметри и условия са определени в:

(1) Технически норми за устройство и поддържане на горното строене на нормалните жп линии, дадени в Част 1;

(2) Норми и изискванията за железопътни стрелки тип 49 кг/м и по-тежки, дадени в Част 2.

Чл.5 Специалистите свързани със строителството, ремонта и поддържането на железния път трябва добре да познават въздействията, процесите и факторите, от които зависи състоянието на железния път, да умеят да взимат правилни и верни решения при сложните и различни по характер задачи.

Чл.6(1) При всички нови строежи и при извършване на модернизация по съществуващите жп линии и експлоатационни пунктове задължително се прилагат изискванията на настоящата инструкция;

(2) На изискванията на настоящата инструкция трябва да отговарят всички елементи от горното строене на железния път и железопътните стрелки, осигуряващи безопасно движение на влаковете и маневрената дейност в експлоатационни пунктове и междугария, включени в устройствата и системите на ДП НКЖИ, собственост на организации, фирми, предприятия и дружества;

(3) Горното строене на железния път и железопътните стрелки на промишлени предприятия, железопътни превозвачи и други организации, притежаващи приемно-предавателни, технологични, екипировъчни или гаражни площадки в зоната на пряка обвързаност с експлоатационните пунктове трябва да отговаря на техническите условия залегнали в чл. 4 на инструкцията.

Чл.7 Комисиите проверяват качеството на извършените работи по горното строене на железния път и железопътните стрелки, като се ръководят от изискванията на тази инструкция.

Чл.8 Длъжностните лица стопанисващи и отговарящи за железния път и железопътните стрелки при извършване на прегледи на основание чл.388, чл.389, чл.390, чл. 398, чл. 399 и чл. 400 от Правила за техническа експлоатация на железопътната инфраструктура на ДП НКЖИ от 2020 г. за изискванията за техническа експлоатация на железопътната инфраструктура и Инструкция за извършване на прегледи на жп съоръженията и устройствата на ДП НКЖИ да съпоставят измерените параметри на железния път и стрелки и с толерансите и стойностите определени в настоящата инструкция.

Чл.9(1) На лицата, назначени на длъжности в в поделние ЖПС и регионалните му поделения, свързани със строителството, ремонта и поддържането на железния път и съоръженията, се провеждат вътрешни обучения и полагат изпити по настоящата инструкция;

(2) На изпит се явяват и работници и служители, работата на които е свързана със строителството, ремонта и поддържането на железния път и съоръженията, при постъпване на работа, в двумесечен срок и в случаите, когато не са работили повече от една година на длъжност от тази област, която ще заемат;

(3) На такъв изпит подлежат и длъжностни лица притежаващи необходимата правоспособност, които са:

1. Разрешили експлоатиране или експлоатират елементи от горното строене на железния път и железопътните стрелки с параметри, не съответстващи на настоящата инструкция;

2. Не извършили или извършили непълен периодичен преглед на горното строене на железния път и железопътните стрелки, както и невярно регистрирали измерени параметри на същите;

3. Допуснали движение по железен път и железопътна стрелка при нарушен габарит;

4. Нарушили реда, извършвайки работи по горното строене на железния път и стрелките.

Чл.10 Обемът на знания за всяка длъжност, както и редът за провеждане на вътрешни обучения и изпита се определят от Поделение "Железен път и съоръжения" на ДП НКЖИ.

ПРЕХОДНИ И ЗАКЛЮЧИТЕЛНИ РАЗПОРЕДБИ

§1. Тази инструкция се издава на основание чл.39 от Правила за техническа експлоатация на железопътната инфраструктура на ДП НКЖИ от 2020 г. за изискванията за техническа експлоатация на железопътната инфраструктура

§2. Инструкцията влиза в сила от 14.02.2022 год.

§3. Настоящата инструкция не третира и не се прилага за широколинеен (1520 мм) и теснопътен (760 мм) железен път и стрелки.

§4. Указания по прилагането на инструкцията се дават от Главен ревизор по безопасността при ДП НКЖИ.

Изготвили:

д-р инж. Марио Гълъбов
Ръководител сектор СНУС

инж. Христо Атанасов
Главен инженер в сектор СНУС

Съгласувано с:

инж. Кирил Г. Костадинов
Главен ревизор по безопасността на транспорта

инж. Христо Цаков
Ръководител отделение ЖПС

инж. Йордан Атанасов
Ръководител отдел ИИП

инж. Борислав Аврамов
Директор ПСТ

С Ъ Д Ъ Р Ж А Н И Е

ТЕХНИЧЕСКИ НОРМИ ЗА УСТРОЙСТВО И ПОДДЪРЖАНЕ НА ГОРНОТО СТРОЕНЕ НА НОРМАЛНИТЕ ЖП ЛИНИИ

	Стр.
1. Общи положения.....	11
1.1. Класификация на железопътните линии.....	11
1.1.1. Класификация по технико-експлоатационни показатели	11
1.1.1.1. Принцип на класифициране.....	11
1.1.2. Класификация по вида и конструкцията на железния път	12
2. Елементи на горното строене на железния път	12
2.1. Горното строене на железния път е сложна инженерна конструкция, състояща се от релси, траверси, скрепления и баласт.....	12
2.1.1. Релси.....	12
2.1.1.1. Наклон на релсите навътре към оста на пътя.....	16
2.1.1.2. Полагане на релсите.....	17
2.1.2. Скрепления.....	17
2.1.2.1. Положение на наставите.....	18
2.1.3. Типове и форми на дървените траверси.....	18
2.1.3.1. Норми за подмяна на дървени траверси.....	20
2.1.4. Типове и форма на стоманобетонните траверси.....	22
2.1.4.1. Норми за повторна употреба на стоманобетонни траверси.....	22
2.1.5. Напречни профили на баластовата призма.....	23
2.1.6. Технически изисквания за баласт за жп линии.....	33
2.1.6.1. Повторна употреба на баласт за жп линии.....	33
3. Устройство на железния път в план и профил.....	33
3.1. Междурелсие на железния път и разширение в железопътните криви.....	33
3.1.1. Размер на междурелсието.....	33
3.1.2. Разширение на междурелсието в жп криви.....	33
3.1.3. Допустими отклонения в междурелсието на железния път.....	37
3.1.4. Допустими отклонения в хлабината δ (разбега) между размерите на междурелсието и колоостта при диаметър на колелата от 920 до 1000 mm.....	38
3.2. Положение на релсите по ниво.....	39
3.2.1. Допустими отклонения в нивото на наставите.....	39
3.2.2. Допустими отклонения в геометрията на заварените настави.....	40
3.2.3. Степен на притягане на тирфоните и гайките на болтовете в скрепленията	40
3.2.4. Надвишение в жп криви.....	40
3.2.4.1. Теоретично надвишение.....	41
3.2.4.2. Нормално надвишение.....	41

3.2.4.3. Нормално средно претеглено надвишение.....	41
3.2.4.4. Намалено нормално надвишение.....	42
3.2.4.5. Минимално допустимо надвишение.....	42
3.2.4.6. Гранични стойности на надвишението.....	48
3.2.4.7. Надвишение в жп криви на гари и спирки.....	48
3.2.4.8. Надвишение в криви на участъци с големи наклони.....	48
3.2.4.9. Общи разпореждания за надвишението.....	49
3.2.4.10. Допустими отклонения в надвишението.....	49
3.2.4.11. Временно възстановяване непрекъснатостта на релсите при счупване и скорост на движение.....	52
3.3. Преход (рампа) на надвишението.....	53
3.3.1. Определение.....	53
3.3.2. Форма на прехода на надвишението.....	53
3.3.3. Наклон и дължина на прехода на надвишението.....	53
3.3.4. Положение на прехода на надвишението.....	54
3.3.4.1. Преход на надвишение между права и крива с надвишение.....	55
3.3.4.2. Временни преходи на надвишението при ремонт на железния път.....	57
3.3.4.3. Допустими отклонения в наклоните на преходите на надвишението.....	57
3.3.4.4. Минимално допустима дължина на отсечки между два прехода на надвишението.....	57
3.3.5. Преходни криви.....	58
3.3.5.1. Определение и предназначение.....	58
3.3.5.2. Форма на преходната крива.....	58
3.3.6. Място на поставяне на преходната крива.....	59
3.3.7. Положение на преходната крива.....	59
3.3.8. Дължина на преходната крива.....	59
3.3.9. Допустими скорости на движение.....	67
3.3.10. Означение на преходна крива.....	70
3.3.11. Трасиране на преходната крива.....	71
3.3.11.1. Трасиране на преходни криви между права и кръгова крива, като кубична парабола.....	71
3.3.11.2. Трасиране на преходна крива между права и кръгова крива като радиоидална спирала (клотоида).....	75
3.3.11.3. Избор на преходна крива.....	78
3.3.12. Сложни (кошови) криви.....	79
3.3.12.1. Определение.....	79
3.3.12.2. Надвишение и преход на надвишение в сложни криви.....	79
3.3.12.3. Междинна преходна крива в сложна крива.....	80
3.3.12.4. Трасиране на междинна преходна крива в сложна крива.....	81
3.3.12.5. Контракриви с преходни криви и междинна права с достатъчна дължина.....	84
3.3.12.6. Контракриви с преходни криви без междинна права.....	84
3.3.12.7. Контракриви без надвишение, без преходни криви и без междинна права.....	86

3.3.12.8. Разтегляне (преминаване) от едно междуколовотно разстояние в друго на железопътните коловози в прав участък.....	86
3.3.13. Междинни прави.....	89
3.3.13.1. Определение.....	89
3.3.13.2. Минимална дължина на междинните прави.....	89
3.3.14. Кръгови криви.....	89
3.3.14.1. Определение.....	89
3.3.14.2. Минимална дължина на кръговата крива.....	89
4. Основни предписания за полагане и поддържане на горното строене на железния път.....	90
4.1. Топлинни междини.....	90
4.2. Допустимо отклонение в размерите на топлинните междини в наставите.....	94
4.3. Допустимо износване на релсите.....	94
4.4. Допустимо износване на релсите за повторна употреба.....	97
4.5. Изисквания при използването на релси втора употреба.....	99
4.6. Контрарелси.....	100
4.7. Траверси.....	101
4.7.1. Разпределение на траверсите.....	101
4.8. Вертикално закръгляване на чупките на наклона по надлъжния профил.....	103
4.8.1. Изчисляване на елементите на закръгляващата крива на чупките на наклона по надлъжния профил.....	104
4.9. Норми за оправяне на железния път в план (прави и криви).....	106
4.10. Репериране на железния път.....	109
4.10.1. Репери на железния път.....	109
4.10.2. Използване на реперите за проверка на проектното положение на железния път или за измествания в профил.....	110
4.10.3. Използване на реперите за проверка на проектното положение на железния път или за измествания в план.....	110
4.11. Необходимо количество баласт в 1 km железен път.....	110
4.11.1. В прав еднопътен електрифициран участък за скорост от 100 до 140 km/h в насип/изкоп.....	110
4.11.2. В жп криви на еднопътен електрифициран участък за скорост от 100 до 140 km/h в насип/изкоп.....	110
4.11.3. В прав двупътен електрифициран участък за скорост от 140 до 200 km/h в насип/изкоп.....	111
4.11.4. В жп криви на двупътен електрифициран участък за скорост от 140 до 200 km/h в насип/изкоп.....	111
4.11.5. В прав еднопътен неелектрифициран участък за скорост 80 km/h в насип/изкоп.....	113
4.11.6. В жп криви на еднопътен неелектрифициран участък за скорост 80 km/h в насип/изкоп.....	113
4.12. Необходими материали за 1 km железен път.....	115

НОРМИ И ИЗИСКВАНИЯ ЗА ЖЕЛЕЗОПЪТНИ СТРЕЛКИ ТИП 49 КГ/М И ПО-ТЕЖКИ

1. Основни положения.....	126
1.1 Термини и определения.....	126
1.2. Основни характеристики на стрелките.....	126
1.2.1 Видове стрелки и коловозни съединения.....	126
1.2.2 Тип на стрелките.....	128
1.2.3 Радиус на стрелките.....	128
1.2.4 Отклонение на стрелките.....	129
1.2.5 Видове езици за стрелки.....	130
1.2.6 Наклон на релсите в стрелките.....	131
1.2.7 Означаване на стрелките.....	131
1.3. Допустими максимални скорости в стрелките.....	131
1.3.1 Допустима скорост в правия коловоз.....	131
1.3.2 Допустима скорост в отклонителния коловоз.....	132
2. Основни размери на елементите на стрелките.....	133
2.1. Вертикални размери на релсите в стрелките.....	133
2.1.1 Надлъжен профил на езика.....	133
2.1.2 Профил на сърцето.....	135
2.2 Надвишение на контрарелсите над равнината на търкаляне.....	136
2.3 Надвишение в стрелките.....	137
2.4 Разширение в стрелките.....	138
2.5 Допустимо износване на елементите в стрелките.....	138
2.6 Надлъжни размери на релсите и елементите на стрелките.....	140
2.7 Напречни размери между елементите в стрелките.....	141
2.7.1 Широчина на улеите в стрелките.....	141
2.7.2 Размери на междурелсието в стрелките.....	145
3. Взаимно разположение на стрелките.....	148
3.1 При еднопосочни криви на отклонителните коловози.....	148
3.2 При контракриви на отклонителните коловози.....	149
3.3 Непосредствено една след друга.....	149
3.4 В съседство с железопътни криви.....	151
3.5 В чупките на наклона на надлъжния профил.....	152
3.6 В съседство с прелези.....	152
3.7 Стрелки върху изкуствени съоръжения.....	152
3.8 Полагане на стрелки в междугарие.....	152
3.9 Железопътни криви след стрелка и дистанционни указатели.....	152
4. Съоръженост на стрелките.....	153
4.1. Обръщателни апарати.....	153
4.1.1 Основни обръщателни апарати.....	153
4.1.2 Спомагателен обръщателен апарат тип „Federwippe”.....	153
4.2 Устройство срещу надлъжно преместване на езика.....	153
4.3 Отопление на стрелките.....	154
4.4 Ролкови опори Piroll.....	154
4.5 Котиеобразна, стоманена (куха) траверса.....	154
5 Настави в стрелките.....	154

6. Качества на материалите, влагани в стрелките.....	156
6.1 Траверси в железопътните стрелки.....	156
6.2 Метални елементи.....	156
7. Експлоатационни изисквания към стрелките.....	157
7.1 Монтаж и полагане.....	157
7.2 Поддържане на стрелките.....	157
7.3 Документация на стрелките.....	159
7.4 Недопустими неизправности в стрелките.....	159
Приложение 1.....	161
Приложение 2.....	165
Приложение 3.....	172
Приложение 4.....	175
Приложение 5.....	178
Приложение 6.....	195
Приложение 7.....	201
Приложение 8.....	203
Приложение 9.....	209
Приложение 10.....	212

ТЕХНИЧЕСКИ НОРМИ

ЗА УСТРОЙСТВО И ПОДДЪРЖАНЕ НА ГОРНОТО СТРОЕНИЕ НА
НОРМАЛНИТЕ ЖП ЛИНИИ

1. Общи положения

Настоящите Технически норми се отнасят за ненатоварен железен път, а по отношение на стръмнината на прехода при единични отклонения в нивото на едната или на двете релсови нишки и за натоварен железен път.

1.1. Класификация на железопътните линии

1.1.1. Класификация по технико-експлоатационни показатели

От гледна точка на текущото поддържане железопътните линии се класифицират в зависимост от товаронапрежението, съотношението на товарни и пътнически влакове, скоростта на движение, основното натоварване и свързаната с него агресивност на колоосите.

1.1.1.1 Принцип на класифициране

Класифицирането на железопътните линии се извършва по приведен среднодневен трафик, определен като $1/365$ от годишния такъв по формулата:

$$T_f = S_v \cdot (T_v + K_t \cdot T_{tv}) + S_m \cdot (K_m \cdot T_m + K_t \cdot T_{tm}),$$

където:

T_v - средно дневно преминал бруто тонаж от пътнически влакове;

T_m - средно дневно преминал бруто тонаж от товарни влакове;

T_{tv} - средно дневно натоварване от пътнически локомотиви, в тонове;

T_{tm} - средно дневно натоварване от товарни локомотиви, в тонове;

K_m - коефициент, отчитащ влиянието на натоварването и агресивността на товарните колооси;

$$K_m = 1,15$$

За жп линии, поддържащи тежък трафик:

$K_m = 1,30$ - когато повече от 50% от товарните влакове са с осово натоварване 20 t;

$K_m = 1,45$ - когато повече от 50% от товарните влакове са с осово натоварване 22,5 t или повече от 75% от товарните влакове са с осово натоварване 20 t;

K_t - коефициент, който държи сметка за влиянието на агресивността на колоосите на локомотивите $K_t = 1,40$

S_v и S_m - коефициенти, които държат сметка за скоростта на движение на влаковете;

S_v се определя от скоростта на най-бързите пътнически влакове, а S_m - от скоростта на обикновените товарни влакове.

Коефициентите имат следните стойности в зависимост от скоростта в km/h:

$S_v(S_m) = 1,00$	$V < 60$
$S_v(S_m) = 1,05$	$60 \leq V < 80$
$S_v(S_m) = 1,15$	$80 \leq V < 100$
$S_v(S_m) = 1,25$	$100 \leq V < 130$
$S_v = 1,35$	$130 \leq V \leq 160$

T_{tv} за мотриси с натоварване на ос по-голямо от 17 t се преизчислява за теглото на пътническите влакове.

Според изчисления фиктивен товар класа на железопътните линии с оглед на текущото поддържане на железния път са следните, в хил.т/дневно

I-ви клас - $T_f > 130$
II-ри клас - $80 < T_f \leq 130$
III-ти клас - $40 < T_f \leq 80$
IV-ти клас - $20 < T_f \leq 40$
V-ти клас - $5 < T_f \leq 20$
VI-ти клас - $T_f \leq 5$

При двойните жп линии категориите се определят за всеки коловоз, но двата се поставят в класа на по-натоварения път.

Фиктивният трафик се определя за участъци с междувъзелни гари и при промяна на някои от влияещите параметри при определяне на категоризацията.

Коефициентът S се взема с максималната си стойност за участъка, независимо че в него по някакви съображения може да има в определена част от участъка движение с по-малка скорост.

Промените на класа на железния път може да се извършват от 01 януари всяка година с решение на ДП НКЖИ по предложение на Поделение “Железен път и съоръжения”, въз основа на изчисления по горепосочения начин, предоставени от съответните Железопътни секции, не по-късно от 30 септември на предходната година.

1.1.2 Класификация по вида и конструкцията на железния път

По вида и конструкцията си железният път е:

- наставов на дървени и стоманобетонни моноблочни или двублочни траверси;

- безнаставов на стоманобетонни моноблочни или двублочни траверси;

- безбаластов железен път.

Наставовият железен път се строи с релси с дължина до 90 m, свързани с връзки в наставите, а безнаставовия - с релси, заварени една за друга в непрекъснати релсови нишки с неограничена дължина.

2. Елементи на горното строене на железния път

2.1. Горното строене на железния път е сложна инженерна конструкция, състояща се от релси, траверси, скрепления и баласт

2.1.1 Релси

Типовете релси и геометричните размери на използваните в железния път релси са дадени в таблица 2.1, дължините на изравнителните релси са дадени в таблица 2.2, а пробиването на релсите - в таблица 2.3 и чертеж 2.1.

Таблица 2.1

Тип релси	Тегло (kg/m)	Дължина (m)	Височина (mm)	Глава		Дебелина шийка (mm)	Ширина стъпка (mm)	Напречно сечение cm ²	Съпротивителен момент (cm ³)	
				Ширина (mm)	Височина (mm)				W _x	W _y
S49/49E1	49,05	24	148	67	50,57	14	125	62,48	239	51
	49,43	25	149					62,97	241	
		30								
UIC60/60E1	60,34	25	172	72	51	16,5	150	76,86	377	68
РПШ 31	31	9,55	126	58	38	11	105	39,72	134	-
		12								
ГЕО 41	41	15	138	72	39	14	110	52,30	193,10	41,5
		18								
Р 48,3	48,3	12	148	67	50	15	120	61,58	235	33
		24								

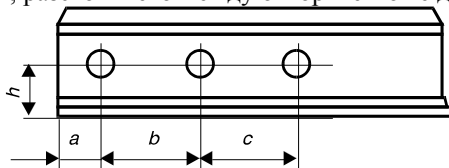
Таблица 2.2

Тип релси	Дължина на релсите, m				
	Нормална	Изравнителни релси			
		A	B	C	D
S49/49E1	25	24,960	24,920	24,880	24,840
	30	29,955	29,910	29,865	29,820
UIC60/60E1	25	24,960	24,920	24,880	24,840
РПШ 31	12	11,900	-	-	-
ГЕО 41	18	17,935	17,910	17,865	-
Р 48,3	24	23,945	23,890	23,835	23,780

Таблица 2.3

Тип релси	Разстояние между отворите (mm)				Диаметър на отворите (mm)
	a	b	c	h	
S49/49E1	46±1	165±1	165±1	62,5±0,5	33±1
UIC60/60E1	46±1	165±1	165±1	76,25±0,5	33±1
РПШ 31	30±1	145±1	-	54±0,5	30±1
ГЕО 41	46±1	165±1	-	61±0,5	33±1
Р 48,3	46±1	170±1	-	62,5±0,5	33±1

Забележка: Според използваните връзки, с разрешение на Поделение „ЖПС“ на ДП НКЖИ, разстоянието между отворите може да бъде различно.



Черт. 2.1

Носимоспособността на положените в железния път релси в зависимост от техния тип и якост на опън се определя по формулата:

$$\sigma = \frac{Q \cdot c \cdot K_3 \cdot K_v \cdot K_d}{W} \leq \sigma_{доп} \quad (2.1)$$

където:

σ - напрежение в релсите, kg/cm^2 ;

$\sigma_{доп}$ – при релси с якост ≤ 800 МПа е 150 МПа за жп линии 1 и 2 клас и 160 МПа за останалите категории;

$\sigma_{доп}$ – при релси с якост по-голяма от 800 МПа се увеличава с 10% от цитираните по-горе;

Q – половината от осовото натоварване в kg;

c – разстояние между осите на траверсите в см;

$K_S=0,290$ – статичен среден коефициент за отделни или раздалечени оси;

K_V – коефициент за динамично действие, определен по формулата:

$$K_V = 1 + \frac{V^2}{30000} \quad (2.2)$$

V – скорост на движение, km/h;

K_d – коефициент за странични сили - 1,15 за вагони и 1,30 за локомотиви;

W – съпротивителен момент на износения релсов профил, cm^3 , изчислен по формулата:

$$W_{\text{изн}} = W_{\text{нов}} \cdot \frac{h_{\text{изн}}^3}{h_{\text{нова}}^3} \quad (2.3)$$

където:

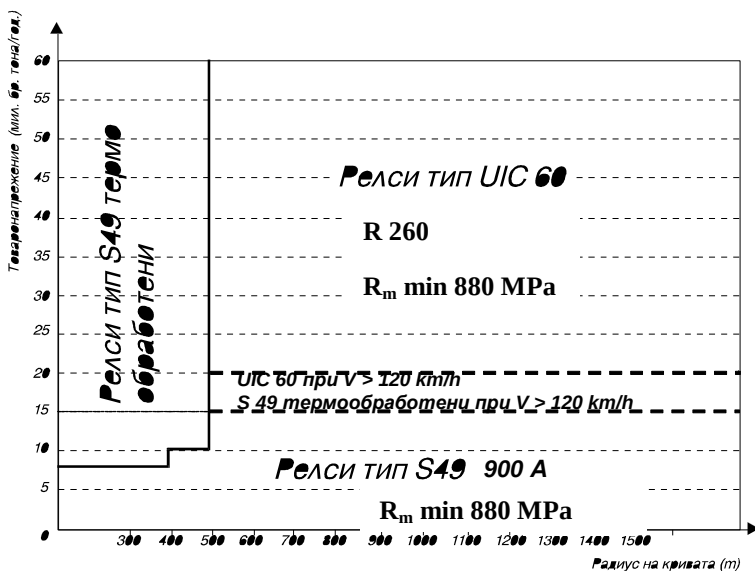
$W_{\text{изн}}$ - съпротивителен момент на износената релса;

$W_{\text{нов}}$ - съпротивителен момент на нова релса;

$h_{\text{изн}}$ - височина на износена релса;

$h_{\text{нова}}$ - височина на нова релса.

Областта на приложение на различни видове и типове релси в железния път се определя от приложената номограма.



Черт. 2.2

Забележки:

1. По изключение в криви с $R < 500$ m, с разрешение на Поделение “ЖПС” на ДП НКЖИ, се полагат и релси тип UIC60 (60E1).

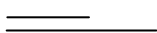
Релсите са с качество R 260 и R_m min 880 MPa, съгласно БДС EN 13674-1 “Железопътна техника. Железен път. Релси. Част 1: Vignole железопътни релси 46 kg/m и повече.”

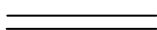
Способите за получаване на стоманата и качеството, маркирани върху релсите, са:

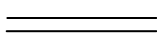
 – сименс-мартенов способ;

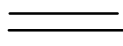
 – електроконверторен способ;

 – чрез кислородно продухване;

 – качество R 260 и $R_m \min 880$ MPa;

 – качество R 320 и $R_m \min 1080$ MPa;

 – качество RT 350 и $R_m \min 1175$ MPa;

Пример:   – кислородно-конверторен способ за качество R 260

Върху релсите с релефни знаци са маркирани посоката на валцоване, последните две цифри на годината на производство и знакът на фирмата производител.

Нормалната дължина на релсите, положени в железния път, трябва да бъде 25 m и 30 m за релси тип S49 (49E1) и UIC60 (60E1). При специални условия се полагат и релси с дължина 50 m, 60 m и 75 m.

Релси с дължина от 15 до 24,5 m се класифицират като къси релси, които могат да се използват в безнаставов релсов път или в наставов при специални условия с разрешение на Поделение ЖПС на ДП НКЖИ.

Минималната дължина на заварени и незаварени релси в железния път е 6 m, с изключение на лепените изолирани настави и стрелкови улици, и не по-къси от 2 m за прави и криви с $R \geq 300m$, а при счупване на релси във вътрешната нишка в криви с $R < 300m$ да не се възстановява с релса по къса от 6 m при аварийно възстановяване на движението, с ограничение на скоростта до 25 km/h, за не повече от 24 часа.

На вътрешната релсова нишка на кръговите и преходните жп криви се поставят изравнителни релси за създаване радиалност в наставите.

Необходимият брой и редът на поставяне на изравнителните релси се изчисляват за всяка крива.

Два различни типа релси се свързват в преходни настави посредством заварени едно с друго релсови парчета. Дължината на релсата от по-тежкия тип не може да бъде по-малка от 4,00 m, а дължината на по-лека тип релса не по-малка от 6 m.

2.1.1.1 Наклон на релсите навътре към оста на пътя

Наклонът на релсите към оста на пътя е 1:20 и 1:40.

2.1.1.2 Полагане на релсите

При построяване на нови жп линии и при подновяване на съществуващи трябва да се полагат нови релси с изключение на жп линии със скорост до 80 km/h, независимо от класа.

В жп линии, при които се предвижда построяване на безнаставов път, се полагат релси втора употреба, когато подновяването е по звенови способ. Безнаставовият релсов път с нови релси се полага едновременно с подновяването, когато необходимият нов баласт се насипе и уплътни преди възстановяване на движението на влаковете.

При смяна на отделните релси в участъци с дължина под 100 m трябва да се полагат само релси втора употреба с износване, различаващо се не повече от 3 mm от износването (вертикално и странично) на релсите в съседния участък. Полагане на едностранно износени релси се допуска в текущия път и главните коловози в гарите на жп линии за скорости до 80 km/h с разрешение на Поделение ЖПС на ДП НКЖИ. В гаровите коловози на всички категории железопътни линии се допуска полагане на едностранно износени релси. Двустранно износени релси могат да се полагат по изключение само в отделни случаи като временни коловози, предпазни линии и др., с разрешение на Поделение ЖПС на ДП НКЖИ.

Не се допуска полагане на рязани с кислород релси. По изключение се разрешава ако не са обемно закалени и само при аварийни ситуации с цел бързо възстановяване целостта на железния път, но само ако отворите са разпробити с релсо-пробивна машина. Такива релси да не престояват в железния път повече от 10 дни.

2.1.2. Скрепления

Скрепленията са марка “К” с корав или еластичен притискащ елемент и се притягат към траверсите с анкерни болтове и тирфони или безподложен еластичен тип. Ребровите подложки за дървени траверси са с наклон 1:20 и 1:40.

За създаване на преход от наклонено към вертикално положение на релсите в стрелки, кръстовища, вагонни обръщатели, мостове, тунели и кантари се използват по една подложка с наклон 1:40 и 1:60, ако железният път е с наклон на релсите 1:20 и по една подложка с наклон 1:60 и 1:80 при наклон на релсите 1:40. При преминаване от железен път с наклон 1:20 към наклон 1:40 не се поставят междинни подложки.

При ново строителство и подновяване с нови материали за железния път с дървени траверси се използват само реброви подложки с наклон 1:40 и по изключение с наклон 1:20, ако прилежащите стоманобетонни траверси са с наклон 1:20. При останалите ремонти подложките са с наклон, съответстващ на наклона на подложките в участъка.

Пластмасовите подложки са предназначени за скрепление марка “К” на дървени, на дървени мостови и стрелкови траверси и на стоманобетонни траверси. Използват се при ново строителство и подновяване с нови материали. При други ремонти е допустимо да се влагат между гумените подложки до 1/4 от броя в звеното, през три траверса. Големите и малки гумени подложки са предназначени за скрепление ПАК-68И.

Еластичните притискащи елементи SKL-12 или CE-1 са предназначени за скрепления марка “К” на дървени и стоманобетонни моноблочни и двублочни траверси, както и в стрелкови траверси и уравнителни прибори на мостове.

Еластичното безподложните скрепления SKL-14 и PANDROL са предназначени за моноблочни и двублочни стоманобетонни траверси, конструирани за тях. Наставовите връзки са предназначени за подпрени и плаващи настави, както следва:

- за релси S49 (49E1) – за подпрени и плаващи настави с четири и шест отвора;

- за релси UIC60 (60E1) – за плаващи настави с четири и шест отвора.

Предназначението на наставовите връзки е да създават плавно, непрекъснато свързване на релсите в хоризонтална и вертикална равнина.

Изолиращите настави са:

- лепени настави със стоманени връзки с четири и шест отвора и минимална дължина 3,5 m;

- с пластмасови връзки с четири и шест отвора;

- с пластмасови кори за стоманени връзки с четири и шест отвора;

- с дървени връзки - по изключение.

Лепените изолирани настави се използват в текущия път и приемно-отправните коловози в гарите по главните жп линии. В другите гарови коловози се използват и останалите.

Типовете скрепления, както и елементите им, се определят от Подделение ЖПС на ДП НКЖИ.

2.1.2.1 Положение на наставите

В правите участващи на железния път, релсовите настави трябва да лежат под прав ъгъл спрямо оста на пътя, а в жп криви – да се полагат радиално.

Допустимите отклонения при приемане на ново строителство или ремонт на железния път са до 10 mm над изчислените по монтажния план. В експлоатационни условия тези отклонения не могат да бъдат по-големи от 40 mm. В гарови коловози отклоненията не могат да бъдат по-големи от 50 mm.

2.1.3. Типове и форми на дървените траверси

Типът, формата и размерите на дървените траверси са дадени в таблица 2.4 и чертеж 2.3.

В зависимост от формата на напречното сечение траверсите се разделят на четири типа:

- О (обрязани) – избичени от четирите страни;

- Н (необрязани) – избичени само от двете срещуположни страни;

- ЕО (ексцентрично обрязани) – избичени от всички страни с ексцентрично напречно сечение;

- ЕН (ексцентрично необрязани) – избичени само от трите страни.

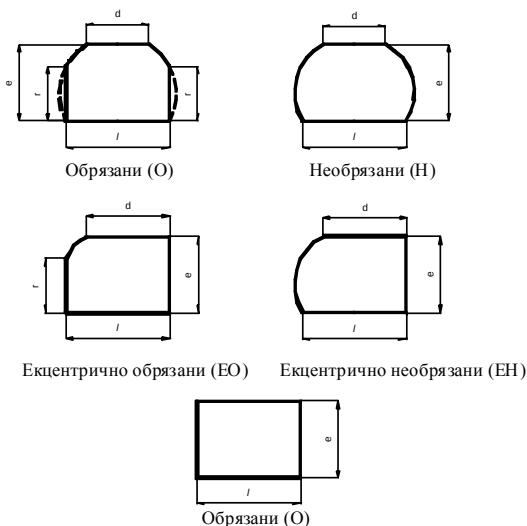
В зависимост от предназначението си всеки тип се подразделя на три типоразмера, съгласно таблица 2.4.

Типоразмери:

I – за жп линии от 1 до 4 клас;

II – за жп линии 5 и 6 клас и гарови коловози;

III – по изключение в жп линии от 5 и 6 клас.



Черт. 2.3

Таблица 2.4

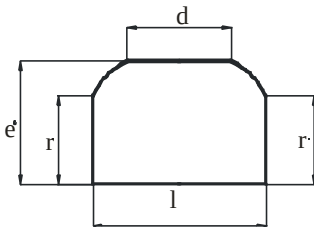
Тип и типоразмери	Дебелина e , mm	Ширина		Височина на избичените страни $г$, mm
		l , mm	d , mm	
I_0	150	250	150	100
II_0	150	230	150	80
III_0	140	220	140	70
I_H	150	250	150	-
II_H	150	230	150	-
III_H	140	220	140	-
I_{EO}	150	230	170	80
II_{EO}	150	230	150	60
III_{EO}	140	220	140	50
I_{EH}	-	-	-	-
II_{EH}	150	230	150	-
III_{EH}	140	250	140	-

Типовете EO и EH се допускат в количество не повече от 10% от целогодишното производство.

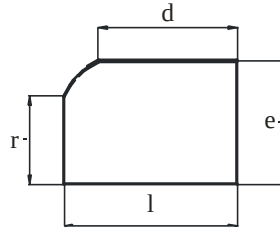
Допустимо е напречните сечения и размерите на дървените траверси да бъдат съгласно чертеж 2.4 и таблица 2.5, без ограничения.

Таблица 2.5

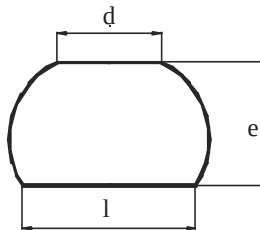
Група и типоразмери	l , mm	e , mm	d , mm		r , mm
			форми 1 и 3	форма 2	форми 1 и 2
1-I	260	160	160	200	80
2-I	260	150	170	200	80
3-II	260	130	130	170	60
4-II	240	150	160	180	70
5-III	240	140	160	180	70
6-III	240	130	130	170	60
7-III	220	130	130	160	50



Форма 1



Форма 2



Форма 3

Черт. 2.4

2.1.3.1 Норми за подмяна на дървени траверси

За негодни за експлоатация и подлежащи на смяна се смятат траверсите:

- когато врязването на металната подложка в траверса е повече от 10 mm;
- при пукнатини в челата на траверсите по цялата височина на сечението и на дължина до 1000 mm;
- при сработване на тирфонната дупка, когато не е възможно извършването на прековка;
- при загниване и износване в челата на траверсите, достигащо до 120 mm.

Всички дървени траверси, които се изваждат от пътя, трябва да бъдат сортирани в зависимост от степента на тяхната годност и възможност за по-нататъшно използване, на следните три групи:

- 1 група – траверси, годни за влагане в пътя без ремонт;
- 2 група – траверси, годни за влагане в пътя след ремонт;
- 3 група – траверси, съвършено негодни за повторна употреба.

Към първа група трябва да се отнасят дървените траверси, които отговарят на следните условия:

- износването на дървесината под подложките не надвишава 5 mm;
- няма разпуквания, преминаващи по цялата дължина;
- няма разпуквания в челото на траверсата, преминаващи по цялата височина на сечението;
- диаметърът на сработените дупки за тирфони не надвишава 24 mm;
- няма признаци на загниване на дървесината.

Към втора група се отнасят дървени траверси, които отговарят на следните условия:

- износването или загниването на дървесината под подложките е не повече от 30 mm в дълбочина, така че след изрязването, което се прави на два пъти по-голяма дълбочина, дебелината на траверсата в сечението да не бъде по-малка от 100 mm;

- допуска се наличието на пукнатини в челата на траверсите по цялата височина на сечението;

- допускат се надлъжни пукнатини, но не и разпуквания по цялата дължина на траверсата;

- диаметърът на сработената тирфонна дупка не превишава 40 mm;

- при загниване и износване в челата на траверсите, изрязаната част сумарно от двете страни на траверсата не трябва да надвишава 200 mm. След изрязването, дължината на траверсата не трябва да бъде по-малка от 2300 mm.

Ремонтът на траверсите от 2 група се състои в почистване, повърхностно саботиране, премахване на загнилата и износена дървесина, поставяне на дюбели в сработените тирфонни дупки, бандажиране краищата против пукнатини, антисептиране, както и по други технологии, одобрени от Поделение ЖПС на ДП НКЖИ.

Към трета група се отнасят траверсите, които и чрез ремонт не могат да бъдат приведени в състояние, годно за влагане в пътя. За негодни се смятат траверсите:

- когато гниенето е разпространено по цялата траверса и е невъзможно отстраняването му;

- при смачкване или загниване под подложките, при което след отстраняване на повредения слой, дебелината на траверсата остава по-малка от 100 mm;

- при сработени тирфонни дупки, ако след отстраняването на разнищената и загнила дървесина диаметърът на дупката стане по-голям от 40 mm;

- при отчупване на парчета дървесина между две пукнатини;

- при отчупване на дървесина в подрелсовото пространство;

- прерязани вследствие няколкократно прековаване или други причини;

- при пукнатини по цялата височина на сечението с дължина повече от 1000 mm;

- при загниване откъм челата, при което след изрязване на гнилите краища дължината на траверсата стане по-малка от 2300 mm.

След извършване на ремонта част от траверсите от 2 група преминават към 1 група и друга част поради негодност – в 3 група.

Траверсите годни за втора употреба се маркират подходящо с бяла боя и се съхраняват на фигури, като се спазват всички изисквания, както за нови траверси.

2.1.4. Типове и форма на стоманобетонните траверси

Стоманобетонните траверси в железния път са моноблочни и двублочни, конструирани за скрепление марка “К” и за еластично безподложно скрепление за наставов и безнаставов релсов път. Моноблочните траверси със скрепление марка “К” се полагат в криви с минимален радиус 300 m за наставов и 500 m за безнаставов релсов път, а конструираните за еластично безподложно скрепление SKL-14 – в криви с минимален радиус 250 m за наставов и определен от ДП НКЖИ минимален радиус за безнаставов релсов път.

Типът и формата им се определя от Поделение ЖПС на ДП НКЖИ.

2.1.4.1 Норми за повторна употреба на стоманобетонни траверси

За негодни за експлоатация и подлежащи на смяна се смятат траверсите:

- при наличието на надлъжна пукнатина по-широка от 2 mm, преминаваща през двата отвора за ПАК-68И или през двете групи пластмасови дюбели;
- при наличие на повече от една напречна пукнатина в средното сечение;
- при невъзможност за изваждане на анкерните болтове при ПАК-68И или на скъсани тирфони в дюбелите;
- при деформации в анкерната плоча при скрепление ПАК-68И;
- при потънали, измъкнати, разместени или липсващи пластмасови дюбели;
- при откъртвания на бетон в челата на траверсите, когато е засегнато над 50 % от напречното сечение;
- при откъртвания на бетон в подрелсовото или средното сечение, като засегнатата площ е с размери над 30 % от напречните размери на траверсите;
- скъсвания на надлъжната армировка, установявано чрез ръждивите петна по бетона.

Всички стоманобетонни траверси, които се изваждат от пътя, трябва да бъдат сортирани в зависимост от степента на тяхната годност и възможност за по-нататъшна употреба, на следните три групи:

- 1 група – траверси, годни за влагане в линии от 1 до 4 клас и съответните гарови коловози без ремонт;
- 2 група – траверси, годни за влагане в линии от 5 и 6 клас, гарови и индустриални коловози без ремонт;
- 3 група - траверси, годни за повторна употреба, след извършване на съответния ремонт;
- 4 група – траверси, негодни за използване в железния път.

Към 1 група се отнасят стоманобетонните траверси, които отговарят на следните условия:

- имат надлъжни пукнатини само около челата с дължина не по-голяма от 50 mm, дълбочина не по-голяма от 20 mm и широки не повече от 0,5 mm;
- нямат дефекти в подрелсовото сечение и в отворите за анкерните болтове или в дюбелите;
- нямат напречни пукнатини в средното сечение;

- имат отчупвания на бетон в челата с максимални размери не превишаващи 50 mm;
- имат оголвания на напругащата армировка в анкерната зона не по-големи от 10 mm.

Към 2 група се отнасят стоманобетонни траверси, които отговарят на следните условия:

- имат надлъжна пукнатина, която протича на не повече от 30 % от дължината на траверсата и е не по-широка от 2 mm;
- в средното сечение имат не повече от една напречна пукнатина с ширина не по-голяма от 1 mm и не по-дълбока от 50 mm;
- нямат дефекти в отворите на анкерните болтове или дюбелите;
- в подрелсовото и средното сечения нямат откътрвания на бетона с размери по-големи от 30 % от напречните размери на траверсата;
- нямат оголвания на напругащата армировка в челата по-големи от 50 mm.

Към 3 група се отнасят траверсите, които отговарят на изискванията за 1 и 2 група, но имат скъсани тирфони, заседнали анкерни болтове или е възможно преустройство на възела на скреплението. Ремонтът се състои в изваждането на тирфоните и болтовете. Когато това се постигне без нарушаване целостта на дюбела или анкерния елемент, те преминават съответно към 1 или 2 група. Преустройството на възела се извършва чрез замяна на анкерния елемент с по-ефективна конструкция. Вграждането се извършва с използване на циментопясъчни разтвори и полимерни материали по технологии, утвърдени от Поделение ЖПС на ДП НКЖИ.

Към 4 група се отнасят траверсите, които не отговарят на условията за повторна употреба.

При необходимост, със заповед на Поделение ЖПС на ДП НКЖИ част от траверсите от 2 група могат да бъдат ремонтирани с цел повторното им използване в жп линии от 1 до 4 клас. Ремонтът се състои в запълване на пукнатини и отчупвания. Използват се циментопясъчни разтвори с добавка на полимерни материали по технологии, утвърдени от Поделение ЖПС на ДП НКЖИ.

Траверсите, годни за втора употреба, се маркират подходящо с тъмна боя и се съхраняват, като се спазват всички изисквания както за нови траверси.

2.1.5 Напречни профили на баластовата призма

Напречните размери на баластовата призма са установени с Наредба 55 „За проектиране и строителство на железопътни линии, железопътни гари, железопътни прелези и други елементи от железопътната инфраструктура”, а при реконструкция на железния път в чертежи 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9 и 2.10 и таблици 2.6, 2.7 и 2.8 и се определят от ДП НКЖИ.

Забележки:

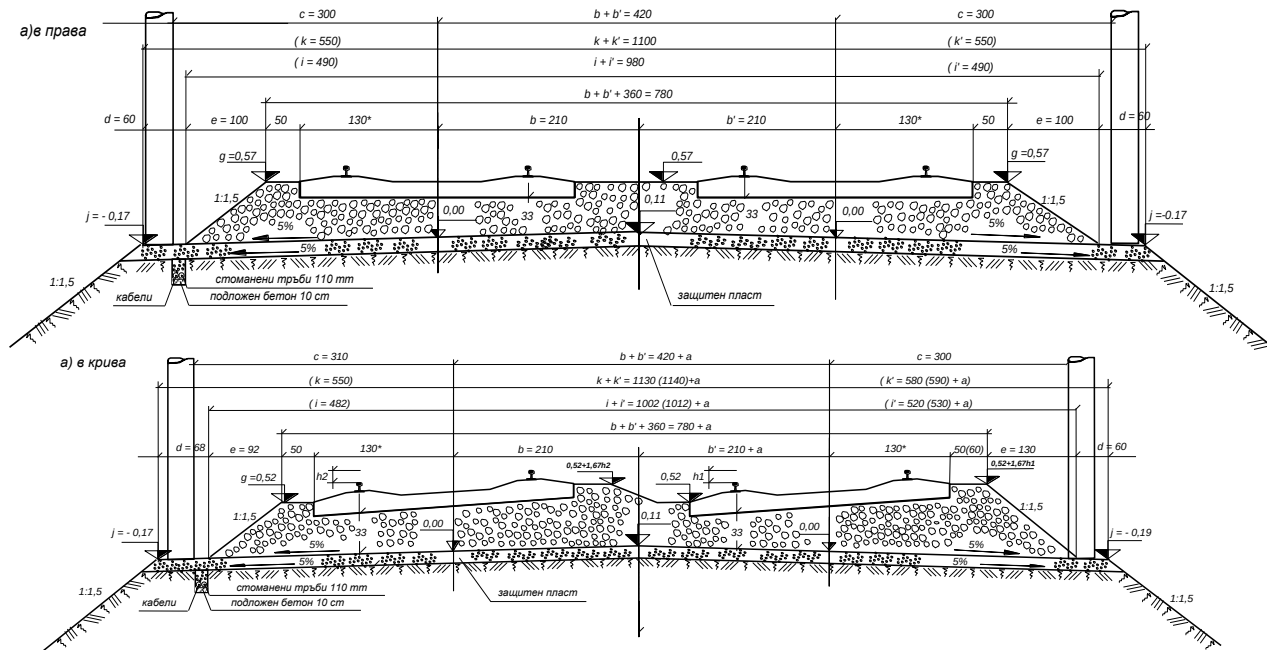
1. В напречните профили дължината на траверсите, означена със звездичка е:

- 240 cm за стоманобетонни траверси с реброви подложки (СТ-4, СТ-4Т и СТ-4Д);
- 250 cm за дървени траверси;

- 260 cm за стоманобетонни траверси с еластични безподложни скрепления.

2. В зависимост от използваните траверси се променя размерът в напречните профили на баластовата призма.

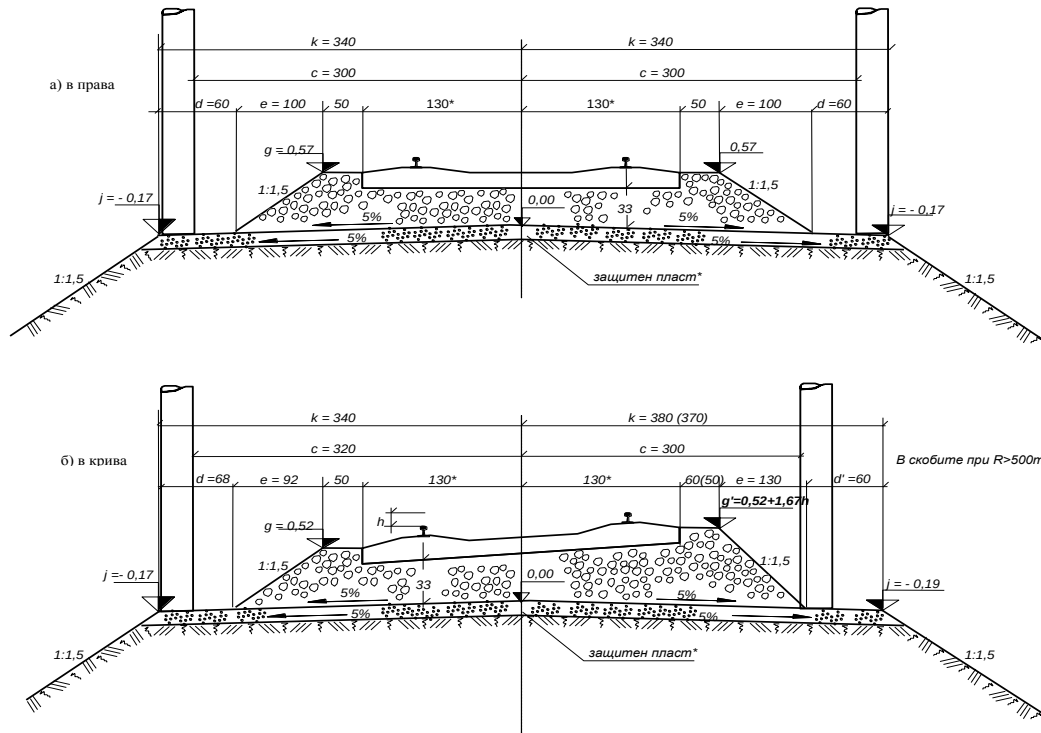
Видът и напречните размери на баластовата призма в края на челните гарови коловози, са дадени на чертеж 2.11.



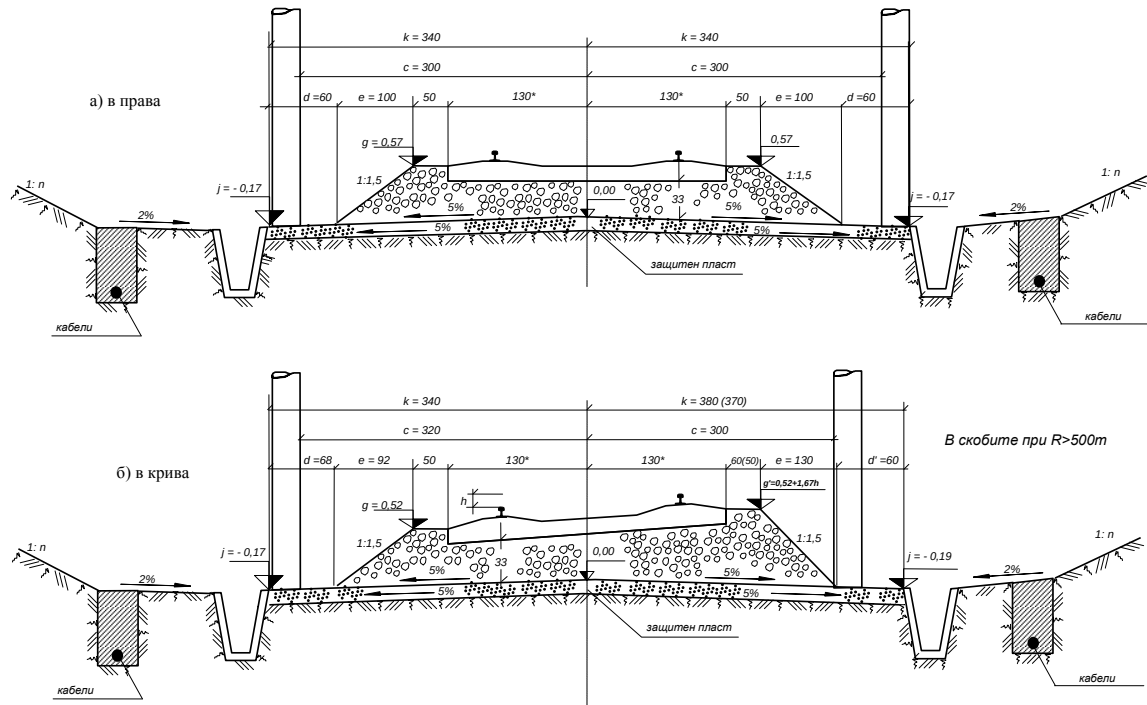
*1) Размерите за скорости 120 и 140 km/h еж. в табл. 7

*2) Размерите в скоби - за криви с $R < 1000$ m

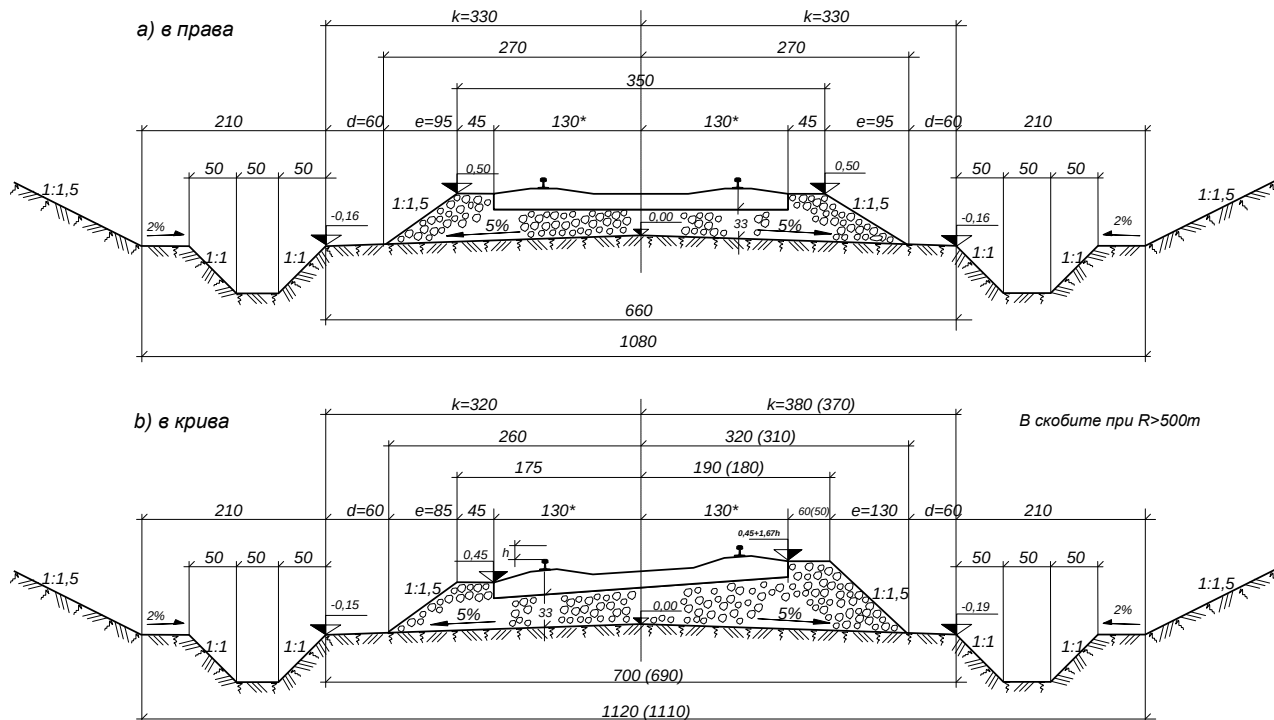
Напречен профил за двойна електрифицирана жп линия за скорости от 140 до 200 km/h в настип *1
Чертеж 2.5



Напречен профил на единична електрифицирана жп линия за скорост от 100 до 140 km/h в насип
Чертеж 2.7



Напречен профил на единична електрифицирана жп линия за скорост от 100 до 140 km/h в изкоп
Чертеж 2.8



Напречен профил на единични неелектрифицирани жп коловози за скорост до 80 km/h в изкоп
Чертеж 2.10

Таблица 2.6

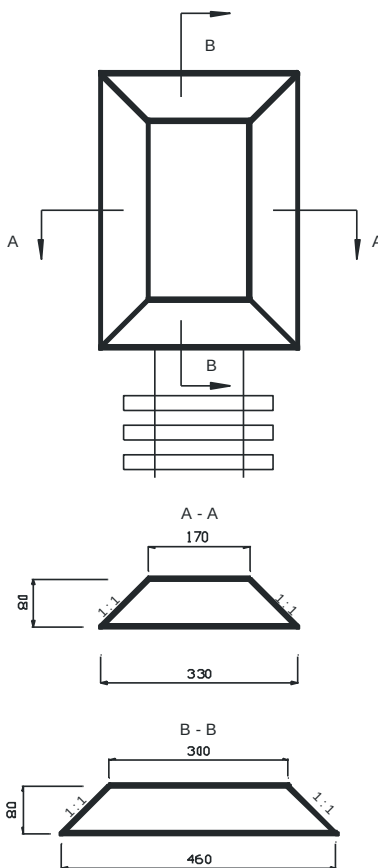
Размери /cm/				Общо за насип и изкоп								Само в насип			Само в изкоп		
				c	b/b'	b+b'	b+b'+360	j	g	e	i/i'	i+i'	d	k=i+d	k+k'	d	k+k'
Допустима максимална	от 140	В права		300	210	420	780		57	100	490	980	60	550	1100	60	1100
	до 200	в крива	вътрешна	310	210			17	52	92	482		68	530	1130(1140)+a	68	1130(1140)+a
машина		от страна	външна	300	210+a	420+a	780+a		77	130	520(530)+a	1002(1012)+a	60	580(590)+a		60	
скорост	от 100	В права		300	205	410	770		57	100	485	970	60	545	1090	60	1100
km/h	до 140	в крива	вътрешна	310	205			17	52	92	477		68	525		68	
		от страна	външна	300	205+a	410+a	770+a		77	130	515(525)+a	992(1022)+a	60	575(585)+a	1100(1110)+a	60	1100(1110)+a

Таблица 2.7

Размери /cm/				Общо за профилите в насип и изкоп					Само в насип		Само в изкоп		
				c	j	g	1:1,5	p	p+p'	d	k	d	k
							(g-j)						
Допустима максимална скорост (km/h)	от 100	В права		300	17	57	74	180	360	60	340	60	340
	до 140	в крива	вътрешна	320		52	69	180	380(360)	68	340	68	340
		от страна	външна	300	19	77	96	190(180)		60	380(370)	60	380(370)
	до	В права		275	16	57	73	175	350	60	316	60	325
	100	в крива	вътрешна	320	17	52	69	175		68	340	68	340
		от страна	външна	290	19	77	96	195	370(355)	60	366(356)	60	366(356)

Таблица 2.8

№	Вид на почвите на земното платно	Височина на зоната на откоса от кота до кота, m		
		0,00	- 4,00 ÷ - 8,00	- 8,00 ÷ - 12,00
1	Глини и прахови почви	1:1,5 (1:2)	1:2 (1:2,5)	01:03
2	Песъчливи глини	1:1,5 (1:2)	1:2 (1:2,5)	01:03
3	Глинести и дребни пясъци	1:1,5 (1:2)	1:2 (1:2,5)	01:03
4	Средно и едрозърнести пясъци	1:1,5	1:1,75	01:02
5	Речна баластра	1:1,5	1:1,5	01:02
6	Скални породи с машинно уплътняване	1:1,5	1:1,5	1:1,5



Чертеж 2.11

2.1.6. Технически изисквания за баласт за жп линии

За направа на баластово легло се използва трошен камък с големина на зърната от 31,5 mm до 63 mm. Формата на баластовите зърна трябва да бъде близка до кубичната с остри ръбове, съгласно БДС EN 13450-1:2021 „Скални материали за баластова призма на релсови пътища. Част 1: Характеристики” и ТС-ЖИ-016-2009 „Трошен камък за жп линии”.

2.1.6.1 Повторна употреба на баласт за жп линии

В железния път се допуска за повторна употреба баласт от жп линии, след подходящо преработване в съоръжения за рециклиране, съгласно ТС-БДЖ-00-21-2001 „Камък трошен рециклиран за конструктивни пластове на земно платно на жп линии. Фракция 0- 32 mm” и ТС-БДЖ-00-22-2001 „Камък трошен (баласт) рециклиран за жп линии. Фракция 22,4-63 mm”. Рециклираният баласт се дели на два класа:

- клас I - за жп линии от 1 до 4 клас;
- клас II - за жп линии 5 и 6 клас и гарови коловози.

Рециклираният баласт се използва за изграждане на баластовата призма както следва:

- в пълен профил при проектна скорост до 90 km/h;
- като долен слой с максимална дебелина 250 mm, при скорост до 160 km/h.

3. Устройство на железния път в план и профил

3.1. Междурелсие на железния път и разширение в железопътните криви

3.1.1 Размер на междурелсието

Междурелсие се нарича разстоянието между двете релси на железния път, измерено перпендикулярно на оста на пътя на, 14 mm от горния ръб на релсите. Нормалната ширина на междурелсието е 1435 mm.

3.1.2 Разширение на междурелсието в жп криви

В кривите на железния път се прави увеличение на междурелсието (разширение), съобразно радиуса на кривата през 5 mm, съгласно таблица 3.1.

Таблица 3.1

Разширение на кривите					
Радиус, m	R=125 до R<150	R=150 до R<180	R=180 до R<250	R=250 до R<300	R≥300
Разширение, mm	20	15	10	5	0

Разширението се дава в пълен размер в жп криви както на междугарията, така и във всички гарови коловози, независимо от това дали тези криви имат или не надвишение и преходни криви.

Преходът от нормална ширина в прави участъци към кръговата крива с разширение се прави в преходната крива и се извършва по два начина.

- **постепенно и равномерно** с нарастване 1 mm на метър, но не повече от 2 mm на метър;

- **стъпалообразно** със стъпала през 5 mm, на разстояние 5 m, но не по-късо от 2,5 m.

При дървените траверси са приложими и двата начина. При стоманобетонни траверси със скрепление ПАК или с еластично безподложно скрепление е приложим втория начин. Разширението в преходната крива започва от точка А, в която радиусът на преходната крива става 300 m.

Постепенно и равномерно разширение:

R – радиус на кръговата крива, m;

l – дължина на преходната крива, m;

H – надвишение, mm;

$$l = k.H$$

$$H = \frac{8.V_{\max}^2}{R}$$

l' - дължина на частта без разширение, m;

$$l' = \frac{R}{300}.l$$

l'' - дължина на частта с разширение, m.

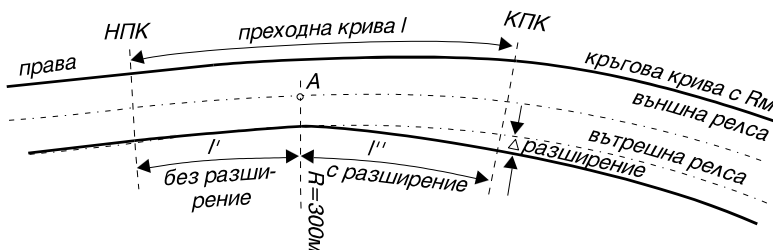
$$l'' = l - l'$$

Пример:

$R = 200$ m; $V = 60$ km/h; $k = 10.V = 600$; $H = 145$ mm; $l = k.H = 87$ m

$$l' = \frac{R}{300}.l = 58 \text{ m}; \quad l'' = 87 - 58 = 29 \text{ m}$$

Разширението 10 mm започва от т. А и се дава постепенно към КПК. В КПК то получава пълен размер - 10 mm.



Черт. 3.1

Стъпалообразно разширение:

R - радиус на кривата, m;

l - дължина на преходната крива, m;

l' - дължина на частта без разширение, m.

Разширението се дава на дължини $l_1 = 5$ mm; $l_2 = 10$ mm; $l_3 = 15$ mm; $l_4 = 20$ mm.

В КПК разширението получава пълния си размер. Дължините l' , l_1 , l_2 , l_3 , l_4 се получават по следните формули:

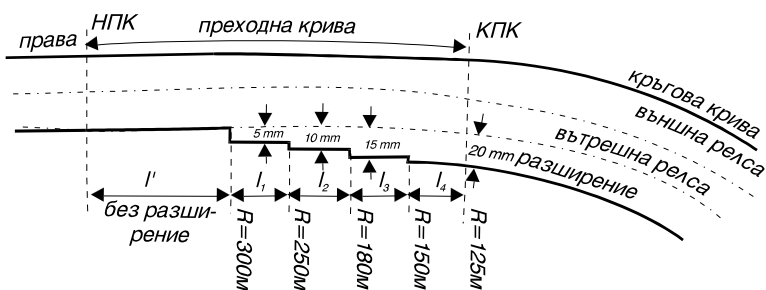
$$\text{без разширение} - l' = \frac{R}{300} \cdot l, m$$

$$\text{разширение 5 mm} - l_1 = \frac{R}{250} \cdot l - l', m$$

$$\text{разширение 10 mm} - l_2 = \frac{R}{180} \cdot l - (l' + l_1), m$$

$$\text{разширение 15 mm} - l_3 = \frac{R}{150} \cdot l - (l' + l_1 + l_2), m$$

$$\text{разширение 20 mm} - l_4 = \frac{R}{125} \cdot l - (l' + l_1 + l_2 + l_3), m$$



Черт. 3.2

Пример:

$R = 125 m$; $V = 40 km/h$; $H = 100 mm$; $k = 10.V = 400$; $l = k.H = 40 m$.

$$\text{без разширение} - l' = \frac{125}{300} \cdot 40 = 17 m$$

$$\text{разширение 5 mm на дължина } l_1 = \frac{125}{250} \cdot 40 - 17 = 3 m$$

$$\text{разширение 10 mm на дължина } l_2 = \frac{125}{180} \cdot 40 - (17 + 3) = 8 m$$

$$\text{разширение 15 mm на дължина } l_3 = \frac{125}{150} \cdot 40 - (17 + 3 + 8) = 5 m$$

$$\text{разширение 20 mm на дължина } l_4 = \frac{125}{125} \cdot 40 - (17 + 3 + 8 + 5) = 7 m$$

В железопътни криви без переходни криви переходят от участък без разширение към участък с разширение в кръговата крива, се разполага в правия участък пред кривата – равномерно или стъпалообразно, при стъпала, не по-

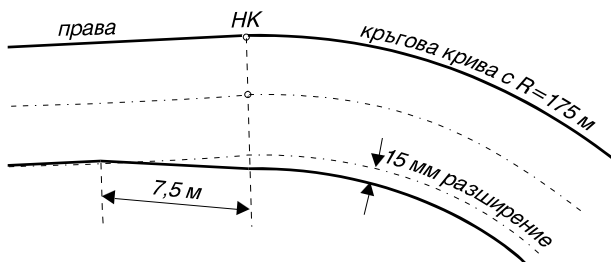
големи от 5 m. Разстоянието между отделните стъпала трябва да бъде 5 m, но не по-малко от 2,5 m. Когато дължината на правия участък не е достатъчна, тогава една част от прехода към разширението се дава в правата, а останалата част се дава в кръговата крива. Когато няма нито преходни криви, нито прави, което може да се случи след стрелките, тогава преходът към разширението се дава в кръговата крива.

Пример:

При достатъчно дълъг прав елемент пред кръговата крива – $R = 175$ m и разширение 15 mm.

Постепенно разширение

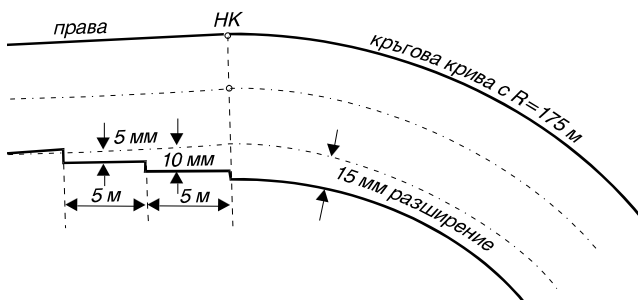
Разширението се дава в правия участък по протежение на 15 m при нарастване 1 mm на 1 m дължина. При по-къс прав участък разширението може да се даде и на по-късо разстояние с нарастване 2 mm на 1 m дължина, например на 7,5 дължина пред НК.



Черт.3.3

Стъпалообразно разширение

Разширението се дава в правия участък стъпалообразно през 5 mm. Дължината на отделните стъпала трябва да бъде 5 m (но не по-малко от 2,5 m).



Черт. 3.4

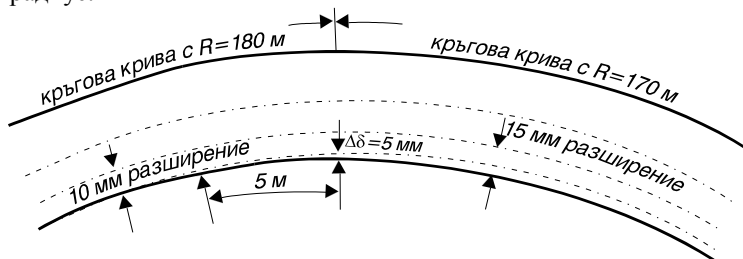
Пример:

$R_1 = 180$ m, разширение 10 mm и $R_2 = 170$ m, разширение 15 mm, без междинна преходна крива.

Постепенно разширение

Разликата между разширенията е 5 mm и се дава в кривата с по-големия радиус по протежение на 5 m с нарастване 1 mm на 1 m или по протежение на

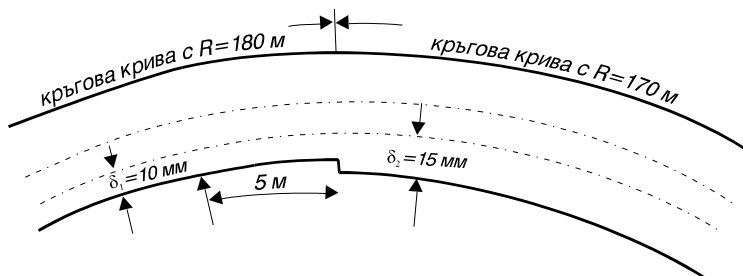
2,5 m с нарастване 2 mm на 1 m в зависимост от дължината на кривата с по-големия радиус.



Черт. 3.5

Стъпалообразно разширение

Разширението 10 mm се дава в кривата с по-големия радиус, а разширението 15 mm - в кривата с по-малкия радиус. Стъпалото е в допирната точка на двете криви.



Черт. 3.6

3.1.3 Допустими отклонения в междурелсието на железния път

Допускат се отклонения в междурелсието, вследствие на експлоатацията, съгласно таблица 3.2.

Таблица 3.2

Скорост (km/h)	Толеранс (mm)
$V \leq 100$	-4 +13
от 100 до 120	-4 +8
от 120 до 140	-4 +5
от 140 до 160	-4 +4
$V > 160$	-2 +2

Не трябва да се допуска превишаване на следните толеранси, независимо от скоростта:

- горна граница 1465 mm ($1435+30$) за жп линии 1 и 2 клас; 1470 mm ($1435+35$) за жп линии от останалите категории;
- долна граница 1429 mm ($1435-6$) за жп линии от 1 до 6 клас.

В железопътните криви към долната граница трябва да се прибави стойността на разширението.

3.1.4 Допустими отклонения в хлабината (разбега) δ между размерите на междурелсието и колоостта при диаметър на колелата от 920 до 1000 mm

Разстоянието между външните повърхности на ребордите, измерено на 10 mm под кръга на търкаляне, трябва да бъде:

- най-много 1426 mm;
- най-малко 1410 mm.

Тези гранични размери определят хлабината δ между релсите и колоостта в размер $9 \div 25$ mm, при междурелсие 1435 mm:

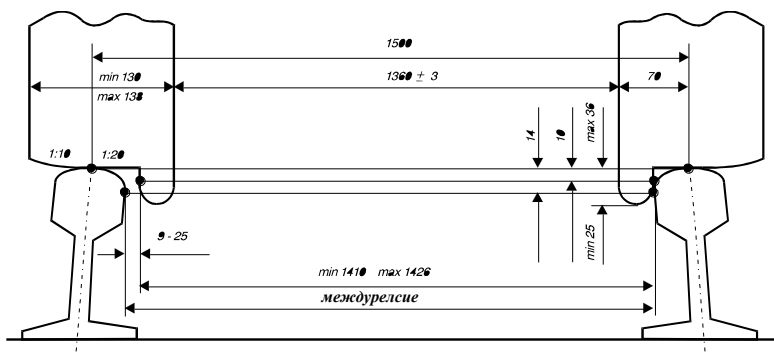
- $1435 - 1426 = 9$ mm;
- $1435 - 1410 = 25$ mm.

При разрешените толеранси в междурелсието, измерени на 14 mm под повърхността на търкаляне съгласно таблица 3.2, хлабината δ има стойностите, представени в таблица 3.3.

Таблица 3.3

Толеранс (mm)	Хлабина δ (mm)
+13 - 4	max 38 min 5
+ 8 - 4	max 33 min 5
+ 5 - 4	max 30 min 5
+ 4 - 4	max 29 min 5
+ 2 - 2	max 27 min 7

Нормално максималният размер е с около 2 mm по-голям, като тази добавка се дължи на различната височина на измерване на междурелсието и разстоянието между ребордите.



Черт. 3.7

При приемане на ново строителство, подновяване и среден ремонт на железния път се допускат следните толеранси за междурелсие, съгласно таблица 3.4.

Таблица 3.4

Железен път	Толеранси в междурелсието, mm		
	Строителство	Подновяване	Ремонт
С нови релси, дървени траверси, скрепление марка “К”	+ 2 - 2	+ 2 - 2	+ 4 - 2
С релси, дървени траверси, скрепление марка “К” – втора употреба	-	+ 4 - 2	+ 4 - 2
С нови релси, стоманобетонни траверси, скрепление марка ПАК-68И	-	+ 4 - 2	+ 4 - 2
С релси, стоманобетонни траверси, скрепление марка ПАК-68И – втора употреба	-	+ 6 - 4	+ 6 - 4
С нови релси, стоманобетонни траверси, скрепление SKL-14 и PANDROL	+ 2 - 2	+ 2 - 2	+ 4 - 2
С нови релси, безбаластов железен път, стоманобетонни траверси, скрепление марка “К”	-	+ 4 - 2	+ 6 - 4
С релси, безбаластов железен път, стоманобетонни траверси, скрепление марка “К” – втора употреба	-	+ 6 - 4	+ 6 - 4
С нови релси, безбаластов железен път, стоманобетонни траверси, скрепление SKL-14 и PANDROL	+ 2 - 2	+ 4 - 2	+ 4 - 2
С релси, безбаластов железен път, стоманобетонни траверси, скрепление SKL-14 и PANDROL – втора употреба	-	+ 4 - 2	+ 6 - 4
С нови релси, стоманобетонни траверси с 2 и 4 отвора, скрепление марка К”	-	+ 4 - 2	+ 6 - 4
С релси, стоманобетонни траверси с 2 и 4 отвора, скрепление марка “К” – втора употреба	-	+ 4 - 2	+ 6 - 4

3.2. Положение на релсите по ниво

При строителство, подновяване и среден ремонт на железния път горната повърхност на главите на релсите в прави участъци се разполагат на едно ниво. С оглед намаляване на страничните сили от лъкатушното движение се допуска разлика в нивото на релсите до ± 4 mm. Тази разлика се допуска и в железния път на мостове с баластово легло и на стоманени мостове с път “горе”, с дължина до 25 m. Поради габаритни ограничения такава разлика на мостове с дължина над 25 m, на подходите към тях на протежение 25 m и в тунели в права не се допуска.

3.2.1 Допустими отклонения в нивото на наставите

При строителство, подновяване и ремонт се допускат отклонения в нивото на наставите във вертикална равнина до 1 mm за дължина 1000 mm.

Отклоненията в геометрията на наставите вследствие на експлоатацията не трябва да превишават във вертикална равнина дадените стойности за дължина 1000 mm:

за $V \leq 80$ км/ч	- ≤ 4 mm
за $80 < V \leq 120$ км/ч	- ≤ 3 mm
за $V > 120$ км/ч	- ≤ 2 mm

Измерването се извършва с метална линия с дължина 1000 mm и метален клин с точност 0,1 mm или друг, одобрен от Поделение „ЖПС” на ДП НКЖИ инструмент.

Допускат се вследствие на експлоатацията прагове между релсовите краища в наставите, които не трябва да превишават 1,5 mm.

3.2.2 Допустими отклонения в геометрията на заварените настави

При геометричен контрол, отклоненията от праволинейност по повърхността на търкаляне и на 14 mm под повърхността на търкаляне от вътрешната страна на релсовата нишка се допускат следните отклонения:

- по повърхността на търкаляне - вдлъбнатина до 0,3 mm или изпъкналост до 0,4 mm на дължина 1000 mm;

- на 14 mm под повърхността на търкаляне от вътрешната страна на релсовата нишка – вдлъбнатина до 0,3 mm на дължина 1000 mm.

При установяване на отклонения се ограничава скоростта на движение, както следва:

- при отклонение $\pm 0,7$ mm по повърхността на търкаляне и $\pm 0,9$ на 14 mm под повърхността на търкаляне – $V \leq 80$ км/ч;

- при отклонение $\pm 0,5$ mm от повърхността на търкаляне и $\pm 0,7$ на 14 mm под повърхността на търкаляне - $80 < V \leq 120$ км/ч.

Измерването се извършва с метална линия с дължина 1000 mm и метален клин с точност 0,1 mm, стандартни луфтомерни пластини или друг, одобрен от Поделение ЖПС на ДП НКЖИ инструмент.

3.2.3 Степен на притягане на тирфоните и гайките на болтовете в скрепленията

Тирфоните и гайките на болтовете в скрепление марка “К” се притягат с въртящ момент $250 \pm 10\%$ Nm. С въртящ момент $250 \pm 10\%$ Nm се притягат и еластичните скрепления SKL-14. В експлоатационни условия при измерване на въртящ момент по-малък от 160 Nm се извършва допритягане на скрепленията.

Еластичните притискащи елементи CE-1 и SKL-12 в скрепление марка “К” се притягат до получаване на междина от 0÷1,5 mm между петата на релсата и средната огъвка на еластичния елемент.

Гайките на болтовете за наставовите връзки се притягат с въртящ момент 350 Nm, а гайките на болтовете на лепените изолирани настави с въртящ момент 850 Nm за релси S49 (49E1) и 1350 Nm за релси UIC60 (60E1).

3.2.4. Надвишение в жп криви

В железопътните криви по правило се дава определено надвишение на външната релсова нишка спрямо вътрешната, което се постига чрез разполагане на външната релса над вътрешната.

Допустимо е да не се дава надвишение при следните скорости:

$V = 30$ км/ч - за минималния радиус на кривата;

$V = 40$ км/ч - за $R \geq 190$ m;

$V = 50$ км/ч - за $R \geq 300$ m;

3.2.4.1 Теоретично надвишение

На жп криви, по които всички влакове (пътнически и товарни) се движат с приблизително еднакви скорости (с разлика до 5 km/h), трябва да се дава теоретично надвишение, което се изчислява по формулата:

$$H_m = 11,8 \frac{V_{\max}^2}{R}, \text{ mm} \quad (3.1)$$

където:

$V_{\max}$ – максимално допустима скорост за даден участък (междугарие) в km/h;

R - радиус на кривата в m.

Изчислените по тази формула надвишения се закръгляват към по-малка стойност, кратна на 5. То не може да бъде по-голямо от 150 mm. Когато H_m по изчисление се получи по-малко от 20 mm, кривата се прави без надвишение. При теоретичното надвишение за всеки влак се получава еднакво натоварване на двете релсови нишки в кривата, което означава, че страничното непогасено ускорение, успоредно на пода на вагона е $p = 0 \text{ m/s}^2$.

3.2.4.2 Нормално надвишение

Нормалното надвишение в жп криви на железопътната инфраструктура, където влаковете се движат със скорост до 120 km/h е:

$$H_n = 8 \frac{V_{\max}^2}{R}, \text{ mm} \quad (3.2)$$

Изчислените по тази формула надвишения се закръглят към по-голямата стойност, кратна на 5, като стойностите между 1 и 20 се закръглят на 20 mm. Тези надвишения са дадени в таблица 3.5.

3.2.4.3 Нормално средно претеглено надвишение

Нормалното средно претеглено надвишение в жп криви на железопътната инфраструктура, където влаковете се движат със скорост над 120 km/h е:

$$H_{n.c.p.} = 11,8 \frac{V_{c.p.кв.}^2}{R}, \text{ mm} \quad (3.3)$$

където:

R - радиусът на кривата, m;

$V_{c.p.кв.}$ - средно претеглената квадратична скорост на участъка, изчислена за период от една година по формулата:

$$V_{c.p.кв.} = \sqrt{\frac{Q_1 V_1^2 + Q_2 V_2^2 + \dots + Q_n V_n^2}{Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n Q_i V_i^2}{\sum_{i=1}^n Q_i}}, \text{ km/h} \quad (3.4)$$

където:

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ – масата на преминаващите влакове, включително и локомотивите в бруто тона;

$V_1, V_2, \dots, V_n$ – действителните скорости на движение на отделните влакове в km/h.

Средно претеглената скорост се пресмята периодично при установяване промяна на тягата, масата на влаковете, реконструкции и повишаване скоростта на движение и промяна на структурата на влаковете.

Скоростите на влаковете се определят от скоростомерните ленти на локомотивите за конкретната крива.

Теглата на влаковете се вземат от работните графици на влаковите диспечери.

Изчисляване на средноквадратичната скорост се извършва от ЖП Секциите, като се вземат данните за групи от по минимум три денонощия, подбрани от четирите сезона на годината.

В жп линии, по които влаковете се движат с ниски скорости до 55 km/h, еднакви за товарни и пътнически влакове, нормалното надвишение се изчислява по формулата за теоретичното надвишение.

През първата година на експлоатацията на нови жп линии максималната скорост на движение се определя от Поделение “ЖПС” на ДП „НК ЖИ”. За определяне скоростите на движение на отделните влакове се правят предварителни тягови разчети.

Изчислените нормални надвишения за $V_{\text{ср.кв.}}$ в жп криви се закръгляват към по-голяма стойност, кратна на 5, като стойностите под 15 mm се закръгляват на 0, а тези между 15 и 20 mm - на 20 mm.

Тези надвишения в зависимост от радиуса и скоростта са дадени в таблица 3.6.

3.2.4.4 Намалено нормално надвишение

В криви от железния път, където скоростта на движение на влаковете е до 50 km/h, влаковете спират или се движат с по-ниска скорост, се дава намалено надвишение, изчислено по формулата:

$$H_{\text{нн}} = 8 \frac{V_{\text{max}}^2}{R} - 20, \text{ mm} \quad (3.5)$$

Когато намаленото надвишение се получава по-малко от 20 mm се дава надвишение 20 mm, ако се получи 0 или отрицателна стойност – се прави без надвишение.

3.2.4.5 Минимално допустимо надвишение

Минимално допустимото надвишение е онова надвишение, при което се запазва комфорта на пътуване на пътниците. Това надвишение се изчислява за максимално допустимата скорост V_{max} за дадена жп крива по формулата:

$$H_{\text{мин}} = 11,8 \frac{V_{\text{max}}^2}{R} - 100, \text{ mm} \quad (3.6)$$

Изчислените по тази формула надвишения се закръгляват към по-голяма стойност, кратна на 5, при прилагането ѝ в практиката, като стойностите между 1 и 20 mm се закръгляват на 20 mm. Тези надвишения са дадени в таблица 3.7.

Нормалното средно претеглено надвишение, изчислено за $V_{\text{ср.кв.}}$ не трябва да бъде по-малко от минималното допустимо надвишение, изчислено за V_{max} .

Във всички случаи, когато се получи нормално надвишение, по-малко от минимално допустимото, на кривата задължително се дава минимално допустимото надвишение.

Нормално надвишение на железопътните криви , изчислено по формулата

$$H = 8 \frac{V_{\max}^2}{R}, \text{ mm}$$

Таблица 3.5

R (m)	Скорост, V _{max}													
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
150	35	50	65	85	110	135	150							
160	30	45	60	80	100	125	150							
170	30	45	60	75	95	120	145	150						
180	30	40	55	70	90	110	135	150						
190	30	40	55	70	90	105	130	150						
200	25	35	50	65	80	100	120	145	150					
225	20	30	45	55	70	90	105	130	150					
250	20	30	40	50	65	80	95	115	135	150				
275	20	25	35	45	60	75	80	105	125	140	150			
300	20	25	35	45	55	65	80	95	115	130	150	150		
325	20	25	30	40	50	65	75	90	105	125	150	150		
350		20	30	35	45	55	70	80	95	110	130	145	150	
375		20	25	35	45	55	65	75	90	105	120	135	150	
400		20	25	30	40	50	60	70	85	100	115	130	145	150
450		20	20	30	35	45	55	65	75	85	100	115	130	145
500			20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	115	130
550			20	25	30	35	45	50	60	70	80	95	105	120
600			20	20	25	35	40	50	55	65	75	85	95	110
650				20	25	30	35	45	50	60	70	80	90	100
700				20	25	30	35	40	50	55	65	75	85	95
750				20	20	25	30	40	45	50	60	70	75	85
800				20	20	25	30	35	40	50	55	65	70	80
850				20	20	25	30	35	40	45	55	60	70	75
900					20	20	25	30	40	45	50	55	65	70
950					20	20	25	30	35	40	45	55	60	70
1000					20	20	25	30	35	40	45	50	60	65
1100						20	20	25	30	35	40	45	55	60
1200						20	20	25	30	35	40	45	50	55
1300						20	20	20	25	30	35	40	45	50
1400							20	20	25	30	30	35	40	45
1500							20	20	25	25	30	35	40	45
1600							20	20	20	25	30	30	35	40
1700								20	20	25	25	30	35	40
1800								20	20	20	25	30	30	35
1900								20	20	20	25	25	30	35
2000									20	20	25	25	30	30
2100									20	20	20	25	30	30
2200									20	20	20	25	25	30
2300										20	20	20	25	30
2400										20	20	20	25	25
2500										20	20	20	25	25
2600										20	20	20	20	25
2700											20	20	20	25
2800											20	20	20	25
2900											20	20	20	20
3000												20	20	20
3500													20	20
4000														20
4500														
5000														

R (m)	Скорост, $V_{\max}$														
	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	
150															
160															
170															
180															
190															
200															
225															
250															
275															
300															
325															
350															
375															
400															
450	150														
500	145	150													
550	130	145	150												
600	120	135	140	150											
650	110	125	135	150	150										
700	105	115	125	140	150	150									
750	95	105	120	130	140	150	150								
800	90	100	110	120	130	145	150	150							
850	85	95	105	115	125	135	150	150							
900	80	90	100	110	120	130	140	150	150	150					
950	75	85	95	100	110	120	130	140	150	150	150				
1000	70	80	90	95	105	115	125	135	145	150	150				
1100	65	75	80	90	95	105	115	125	135	145	150				
1200	60	65	75	80	90	95	105	115	120	130	140	150			
1300	55	60	70	75	80	90	95	105	110	120	130	140	150		
1400	50	55	65	70	75	80	90	95	105	115	120	130	140	150	
1500	50	55	60	65	70	75	85	90	95	105	115	120	130	140	
1600	45	50	55	60	65	70	80	85	90	100	105	115	120	130	
1700	40	45	50	55	60	70	75	80	85	90	100	105	115	120	
1800	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100	110	115	
1900	40	40	45	50	55	60	65	70	75	85	90	95	100	110	
2000	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	105	
2100	35	40	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100	
2200	35	35	40	45	50	50	55	60	65	70	75	80	90	95	
2300	30	35	40	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
2400	30	35	35	40	45	50	50	55	60	65	70	75	80	85	
2500	30	30	35	40	40	45	50	55	60	65	70	70	75	80	
2600	30	30	35	35	40	45	50	50	55	60	65	70	75	80	
2700	25	30	35	35	40	45	45	50	55	60	65	70	70	75	
2800	25	30	30	35	40	40	45	50	50	55	60	65	70	75	
2900	25	30	30	35	35	40	45	45	50	55	60	65	70	75	
3000	25	25	30	30	35	40	40	45	50	50	55	60	65	70	
3500	20	25	25	30	30	35	35	40	45	45	50	55	55	60	
4000	20	20	20	25	25	30	30	35	35	40	45	45	50	55	
4500	20	20	20	20	25	25	30	35	35	35	40	40	45	50	
5000		20	20	20	20	25	25	25	30	30	35	35	40	45	

Нормално надвишение на железопътните криви , изчислено по формулата

$$H = 11,8 \frac{V_{\text{ср.кв}}^2}{R}, \text{ mm}$$

Таблица 3.6

R (m)	Скорост, V _{ср.кв}															
	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90		
150	50	70	100	125	150	150	150									
160	50	70	90	120	150	150	150									
170	45	65	85	115	140	150	150	150								
180	40	60	80	105	135	150	150	150								
190	40	55	80	100	125	150	150	150								
200	40	55	75	95	120	150	150	150	150							
225	35	50	65	85	110	135	150	150	150							
250	30	45	60	75	100	120	145	150	150	150						
275	30	40	55	70	90	110	130	150	150	150	150					
300	25	35	50	65	80	100	120	140	150	150	150	150				
325	25	35	45	60	75	90	110	130	150	150	150	150	150			
350	25	30	45	55	70	85	105	125	145	150	150	150	150	150		
375	20	30	40	50	65	80	95	115	135	150	150	150	150	150		
400	20	30	40	50	60	75	90	110	125	145	150	150	150	150	150	
450	20	25	35	45	55	65	80	95	110	130	150	150	150	150	150	150
500		25	30	40	50	60	75	85	100	115	135	150	150	150	150	
550		20	30	35	45	55	65	80	90	105	120	140	150	150	150	
600		20	25	35	40	50	60	70	85	100	110	125	145	150	150	
650		20	25	30	40	45	55	65	80	90	105	120	135	150	150	
700		20	20	30	35	45	50	60	75	85	95	110	125	140	150	
750			20	25	35	40	50	60	70	80	90	100	115	130	150	
800			20	25	30	40	45	55	65	75	85	95	110	120	150	
850			20	25	30	35	45	50	60	70	80	90	100	115	150	
900			20	20	30	35	40	50	55	65	75	85	95	110	150	
950			20	20	25	35	40	45	55	60	70	80	90	100	150	
1000				20	25	30	35	45	50	60	70	75	85	95	150	
1100				20	25	30	35	40	45	55	60	70	80	90	150	
1200				20	20	25	30	35	45	50	55	65	75	80	150	
1300					20	25	30	35	40	45	55	60	65	75	150	
1400					20	25	30	35	45	50	50	55	60	70	150	
1500					20	20	25	30	35	40	45	50	60	65	150	
1600						20	25	30	35	40	45	50	55	60	150	
1700						20	20	25	30	35	40	45	50	60	150	
1800						20	20	25	30	35	40	45	50	55	150	
1900						20	20	25	30	30	35	40	45	50	150	
2000							20	25	25	30	35	40	45	50	150	
2100							20	20	25	30	35	35	40	45	150	
2200							20	20	25	30	30	35	40	45	150	
2300							20	20	25	25	30	35	40	45	150	
2400								20	20	25	30	35	35	40	150	
2500								20	20	25	30	30	35	40	150	
2600								20	20	25	25	30	35	40	150	
2700								20	20	25	25	30	35	35	150	
2800								20	20	20	25	30	30	35	150	
2900									20	20	25	30	30	35	150	
3000									20	20	25	25	30	35	150	
3500										20	20	25	25	30	150	
4000											20	20	25	25	150	
4500												20	20	25	150	
5000													20	20	20	150

Продължение на таблица 3.6

R (m)	Скорост, $V_{\text{ср.кв}}$															
	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160		
150																
160																
170																
180																
190																
200																
225																
250																
275																
300																
325																
350																
375																
400																
450	150															
500	150	150														
550	150	150	105													
600	150	150	150	150												
650	150	150	150	150	150											
700	150	150	150	150	150	150										
750	145	150	150	150	150	150	150									
800	135	150	150	150	150	150	150	150								
850	125	140	150	150	150	150	150	150								
900	120	135	145	150	150	150	150	150	150							
950	115	125	145	150	150	150	150	150	150	150						
1000	110	120	130	145	150	150	150	150	150	150	150					
1100	100	110	120	130	145	150	150	150	150	150	150	150				
1200	90	100	110	120	130	145	150	150	150	150	150	150	150			
1300	85	90	100	110	120	130	145	150	150	150	150	150	150	150		
1400	80	85	95	105	115	125	135	145	150	150	150	150	150	150	150	
1500	70	80	90	95	105	115	125	135	145	150	150	150	150	150	150	150
1600	70	75	85	90	100	110	115	125	135	150	150	150	150	150	150	150
1700	65	70	80	85	95	100	110	120	130	140	140	150	150	150	150	150
1800	60	65	75	80	90	95	105	110	120	140	140	150	150	150	150	150
1900	60	65	70	75	85	90	100	105	115	130	130	140	150	150		
2000	55	60	65	75	80	85	95	100	110	125	125	135	145	150		
2100	50	60	65	70	75	80	90	95	105	115	120	130	135	145		
2200	50	55	60	65	70	80	85	90	100	110	115	120	130	140		
2300	50	55	60	65	70	75	80	90	95	105	110	115	125	135		
2400	45	50	55	60	65	70	80	85	90	100	105	110	120	135		
2500	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	100	110	115	120		
2600	40	45	50	55	60	65	70	80	85	95	95	105	110	120		
2700	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	95	100	105	115		
2800	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	105	110		
2900	40	40	45	50	55	60	65	70	75	85	85	95	100	105		
3000	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
3500	30	35	40	40	45	50	55	60	65	70	70	80	80	90		
4000	30	30	35	35	40	45	50	50	55	60	65	70	70	75		
4500	25	30	30	30	35	35	40	40	45	50	55	60	65	70		
5000	25	25	30	30	35	35	40	40	45	50	50	55	60	60		

Минимално допустимо надвишение в железопътните криви, изчислено по формулата

$$H = 11,8 \frac{V_{\max}^2}{R} - 100, \text{ mm}$$

Таблица 3.7

R (m)	Скорост, V _{max}																											
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160			
150	26	60	97	138																								
180	5	33	64	99	136																							
200		20	48	79	113	150																						
225		7	32	59	89	122																						
250			18	43	70	100	132																					
275			8	30	65	111	142																					
300				19	42	67	93	122	150																			
325				10	31	54	78	105	133																			
350				2	22	43	66	90	116	144																		
375					14	33	55	77	102	128																		
400					7	25	45	66	89	114	139																	
425					0	18	37	57	80	101	125	150																
450						11	39	48	68	90	113	137																
475						5	22	40	59	80	102	125	148															
500						0	16	33	52	71	92	113	136															
550							6	21	38	56	74	94	115	137														
600								11	26	43	60	78	97	117	138													
650								2	16	31	47	64	82	100	120													
700									8	22	37	53	69	86	104	123	143											
750									1	14	28	42	58	74	91	109	127	145										
800										7	20	34	48	63	79	96	113	130	150									
850										0	12	25	39	53	68	84	100	118	134	150								
900											7	19	32	45	59	74	89	104	122	139	150							
1000												7	18	31	43	57	70	84	100	115	132	150						

При минимално допустимото надвишение в жп криви се получава странично непогасено ускорение $p=0,65 \text{ m/s}^2$. При притеснени условия се допуска минималното надвишение да се определя по формулата:

$$H_{\min} = 11,8 \frac{V_{\max}^2}{R} - 130, \text{ mm} \quad (3.7)$$

при която $p=0,85 \text{ m/s}^2$.

По-малко от минимално допустимото надвишение, при което се получава странично ускорение по-голямо от $0,85 \text{ m/s}^2$ може да се разрешава само от Поделение ЖПС на ДП НКЖИ.

Ако по някакви причини в дадена жп крива или участък не може да се даде минимално допустимото надвишение, тогава в тази крива или участък трябва да се намали скоростта на движението, съобразно възможното най-голямо надвишение.

3.2.4.6 Гранични стойности на надвишението

Изчисленото максимално надвишение в жп криви е $H_{\max}=150 \text{ mm}$.

С разрешение на Поделение ЖПС на ДП НКЖИ, по изключение за отделни случаи, може да се даде по-голямо надвишение, но не повече от 160 mm .

Минималното надвишение, което може да се даде в жп крива, е $H=20 \text{ mm}$.

3.2.4.7 Надвишение в жп криви на гари и спирки

Надвишението по правило се дава в кривите на открития път и в главните коловози в гарите, които са продължение на открития път, както и на отклонителните коловози в гарите, през които влаковете преминават транзит.

Когато главният коловоз в гарата е в крива с или без перон, надвишението което се дава, не трябва да бъде по-малко от минимално допустимото надвишение за максималната скорост на междугарието с по-висока скорост на движение.

На отклонителните приемно-отправни коловози в гарите, през които влаковете преминават транзит, се дава минимално допустимото надвишение за скоростта, с която влаковете преминават през отклонението на стрелката в отклонителния коловоз.

В кривите на останалите гарови коловози, както и на стрелките, по правило не се дава надвишение. При необходимост по предварително разработен проект и с разрешение на Поделение ЖПС на ДП НКЖИ може да се даде надвишение и на стрелки, поставени в криви.

Също така при необходимост в разпределителните гари и други гари, където се правят маневри със скорости по-големи от 30 km/h , може да се даде надвишение и на коловозите, по които се правят маневри.

В кривите на спасителните коловози в гарите се дава надвишение съобразено с проекта на спасителния коловоз. Прелези, в жп криви с надвишение, не трябва да се допускат. Ако това е неизбежно, както и пресичане на коловоз с надвишение от улици с трамвайни линии, трябва да се изготвят индивидуални проекти за пресичане.

3.2.4.8 Надвишение в криви на участъци с големи наклони

При двойни жп линии в големи наклони, при които влаковете се движат с по-малка скорост по нагорнището, отколкото по надолнището, надвишението

на кривите по нагорнището може да се намали, но то не трябва да бъде по-малко от минимално допустимото надвишение за максимално допустимата скорост в този участък при положение, че влаковете се движат в някои случаи по изключение и надолу.

При еднопътни линии с големи наклони, по които по нагорнището влаковете се движат с по-малки скорости, отколкото по надолнището, надвишението може да се намали, но в никакъв случай не бива да бъде по-малко от минимално допустимото надвишение за максимално допустимата скорост.

3.2.4.9 Общи разпореждания за надвишението

По принцип на междугарието се дава съответното нормално надвишение. Ако се наложи нормалното надвишение да се намалява по някаква причина, то новото надвишение обикновено трябва да бъде между минимално допустимото (но не по-малко от него) и нормалното надвишение.

Нормалното надвишение може да се намали и тогава, когато по даден участък само отделни влакове се движат с максималната скорост на участъка, а повечето влакове се движат по-бавно между входния светофор и стрелките, при нагорнище и др.

В кривите между входния светофор и входните стрелки на гарата, в които влаковете спират, се дава намалено надвишение, съобразено със скоростта, с която се преминават кривите, но не по-малко от минимално допустимото надвишение за максималната скорост за този участък.

За всеки отделен случай на такива криви даденото намалено надвишение се одобрява от Поделение ЖПС на ДП НКЖИ.

Когато за един участък между две гари от Поделение ЖПС е определена известна максимална скорост, а по разписанието за движение на влаковете съобразно с профила на пътя или по други причини е възприета максимална скорост, по-малка от определената от Поделение ЖПС скорост, надвишението в този участък се определя за възприетата по разписанието скорост. Това надвишение обаче не може да бъде по-малко от минимално допустимото надвишение за определената максимална допустима скорост на дадения участък.

Ако в някои криви на железния път се получи деформиране на главите на релсите от вътрешната релсова нишка, без да се получи голямо странично износване на външната релса, това показва, че надвишението в такива криви е по-голямо и то може да се намали, но не бива да бъде по-малко от минимално допустимото надвишение.

3.2.4.10 Допустими отклонения в надвишението

В кривите от железния път след ново строителство и ремонти, когато влаковете се движат с определената от Поделение ЖПС на ДП НКЖИ по-ниска от проектната скорост, се допуска надвишението да бъде намалено. То може да бъде между минимално допустимото и намаленото с не повече от 20 mm проектно надвишение, при което се осигурява непогасено странично ускорение до $0,65 \text{ m/s}^2$. Даденото намалено надвишение се одобрява от Поделение ЖПС на ДП НКЖИ.

С оглед запазване комфорта на пътниците и плавното движение на влаковете се допускат вследствие на експлоатацията отклонения от взаимното разположение на релсовите нишки една спрямо друга в правите участъци и от предписаното надвишение в железопътните криви.

Тези отклонения не трябва да превишават следните граници:

за $V_{\max} \leq 60 \text{ km/h}$	$\pm 15 \text{ mm}$
за $V_{\max} \leq 100 \text{ km/h}$	$\pm 10 \text{ mm}$
за $100 < V_{\max} \leq 130 \text{ km/h}$	$\pm 6 \text{ mm}$
$V_{\max} > 130 \text{ km/h}$	$\pm 4 \text{ mm}$

Тези отклонения трябва да се отвеждат постепенно с наклон на прехода не по-стръмен от 1:6V при скорости до 100 km/h и 1:8V при скорости над 100 km/h, а за скорост $V < 50 \text{ km/h}$ – не по-стръмни от 1:300.

Пример:

Прав участък или кръгова крива с отклонение $\pm 10 \text{ mm}$ (за правия участък от нивото, а за кръговата крива от предписаното надвишение). Скорост $V=100 \text{ km/h}$, за която е подготвен участъкът. Наклонът на извода на отклонението трябва да бъде $1:6V = 1:600$, но не по-стръмен от 1:400. При даденото отклонение $\pm 10 \text{ mm}$ изводът трябва да се развие по дължина на $L = 600.10 = 6000 \text{ mm} = 6 \text{ m}$ (респ. $L = 400.10 = 4000 \text{ mm} = 4 \text{ m}$).

Ако в същия участък максималната скорост е $V = 65 \text{ km/h}$, тогава наклонът на извода може да бъде $1:6V = 1:390$, но не по-стръмен от 1:400. Следователно той трябва да се приеме 1:400. В този случай изводът ще се разпрости по дължина на $L = 400.10 = 4000 \text{ mm} = 4 \text{ m}$.

При скорост на движението $V < 50 \text{ km/h}$, наклонът на извода не може да бъде по-стръмен от 1:300.

Същият пример, но отклонението от $\pm 10 \text{ mm}$ е в прехода на надвишението. Скорост $V=100 \text{ km/h}$. Предписаният наклон на прехода на надвишението е $1:k = 1:800$.

Този наклон трябва да бъде не по-стръмен от 1:400, а за $V < 50 \text{ km/h}$ – от 1:300. Следователно, изводът на прехода ще се разпрости по дължина на $L=800.10=8000 \text{ mm} = 8 \text{ m}$, а за $V < 50 \text{ km/h} - L=300.10=3000 \text{ mm}=3 \text{ m}$.

Граничните стойности на наклона на прехода при единични отклонения в нивото (пропадане) на едната или единични отклонения на двете релсови нишки не трябва да превишават стойностите, определени в таблица 3.8, в зависимост от съответната база на возилото.

Таблица 3.8

База (m)	%	Наклон 1:к	mm	База (m)	%	Наклон 1:к	mm
1,0	6,66	1:150	6,7	10,5	3,40	1:294	35,7
1,8	6,66	1:150	12,0	11,0	3,33	1:300	36,7
2,0	6,66	1:150	13,3	11,8	3,33	1:300	39,3
3,0	6,66	1:150	20,0	12,0	3,33	1:300	40,0
3,2	6,66	1:150	21,3	13,5	3,33	1:300	45,0
4,0	6,66	1:150	26,7	14,0	3,33	1:300	46,7
4,5	6,00	1:166	27,0	14,5	3,33	1:300	48,3
5	5,50	1:182	27,5	15,0	3,33	1:300	50,0
5,5	5,13	1:195	28,2	15,5	3,33	1:300	51,7
6,0	4,83	1:207	29,0	16,0	3,33	1:300	53,3
6,5	4,63	1:216	30,1	16,5	3,33	1:300	55,0
7,0	4,33	1:231	30,3	17,0	3,33	1:300	56,7
7,5	4,17	1:240	31,2	17,5	3,33	1:300	58,3
8,0	4,00	1:250	32,0	18,0	3,33	1:300	60,0
8,5	3,83	1:261	32,6	18,5	3,33	1:300	61,7
9,0	3,73	1:268	33,6	19,0	3,33	1:300	63,3
9,5	3,61	1:277	34,3	19,5	3,33	1:300	65,0
10,0	3,50	1:286	35,0	20,0	3,33	1:300	66,7

За база се приема разстоянието между колоосите при двуосни возила, разстоянието между централните болтове или между колоосите в двuosна талига и крайните колооси в триосна талига при талиговите возила.

Пример:

Дерайлирала е талига на четириосен вагон в прав участък при $V_{\max}=80 \text{ km/h}$. На мястото е измерено пропадане на едната релсова нишка 9 mm на разстояние 2 m. Наклонът на прехода за междуосието на талигата равно на 1,85 m е 1:222 и не е по-стръмен от 1:150, съгласно таблица 3.8. Следователно стръмнината на наклона е в допустимите норми, осигуряващи сигурността на движение.

Посочените по-горе допустими отклонения трябва да се спазват при нормална експлоатация на железния път.

Тези граници дават указания за състоянието на пътя, при което все още може да се пътува спокойно. По-големи или по-малки отклонения от тези граници предизвикват съответно промяна на страничните и други ускорения, които водят до влошаване техническото състояние на пътя, но не винаги дерайлиране. Граничните стойности за дерайлиране не могат да де определят с норми, тъй като едно дерайлиране често зависи от много фактори. За това при дерайлиране за разкриване на причините, които са го предизвикали, трябва да се подхожда индивидуално при всеки отделен случай.

Пример:

Дадена е жп крива с радиус 300 m, надвишение $H=150$ mm за скорост $V=75$ km/h. Минимално допустимото надвишение за тази скорост е $H=122$ mm. В

таблица 3.9 са изчислени страничните ускорения по формулата $p = \frac{V^2}{13R} - \frac{H}{153}$,

които се получават при различни отклонения от надвишението.

Таблица 3.9

H, mm	180	175	170	165	150	145	140	135	130	120	110	100	90
p, m/s ²	0,26	0,30	0,33	0,36	0,46	0,49	0,52	0,56	0,59	0,65	0,72	0,79	0,85

Вижда се, че при увеличено надвишение + 15 mm, т.е. за $H=165$ mm, се получава $p=0,36$ m/s², а при увеличение +30 mm, т.е. надвишение $H=180$ mm, $p=0,26$ m/s², което е много по-благоприятно за движение с максимална скорост.

В дадения случай по-неблагоприятно е отрицателното странично ускорение, което би се получило при бавно движение или при спиране на влак в кривата. Тогава се получава

$$p = \frac{180}{153} = 1,17 \text{ m/s}^2$$

Това означава само, че ще се натовари повече вътрешната релса в кривата, но не и дерайлиране на вагона.

При допустимото намаление – 15 mm, т.е. $H=135$ mm, се получава $p=0,56$ m/s², при надвишение $H=122$ mm, т.е. намаление 30 mm се получава $p=0,65$ m/s².

Дже при намаление – 50 mm, т.е. надвишение $H = 100$ mm, се получава $p = 0,79$ m/s², все още по-малко от граничното – $p = 0,85$ m/s², което може да предизвика само по-голям тласък, но не представлява опасност за дерайлиране.

3.2.4.11 Временно възстановяване на непрекъснатостта на релсите при счупване и скорост на движение

След установяване на счупването се извършва притягане на болтовете на притискащите елементи (стегателни плочки или SKL-12) за скрепление марка “К” или тирфоните на скрепление SKL-14, с въртящ момент $250 \text{ Nm} \pm 10 \%$ от двете му страни. За наставовия релсов път притягането е по дължината на релсата, а за безнаставовия – от двете страни на счупването на дължина по 50 m.

При пукнатина или счупване с междина до 30 mm се поставя временен настав с болтове (с прави или с огънати връзки), без да се пробиват релсите. При необходимост се поставя и подбива трупче (парче траверса с дължина 50 cm).

При отчупено цяло парче от релсата, когато междината е по-голяма от 30 mm, повреденото място се изрязва и се поставя релса с дължина 6 m. Връзките се свързват с болтове само с шестметровото парче, като хващат релсите на наставовия или безнаставовия път на “щипка”, или нормално свързана релса не по-къса от 2 m при аварийно възстановяване на движението.

Скоростта на движение при временни настави с болтове (с прави или с огънати връзки) е 25 km/h, а при шестметровите релси, свързани на “щипка” – 15 km/h.

Временните настави не се разрешава да останат в пътя повече от 24 h.

3.3. Преход (рампа) на надвишението

3.3.1 Определение

Преминаването от един участък железен път без надвишение към друг участък с надвишение или от един участък с по-малко надвишение към друг участък с по-голямо надвишение или обратно, трябва да става с преход (рампа) на надвишението. Мястото, в което надвишението е най-малко (или нула) се нарича начало на прехода (НП), а мястото, където то е най-голямо се нарича край на прехода (КП).

3.3.2 Форма на прехода на надвишението

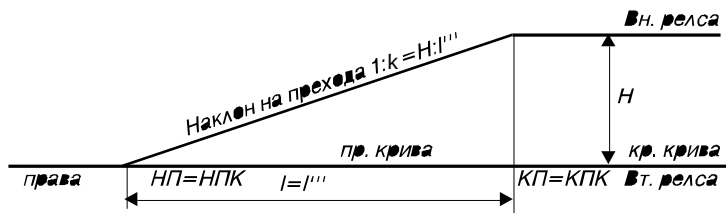
Преходът на надвишението се прави праволинеен, т.е надвишението нараства постепенно и равномерно от НП към КП. При особени случаи (когато полагането на праволинейни преходи изисква големи странични измествания на линията) с разрешение на Поделение ЖПС на ДП НКЖИ може да се полагат преходи на надвишение с S-образна форма.

3.3.3 Наклон и дължина на прехода на надвишението

Под наклон на прехода на надвишението, изразен с отношението $1:k$, се разбира наклонът на двете релсови нишки една спрямо друга, но не и наклонът на едната или другата релсова нишка спрямо хоризонта.

Наклонът на прехода на надвишението $1:k$ се изразява с отношението на надвишението H на кръговата крива към дължината на прехода на надвишението:

$$1:k = H:l''' \text{ (черт. 3.8),}$$



Черт. 3.8

откъдето се получава $k = \frac{l'''}{H}$ и $l''' = k.H$.

При построяване на прехода на надвишението трябва скоростта на повдигане на колелото по прехода на външната релсова нишка в кривата, при нормални условия на експлоатация, да се намира в границите $28+35 \text{ mm/s}$. Скоростта на повдигане на колелото по прехода на външната релсова нишка в кривата се определя по формулата:

$$f_v = i_H.V, \text{ mm/s}$$

където:

i_H - наклон на прехода в промили (‰);

V - максимална скорост на движение на влаковете в крива в m/s .

Нормите за f_v се удовлетворяват при преходи на надвишение с наклон $1:k$, както следва:

$$\text{за } k = 10V_{\max} - f_v = 28 \text{ mm/s}$$

$$\text{за } k = 8V_{\max} - f_v = 35 \text{ mm/s}$$

Наклонът на прехода на надвишението се определя в зависимост от скоростта на движението, както следва:

за $V \geq 40 \text{ km/h}$ - $1:k = 1:10V_{\max}$, т.е. $k = 10.V_{\max}$;

за $V < 40 \text{ km/h}$ - $1:k = 1:10V_{\max}$, т.е. $k = 400$.

Дължината на прехода на надвишението се изчислява съответно по следните формули:

за $V \geq 40 \text{ km/h}$ - $l''' = 10.V_{\max}.H$;

за $V < 40 \text{ km/h}$ - $l''' = 400.H$.

По изключение, при трудни условия, се допускат и по-стръмни наклони, както следва:

за $V \geq 50 \text{ km/h}$ - $1:k = 1:8V_{\max}$, т.е. $k = 8.V_{\max}$;

за $V < 50 \text{ km/h}$ - $1:k = 1:400$, т.е. $k = 400$.

В този случай дължината на прехода на надвишението се изчислява по следните формули:

за $V \geq 50 \text{ km/h}$ - $l''' = 8.V_{\max}.H$;

за $V < 50 \text{ km/h}$ - $l''' = 400.H$.

3.3.4 Положението на прехода на надвишението

Началото (НП) и краят (КП) на прехода на надвишението трябва по принцип да съвпадат с началото (НПК) и края (КПК) на преходната крива.

По изключение, когато дължината на прехода на надвишението е по-голяма от дължината на преходната крива, се допуска една част от дължината на прехода на надвишението да навлезе в кръговата крива, като НП и НПК се покриват. В този случай в КПК надвишението не трябва да бъде по-малко от минимално допустимото надвишение, при което страничното ускорение е $r=0,65 \text{ m/s}^2$. По изключение, с разрешение на Поделение ЖПС на ДП НКЖИ, се допуска минимално надвишение, при което $0,65 \text{ m/s}^2 < r < 0,85 \text{ m/s}^2$.

По принцип при построяването на нови и репериранието на съществуващи жп линии не се допуска част от дължината на прехода на надвишението да се постави в правия участък пред НПК. Ако при преминаването към по-големи надвишения в съществуващите жп линии се получи в КПК по-малко надвишение от минимално допустимото, то в такъв случай се допуска по изключение една част от дължината на прехода на надвишението да се постави в правия участък. Тази дължина трябва да се избере така, че в КПК да се получи надвишение, равно на минимално допустимото надвишение, а в НПК да се получи надвишение, не по-голямо от 25 mm.

Ако това условие не може да се спази, то съответната крива трябва да се претрасира и да се създадат по-дълги преходни криви или да се постави преход с възможния максимален наклон, или в краен случай да се даде с разрешение на Поделение ЖПС на ДП НКЖИ по-малко надвишение на железопътната крива.

Ако и това не може да стане, тогава с разрешение на Поделение ЖПС на ДП НКЖИ се допуска по-голямо надвишение в НПК, размерът на което се определя от Поделение ЖПС на ДП НКЖИ.

Във второстепенни коловози без преходни криви, но с надвишения преходът на надвишението може да се постави изцяло в правия участък.

Началото и краят на прехода на надвишението трябва да се закръглят на протежение около 10 m (5 m пред НП (КП) и 5 m след НП (КП)).

3.3.4.1 Преход на надвишението между права и крива с надвишението

а) Началото и краят на прехода на надвишението съвпадат с началото и края на преходната крива (чертеж 3.9).

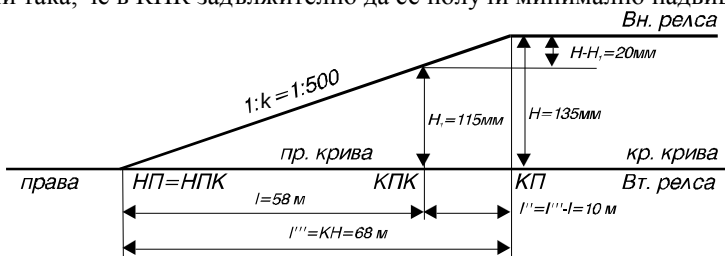
Този случай е най-благоприятен за движението на влаковете и за поддържането на пътя.



Черт. 3.9

б) Началото на прехода съвпада с началото на преходната крива, краят на прехода навлиза в кръговата крива след КПК (чертеж 3.10).

Този случай е по-неблагоприятен за движение на влаковете и за поддържането на пътя и се допуска само по изключение, при условие да се изпълни така, че в КПК задължително да се получи минимално надвишение.



Черт. 3.10

Пример:

Дадена е крива с $R=250$ m, надвишение $H_1=115$ mm, наклон на прехода на надвишението $1:k = 1:500$ и дължина на преходната крива $l=k.H_1=500.0,115=58$ m. Кривата е подготвена за $V=60$ km/h. Налага се увеличаване на скоростта на 65 km/h. По теренни причини не е възможно да се увеличи дължината на преходната крива.

$$\text{Новото надвишение е } H = \frac{8.65^2}{250} = 135 \text{ mm.}$$

Дължината на прехода на надвишението за наклон на прехода $1:k=1:500$ е $l'''=k.H=500.0,135=68$ m.

Поради това, че няма възможност да се удължи преходната крива, налага се една част от прехода на надвишението да се постави в кръговата крива, като се спазва условието, че надвишението в КПК трябва да бъде равно или по-голямо от минимално допустимото надвишение.

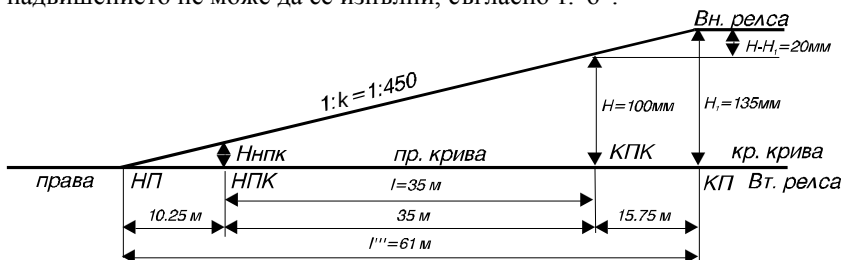
$$H' = \frac{11,8V^2}{R} - 100 = \frac{11,8.65^2}{250} - 100 = 100 \text{ mm}$$

Нормалното надвишение за кривата е $H = 135 \text{ mm}$. Тогава частта от прехода, която може да се постави в кръговата крива при спазване на условието $H_1 \geq H'$, е $l'' = k \cdot (H - H') = 500 \cdot (0,135 - 0,100) = 17,5 \text{ m}$.

Понеже разликата между съществуващата дължина на преходната крива $l = 58 \text{ m}$ и дължина на новия преход $l''' = 68 \text{ m}$ е по-малка от $17,5 \text{ m}$, то тя може изцяло да се постави в кръговата крива. Тогава надвишението в КПК се изчислява от пропорцията $H:58 = 135:68$ или $H_1 = 115 \text{ mm}$.

в) Началото и края на прехода на надвишението не съвпадат с началото и края на преходната крива (чертеж 3.11).

Този случай е най-неблагоприятен за движението и за железния път. По начало не е разрешен, но се допуска като рядко изключение, когато преходът на надвишението не може да се изпълни, съгласно т. "б".



Черт. 3.11

Такива случаи може да има при преминаването към по-големи надвишения в съществуващите жп линии, когато в КПК се получи надвишение по-малко от минимално допустимото. Тогава се допуска една част от дължината на прехода на надвишението да се постави в правия участък. Тази дължина трябва да се избере така, че в КПК да се получи надвишение, равно на минимално допустимото надвишение, а в НПК да се получи надвишение, не по-голямо от 25 mm .

Пример:

Дадена е крива с $R = 250 \text{ m}$, надвишение $H = 115 \text{ mm}$, наклон на прехода на надвишението $1:300$ и дължина на преходната крива $l = k \cdot H = 300 \cdot 0,115 = 35 \text{ m}$. Кривата е подготвена за 60 km/h . Скоростта трябва да се увеличи на 65 km/h при съществуващата дължина на преходната крива и възможност за увеличаване на наклона на надвишението на $1:450$.

$$\text{Новото надвишение е } H_1 = \frac{8,65^2}{250} = 135 \text{ mm}.$$

Дължината на новия преход на надвишението при $k = 450$ е $l''' = 450 \cdot 0,135 = 61 \text{ m}$. Минимално допустимото надвишение е

$$H' = \frac{11,8 \cdot V^2}{R} - 100 = 100 \text{ mm}.$$

Частта от прехода на надвишението, която може да се постави в кръговата крива, без да се наруши условието в КПК да има надвишение $H \geq H'$, е $l'' = k \cdot (H_1 - H') = 450 \cdot (0,135 - 0,100) = 15,75 \text{ m}$. Разликата между съществуващата

дължина на преходната крива $l=35$ m и дължина на новия преход $l''' = 61$ m е $61-35=26$ m, т.е. по-голяма от 15,75 m. Тогава в кръговата крива ще се постави една част от прехода на надвишението, дълга 15,75 m, а разликата от $26-15,75=10,15$ m ще се постави в правия участък пред КПК (чертеж 3.11). Надвишението в КПК се изчислява от пропорцията $N_{\text{НПК}}:135=10,25:61$, откъдето $N_{\text{НПК}}=22,7\text{ mm}<25\text{ mm}$, т.е. спазено е необходимото условие.

Във второстепенни коловози без преходни криви, но с надвишение, преходът на надвишението може да се постави изцяло в правия участък. Надвишението в тези криви се изчислява за скорост $V=40$ km/h и се дава минимално допустимото надвишение.

Началото и края на прехода на надвишението трябва визуално да се закръгляват във вертикална равнина с дължина около 10 m (5 m пред НП (КП) и 5 m след НП (КП)). Това закръгление обикновено се получава без усилие, поради малката разлика в наклоните и еластичността на релсите и скрепленията.

3.3.4.2 Временни преходи на надвишението при ремонт на железния път

При ремонти на железния път, при които се налага повдигане на железния път, отклоненията, които се получават в нивата на релсовите нишки по протежение на прехода между повдигнатия и неповдигнатия (между подновения и неподновения) участък, по време на работа или след приключване на работата при намалена скорост не трябва да имат по-големи наклони от 1:6V, но не повече от 1:300.

Граничните стойности на наклона на прехода при единични отклонения на двете релсови нишки в зоната на прехода между повдигнатия и неповдигнатия участък не трябва да превишава стойностите, определени в таблица 3.8, в зависимост от съответната база на возилото. Наклонът между повдигнатия и неповдигнатия участък по време на работа или след приключване на работа в надлъжна посока, не трябва да бъде по-стръмен от 1:200 при $V_{\text{max}}=25$ km/h.

При аварийни случаи върху временни преходи на надвишение всеки случай трябва да се анализира индивидуално.

3.3.4.3 Допустими отклонения в наклоните на преходите на надвишението

В прехода на надвишението не трябва да има наклони по-стръмни от 1:k, при $k=6 \cdot V_{\text{max}}$ и $f_v=45$ mm/s. Само в участъци с максимална скорост, равна и по-малка от 50 km/h, се допускат преходи на надвишението с наклон 1:400. Това изискване се отнася за съществуващите преходи на надвишението.

3.3.4.4 Минимално допустима дължина на отсечки между два прехода на надвишението

Между два праволинейни прехода на надвишение трябва да се оставя една отсечка без надвишение или с постоянно надвишение с дължина, по

възможност по-голяма от $\frac{V_{\text{max}}}{2}$, където V_{max} е максимално допустимата скорост

за кривите в km/h. За жп линии от 5-та и 6-та клас железен път с максимална скорост в кривите по-висока от 60 km/h тази отсечка не може да бъде по-малка от 20 m.

3.3.5. Преходни криви

3.3.5.1 Определение и предназначение

При преминаването на возилата от прав участък в крива с определен радиус или от крива с радиус R_1 към крива с радиус R_2 се появява внезапно центробежна сила и стремеж на возилото да продължи пътя си по тангентата.

Мястото в правата, от където започва преходната крива, се нарича начало на преходната крива (НПК), а мястото в кривата, където завършва – край на преходната крива (КПК).

В сложни криви началото на междинната преходна крива се намира в кривата с по-големия радиус, а КПК – в кривата с по-малкия радиус.

3.3.5.2 Форма на преходната крива

Формата на преходната крива трябва да бъде такава, че кривината ѝ да се променя праволинейно и постепенно (равномерно) от НПК към КПК, така както нараства и надвишението на съответния преход на надвишението от НП (начало преход) към КП (край преход).

Тези условия се изпълняват от радиоидална спирала (клотоида) с уравнение в системата от правоъгълни координати (x,y):

$$y = \frac{x^3}{6C} \cdot (1 + \frac{2}{35} \cdot \frac{x^4}{C^2} + \frac{293}{237000} \cdot \frac{x^8}{C^4} + \dots) \quad (3.9)$$

Същото уравнение в параметрична форма (за параметър е прието разстоянието от началото на кривата до дадена точка, измерено по дъгата ѝ) има вида:

$$x = l(1 - \frac{l^4}{40C^2} + \frac{l^8}{3456C^8} - \dots) \quad (3.10)$$

$$y = \frac{l^3}{2C} (\frac{1}{3} - \frac{l^4}{168C^2} + \frac{l^8}{21120C^4} - \dots) \quad (3.11)$$

С ограничаване до първия член в уравнението в системата от правоъгълни координати се получава уравнение на преходна крива - кубическа парабола:

$$y = \frac{x^3}{6C}, \quad (3.12)$$

където:

l - разстояния до точки от преходната крива спрямо началото ѝ, m;

l_o - дължина на преходната крива, m;

R - радиус на кръговата крива, m;

x и y - абсциси и ординати, m.

При $l = l_o$ радиусът на преходната крива в тази точка е равен на радиуса на кръговата крива и $C = R.l_o$.

В преходната крива се разполагат прехода на разширението и прехода на надвишението.

3.3.6 Място на поставяне на преходната крива

Преходна крива трябва да се постави в следните случаи:

- а) между правите участъци и жп криви с надвишение на текущия път (на междугарието) и продължението му през гарите (главния коловоз);
- б) между прави участъци и жп криви без надвишение, когато е налице условието

$$R < \frac{V^2}{9},$$

където:

V - скорост, km/h, с която се преминава кривата;

- в) между две съставни криви на сложна крива с или без надвишение,

когато е налице условието $\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 - R_2} < \frac{V^2}{4} \quad (R_1 > R_2)$.

3.3.7 Положение на преходната крива

Преходната крива трябва по правило да съвпада с прехода на надвишението, т.е. НПК $\equiv$ НП и КПК $\equiv$ КП.

3.3.8 Дължина на преходната крива

Дължината на преходната крива зависи от максимално допустимата скорост за даден участък и от радиуса на кривата. Тя се изчислява по същата формула, по която се изчислява дължината на прехода на надвишението, т.е. $l = k \cdot H$. Дължините на преходните криви се закръгляват през 5 m. Дължината на преходната крива не трябва да бъде по-малка от $0,7\sqrt{R}$. Ако дължината на преходната крива, изчислена по формулата $l = k \cdot H$ се получи по-малка от $0,7\sqrt{R}$, не се поставя преходна крива. Броят на подробните точки на преходната крива се определя в зависимост от дължината на същата. Когато тази дължина е по-малка от 100 m се разделя на 5 части, а при по-голяма дължина – на 10 или 20 части.

Различаваме нормални, скъсени и къси дължини на преходните криви, които се изчисляват, както следва:

- а) нормални дължини

При $V \geq 40$ km/h – $l = 10 \cdot V_{max} \cdot H$;

При $V < 40$ km/h – $l = 400 \cdot H$

- б) скъсени дължини

При $V \geq 50$ km/h – $l = 8 \cdot V_{max} \cdot H$;

При $V < 50$ km/h – $l = 400 \cdot H$

- в) къси дължини

При $V \geq 50$ km/h – $l = 8 \cdot V_{max} \cdot H'$;

При $V < 50$ km/h – $l = 400 \cdot H'$

H' - минимално допустимо надвишение

Скъсените и къси дължини на преходните криви се използват по изключение при трудни условия.

Дължина на нормалните преходни криви $l_0 = k.H, m; H = 11,8 \frac{V_{\max}^2}{R}, mm;$

$$k=10.V$$

Таблица 3.10

R (m)	Скорост, km/h																			
	60		65		70		75		80		85		90		95		100		105	
	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀
200	150	90																		
225	150	90																		
250	150	90	150	100	150	105														
275	150	90	150	100	150	105	150	115												
300	145	90	150	100	150	105	150	115	150	120										
325	135	85	150	100	150	105	150	115	150	120										
350	125	75	145	95	150	105	150	115	150	120	150	130								
375	115	70	135	90	150	105	150	115	150	120	150	130								
400	110	70	125	85	145	105	150	115	150	120	150	130	150	135						
425	100	60	120	80	140	100	150	115	150	120	150	130	150	135	150	145				
450	95	60	115	75	130	95	150	115	150	120	150	130	150	135	150	145				
475	90	55	105	70	125	90	140	105	150	120	150	130	150	135	150	145	150	150		
500	85	55	100	65	120	85	135	105	150	120	15	130	150	135	150	145	150	150		
550	80	50	95	65	110	80	125	95	140	115	150	130	150	135	150	145	150	150	150	160
600	75	45	85	60	100	70	115	90	130	105	145	125	150	135	150	145	150	150	150	160
650	70	45	80	55	90	65	105	80	120	100	135	115	150	135	150	145	150	150	150	160
700	65	40	75	50	85	60	95	75	110	90	125	110	140	130	150	145	150	150	150	160
750	60	40	70	50	80	60	90	70	105	85	115	100	130	120	145	140	150	150	150	160
800	55	35	65	45	75	55	85	65	95	80	110	95	120	110	135	130	150	150	150	160
850	50	30	60	40	70	50	80	60	90	75	105	90	115	105	130	125	140	140	150	160
900	50	30	60	40	65	50	75	60	85	70	95	85	110	100	120	115	135	135	145	155
950	45	30	55	40	65	50	70	55	80	65	90	80	105	95	115	110	125	125	140	150
1000	45	30	50	35	60	45	70	55	80	65	90	80	100	90	110	105	120	120	135	145
1100	40	25	50	35	55	40	65	50	70	60	80	70	90	85	100	95	110	110	120	130
1200	40	25	45	30	50	35	60	45	65	55	75	65	80	75	90	90	100	100	110	120
1300	35	25	40	30	45	35	55	45	60	50	70	60	75	70	85	85	95	95	105	115
1400	35	25	40	30	45	35	50	40	55	45	65	60	70	65	80	80	85	85	95	100
1500	30	20	35	25	40	30	45	35	55	45	60	55	65	60	75	75	80	80	90	95
1600	30	20	35	25	40	30	45	35	50	40	55	50	60	55	70	70	75	75	85	90
1700	25	15	30	20	35	25	40	30	45	40	55	50	60	55	65	65	70	70	80	85
1800	25	15	30	20	35	25	40	30	45	40	50	45	55	50	60	60	70	70	75	80
1900	25	15	30	20	35	25	35	30	40	35	45	40	55	50	60	60	65	65	70	75
2000	25	15	25	20	30	25	35	30	40	35	45	40	50	45	55	55	60	60	70	75
2500	20	15	20	15	25	20	30	25	35	30	35	30	40	40	45	45	50	50	55	60
3000	-	-	20	15	20	15	25	20	30	25	30	30	35	35	40	40	40	40	45	50
3500	-	-	-	-	20	15	20	15	25	20	25	25	30	30	35	35	35	35	40	45
4000	-	-	-	-	-	-	20	15	20	20	25	25	25	25	30	30	30	30	35	40

R (m)	Скорост, km/h																					
	110		115		120		125		130		135		140		145		150		155		160	
	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀
200																						
225																						
250																						
275																						
300																						
325																						
350																						
375																						
400																						
425																						
450																						
475																						
500																						
550																						
600	150	165																				
650	150	165	150	175																		
700	150	165	150	175	150	180																
750	150	165	150	175	150	180	150	190														
800	150	165	150	175	150	180	150	190	150	195												
850	150	165	150	175	150	180	150	190	150	195												
900	150	165	150	175	150	180	150	190	150	195	150	205										
950	150	165	150	175	150	180	150	190	150	195	150	205	150	210								
1000	145	160	150	175	150	180	150	190	150	195	150	205	150	210	150	220						
1100	130	145	145	170	150	180	150	190	150	195	150	205	150	210	150	220	150	225				
1200	120	135	135	160	145	175	150	190	150	195	150	205	150	210	150	220	150	225	150	235		
1300	110	125	125	145	135	165	145	185	150	195	150	205	150	210	150	220	150	225	150	235	150	240
1400	105	120	115	135	125	150	135	170	145	190	150	205	150	210	150	220	150	225	150	235	150	240
1500	100	110	105	125	115	140	125	160	135	180	145	200	150	210	150	220	150	225	150	235	150	240
1600	90	100	100	115	110	135	120	150	125	165	135	185	145	205	150	220	150	225	150	235	150	240
1700	85	95	95	110	100	120	110	140	120	160	130	180	140	200	150	220	150	225	150	235	150	240
1800	80	90	90	105	95	115	105	135	115	150	120	165	130	185	140	205	150	225	150	235	150	240
1900	80	90	85	100	90	110	100	125	105	140	115	160	125	175	135	200	140	210	150	235	150	240
2000	75	85	80	95	85	105	95	120	100	130	110	150	120	170	125	185	135	205	145	225	150	240
2500	60	70	65	75	70	85	75	95	80	105	90	125	95	135	100	145	110	165	115	180	125	200
3000	50	55	55	65	60	75	65	85	70	95	75	105	80	115	85	125	90	135	95	150	105	170
3500	45	50	45	55	50	60	55	70	60	80	65	90	70	100	75	110	80	120	85	135	90	145
4000	40	45	40	50	45	55	50	65	50	65	55	75	60	85	65	95	70	105	75	120	80	130

$$\text{Дължина на нормалните преходни криви } l_0 = k.H, \text{ m; } H = 8 \frac{V_{\max}^2}{R}, \text{ mm;}$$

$$k=10.V$$

Таблица 3.11

R (m)	Скорост, km/h																			
	60		65		70		75		80		85		90		95		100		105	
	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀
200	145	90	150	100																
225	130	80	150	100																
250	115	70	135	90	150	105														
275	105	64	125	80	145	100	150	110												
300	95	60	115	75	130	90	150	110	150	120										
325	90	54	105	68	120	84	140	105	150	120										
350	80	48	95	64	110	75	130	100	145	117	150	128								
375	75	45	90	60	105	75	120	96	135	110	150	128								
400	70	42	85	54	100	70	115	84	130	105	145	120	150	135						
425	70	42	80	54	90	64	105	80	120	96	135	117	150	135	150	143				
450	65	40	75	48	85	60	100	75	115	91	130	110	145	130	150	143				
475	60	36	70	45	80	57	95	70	110	88	120	100	135	120	150	143	150	150		
500	60	36	70	45	80	57	90	68	100	80	115	98	130	117	145	140	150	150		
550	50	30	60	40	70	48	80	60	95	75	105	90	120	108	130	126	145	143	150	160
600	50	30	55	36	65	45	75	57	85	70	95	84	110	100	120	117	135	135	145	154
650	45	25	52	35	60	40	70	55	80	65	90	75	100	90	110	105	125	125	135	140
700	40	24	50	32	55	38	65	48	75	60	85	72	95	84	105	100	115	117	125	133
750	40	24	45	30	50	36	60	45	70	56	75	65	85	78	95	90	105	105	120	126
800	35	20	40	26	50	36	35	42	65	52	70	60	80	72	90	84	100	100	110	117
850	35	20	40	26	45	32	55	42	60	48	70	60	75	70	85	80	95	98	105	110
900	30	20	40	26	45	32	50	38	55	45	65	56	70	65	80	75	90	90	100	105
950	30	20	35	22	40	28	45	34	55	45	60	52	70	65	75	72	85	84	95	100
1000	30	20	35	22	40	28	45	34	50	40	60	52	65	60	70	65	80	80	90	95
1100	25	20	30	20	35	24	40	30	45	36	55	48	60	56	65	64	75	75	80	85
1200	25	20	30	20	35	24	40	30	45	36	50	42	55	48	60	56	65	65	75	80
1300	20	20	25	20	30	20	35	26	40	32	45	39	50	45	55	52	60	60	70	75
1400	20	20	25	20	30	20	30	22	35	28	40	33	45	40	50	48	55	56	65	68
1500	20	20	25	20	25	20	30	22	35	28	40	33	45	40	50	48	55	56	60	64
1600	20	20	20	20	25	20	30	22	30	24	35	30	40	36	45	42	50	50	55	57
1700	20	20	20	20	25	20	25	20	30	24	35	30	40	36	40	39	45	45	50	52
1800	20	20	20	20	20	20	25	20	30	24	30	26	35	33	40	39	45	45	60	52
1900	20	20	20	20	20	20	25	20	25	20	30	26	35	33	40	39	40	40	45	48
2000	20	20	20	20	20	20	25	20	25	20	30	26	30	28	35	33	40	40	45	48
2100	20	20	20	20	20	20	25	20	25	20	25	24	30	28	35	33	35	38	40	45
2200	20	20	20	20	20	20	25	20	25	20	25	22	30	28	35	33	35	36	40	42

Продължение на таблица 3.11

R (m)	Скорост, km/h																	
	110		115		120		125		130		135		140		145		150	
	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀
200																		
225																		
250																		
275																		
300																		
325																		
350																		
375																		
400																		
425																		
450																		
475																		
500																		
550																		
600	150	165																
650	150	165	150	170														
700	140	154	150	170	150	180												
750	130	144	140	160	150	180	150	190										
800	120	132	130	150	145	174	150	190	150	195								
850	115	126	125	144	135	160	145	180	150	195								
900	110	120	120	140	130	154	140	176	150	195	150	200	150	210				
950	100	110	110	128	120	144	130	162	140	182	150	200	150	210	150	218		
1000	95	105	105	120	115	136	125	154	135	176	145	195	150	210	150	225		
1100	90	100	95	110	105	126	115	144	125	165	135	182	145	200	150	218		
1200	80	88	90	102	95	114	105	130	115	150	120	162	130	182	140	203	150	225
1300	75	85	80	92	90	110	95	120	105	136	110	150	120	168	130	189	140	210
1400	70	75	75	88	80	96	90	112	95	126	105	144	110	154	120	174	130	195
1500	65	72	70	80	75	90	85	105	90	117	95	130	105	150	115	167	120	180
1600	60	68	65	75	70	84	80	100	85	110	90	120	100	140	105	152	115	225
1700	55	60	60	70	70	84	75	96	80	104	85	117	90	126	100	145	105	158
1800	55	60	60	70	65	78	70	78	75	96	80	110	85	120	90	131	100	150
1900	50	55	55	64	60	72	65	80	70	91	75	100	85	120	90	131	95	143
2000	50	55	55	64	60	72	65	80	70	91	75	100	80	112	85	123	90	135
2100	45	50	50	57	55	66	60	75	65	85	70	96	75	105	80	116	85	128
2200	45	50	50	57	50	60	55	70	60	78	65	88	70	96	75	100	80	120

$$\text{Дължина на скъсените преходни криви } l_0 = k.H, m; \quad H = 8 \frac{V_{\max}^2}{R}, mm;$$

$$k=8V$$

Таблица 3.12

R (m)	Скорост, km/h																			
	60		65		70		75		80		85		90		95		100		105	
	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀
200	145	70	150	78																
225	130	64	150	78																
250	115	55	135	70	150	84														
275	105	50	125	65	145	80	150	90												
300	95	48	115	60	130	75	150	90	150	96										
325	90	44	105	55	120	68	140	84	150	96										
350	80	39	95	50	110	64	130	78	145	90	150	104								
375	75	36	90	48	105	60	120	72	135	88	150	104								
400	70	33	85	44	100	56	115	70	130	84	145	98	150	108						
425	70	33	80	42	90	50	105	64	120	78	135	90	150	108	150	112				
450	65	30	75	39	85	48	100	60	115	75	130	88	145	104	150	112				
475	60	28	70	36	80	45	95	56	110	70	120	80	135	98	150	112	150	120		
500	60	28	70	36	80	45	90	55	100	64	115	78	130	90	145	110	150	120		
550	50	24	60	30	70	40	80	48	95	60	105	72	120	85	130	98	145	117	150	126
600	50	24	55	28	65	36	75	45	85	55	95	65	110	80	120	91	135	110	145	120
650	45	22	50	26	60	33	70	42	80	52	90	60	100	72	110	85	125	100	135	114
700	40	20	50	26	55	30	65	40	75	48	85	56	95	70	105	80	115	90	125	105
750	40	20	45	24	50	28	60	36	70	45	75	52	85	65	95	72	105	84	120	100
800	35	20	40	20	50	28	35	33	65	42	70	48	80	56	90	70	100	80	110	90
850	35	20	40	20	45	26	55	33	60	39	70	48	75	55	85	65	95	75	105	88
900	30	20	40	20	45	26	50	30	55	36	65	45	70	50	80	60	90	72	100	84
950	30	20	35	20	40	22	45	28	55	36	60	42	70	50	75	56	85	70	95	80
1000	30	20	35	20	40	22	45	28	50	33	60	42	65	48	70	54	80	65	90	75
1100	25	20	30	20	35	20	40	24	45	28	55	39	60	44	65	50	75	60	80	70
1200	25	20	30	20	35	20	40	24	45	28	50	36	55	40	60	45	65	52	75	64
1300	20	20	25	20	30	20	35	20	40	26	45	30	50	36	55	42	60	48	70	60
1400	20	20	25	20	30	20	30	20	35	24	40	26	45	33	50	39	55	45	65	55
1500	20	20	25	20	25	20	30	20	35	24	40	28	45	33	50	39	55	45	60	50
1600	20	20	20	20	25	20	30	20	30	20	35	24	40	28	45	36	50	40	55	45
1700	20	20	20	20	25	20	25	20	30	20	35	24	40	28	40	30	45	36	50	42
1800	20	20	20	20	20	20	25	20	30	20	30	20	35	26	40	30	45	36	50	42
1900	20	20	20	20	20	20	25	20	25	20	30	20	35	26	40	30	40	33	45	39
2000	20	20	20	20	20	20	25	20	25	20	30	20	30	22	35	24	40	33	45	39
2200	20	20	20	20	20	20	25	20	25	20	25	20	30	22	35	24	35	30	40	33

Продължение на таблица 3.12

R (m)	Скорост km/h																					
	110		115		120		125		130		135		140		145		150		155		160	
	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀	H	l ₀
200																						
225																						
250																						
275																						
300																						
325																						
350																						
375																						
400																						
425																						
450																						
475																						
500																						
550																						
600	150	135																				
650	150	135	150	140																		
700	140	120	150	140	150	144																
750	130	114	140	130	150	144	150	150														
800	120	105	130	120	145	140	150	150	150	156												
850	115	100	125	114	135	130	145	144	150	156												
900	110	96	120	110	130	126	140	140	150	156	150	160	150									
950	100	88	110	100	120	117	130	130	140	144	150	160	150	165								
1000	95	84	105	96	115	110	125	126	135	140	145	156	150	165								
1100	90	80	95	88	105	100	115	117	125	130	135	144	145	160	150	174						
1200	80	70	90	84	95	90	105	105	115	120	120	130	130	144	140	162	150	180				
1300	75	65	80	75	90	84	95	96	105	110	110	120	120	135	130	151	140	168	150	186		
1400	70	60	75	70	80	76	90	90	95	100	105	114	110	120	120	139	130	156	140	174	150	192
1500	65	56	70	65	75	72	85	84	90	96	95	100	105	117	115	133	120	144	130	161	140	179
1600	60	54	65	60	70	65	80	80	85	88	90	98	100	110	105	122	115	138	120	149	130	166
1700	55	48	60	55	70	65	75	75	80	84	85	90	90	100	100	116	105	126	115	143	120	154
1800	55	48	60	55	65	65	70	70	75	78	80	88	85	90	90	110	100	120	110	136	115	147
1900	50	44	55	50	60	56	65	65	70	72	75	80	85	90	90	104	95	114	100	110	110	141
2000	50	44	55	50	60	56	65	65	70	72	75	80	80	88	85	99	90	108	95	124	105	134
2200	45	40	50	45	50	48	55	55	60	64	65	70	70	78	75	93	80	102	90	112	95	122

Дължина на късите преходни криви $l_0 = k.H, m; H^I = 11,8 \frac{V^2}{R} - 100, mm;$

$$k=8V$$

Таблица 3.13

R (m)	С к о р о с т, km/h																			
	60		65		70		75		80		85		90		95		100		105	
	H ^I	l ₀	H ^I	l ₀	H ^I	l ₀	H ^I	l ₀	H ^I	l ₀	H ^I	l ₀	H ^I	l ₀	H ^I	l ₀	H ^I	l ₀	H ^I	l ₀
200	112	54	150	78																
225	89	44	122	64																
250	70	33	100	52	132	75														
275	55	26	82	44	111	64	142	85												
325	42	20	67	36	93	52	122	75	150	96										
350	31	20	54	28	78	44	105	64	133	85										
375	22	20	43	22	66	36	90	54	116	75	144	98								
400	20	20	33	20	55	30	77	45	102	66	128	90								
425	20	20	25	20	45	26	66	40	90	57	114	78	139	100						
450	0		20	20	37	20	57	34	78	50	101	68	125	90	150	114				
450			20	20	29	20	48	30	68	44	90	60	113	85	137	105				
475			20	20	22	20	40	24	59	39	80	54	102	75	125	95	148	120		
500			0		20	20	33	20	62	33	71	48	92	66	113	85	136	110		
550					20	20	21	20	38	24	56	39	74	54	94	70	115	91	137	115
600					0		20	20	26	20	43	30	60	44	78	60	97	78	117	98
650							20	20	20	20	31	20	47	33	64	48	82	66	100	84
700							0		20	20	22	20	37	28	53	40	69	55	86	72
750									0		20	20	28	20	42	32	58	48	74	64
800											20	20	20	20	34	26	48	39	64	55
850											0		20	20	25	20	39	22	53	45
900													0		20	20	32	26	45	28
950															20	20	25	20	37	32
1000															20	20	20	20	30	26
1100															0		20	20	20	20
1200																	0		20	20
1300																			0	
1400																				
1500																				
1600																				
1700																				
1800																				
1900																				
2000																				

R (m)	Скорост km/h																					
	110		115		120		125		130		135		140		145		150		155		160	
	H ¹	l ₀	H ¹	l ₀	H ¹	l ₀	H ¹	l ₀	H ¹	l ₀	H ¹	l ₀	H ¹	l ₀	H ¹	l ₀	H ¹	l ₀	H ¹	l ₀	H ¹	l ₀
200																						
225																						
250																						
275																						
325																						
350																						
375																						
400																						
425																						
450																						
450																						
475																						
500																						
550																						
600	138	120																				
650	120	105	140	130																		
700	104	91	123	114	143	142																
750	91	90	108	98	127	121	145	144														
800	79	70	95	88	113	114	130	130	150	156												
850	68	60	84	77	100	96	118	120	134	140	150	162										
900	59	52	74	68	89	88	104	105	122	130	139	150										
950	50	45	64	60	79	77	94	96	110	114	127	140	144	162	150	174						
1000	43	38	56	51	70	68	84	84	100	105	115	126	132	150	150	174						
1100	30	26	42	39	55	52	67	68	82	88	96	105	110	122	125	145	140	168	150	225		
1200	20	20	30	28	41	40	53	54	67	70	79	88	93	105	110	128	120	144	135	167	150	192
1300	20	20	20	20	30	30	42	42	54	55	65	70	78	88	90	104	105	126	120	144	130	166
1400	20	20	20	20	21	20	31	32	43	44	54	60	65	75	80	83	90	108	100	100	115	147
1500	0		20	20	20	20	23	24	33	36	44	48	54	60	65	75	75	90	90	112	100	128
1600			0		20	20	20	20	25	26	35	38	45	50	55	64	65	78	75	93	90	115
1700					0		20	20	20	22	27	30	36	40	45	52	55	66	70	87	80	102
1800							20	20	20	22	20	22	29	33	40	46	50	60	60	74	70	90
1900							0		20	22	20	22	22	24	30	35	40	48	50	62	60	77
2000									0		20	22	20	22	25	29	35	42	40	50	50	64

3.3.9 Допустими скорости на движение

Различават се следните скорости при построяването и експлоатацията на железния път:

$V_{пр}$ – проектна максимално допустима скорост, зависеща от големината на радиуса на железопътната крива и тласъка, който се получава при преминаване от една крива в друга с различни радиуси, от радиуса на закръгляване на чупките на наклона на надлъжния профил и от големината на наклона на преходите на надвишението;

$V_{доп}$ – най-голямата скорост, която допуска техническото състояние на железния път. Тази скорост е дадена в разписанието на бързите влакове. Тя трябва да бъде по-малка или равна на проектната скорост $V_{пр}$.

В зависимост от радиуса R и надвишението H:

а) в жп крива в зависимост от радиуса R и надвишението H;

$$V_{np} = \sqrt{\frac{R \cdot (H + 100)}{11,8}}, \text{ km/h при } p=0,65 \text{ m/s}^2 \quad (3.13)$$

$$V_{np} = \sqrt{\frac{R \cdot (H + 130)}{11,8}}, \text{ km/h при } p=0,85 \text{ m/s}^2 \quad (3.14)$$

б) в жп крива с радиус R и максимално надвишение H = 150 mm;

$$V_{np} = 4,6\sqrt{R}, \text{ km/h при } p=0,65 \text{ m/s}^2 \quad (3.15)$$

$$V_{np} = 4,87\sqrt{R}, \text{ km/h при } p=0,85 \text{ m/s}^2 \quad (3.16)$$

в) в жп криви без надвишение;

$$V_{np} = 2,91\sqrt{R}, \text{ km/h при } p=0,65 \text{ m/s}^2 \quad (3.17)$$

$$V_{np} = 3,32\sqrt{R}, \text{ km/h при } p=0,85 \text{ m/s}^2 \quad (3.18)$$

Максимално допустимите скорости, с които могат да се преминават жп криви с надвишение H=0 и H=150, изчислени за $p=0,65 \text{ m/s}^2$ и $p=0,85 \text{ m/s}^2$ са дадени в таблица 3.14. Скоростите в таблицата могат да се приемат за условни и важат само при H=150 mm.

Скоростите в таблицата са закръглени надолу през 5 km/h.

Таблица 3.14

R (m)	Допустими скорости на движение, km/h				R (m)	Допустими скорости на движение, km/h			
	Криви без надвишение		Криви с Н=150 mm			Криви без надвишение		Криви с Н=150 mm	
	p=0,65 (m/s ²)	p=0,85 (m/s ²)	p=0,65 (m/s ²)	p=0,85 (m/s ²)		p=0,65 (m/s ²)	p=0,85 (m/s ²)	p=0,65 (m/s ²)	p=0,85 (m/s ²)
150	30	40	55	60	550	65	75	105	115
180	35	40	60	65	600	70	80	110	120
190	40	45	60	65	650	70	85	115	125
200	40	45	65	70	700	75	85	120	125
225	45	50	65	75	750	80	90	125	130
250	45	50	70	75	800	80	90	130	135
275	45	55	75	80	850	85	95	130	140
300	50	55	80	85	900	85	95	135	145
325	50	60	80	85	950	90	100	140	150
350	50	60	85	90	1000	90	105	145	155
375	55	65	85	95	1200	100	115	160	165
400	55	65	90	95	1500	110	120	175	185
425	60	65	95	100	2000	130	140	205	215
450	60	70	95	100	2500	145	165	230	240
475	60	70	100	105	3000	155	180	255	260
500	65	70	100	110	4000	180	210	290	305

В зависимост от тласъка при преминаването от права в крива или от крива с един радиус в крива с друг радиус:

а) при преминаване от права в жп крива без преходна крива:

$$V_{np} = 3\sqrt{R}, \text{ km/h} \quad (3.19)$$

б) при сложни криви от две криви ($R_1 > R_2$) без междинна преходна крива:

$$V_{np} = 3\sqrt{\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 \pm R_2}}, \text{ km/h} \quad (3.20)$$

където: знакът “+” е за контракриви, а знакът “-” е за еднопосочни криви.

в) при контракриви ($R_1 > R_2$) без междинна преходна крива:

$$V_{np} = 3\sqrt{\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 \pm R_2}}, \text{ km/h} \quad (3.21)$$

г) при контракриви с еднакъв радиус R без междинна преходна крива:

$$V_{np} = 3\sqrt{\frac{R}{2}}, \text{ km/h} \quad (3.22)$$

д) при контракриви ($R_1 > R_2$) без междинна преходна крива, но с междинна права с дължина $g \geq \frac{V}{10}$, m;

$$V_{np} = 3\sqrt{R_2}, \text{ km/h} \quad (3.23)$$

Ако $g < \frac{V}{10}$, тогава максимално допустимата скорост се изчислява, съгласно формули:

$$V_{np} = 3\sqrt{\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 \pm R_2}}, \text{ km/h} \quad (3.24)$$

и

$$V_{np} = 3\sqrt{\frac{R}{2}}, \text{ km/h} \quad (3.25)$$

В зависимост от радиуса на закръгляване на чупките на наклона на надлъжния профил:

$$V_{np} = 2\sqrt{R_0}, \text{ km/h} \quad (3.26)$$

В зависимост от наклона на прехода на надвишението:

При наклон на прехода на надвишението $1:k$ максимално допустимата скорост е

$$V_{np} = \frac{k}{7,5}, \text{ km/h.} \quad (3.27)$$

3.3.10 Означение на преходна крива

За да може да се постави преходна крива между права и крива с радиус R или между две криви с различни радиуси е необходимо кривата да се отмести спрямо правата (при сложна крива се отмества кривата с по-малкия радиус спрямо кривата с по-големия) с величината u , която зависи от дължината l и формата на преходната крива, както и от радиуса R (или R_1 и R_2 при сложна крива).

Въвеждат се следните означения на преходната и кръговата крива:

R - радиус на кръговата крива;

l - дължина на преходната крива по абсцисата;

l_o - дължина на преходната крива по дъгата;

НПК - начало на преходната крива;

КПК - край на преходната крива;

СПК - среда на преходната крива;

СК - среда на отместената крива;

u - изместване на кръговата крива;

T - тангента на кривата;

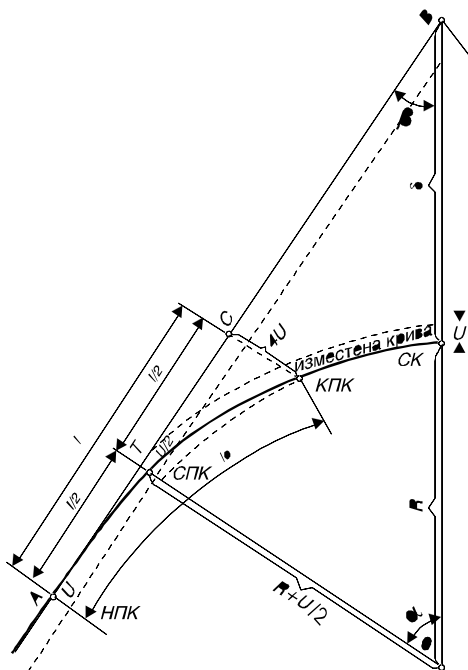
V - връх на полигона;

O - център на кривата;

δ - бисектриса;

α - централен ъгъл.

Преходната крива трябва да има такава форма, че кривината ѝ да нараства праволинейно така, както се променя и надвишението в прехода на надвишението.



Черт. 3.12

3.3.11. Трасиране на преходната крива

Преходната крива се трасира с отместване на кръговата крива или кривата с по-малкия радиус на разстояние u . Представените методи по същество са приблизителни, но достатъчно точни за практиката.

3.3.11.1 Трасиране на преходни криви между права и кръгова крива, като кубична парабола

а) когато дължината на преходната крива е $l_{o \max} \leq \sqrt[4]{0,64 \cdot R^3}$, съгласно таблица 3.15 преходната крива се трасира като кубическа парабола с уравнение

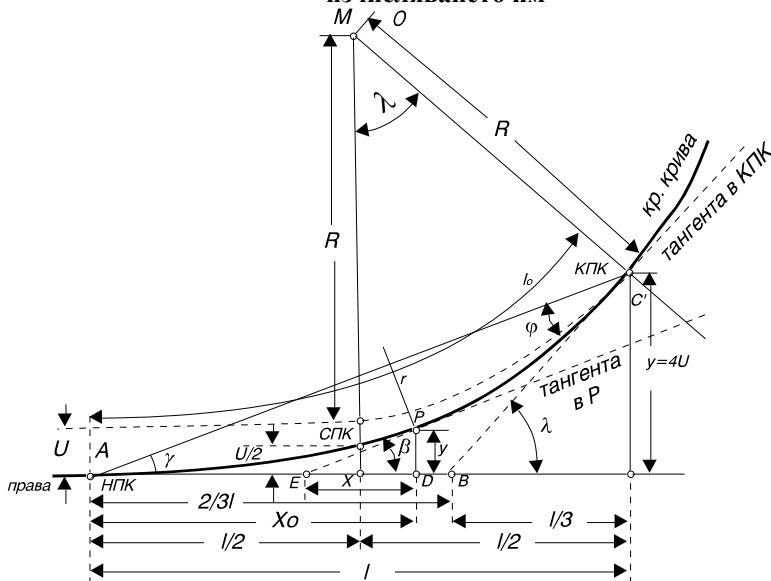
$y = \frac{x^3}{6Rl_o}$, като за начало на координатната система се взема НПК и абсцисите се отлагат по тангентата.

Таблица 3.15

R, m	$l_{o \max}$, m
100	28
200	48
250	56
300	65
350	72
400	80
450	87
500	95
550	102
600	108
650	115
700	122
750	129
800	135
850	141
900	147
950	153
1000	159
1200	182
1300	193
1500	215
2000	267
2500	316
3000	405
3500	407
4000	449

Обозначение на елементите на преходната крива и формули за

изчисляването им



Черт. 3.13

R - радиус на кръговата крива;

x - абсциса на преходната крива;

y - ординати на преходната крива;

l - дължина на преходната крива по абсцисата;

l_o - дължина на преходната крива по дъгата;

BC - тангента в края на преходната крива;

B - пета на тангентата;

AB – $2/3 l$ - абсциса на петата;

λ - ъгъл на тангентата BC с правата AC (абсцисната ос) на полигона;

$y = \lambda - \gamma$;

H - надвишение на кръговата крива;

V - скорост;

$k = 10V$ до $7,5V$

$I:k$ - наклон на прехода на надвишението.

Между l и l_o съществува следната зависимост:

$$l = l_o - \frac{l_o^3}{40R^2} \quad (\text{по-точно } l = l_o - \frac{l_o^3}{40R^2 \cos^2 \lambda}, \text{ където}$$

$$\cos \lambda = \frac{\sqrt{(R + \frac{1}{2})(R - \frac{1}{2})}}{R} \approx 1)$$

При изчисляване елементите на преходната крива може с достатъчна за практиката точност да се приеме $l = l_o$ в следните формули:

$$u = \frac{l_0^2}{24R} = \frac{l^2}{24R};$$

$l = l_0 - kH$ - закръглява се на цели метри;

$$y = \frac{x^3}{6Rl_0} = \frac{x^3}{6Rl} = 4\left(\frac{x}{l}\right)^3 u;$$

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{l_0}{2R} = \frac{l}{2R};$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{l}{6R} = \frac{\operatorname{tg} \lambda}{3}.$$

Тангентата на произволна точка от преходната крива Р с абсциса x се намира, като от края на абсцисата D към НПК по абсцисната ос се отмери $DE = \frac{x}{3}$ и точката Е се съедини с точката Р.

Тогава радиусът на преходната крива в т.Р е:

$$r = \frac{Rl_0}{x} = \frac{Rl}{x} \text{ и } \operatorname{tg} \beta = \frac{x^2}{2Rl_0} = \frac{x^2}{2Rl}.$$

Ако в уравнението $y = 4\left(\frac{x}{l}\right)^3 u$ се обозначи $c = 4\left(\frac{x}{l}\right)^3$, тогава ординатите на преходната крива l са $y = cu$.

При трудни теренни условия преходната крива може да се трасира като първата половина се трасира от НПК до СПК от тангентата в НПК, а втората половина от КПК до СПК - от кръговата крива.

В таблица 3.16 са дадени ординатите y на преходна крива с дължина l , разделена на 20 равни части по тангентата в НПК.

Ординати y на преходната крива, издигнати от тангентата в НПК

Таблица 3.16

Номер на точката	Разстояние от НПК $x = \xi.l$	Ординати y = с.и	Номер на точката	Разстояние от НПК $x = \xi.l$	Ординати y = с.и
НПК 0	0,0 l	0	11	11/20 l	0,6655 u
1	1/20 l	0,0005 u	12	12/20 l	0,864 u
2	2/20 l	0,004 u	13	13/20 l	1,0985 u
3	3/20 l	0,0135 u	14	14/20 l	1,372 u
4	4/20 l	0,032 u	15	15/20 l	1,6875 u
5	5/20 l	0,0675 u	16	16/20 l	2,048 u
6	6/20 l	0,108 u	17	17/20 l	2,4565 u
7	7/20 l	0,1715 u	18	18/20 l	2,916 u
8	8/20 l	0,256 u	19	19/20 l	3,4295 u
9	9/20 l	0,3645 u	КПК 20	1,00 l	4,00 u
СПК 10	0,5 l	0,5 u			

б) когато дължината на преходната крива е $l > \sqrt[4]{0,64.R^3}$, ако се наложи трасирането, съгласно т. а), в КПК се получава недопустима разлика (скок) между ординатата на КПК (при приемане на $y = 4u$) и ординатата на кръговата крива в тази точка, поради което се получава чупка на кривата в КПК.

За да може да се използва и в този случай уравнението $y = \frac{x^3}{6Rl_0}$, за

трасиране на преходната крива се използват “Таблицы за трасиране на криви при жп линии”, изд. “Техника”, 1982 г., където:

R - радиус на кръговата крива, m;

l_0 - дължина на преходната крива по дъга, m;

x - абсциса, m;

y - ордината, m;

x_k - абсциса на КПК;

$$x_k = l_0 - \frac{l_0^3}{40R^2};$$

u - изместване на кръговата крива, m;

$$u = y_k + R \cos \lambda - R; \quad \text{или}$$

$$u = y_k - f = y_k - \frac{(x_k - p)^2}{2R};$$

y_k - ординатата на КПК (точка C'), m;

$$y_k = \frac{x_k^3}{6Rl_0} = \frac{x_k}{3} \cdot \frac{x_k^2}{2Rl} = \frac{x_k}{3} \cdot \operatorname{tg} \alpha;$$

p - абсциса на точката $T \equiv HK$, при която се пресмята изместването на кръговата крива;

$$p = x_k - R \sin \lambda;$$

q - абсциса на точката B, m;

$$q = x_k - \frac{y_k}{\operatorname{tg} \lambda};$$

$t = BC$ - дължината на тангентата в края на преходната крива, m;

$$\operatorname{tg} \lambda = y' = \frac{y_k}{\sin \lambda};$$

λ - ъгълът в гради между t и абсцисната ос;

$$\operatorname{tg} \lambda = y' = \frac{x_k^2}{2Rl};$$

γ - ъгълът в гради между правата, свързваща точките НПК–КПК и абсцисната ос;

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{y_k}{x_k};$$

λ - ъгълът в гради между правата, свързваща точките НПК–КПК и тангентата t , прекарана в края на преходната крива;

$$\varphi = \lambda - \gamma;$$

b - дължината на кръговата крива в метри между НК–КПК (взима се два пъти);

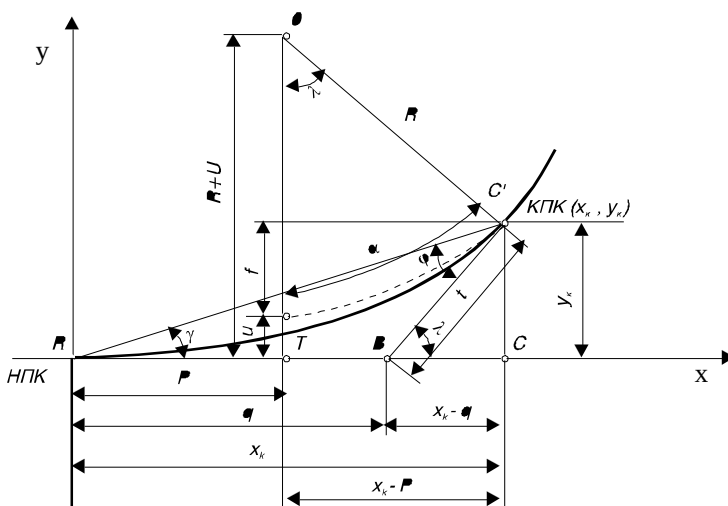
$$2b = \frac{2\pi \cdot \lambda}{200} \cdot R;$$

V - петата на тангентата равна на BC ;

НПК - начало на преходната крива (т.А);

НК - начало на теоретичната крива (т.Т);

КПК - край на преходната крива (т.С);



Черт. 3.14

3.3.11.2 Трасиране на преходна крива между права и кръгова крива като радиоидална спирала (клотоида)

За преходна крива се използва част от радиоидалната спирала (т.3.3.5.2.) - от нейното начало до точка, в която променяния се радиус на кривината ρ стане равен на R - радиус на кръговата крива (чертеж 3.15).

Свойствата на клотоидата следват от основното ѝ уравнение:

$$l_x = C_k \frac{1}{\rho} \quad (3.28)$$

или

$$l = \frac{C^2}{\rho}, \text{ където: } l_0 = \frac{C^2}{R}$$

При определени C_k , l_0 и R се изчисляват всички елементи за трасиране на преходната крива.

l_0 - дължина на преходната крива, m;

и - изместване на кръговата крива;

x_k - абсциса на КПК;

ρ - радиус на кривината в разглежданата точка от кривата, m;

 $C_k - \text{const, m}^2;$

y_t - ордината на т.Т;

x_B = q - абсциса на т.В;

$$u = \frac{l_0^2}{R} \left(\frac{1}{24} - \frac{\lambda^2}{672} + \frac{\lambda^4}{31680} - \dots \right)$$

$$p = x_k - R.\sin\lambda;$$

$$p = l_0 \left(\frac{1}{2} - \frac{\lambda^2}{60} + \frac{\lambda^4}{2160} - \dots \right)$$

$$t = \frac{y_k}{\sin \lambda}$$

$$x_b = x_k - y_k \cdot \operatorname{ctg} \lambda$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{x_k}{y_k}$$

$$\overline{BC} = x_k - q = y_k \cdot \operatorname{ctg} \lambda$$

$$\overline{AC'} = \frac{x_k}{\cos \gamma}$$

$$\overline{CE} = x_e - x_k = y_k \cdot \operatorname{tg} \lambda$$

$$x_e = x_k + y_k \cdot \operatorname{tg} \lambda$$

$$\overline{C'E} = \frac{y_k}{\cos \lambda}$$

Изменението на центробежното ускорение за времето, през което се изминава с постоянна скорост преходната крива, се изразява с формулата:

$$J = \frac{v^2}{R \left(\frac{l_0}{v} \right)} = \frac{v^3}{R l_0} \quad (3.29)$$

$$l_0 = \frac{v^3}{R J} = \frac{C^2}{J}, m$$

$$l_0 = \frac{V^3}{47 R J} = \frac{C^2}{47 J}, m$$

където:

V - скорост на движение, km/h;

v - скорост на движение, m/s;

J - коефициент на центробежното ускорение; изразява изменението на центробежното ускорение през време на движение по преходната крива; m/s^3 ;

$$J = 0,3 \div 1 \text{ m/s}^3$$

За определената скорост и коефициента на центробежно ускорение J :

$$C^2 = \frac{V^3}{47 J} = R \cdot l_0 \quad (3.30)$$

В таблица 3.17 са дадени стойностите на параметъра C за различни скорости на движение и различни стойности на коефициента J .

Таблица 3.17

Скорост V (km/h)	Коефициент на центробежно ускорение J, m/s ³							
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
20	24	21	19	17	16	15	14	13
25	33	29	26	24	22	20	19	18
30	44	38	34	31	29	27	25	24
35	55	48	43	39	36	34	32	30
40	68	59	52	48	44	41	39	37
45	81	70	63	57	53	49	47	44
50	95	82	73	67	62	58	55	52
55	109	94	84	77	71	67	63	60
60	124	108	96	88	81	76	72	68
65	140	121	109	99	92	86	81	77
70	157	136	121	111	102	96	90	86
75	174	150	134	123	114	106	100	95
80	191	166	148	135	125	117	110	105
85	209	181	162	148	137	128	121	115
90	228	198	177	161	149	140	132	125
95	247	214	192	175	162	152	143	136
100	267	231	207	189	175	164	154	146
110	308	263	239	218	202	189	178	169
120	351	304	272	248	230	215	203	192
130	396	343	307	280	259	243	229	217
140	443	383	343	313	290	271	256	243
150	489	424	379	346	320	300	283	268
160	539	467	418	381	353	330	311	295

3.3.11.3 Избор на преходна крива

Изборът на преходната крива като клотоида или кубическа парабола зависи от практически достижимата точност при трасирането на преходната крива или при проверката. Ако точността при трасирането не надвишава разликата в съответстващите ординати на клотоидата и кубическата парабола, клотоидата може да бъде заменена от кубическа парабола. Замяната е възможна и ако е изпълнено условието:

$$R \geq 1,602 \cdot C_k^{\frac{5}{9}}, \text{ където } R, \text{ m}; C_k = R \cdot l_0, \text{ m}^2.$$

В таблица 3.18 са дадени стойностите на параметъра C_k в зависимост от R за избор на клотоидата като преходна крива.

Таблица 3.18

C_k m^2	$R \leq$ m	C_k m^2	$R \leq$ m
150 000	1 200	45 000	600
120 000	1 100	30 000	500
105 000	1 000	20 000	400
90 000	900	15 000	350
75 000	800	12 000	300
60 000	700	10 000	250

3.3.12. Сложни (кошови) криви

3.3.12.1 Определение

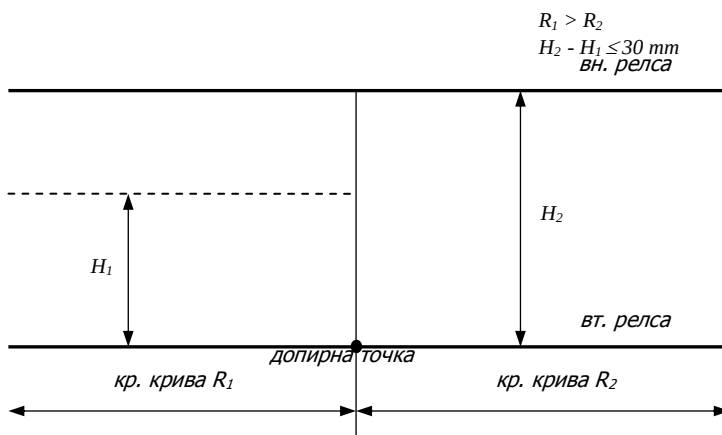
Сложна е онази жп крива, която се състои от две и повече съставни криви с различни радиуси. Сложни криви се допускат при строене на нови линии и за поправяне на съществуващи криви, когато е трудно да се запази един постоянен радиус по теренни или други причини (мостове, тунели). При това

дължината на отделните съставни криви не бива да бъде по-малко от $\frac{V}{12}$, m (V - максимално допустима скорост за дадения радиус), но в никакъв случай по-малка от 20 m за текущия път и не по-малка от 6 m за останалите коловози.

3.3.12.2 Надвишение и преход на надвишение в сложни криви

Според големината на радиуса и получените надвишения на отделните съставни криви, различаваме следните случаи:

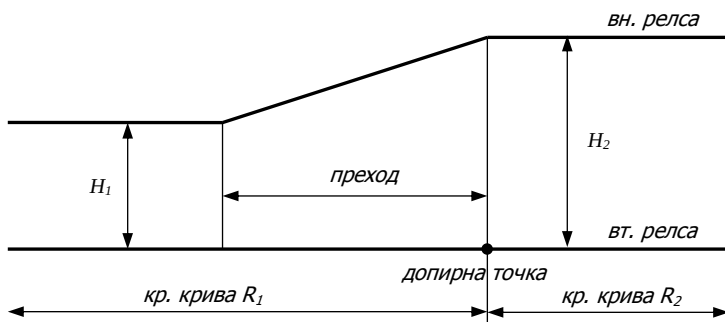
а) когато разликата в надвишенията $H_2 - H_1 \leq 30 \text{ mm}$, трябва да се приеме едно общо надвишение за всички съставни криви на сложната крива. Това изравнително надвишение трябва да бъде по-голямо или равно на минималното надвишение на кривата с по-малкия радиус и да не бъде по-голямо от нормалното надвишение на кривата с по-големия радиус (чертеж 3.16).



Черт. 3.16

б) когато разликата в надвишенията $H_2 - H_1 > 30$ mm, преминаването от надвишение H_1 към надвишение H_2 се извършва с преход, поместен изцяло в кривата с по-големия радиус (чертеж 3.17).

$$\begin{aligned} R_1 &> R_2 \\ H_2 - H_1 &> 30 \text{ mm} \end{aligned}$$



Черт. 3.17

Пример:

Дадена е сложна крива с $R_1=500$ m и $R_2=400$ m, $V=80$ km/h. За тази скорост надвишението за $R_1=500$ m е $H_1=100$ mm, а за $R_2=400$ m - $H_2=130$ mm, т.е. $H_2-H_1=30$ mm. Следователно може да се приеме едно общо надвишение $H=100$ mm, което е по-голямо от минимално допустимото за кривата с $R_2=400$ m и равно на надвишението за кривата с $R_1=500$ m.

Когато преминаването от едната съставна крива в другата става посредством преходна крива, преходът на надвишението се поставя в преходната крива.

3.3.12.3 Междинна преходна крива в сложна крива

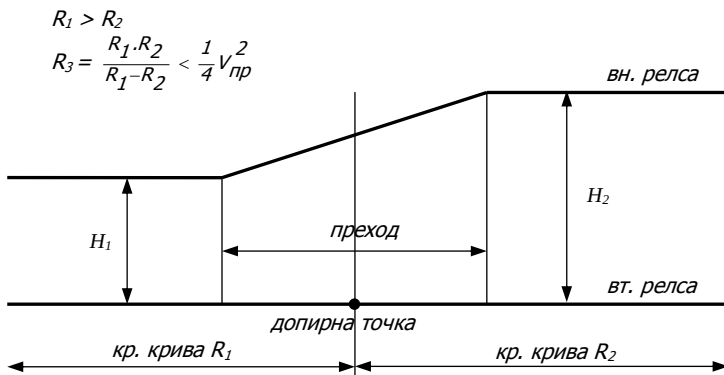
При сложни (кошови) криви се налага между отделните съставни криви да се постави междинна преходна крива, когато разликата между кривината на отделните криви е такава, че се отразява неблагоприятно върху движението на влаковете и поддържането на железния път.

Между две криви с $R_1 > R_2$ без надвишение или с еднакво надвишение се налага полагане на междинна преходна крива, когато:

$$\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 - R_2} < \frac{V^2}{4} \quad (3.31)$$

V – максимално допустимата скорост, km/h за R_2 .

Дължината на междинната преходна крива е равна на разликата от дължините на двете преходни криви, положени в краищата на цялостната кошова крива. Мястото на общата точка на съставните криви се явява среда на междинната преходна крива (черт.3.18).



Черт. 3.18

По изключение при притеснени условия се допуска да се постави междинна преходна крива, когато е спазено условието:

$$\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 - R_2} < \frac{V^2}{9} \quad (3.32)$$

Това условие отговаря на скорост

$$V_{np} = 3 \sqrt{\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 - R_2}}, \quad (3.33)$$

при което се получава странично ускорение до $0,65 \text{ m/s}^2$.

В случаите, когато:

$$\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 - R_2} > \frac{V^2}{4} \quad (3.34)$$

не се налага междинна преходна крива.

3.3.12.4 Трасиране на междинна преходна крива в сложна крива

Трасирането се извършва по два начина:

а) от кръговата крива, съгласно изискването за трасиране на преходна крива между права и кръгова крива по следните формули:

$$R_3 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 - R_2}; f = \frac{l}{24 \cdot R_3}; R_1 > R_2; L = l_2 - l_1$$

където:

l_1 и l_2 - дължина на преходните криви на допиращите се кръгови криви с радиуси R_1 и R_2 .

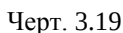
Между НПК и СПК преходната крива се трасира с ординати на парабола, издигнати от окръжността на кръговата крива с радиус R_1 . Абсцисите x се измерват от НПК към СПК.

$$y = \frac{x^3}{6R_3L} - \text{ордината за абсциса } x,$$

$$tg \varphi = \frac{x^2}{2R_3L}, \text{ откъдето се определя } \varphi \text{ за трасиране на тангентата в т. Р.}$$

$$y = \frac{x^3}{6R_0L} - \text{ордината за абсциса } x,$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{x^2}{2R_3L}, \text{ откъдето се определя } \varphi \text{ за трасиране на тангентата в т. Q.}$$



В този случай $R_1 > R_2$, $L = l_2 - l_1$

$$R_3 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 - R_2}; f = \frac{L^2}{24 \cdot R_3};$$

$\eta = R_1 - \sqrt{R_1^2 - \xi^2}$ - ордината на кръговата крива с R_1 ,

ξ - абсциса на η ,

$K_1 = R_1 - \sqrt{R_1^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2}$ - ордината на НПК;

$K_2 = f + \left[R_2 - \sqrt{R_2^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2} \right]$. Същевременно $K_2 = K_1 + K$, от където

ординатата на КПК е $K = K_2 - K_1$.

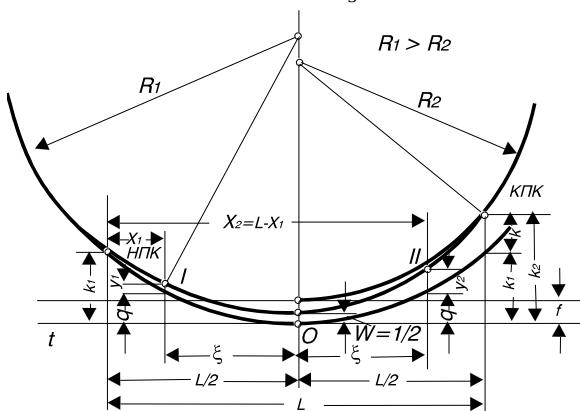
Междинната преходна крива се пикетира с ординати от тангентата t на кръговата крива с по-големия радиус по двете посоки от т.О. Тези ординати са равни на сбора на съответните ординати на кръговата крива с радиус R_1 и ординатите $y_1, y_2 \dots K$, определени за отсечките $x_1, x_2 \dots L$ и за стойности за R_2 , според формулата за преходните криви.

Ординатата на кръговата крива η с радиус R_1 може да се изчисли от таблиците за трасиране на крива по формулата:

$\eta = R_1 - \sqrt{R_1^2 - \xi^2}$, а ординатите y_1 и y_2 на преходната крива се изчисляват, както следва:

$$y_1 = \frac{\left(\frac{L}{2} - \xi\right)^2}{6R_3 \cdot L};$$

$$y_2 = \frac{\left(\frac{L}{2} + \xi\right)^2}{6R_3 \cdot L}.$$



Черт. 3.20

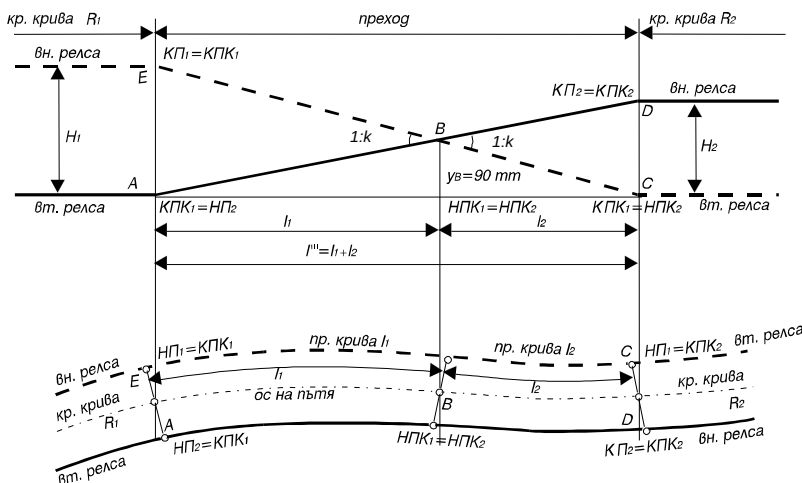
3.3.12.5 Контрактиви с преходни криви и междинна права с достатъчна дължина

При контрактиви с преходни криви и достатъчна дължина на междинната права, съгласно т.3.3.13 надвишението и преходите на надвишението се изпълняват съгласно изискванията за надвишение за жп криви и преход (рампа) на надвишението.

3.3.12.6 Контрактиви с преходни криви без междинна права

Когато между две контрактиви с преходни криви се получи междинна права с дължина по-малка от 20 m, междинната права се премахва изцяло и се допуска двете преходни криви да се допрат една с друга, като началото на едната преходна крива се покрие с началото на другата. При контрактиви с преходни криви без междинна права, преминаването от надвишението на едната крива към надвишението на другата крива трябва да се извърши постепенно и плавно (чертеж 3.20).

За тази цел преходите на надвишението на двете криви се дават по цялата дължина, получена от сбора на дължината на двете допиращи се преходни криви.



Черт. 3.21

По такъв начин преходите на надвишенията ще се простират от края на едната кръговата крива до края на другата и ще се кръстосват (т.н. ножица) в точката на допирането на двете преходни криви. При това наклонът на двете кръстосващи се релсови нишки една спрямо друга се запазва:

$$l:k = H_1:l_1 = H_2:l_2 = \frac{H_1 + H_2}{l_1 + l_2}, \text{ като се запазват изискванията } K_1 \text{ за наклон}$$

и дължина на прехода на надвишението.

Дължината на кръстосващите се преходи на надвишение е еднаква и е $l''' = l_1 + l_2$.

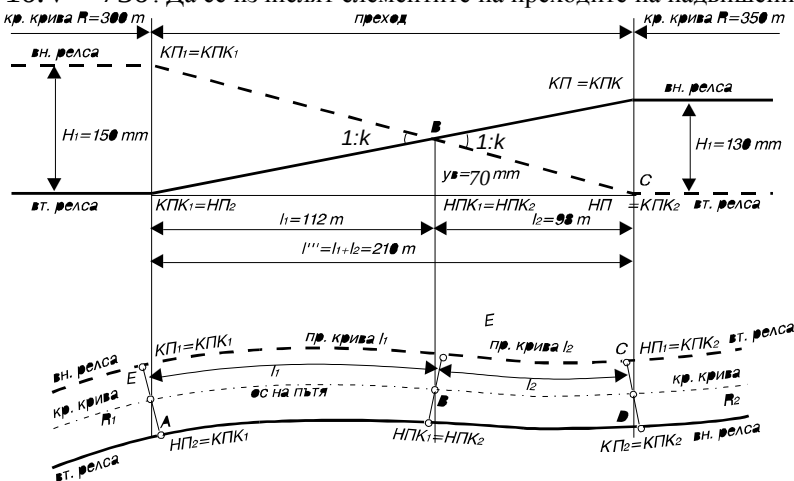
Височината, на която се повдигат двете релсови нишки в точката на кръстосването, се изчислява по формулата:

$$y_B = H_1 \frac{l_2}{l_1 + l_2} = H_2 \frac{l_1}{l_1 + l_2} \quad (3.35)$$

На тази височина трябва да се постави реперът за нивото на пътя в НПК1=НПК2.

Пример:

Дадени са две контракриви с $R_1=300$ m и $R_2=350$ m без междинна права със следните елементи: $H_1=150$ mm, $l_1=112$ m, $H_2=130$ mm и $l_2=98$ m; $V=75$ km/h, $k=10$. $V = 750$. Да се изчислят елементите на преходите на надвишението.



Черт. 3.22

Наклонът на двата кръстосващи се прехода е:

$$\frac{1}{k} = \frac{H_1}{l_1} = \frac{H_2}{l_2} = \frac{H_1 + H_2}{l_1 + l_2} = \frac{1}{750}.$$

Дължината на двата^А кръстосващи се прехода е $l''' = l_1 + l_2 = 210$ m.

Височината, на която се повдигат двете кръстосващи се релсови нишки в точката на кръстосването В, е:

$$y_B = H_1 \frac{l_2}{l_1 + l_2} = H_2 \frac{l_1}{l_1 + l_2} = 70 \text{ mm}.$$

Преходът на надвишението към кривата с $R_2=350$ m започва от КПК 1 (точка А на вътрешната релса) и завършва в КПК 2 (точка D на външната релса), преходът на надвишението към кривата с $R_1=300$ m започва в КПК 2 (точка С на вътрешната релса) завършва в КПК 1 (точка Е на външната релса).

Точките А, В, D и С, В, Е трябва да лежат на една линия.

3.3.12.7 Контрактиви без надвишение, без преходни криви и без междинна права

Контрактиви без надвишение, без преходни криви и без междинна права се поставят непосредствено една след друга, както следва:

а) на междугарието и текущия път през гарите при разтегляне на железния път, като се спазят условията, дадени в т. 3.3.12.8;

б) по изключение в главни и второстепенни гарови коловози - стрелкови съединения, външнодъгови стрелки и др.:

$$\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \geq \frac{V^2}{9} \quad (3.36)$$

$$\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \geq 100 \quad (3.37)$$

Ако не може да се спази условието $\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \geq \frac{V^2}{9}$, се поставя междинна права с дължина най-малко $g = \frac{V}{10}$.

Ако не може да се спази условието $\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \geq 100$ се налага да се постави междинна права, чиято дължина трябва да бъде 10 m и по изключение с разрешение на Поделение "ЖПС" на ДП „НК ЖИ“ най-малко 6 m.

Пример:

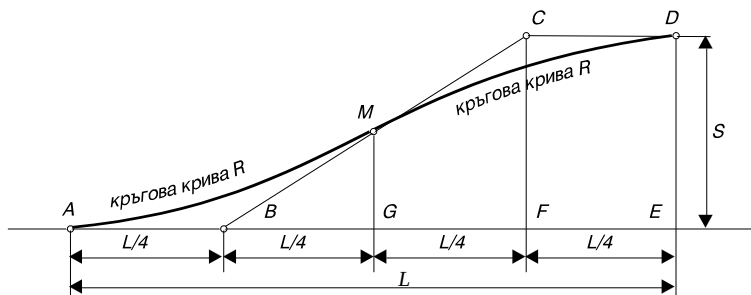
В гарови коловози трябва да се положат една до друга контрактиви с $R_1=250$ m и $R_2=200$ m. Трябва ли да се постави междинна права между тях при $V=65$ km/h.

$$\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 111,1 > 100 < \frac{V^2}{9}$$

Следователно по второто условие не е необходима междинна права, но по първото условие е необходима такава с дължина равна на $\frac{V}{10} = 6,5$ m.

3.3.12.8 Разтегляне (преминаване) от едно междуколовотно разстояние в друго на железопътните коловози в прав участък

Разтеглянето в прав участък става посредством крива и контрактива с един и същ радиус без надвишение, без преходни криви и без междинна права.



Черт. 3.23

Радиусът на контракривите трябва да бъде по възможност $R \geq V^2$, където V е скоростта в km/h.

В този случай, дължината на която се разтегля коловоза, е $L = 2V\sqrt{S}$.

С разрешение на ДП НКЖИ при притеснени условия може да се приеме:

$$R = \frac{V^2}{2}; \quad (3.38)$$

$$L = V\sqrt{2S} \quad (3.39)$$

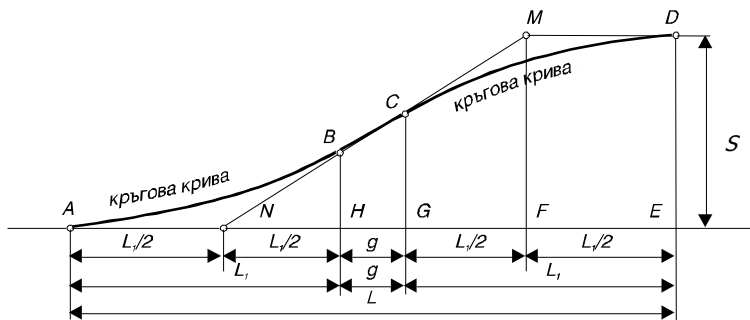
За стойности на радиуса $R < \frac{V^2}{2}$ задължително трябва да се постави

междинна права с дължина най-малко 20 m. Радиуси, по-малки от $R = \frac{V^2}{4}$ и

дължина на разтеглянето по-малка от $L = V\sqrt{S}$ не се допускат (във всички случаи $L > 100$ m). При дадена дължина L , радиусът на контракривите се определя по формулата

$$R = \frac{L^2}{4S} \quad (3.40)$$

Когато се наложи поставяне на междинна права, то минималната ѝ дължина трябва да бъде $g = \frac{V}{10}$.



Черт. 3.24

Дължината е $L = \sqrt{4SR + g^2}$. Нормалната дължина се получава като в тази формула се постави $R = \frac{V}{2}$ и $g = \frac{V}{10}$.

$L = V\sqrt{2S + 0,01}$. Минималната дължина L се получава, като се вземат:

$$R = \frac{V^2}{8,47} \quad (V = 2,91\sqrt{R}) \quad \text{и} \quad g = \frac{V}{10}.$$

$$\text{Тогава } L = 0,687V\sqrt{S + 0,021}.$$

При дадена междинна права g и L , радиусът на двете криви се получава по формулата:

$$R = \frac{(L + g) \cdot (L - g)}{4S} \quad (3.41)$$

Пример:

Текущият път пред дадена гара трябва да се свърже с главния коловоз на гарата, който се намира на разстояние $S=4$ m от оста на текущия път.

Да се изчислят елементите на разтеглянето за $V=100$ km/h.

$$\text{За } R=V^2 = 10000 \text{ m} \rightarrow L=2V\sqrt{S} = 400 \text{ m} \text{ или}$$

$$\text{за } R = \frac{V^2}{2} = 5000 \text{ m} \rightarrow L=V\sqrt{2S} = 100,2,83=283 \text{ m}.$$

Следователно разстоянието, на което трябва да се развият двете контрактиви без надвишение, без преходни криви и без междинна права, за $R=10000$ m е $L=400$ m, а при $R=5000$ m, $L=283$ m.

При $R < \frac{V^2}{2}$, примерно $R=2500$ m, между двете контрактиви трябва да

се постави междинна права $g = \frac{V}{10} = 10$ m. Тогава $L = \sqrt{4SR + g^2} = 200$ m. При

$R = \frac{V^2}{2}$ и $g = \frac{V}{10}$ по формула $L = V\sqrt{2S + 0,01}$ се получава $L = 280$ m.

Минималната дължина по формула $L = 0,687V\sqrt{S + 0,021} = 140$ m.

При $g=10$ m и $L=140$ m по формула $R = \frac{(L + g) \cdot (L - g)}{4S} = 1220$ m.

3.3.13. Междинни прави

3.3.13.1 Определение

Правите участъци, които се оставят между началото на преходните криви на две съседни контрактиви или на две еднопосочни криви, следващи една след друга, се наричат междинни прави.

3.3.13.2 Минимална дължина на междинните прави

Дължината на междинните прави трябва да бъде колкото е възможно по-голяма. При проучване и трасиране на нови жп линии и преустройство на съществуващи жп линии стремежът трябва да бъде да се създадат максимално възможни дължини за междинни прави участъци.

При трудни теренни условия се допуска дължината на междинните прави да се намалява, но тя не бива да бъде по-малка от

$$g = \frac{V}{2}, \quad (3.42)$$

където V , km/h е максимално допустимата скорост за кривите, между които се поставя правата.

В никакъв случай дължината на междинната права не бива да бъде по-малка от $g = 20$ m.

При преминаване от едно коловозно разстояние в друго на открития път трябва да се спазват предписанията на т. 3.3.12.7. за минималната дължина на междинните прави.

В гарови коловози и стрелкови съединения трябва минималните дължини на междинните прави да удовлетворяват изискванията на т. 3.3.12.7.

3.3.14. Кръгови криви

3.3.14.1 Определение

Под кръгова крива се разбира една крива с един или повече постоянни радиуси, лежащи между краищата на двете преходни криви на железопътната криви или между два прави участъка, когато жп кривата е без преходна крива.

3.3.14.2 Минимална дължина на кръговата крива

Дължината на кръговата крива по правило не бива да бъде по-малка от дължината на съответната преходна крива.

Когато част от прехода на надвишението навлиза в кръговата крива, съгласно изискванията за положение на прехода на надвишението, тогава частта от кръговата крива, която остава с пълно надвишение, не трябва да бъде по-къса от дължината на преходната крива.

При претрасиране на съществуващи жп линии и трудни теренни условия, ако не може да се спази тази норма, се допуска дължината на кръговата крива да се намали, но тя не може да бъде по-малка от $\frac{V}{2}$, при което V е максималната скорост, която допускат кривите в този участък.

Ако това условие не може да се спази, тогава се допуска дължината на кръговата крива да се намали до 20 m.

4. Основни предписания за полагане и поддържане на горното строене на железния път

4.1 Топлинни междини

При полагане на релсите в наставов път трябва да се оставят необходимите топлинни междини, посредством топлинни пластинки с различна дебелина.

Топлинните междини за полагане и поддържане на железния път се изчисляват по формулата:

$$\Delta = 0,0000118.l.(t_{\max} - t), \quad (4.1)$$

където:

Δ - топлинна междина, mm;

l - дължина на релсата, mm;

$t_{\max}$ - максимално допустимата температура в $^{\circ}\text{C}$ на релсата, при която се затваря изцяло топлинната междина, т.е. $\Delta=0$;

t - температура на релсата в момента на полагането, $^{\circ}\text{C}$.

Топлинните междини за различни дължини на релсите в зависимост от климатичните зони са изчислени в таблици 4.1, 4.2 и 4.3.

Топлинни междини на релси със скрепление с реброви подложки марка К
и за еластични безподложни скрепления
при t на релсите от -26,0 °C до +64,1 °C - 1 зона

Таблица 4.1

Топлинни междини mm	Дължина на релсите, м								Топлинни междини mm
	25		30		50		75		
	Температура на релсите, °C								
	от	до	от	до	от	до	от	до	
0		+50,5		+45,5		+34,5		29	0
1	50	47	45	43	34	33	29	28	1
2	46	44	42	40	32	31	28	27	2
3	43	40	39	37	30	29	27	26	3
4	39	37	36	34	29	28	25	24	4
5	36	34	33	31	27	26	24	23	5
6	33	30	30	29	25	24	23	22	6
7	29	27	28	26	24	23	22	21	7
8	26	23	25	23	22	21	21	20	8
9	22	20	22	20	20	19	20	19	9
10	19	17	19	17	19	18	19	18	10
11	16	13	16	14	17	16	18	17	11
12	12	10	13	12	15	14	16	15	12
13	9	6	11	9	14	13	15	14	13
14	5	3	8	6	12	11	14	13	14
15	2	0	5	3	10	9	13	12	15
16	-1	-4	2	0	8	7	12	11	16
17	-5	-7	-1	-2	7	6	11	10	17
18	-8	-11	-3	-5	5	4	10	9	18
19	-12	-13,5	-6	-8,5	3	+2,5	9	8	19

Топлинни междини на релси със скрепление с реброви подложки марка К
и за еластични безподложни скрепления
при t на релсите от -23,2 °С до +63 °С - 2 зона

Таблица 4.2

Топлинини междини (mm)	Дължина на релсите, м								Топлинини междини (mm)
	25		30		50		75		
	Температура на релсите, °C								
	от	до	от	до	от	до	от	до	
0		52		47		36		+30,5	0
1	51	49	46	44	35	34	30	29	1
2	48	45	43	41	34	33	29	28	2
3	44	42	40	39	32	31	28	27	3
4	41	38	38	36	30	29	27	26	4
5	37	35	35	33	29	28	26	25	5
6	34	32	32	30	27	26	25	24	6
7	31	28	29	27	25	24	24	23	7
8	27	25	26	24	23	22	22	21	8
9	24	21	23	22	22	21	21	20	9
10	20	18	21	19	20	19	20	19	10
11	17	15	18	16	18	17	19	18	11
12	14	11	15	13	17	16	18	17	12
13	10	8	12	10	15	14	17	16	13
14	7	5	9	8	13	12	16	15	14
15	4	1	7	5	12	11	15	14	15
16	0	-2	4	2	10	9	13	12	16
17	-3	-6	1	-1	8	7	12	11	17
18	-7	-9	-2	-4	7	6	11	10	18
19	-10	-12	-5	-7	5	4	10	+9,5	19

Топлинни междини на релси със скрепление с реброви подложки марка К
и за еластични безподложни скрепления
при t на релсите от -17,5 °C до +62,6 °C - 3 зона

Таблица 4.3

Топлинни междини mm	Дължина на релсите, м								Топлинни междини mm
	25		30		50		75		
	Температура на релсите, °C								
	от	до	от	до	от	до	от	до	
0		+54,5		+49,5		+38,5		33	0
1	54	51	49	47	38	37	33	32	1
2	50	48	46	44	36	35	32	31	2
3	47	44	43	41	34	33	31	30	3
4	43	41	40	38	33	32	29	28	4
5	40	38	37	35	31	30	28	27	5
6	37	34	34	33	29	28	27	26	6
7	33	31	32	30	28	27	26	25	7
8	30	27	29	27	26	25	25	24	8
9	26	24	26	24	24	23	24	23	9
10	23	21	23	21	23	22	23	22	10
11	20	17	20	18	21	20	22	21	11
12	16	14	17	16	19	18	20	19	12
13	13	10	15	13	18	17	19	18	13
14	9	7	12	10	16	15	18	17	14
15	6	4	9	7	14	13	17	16	15
16	3	0	6	4	12	11	16	15	16
17	-1	-3	3	2	11	10	15	14	17
18	-4	-7	1	-1	9	8	14	13	18
19	-8	-9,5	-2	-4,5	8	+6,5	13	12	19

Забележки:

1. Климатичните зони и прилежащите към тях жп линии са дадени в “Технически норми за устройство, построяване и ремонт на безнаставов релсов път”.

2. Топлинните междини се осигуряват с точност ± 1 mm.

Температурата на релсите се измерва с релсов термометър, който е монтиран в релсово парче или с контактен термометър, който се поставя върху шийката на релсата от към неогрятата от слънцето страна. Отчитането на температурата се извършва минимум след 30 минути, при термометър в релсово парче и минимум след 10 минути, при контактен термометър.

Релсите не трябва да се полагат в пътя при температура по-висока от посочената за $\Delta=0$ в таблиците. Ако това не може да се избегне и се наложи тези релси да се полагат при по-висока температура, то при първа възможност и

подходяща температура, трябва да се възстановят топлинните междини по таблици 4.1, 4.2 и 4.3. Същото се отнася и за полагане релси с по-големи дължини.

Релса с дължина 90 m и повече трябва да се полага по правилата на Техническите норми за полагане на безнаставов железен път.

4.2 Допустимо отклонение в размерите на топлинните междини в наставите

Допуска се вследствие на експлоатацията отклонение в размерите на топлинните междини в наставите в зависимост от дължината на релсите както следва:

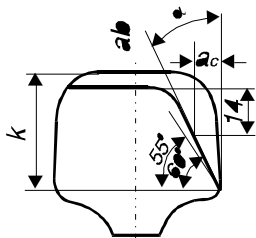
- за релси с дължина от 25 до 30 m – $+6 \div -3$ mm;
- за релси с дължина от 50 до 75 m – $+12 \div -4$ mm;
- за дишащите краища на безнаставовия път – $+15 \div -2$ mm.

Измерването се извършва при температура на релсите не по-висока от 10^0C на участъци между две твърди точки (мостове, стрелки, прелези и др.) с еднаква дължина на двете релсови нишки и с дължина до 600 m.

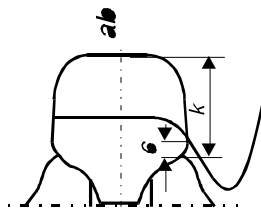
4.3 Допустимо износване на релсите

Вертикалното износване a_B на главата на релсата се измерва в средата на главата по височина на релсата, а страничното износване a_C се измерва хоризонтално от вътрешната страна на 14 mm от горния ръб на релсата (чертеж 4.1). Двете износвания се измерват и преценяват отделно, но те са зависими едно от друго. Измерването се извършва с подходящ уред, конструкцията на който се одобрява от ДП НКЖИ.

Максимално допустимото вертикално износване $a_{B\max}$ се определя от условието, според което това износване не трябва да достигне такъв размер, при който ребордите на колелата да бият по връзките и болтовете им (чертеж 4.2).



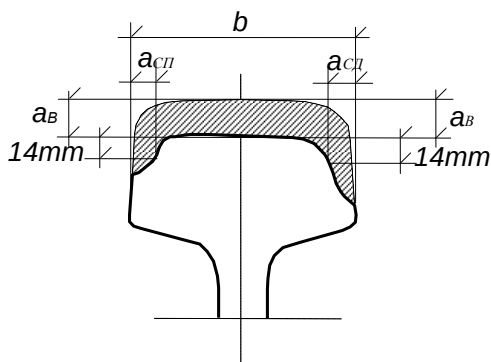
Черт. 4.1



Черт. 4.2

Максималното допустимо вертикално износване по този критерий при релси UIC60 (60E1) с височина на главата 37,5 mm е $a_{B\max}=22$ mm, за релси S49 (49E1) с височина на главата 39,8 mm е $a_{B\max}=24$ mm, за релси Р 48,3 с височина на главата 39,43 mm е $a_{B\max}=24$ mm, за релси РПШ 31 с височина на главата 26 mm е $a_{B\max}=12$ mm, а за безнаставов релсов път с релси S49 (49E1) и UIC60 (60E1) – 8 mm.

Максимално допустимото странично износване на главата на релсата е достигнато тогава, когато ъгълът на износената странична плоскост спрямо хоризонталната, изтеглена през долния ръб на главата на релсата, достигне 60^0 .



Черт. 4.3

Максимално допустимото странично износване без вертикално износване е: за релси UIC60 (60E1) – $a_{C\max}=11$ mm, за релси S49 (49E1) и P 48,3 – $a_{C\max}=13,5$ mm, за релси P 41 – 9,5 mm, за РПШ 31 – 6,5 mm.

Общото приведено износване на главата на релсата $a_{пр}$ се получава като сбор от вертикалното $a_в$ и част от страничното $a_с$ износване по следните формули:

$$a_{пр}=a_в+k.a_с$$

$$a_{пр}=a_в+(a_{сл}+a_{сд}).k \text{ (чертеж 4.3)}$$

където:

$a_в$ - вертикално износване, mm;

$a_с$ - странично едностранно износване, mm;

$a_{сл}$ и $a_{сд}$ - странично износване, измерено отляво и отдясно на главата на релсата, mm;

k - коефициент, приет $k=0,36$ при релси по-тежки от 41 kg/m и $k=0,40$ за релси тип 41 kg/m и по-леки.

Допустимото странично износване a_c на релсовата глава в зависимост от вертикалното износване a_b е дадено в таблица 4.4, като за релси S49 (49E1) и UIC60 (60E1) е изчислено и общото приведено износване.

Таблица 4.4

a_b , mm	a_c , mm				$a_{пр}$, mm	
	РПШ 31	ГЕО 41	S 49 и P 48,3	UIC 60	S 49	UIC 60
0	6,5	9,5	13,5	11,0	5,0	4,0
1	6,0	9,0	13,0	11,0	5,5	5,0
2	5,5	8,0	12,5	11,0	6,5	6,0
3	5,0	7,5	12,0	11,0	7,5	7,0
4	4,0	7,0	11,5	11,0	8,0	8,0
5	3,5	6,5	11,0	11,0	9,0	9,0
6	3,0	6,0	10,5	10,5	9,0	9,0
7	2,5	5,0	10,0	10,0	10,5	10,5
8	2,0	4,5	9,5	9,5	11,5	11,5
9	1,5	4,0	9,0	9,0	12,0	12,0
10	1,0	3,5	8,5	8,5	13,0	13,0
11	0,5	3,0	8,0	8,0	14,0	14,0
12	-	2,5	7,0	7,0	14,5	14,5
13	-	2,0	6,5	6,5	15,5	15,5
14	-	1,0	6,0	6,0	16,0	16,0
15	-	0,5	5,5	5,5	17,0	17,0
16	-	-	2,0	2,0	16,5	16,5
17	-	-	1,5	1,5	17,5	17,5
18	-	-	1,0	1,0	18,5	18,5
19	-	-	0,5	0,5	19,0	19,0
20	-	-	0	0	20,0	20,0

Допустимото приведено износване в mm е дадено в таблица 4.5 за релси тип S49 (49E1) и UIC60 (60E1).

Таблица 4.5

Клас на жп линията	Разстояние между траверсите, cm	Приведено износване, mm					
		С к о р о с т, km/h					
		160*	140*	120*	100	80	60
1-2	58 /R<650 m/	-	-	7 (10)	10	12	12
	63 /R≥650 m/	8	9	6 (9)	9	11	12
3-4	58 /R<650 m/	-	-	7 (10)	10	12	14
	63 /R≥650 m/	8	9	6 (9)	9	12	14
5	65	-	-	2	7	12	16
6	70	-	-	-	4	10	16
Безнаставов път	57 /R<650 m/	-	-	6 (9)	7	8	9
	61 /R≥650 m/	6	7	5 (8)	6	8	9
Приемно-отправни коловози							20
Гарови коловози							22

* Стойностите при скорости 160 и 140 km/h са валидни само за релси тип UIC60 (60E1). При скорости 120 km/h стойностите в скобите се отнасят за релси тип UIC60 (60E1), а извън тях - за релси тип S49 (49E1).

Допустимото приведено износване на релсите е:

- за жп линии 1 и 2 клас - $a_{\max} = 12 \text{ mm}$;
- за жп линии 3 и 4 клас, както и за жп линии 5 и 6 клас, със скорости по-високи от 80 km/h - $a_{\max} = 14 \text{ mm}$;
- за жп линии 5 и 6 клас, със скорости 80 km/h и по-ниски - $a_{\max} = 16 \text{ mm}$.

При скорости на движение 120 km/h и повече, независимо от класа на жп линията допустимото приведено износване е 12 mm. Ако поради корозия шийката на релсата е по-тънка от 10 mm, независимо от типа ѝ, релсата се изважда от пътя. При вълнообразно износване на повърхнината на търкаляне на релсата, независимо от типа ѝ, нормативите за изваждане на релсите от железния път се определят от Поделение ЖПС на ДП НКЖИ със специални разпореждания. Релси, подлежащи на заваряване, но не за безнаставов релсов път, по своето вертикално и странично износване да не се различават повече от 3 mm.

4.4 Допустимо износване на релсите за повторна употреба

Всички релси, които се изваждат от пътя, трябва да бъдат сортирани в зависимост от степента на тяхната годност и възможността за по-нататъшно използване в пет групи, съгласно таблица 4.6:

- 1 група - релси, годни за поставяне в текущ път при единична или пълна смяна без ремонт;
- 2 група - релси, годни за поставяне в текущ път след ремонт;
- 3 група - релси, годни за гарови и кариерни коловози без ремонт.

- 4 група - релси, годни за гарови и кариерни коловози след ремонт;

- 5 група - релси, съвършено негодни за използване в железния път.

Към 1 група трябва да бъдат отнесени релсите, които отговарят на следните условия:

- приведено износване в mm в зависимост от класа на пътя и проектната скорост, не по-голямо от даденото в таблица 4.5 за релси тип S49 (49E1) и UIC60 (60E1).

- странично износване 5 mm от всяка страна или 10 mm от едната за релси тип S49 (49E1) и UIC60 (60E1). За безнаставов път страничното износване не трябва да бъде повече от 3 mm. При скорости до 80 km/h с разрешение на Поделение ЖПС на ДП НКЖИ се допуска повторна употреба, чрез обръщане на релси с едностранно странично износване до 13 mm;

- набиване на краищата не повече от 2 mm;

- вълнообразно износване с дълбочина не повече от 1,0 mm;

- не притежават дефекти.

Към 2 група се отнасят релсите, които чрез ремонт могат да бъдат приведени в съответствие с изискванията за първа група.

Забранява се използването на релси от тази група без ремонт в гарови коловози. Ремонтът се състои в отрязване на повредените краища и дефектните места, снемане на козирките, шлифование, изправяне и пробиване на нови отвори. След ремонта дължината на релсите не трябва да бъде по-малка от 9,0 m.

Таблица 4.6

Клас на жп линията	Разстояние между траверсите, см	Приведено износване, mm					
		С к о р о с т, km/h					
		160*	140*	120*	100	80	60
1-2	58 /R<650 m/	-	-	4 (6)	6	8	9
	63 /R≥650 m/	3	3	3 (5)	5	7	8
3-4	58 /R<650 m/	-	-	4 (6)	6	9	11
	63 /R≥650 m/	3	3	3 (5)	5	8	10
5	65	-	-	0	4	9	12
6	70	-	-	-	2	8	11
Безнаставов път	57 /R<650 m/	-	-	4 (5)	4	5	6
	61 /R≥650 m/	0	3	3 (4)	3	5	6

* Стойностите за скорости 160 и 140 km/h са валидни само за релси тип UIC60 (60E1). При скорости 120 km/h стойностите в скобите се отнасят за релси тип UIC60 (60E1), а извън тях - за релси тип S49 (49E1).

Към 3 група спадат релсите, които отговарят на следните условия:

- приведено износване не е по-голямо от 16 mm за релси тип S49 (49E1) и UIC60 (60E1), а при безнаставов път – не по-голямо от 10 mm;

- страничното износване не е по-голямо от 13 mm от едната страна или 6 mm от двете страни за релси тип S49 (49E1) и UIC60 (60E1). В гарови коловози, където се използват спирателни обувки не се допуска влагане на релси втора употреба със странично износване по-голямо от 3 mm, а при безнаставов път не

по-голямо от 6 mm. В зоната на наставите и заварките износването на релсите трябва да бъде еднакво;

- набиване (смачване) на краищата не повече от 3 mm;
- вълнообразно износване и вкопаване не повече от 3 mm;
- дължина не по-малка от 6 m;

Към 4 група спадат релси, които чрез ремонт могат да бъдат приведени в съответствие с изискванията за 3 група.

Ремонтът се състои в отрязване на повредените краища и дефектни места, снемане на козирките, шлифование, изправяне, заваряване на парчета с дължина по-голяма от 3 m и пробиване на нови отвори. След ремонта дължината на релсите не трябва да бъде по-малка от 6 m.

Към 5 група се отнасят само тези релси, които с ремонт не могат да се приведат в състояние, годно за употреба, макар и за кариерни, индустриални и подобни гарови коловози. Към нея спадат:

- всички парчета от релси, по-къси от 3 m;
- релси, които по височина имат цялостно износване повече от допуските, установени за релсите от 3 група;
- релси, много изкривени и усукани, а също с пукнатини и повреди, ако от тях не може да се отреже годно парче с дължина 3 m и повече.

Набиването в краищата на релсите се определя с помощта на линейка с дължина 1000 mm, която се поставя върху главата на релсата и се измерва в сечението на челото, разстоянието между ръба на главата на релсата и линейката.

Допустимото набиване (смачване) на краищата на релсата, дълбочината на окопаването или други неравности по повърхността на главата е:

- за жп линии 1 и 2 клас - 2,0 mm;
- за жп линии 3 и 4 клас - 3,0 mm;
- за жп линии 5 и 6 клас - 3,0 mm;
- за жп линии със скорост до 40 km/h и гарови коловози - 5,0 mm.

Вълнообразното износване се измерва посредством специални уреди, които описват надлъжния профил на горната повърхност на главата на релсата.

Дебелината на износената от корозия шийка на релсата не трябва да бъде по-малка от 10 mm за релси тип S49 (49E1) и UIC60 (60E1).

4.5 Изисквания при използването на релси втора употреба

Релсите от 1 група могат да бъдат използвани в текущия път, като за цялостно полагане се приемат само релси с приведено износване – за релси тип S49 (49E1) и UIC60 (60E1) - 6 mm за линии от 1 до 4 клас и 9 mm - за 5 и 6 клас.

Останалите релси, които отговарят на изискванията за 1 група, могат да бъдат използвани само при единична смяна.

За ефективно използване на релсите се препоръчва двустъпална система, показана схематично в таблица 4.7. Нови релси се влагат изцяло по линиите 1 и 2 клас и при скорости над 80 km/h по линии 3 и 4 клас. Релси тип UIC60 (60E1) се използват при скорости над 120 km/h, а за линии 1 и 2 клас - при скорости над 100 km/h.

На второто стъпало на използване релси за втора употреба тип UIC60 (60E1) се влагат в линии 3 и 4 клас при скорости по-ниски от 80 km/h. При линии 5 и 6 клас и скорост над 80 km/h се препоръчва сгъстяване на разстоянията между траверсите до 58 и 63 cm. Релси за втора употреба тип S49 (49E1) се влагат в

линии с ниски проектни скорости, в приемно-отправни и гарови коловози. Релсите, извадени от второто стъпало на използване, се насочват към строителство или за вторични суровини /скрап/.

Таблица 4.7

Приведено натоварване млн т/год ($T_f \times 365$, съгласно т. 1.1.1.1)	60,0		3. I. S49	3. I. S49	1. I. S49	1. I. UIC 60	1. I. UIC 60	1 клас
	47,5				/UIC 60/			2 клас
	29,2	1. II. S49	1. II. S49	2. I. S49	2. I. S49	1. I. UIC 60		3 клас
	14,6	/UIC 60/	/UIC 60/					4 клас
	7,3	2. II. S49	2. II. S49	2. II. S49				5 клас
	1,8							6 клас
		3. II. S49	3. II. S49	2. II. S49				Приемно-отправни коловози
		3. II. S49	3. II. S49					Гарови коловози
		20	40	60	80	100	120	140
								160

Клас на жп линията

Проектна скорост



нови релси - I стъпало



релси втора употреба - II стъпало

1.I. - релси позиция 1 - I стъпало на използване.

При цялостно подновяване на железния път се съставя план за повторната употреба на извадените релси. Той е неразделна част от проекта за подновяване.

Повторно вложените в железния път релси да се водят на специален отчет в жп участъка и в ЖП Секциите, като се завиши вниманието към тях при огледи на кантонерите, при измервания и дефектоскопски контрол.

4.6 Контрарелси

От вътрешната страна на релсите на железния път, минаващ върху мостове, се поставят контрарелси. Предназначението на тези релси е да направляват дерайлиралите возила.

Разстоянието между вътрешните ръбове на главите на пътните и на предпазните релси (контрарелсите) трябва да бъде 200 mm.

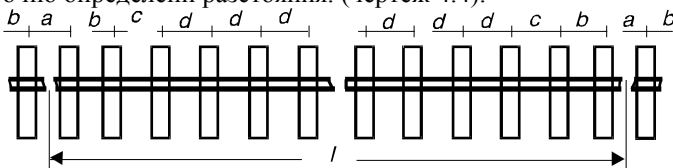
За контрарелси се използват релси втора употреба от тип еднакъв с типа на релсите от железния път. За железен път с релси тип UIC60 (60E1) се допускат контрарелси тип S49 (49E1). Железният път и контрарелсите върху мостове с баластово легло се полагат върху стоманобетонни траверси с конструкция, одобрена от Подделение ЖПС на ДП НКЖИ.

4.7. Траверси

4.7.1 Разпределение на траверсите

Железният път е положен върху дървени и стоманобетонни траверси. Всички дървени траверси преди полагане в железния път трябва да бъдат импрегнирани. Не се допуска полагане на неимпрегнирани траверси. Импрегнирането се извършва по утвърдена технология. Броят на траверсите в 1 км железен път с релси S49 (49E1) и UIC60 (60E1) се определя в зависимост от класа на линията и не може да бъде по-малък от 1600 броя при безнаставов релсов път и 1800 броя - в тунелите. При построяване на път с нови релси трябва да се полагат нови траверси. При подновяване на железния път се полагат нови и стари траверси. Старите траверси, положени при подновяване, трябва да имат трайност равна на междуремонтен период, включен в ремонтния цикъл за съответният клас на железопътната линия.

Траверсите се поставят в пътя по строго определен ред, като между тях се спазват точно определени разстояния. (чертеж 4.4).



Черт. 4.4

Тези разстояния се определят по формулите:

$$c=d=\frac{l-2a}{n-2};$$

$$b=\frac{a+c}{2}.$$

Обикновено първо се определя c , закръгля се на mm и след това се определя b по формулата:

$$b=\frac{l-a-c(n-3)}{2},$$

където:

a - разстоянието между наставовите траверси, mm (от чертежа за съответния тип релса);

b - разстоянието между наставовите и принаставовите траверси, mm;

c - разстоянието между междинните траверси, mm;

l - дължина на релсите, mm плюс една средна топлинна междина от 6 mm;

n - брой на траверсите в едно звено.

Броят на траверсите за жп линии 5 и 6 клас в правите и кривите е еднакъв, а за жп линии от 1 до 4 клас - броят на траверсите в кривите с $R < 650$ m е по-голям от броя на траверсите в правите и кривите с $R \geq 650$ m.

В таблица 4.8 е даден броя на траверсите в 1 километър железен път, разпределението им в звено при подпрени настави, а в таблица 4.9 - при плаващи настави за релси S49 (49E1) и UIC60 (60E1).

Таблица 4.8

№	Клас на линията	Дължина на звената, m	Криви с R<650 m			Криви с R≥650 m		
			Брой на траверсите		Разстояние между траверсите в звеното, mm	Брой на траверсите		Разстояние между траверсите в звеното, mm
			в 1 km	в 1 звено		в 1 km	в 1 звено	
1	1 до 4	36	1778	64	125 + 551 + 61x568 + 551 + 125	1667	60	125 + 490 + 57x610 + 490 + 125
2	1 до 4	30	1800	54	125 + 442 + 51x566 + 442 + 125	1667	50	125 + 446 + 47x614 + 446 + 125
3	1 до 4	25	1800	45	125 + 447 + 42x568 + 447 + 125	1680	42	125 + 480 + 39x610 + 480 + 125
4	1 до 4	36	1750	63	125 + 475 + 60x580 + 475 + 125	1639	59	125 + 515 + 56x620 + 515 + 125
5	1 до 4	30	1767	53	125 + 450 + 50x577 + 450 + 125	1633	49	125 + 500 + 46x625 + 500 + 125
6	1 до 4	25	1760	44	125 + 485 + 41x580 + 485 + 125	1640	41	125 + 500 + 38x625 + 500 + 125
7	5	36	1556	56	125 + 385 + 53x660 + 385 + 125	1556	56	125 + 385 + 53x660 + 385 + 125
8	5	30	1567	47	125 + 465 + 44x655 + 465 + 125	1567	47	125 + 465 + 44x655 + 465 + 125
9	5	25	1560	39	125 + 495 + 36x660 + 495 + 125	1560	39	125 + 495 + 36x660 + 495 + 125
10	6	36	1472	53	125 + 500 + 50x695 + 500 + 125	1472	53	125 + 500 + 50x695 + 500 + 125
11	6	30	1467	44	125 + 525 + 41x700 + 525 + 125	1467	44	125 + 525 + 41x700 + 525 + 125
12	6	25	1480	37	125 + 475 + 34x700 + 475 + 125	1480	37	125 + 475 + 34x700 + 475 + 125

Таблица 4.9

№	Клас на линията	Дължина на звената, m	Криви с R<650 m			Криви с R≥650 m		
			Брой на траверсите		Разстояние между траверсите в звеното, mm	Брой на траверсите		Разстояние между траверсите в звеното, mm
			в 1 km	в 1 звено		в 1 km	в 1 звено	
1	1 до 4	36	1750	63	280 + 530 + 60x573 + 530 + 280	1639	59	280 + 500 + 56x615 + 500 + 280
2	1 до 4	30	1767	53	280 + 470 + 50x570 + 470 + 280	1633	49	280 + 575 + 46x615 + 575 + 280
3	1 до 4	25	1760	44	280 + 535 + 41x570 + 535 + 280	1640	41	280 + 535 + 38x615 + 535 + 280
4	1 до 4	36	1722	62	280 + 433 + 59x586 + 433 + 280	1611	58	280 + 395 + 55x630 + 395 + 280
5	1 до 4	30	1733	52	280 + 510 + 49x580 + 510 + 280	1600	48	280 + 545 + 45x630 + 545 + 280
6	1 до 4	25	1720	43	280 + 520 + 40x585 + 520 + 280	1600	40	280 + 565 + 37x630 + 565 + 280
7	5	36	1556	56	280 + 495 + 53x650 + 495 + 280	1556	56	280 + 495 + 53x650 + 495 + 280
8	5	30	1567	47	280 + 530 + 44x645 + 530 + 280	1567	47	280 + 530 + 44x645 + 530 + 280
9	5	25	1560	39	280 + 610 + 36x645 + 610 + 280	1560	39	280 + 610 + 36x645 + 610 + 280
10	6	36	1472	53	280 + 595 + 50x685 + 595 + 280	1472	53	280 + 595 + 50x685 + 595 + 280
11	6	30	1467	44	280 + 575 + 41x690 + 575 + 280	1467	44	280 + 575 + 41x690 + 575 + 280
12	6	25	1480	37	280 + 660 + 34x680 + 660 + 280	1480	37	280 + 660 + 34x680 + 660 + 280

Забележки:

1. Разпределението на траверсите по точки 1, 2 и 3 на таблица 4.8 и таблица 4.9 се използва за наставов релсов път в тунели.
2. Безнаставов релсов път се полага по участъци с 1680 (min 1600) траверси в един километър (максимално разстояние между осите на траверсите 59,6 cm) в правите участъци и в криви с радиус над 650 m, и с 1800 (min 1720) траверси в един километър път (максимално разстояние между осите на траверсите 55,6 cm) в криви с радиус, равен или по-малък от 650 m.
3. Максималното разстояние между мостовите траверси на открити стоманени мостове и водостоци за прави и криви участъци не трябва да бъде по-голямо от 570 mm, като първото междутраверсие при незаварени релсови настави не трябва да бъде по-голямо от 520 mm.
4. Разстоянието между траверсите при полагането им е с точност ± 5 mm.
5. В резултат на експлоатацията се допускат отклонения в разстоянието между траверсите до ± 20 mm, а в гарови коловози с изключение на текущия път до ± 100 mm.

4.8. Вертикално закръгляване на чупките на наклона по надлъжния профил

Преминаването от един наклон на надлъжния профил към друг наклон се извършва чрез вертикално закръгляване на чупката на двата срецащи се наклона с помощта на вертикална крива. При железопътните линии за скорост до 130 km/h радиусът на вертикалната крива е 10000 m, а за скорост над 130 km/h - 15000 m. При съединителни линии и товаро-разтоварни фронтове, радиусът на вертикалната крива е 5000 m.

По изключение, при реперирание на съществуващи жп линии, с разрешение на Поделение ЖПС при ДП НКЖИ, при трудни теренни условия, се допуска и по-малък радиус. В никакъв случай обаче този радиус не бива да бъде по-малък от:

$$R_0 = 2000 \text{ m за } V_{\text{пр}} \leq 65 \text{ km/h;}$$

$$R_0 = 700 + 20 \cdot V_{\text{пр}} \text{ за } 120 > V > 65 \text{ km/h.}$$

Закръгление не се налага, когато алгебричната разлика между двата следващи един след друг наклони е по-малка от 3 ‰, когато се изчисляват само коти на земното платно. Вертикалните криви трябва да се разполагат извън преходните криви (преходите на надвишение), както и извън мостове и водостоци без баластово легло, обръщатели, трансбордьори, вагонни кантари и железопътни стрелки, като свършват по възможност на 20 m и най-малко на 6 m от тях. В новостроящи се разпределителни гари най-малкият радиус на вертикалните криви при съседни наклони на гърбицата е:

- 350 m при качващи и слизащи наклони;

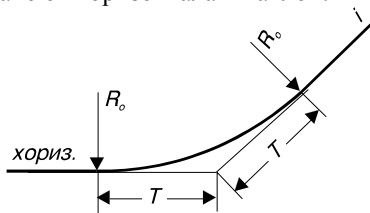
- 250 m при следващи се наклони на стръмната част;

- $R_0 \geq 200$ m за съществуващи гърбици.

Положението на кривите на закръгления в план и профил се фиксира с постоянни знаци (репери), по които се поддържа железния път. На чупките на наклона по надлъжния профил се поставят наклоноуказатели.

4.8.1 Изчисляване на елементите на закръгляващата крива на чупките на наклона по надлъжния профил

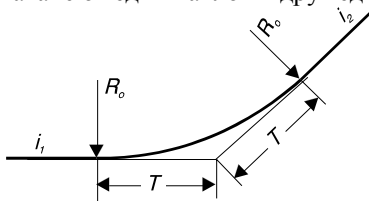
а) Премаване от хоризонтала в наклон.



Черт. 4.5

$$T = \frac{R_0}{2000} \cdot i \quad (4.2)$$

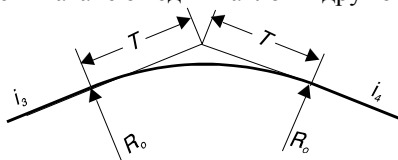
б) Премаване от един наклон в друг еднопосочен наклон.



Черт. 4.6

$$T = \frac{R_0}{2000} \cdot (i_2 - i_1) \quad (4.3)$$

в) Премаване от един наклон в друг обратен наклон.



Черт. 4.7

$$T = \frac{R_0}{2000} \cdot (i_1 + i_2), \quad (4.4)$$

където:

R_0 - радиус на закръгляване, m;

T - тангента, m;

i - надлъжен наклон, ‰.

Ординатите на кривата на закръгляване и в трите случая се изчисляват по формулата:

$$y = \frac{x^2}{2.R_0} \text{ (квадратна парабола),} \quad (4.5)$$

където:

y - ордината на кривата за дадена точка, m;

x - разстояние от начало крива до дадена точка, m.

Ординатата y_c в средата на кривата е:

$$\text{при } x=T, \quad y_c = \frac{T^2}{2.R_0}.$$

Ако закръглящата крива от началото до средата на закръгляването се раздели на n равни части, то ординатата в произволна точка a е равна на:

$$y_a = \frac{a^2}{n^2} y_c \quad (4.6)$$

За изчисляване на y и y_c в милиметри при запазване на x , T и R_0 в метри формулите за y и y_c добиват следния вид:

$$y=500 \frac{x^2}{R_0}, \text{ респ. } y_c=500 \frac{T^2}{R_0}, \text{ mm.}$$

Стойностите на елементите на вертикалните криви за различни радиуси са дадени в таблица 4.10.

Таблица 4.10

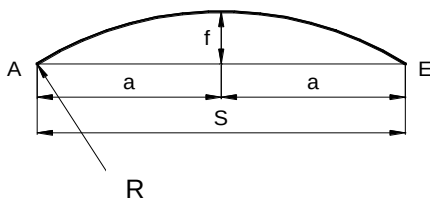
Наклон ΔI	Радиус, m											
	2000		3000		4000		5000		10000		15000	
	T(m)	y (mm)	T(m)	y (mm)	T(m)	y (mm)	T(m)	y (mm)	T(m)	y (mm)	T(m)	y (mm)
1	1,00	-	1,50	-	2,00	1	2,50	1	5,00	1	7,50	2
2	2,00	1	3,00	2	4,00	2	5,00	3	10,00	5	15,50	8
3	3,00	2	4,50	3	6,00	5	7,50	6	15,00	11	22,50	17
4	4,00	4	6,00	6	8,00	8	10,00	10	20,00	20	30,00	30
5	5,00	6	7,50	9	10,00	13	12,50	16	25,00	31	37,50	47
6	6,00	9	9,00	14	12,00	18	15,00	23	30,00	45	45,00	68
7	7,00	12	10,50	18	14,00	25	17,50	31	35,00	61	52,50	92
8	8,00	16	12,00	24	16,00	32	20,00	40	40,00	80	60,00	120
9	9,00	20	13,50	30	18,00	41	22,50	51	45,00	101	67,50	152
10	10,00	25	15,00	38	20,00	55	25,00	63	50,00	125	75,00	188
11	11,00	30	16,50	45	22,00	61	27,50	76	55,00	151	82,50	227
12	12,00	36	18,00	54	24,00	72	30,00	90	60,00	180	90,00	270
13	13,00	42	19,50	63	26,00	86	32,50	106	65,00	211	97,50	317
14	14,00	49	21,00	74	28,00	98	35,00	123	70,00	245	105,00	368
15	15,00	56	22,50	84	30,00	113	37,50	141	75,00	281	112,50	422

4.9 Норми за оправяне на железния път в план (прави и криви)

Положението на железния път в план и профил се фиксира посредством постоянни репери. Вследствие на експлоатацията железния път променя своето положение и трябва периодично чрез текущо поддържани или ремонти да се привежда на репер.

Железният път в план се оправя, чрез изместване до тогава, докато оста му се разположи на предписаното разстояние от репера.

В случаи, когато липсват репери, положението на железния път в план се контролира и оценява с т.н. флешови разлики. Измерването на флешовете става в средата на хорди с дължина 10 m или 20 m на 14 mm под повърхнината на търкаляне на релсите, от вътрешната страна на външната релса по цялата крива и на 50 m в прилежащите прави (чертеж 4.8).



Черт. 4.8

Хорда с дължина 10 m се използва за измерване на флешове в криви с $R \leq 300$ m, а с дължина 20 m – в криви с $R > 300$ m. Оценката на състоянието на дадена крива с помощта на флешовите разлики се основава на обстоятелството, че на всяка големина на флеша съответства определен размер на радиуса на кривата по формулата:

$$R = \frac{a^2}{2f}, \quad (4.7)$$

където:

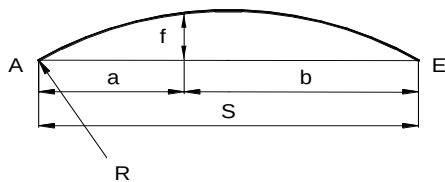
a – половин дължина на хордата S, mm;

f – измерения флеш, mm.

Размерът на теоретичния флеш в кръговата крива при $a = b = \frac{S}{2}$

(чертеж 4.8) и $a \neq b$ (чертеж 4.9) се дава с формулите:

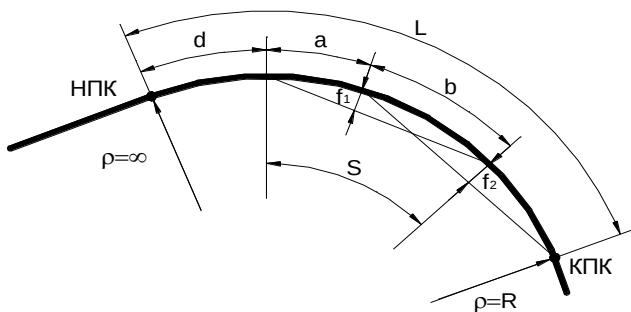
$$f = \frac{a^2}{2R} = \frac{S^2}{8R}; \quad f = \frac{a.b}{2R} \quad (4.8)$$



Черт. 4.9

В преходна крива (чертеж 4.10) при $a = b$ и при $a \neq b$ тази връзка е:

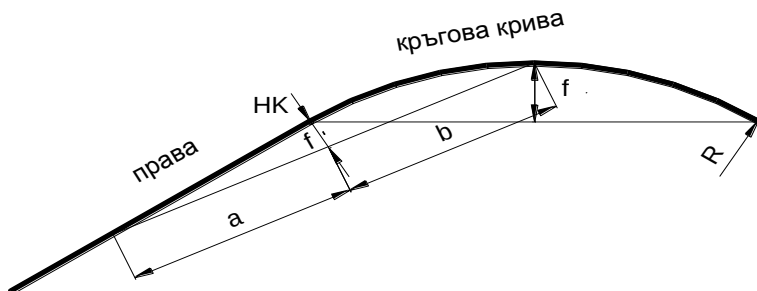
$$f = \frac{a^2}{2LR}(d+a); \quad f = \frac{a.b}{6LR}(3d+2a+b) \quad (4.9)$$



Черт. 4.10

Размерът на теоретичния флеш при преминаване от права в крива без преходна крива (чертеж 4.11) в НК при $a = b$ и при $a \neq b$ е:

$$f = \frac{a^2}{4R}; \quad f = \frac{a.b^2}{2R(a+b)} \quad (4.10)$$



Черт. 4.11

При преминаване от права в крива без преходна крива за скорости до 40 km/h, допустимата флешова разлика между флешовете в НК и в кръговата крива се определя по формулата:

$$\Delta f = 0,5 \frac{a^2}{2R} \pm 5mm \quad (4.11)$$

Флешовата разлика в две съседни точки за кръговата крива се определя по формулата:

$$\Delta f = |f_1 - f_2|, \quad (4.12)$$

където:

f_1 и f_2 са измерени съседни флешове, mm.

При определяне на флешовата разлика се използва абсолютната стойност на измерените флешове, без да се взима под внимание знака.

Флешовата разлика за преходни криви се получава по формулата:

$$\Delta f = \left| f_1 - f_2 - f_t \cdot \frac{a}{l} \right|, \quad (4.13)$$

където:

f_1 и f_2 - измерени съседни флешове, mm;

$f_t \cdot \frac{a}{l}$ - теоретично нарастване на флеша между две съседни точки, mm;

f_t - изчислен теоретичен флеш на кръговата крива, mm;

a - половин дължина на хордата, mm;

l - дължина на преходната крива, mm.

Диаграмата на измерените флешове се построява, като по абсцисната ос се нанасят точките на измерванията, а като ординати се нанасят измерените флешове. В правите участъци на железния път се допуска сумата от

срещуположни отклонения при хорда 10 m да не надхвърля 4 mm при скорости по-високи от 120 km/h. Независимо от категориите на линиите граничната стойност на тази сума е 8 mm. При скорости от 80 km/h до 120 km/h, тази стойност е 6 mm при хора 10 m. При линии от 5 и 6 клас, тази стойност е 8 mm при същите условия. Допустимите флешови разлики в mm са дадени в таблица 4.11.

Таблица 4.11

Скорост km/h	Приемане при ремонт и ново строителство		Начало на текущото поддържане		Гранично допустими	
	Δf_{10}	Δf_{20}	Δf_{10}	Δf_{20}	Δf_{10}	Δf_{20}
$120 < V$	1	2	3	6	10	20
$80 < V \leq 120$	1	2	4	8	14	28
$60 < v \leq 80$	2	4	6	10	15	31
$60 \leq v$	5	10	16	32	24	48

Забележка:

Допустимите флешови разлики се отнасят за кръгови криви и прилежащите им преходни криви.

При приемане на работите по текущо поддържане допустимите флешови разлики са 4 mm при хорда 20 m и 2 mm при хорда 10 m, независимо от скоростта.

При използване на релси втора употреба за ново строителство и ремонти, по изключение и с разрешение на Поделение ЖПС при ДП НКЖИ, се допускат по-големи флешови разлики от посочените в таблицата.

4.10. Репериране на железния път

Железния път се шенира и реперира съгласно „Инструкция за шенаж и репераж на железния път” на ДП НКЖИ.

4.10.1 Репери на железния път

Реперите са постоянни (трайни) знаци, с които се определя и проверява проектното положение на железния път в план и профил, чрез хоризонталното разстояние до точка от външен ръб на глава релса и чрез превишението до точка от водещата релсова нишка. Реперите се изработват по проект, утвърден от Поделение ЖПС на ДП НКЖИ и биват земни и вградени в съоръжения в близост до железния път.

Реперите се поставят във всички главни точки на железния път и се координират в системата на изграждения за нуждите на реперирането в междугарията опорен полигон и опорната мрежа в района на гарите с точност ± 5 mm. Определя се надморската им височина, спрямо Балтийската височинна система с точност ± 5 mm за двойно пронивелирано разстояние.

Реперите се поставят в правите участъци на разстояние не по-голямо от 100 m, в кръговите криви с $R > 350$ m през 60 m, а в криви с $R < 350$ m – през 20 m. Отстоянието на реперите от оста на железния път е съгласно Инструкция за шенаж и репераж на железния път.

4.10.2 Използване на реперите за проверка на проектното положение на железния път или за измествания в профил

Извършва се с геодезически инструменти (нивелир и лата), с които се проверява превишението до срещуположни на репера точки от водещата релса, както и проверка на напречното ниво.

Реперите служат също така за проверка на надлъжната настройка по време на работа на подбивните машини, чрез сравняване на зададеното повдигане с действителното, получено след преминаването им.

4.10.3 Използване на реперите за проверка на проектното положение на железния път или за измествания в план

Извършва се чрез проверка на хоризонталното разстояние с подходящ инструмент (ролетка) от репера до точка от външен ръб на глава релса.

Реперите служат и за проверка на настройката на рукащата измервателна система на подбивните машини по време на работа, чрез сравняване на зададеното изместване с полученото, след преминаването им.

4.11. Необходимо количество баласт в 1 km железен път

4.11.1 В прав еднопътен електрифициран участък за скорост от 100 до 140 km/h в насип/изкоп

Напречното сечение на баластовата призма заедно с траверсите е $F=2,774 \text{ m}^2$.

Баластът за 1 km железен път при спадане на траверсите за различни разстояния между тях е даден в таблица 4.12.

Таблица 4.12

Вид на траверсите	Количество баласт за 1 km железен път, m^3 , при разстояние между траверсите, cm				
	57	58	65	66	70
Дървени	2612	2616	2633	2634	2642
Стоманобетонни	2599	2603	2622	2623	2632

Забележка: Количествата баласт са изчислени теоретично, без уплътнение.

4.11.2 В жп криви на еднопътен електрифициран участък за скорост от 100 до 140 km/h в насип/изкоп

Напречното сечение на баластовата призма е $F=2,774+2,666H+1,735H^2$, m^2 .

Баластът за 1 km железен път при спадане на траверсите за различни разстояния между тях е даден в таблица 4.13.

Таблица 4.13

Вид на траверсите	F (m ²)	H (mm)	Количество баласт за 1 km железен път (куб. м) при разстояние между траверсите, cm				
			57	58	65	66	70
Дървени	2,828014	20	2666	2669	2687	2688	2696
	2,883416	40	2721	2725	2742	2743	2751
	2,940206	60	2778	2782	2799	2780	2808
	2,998384	80	2836	2840	2857	2858	2866
	3,057355	100	2895	2898	2916	2917	2925
	3,119904	120	2957	2960	2978	2979	2987
	3,181246	140	3019	3023	3040	3041	3049
Стоманобетонни	3,2129375	150	3051	3055	3072	3073	3081
	2,828014	20	2653	2657	267	2677	2686
	2,883416	40	2709	2713	273	2732	2741
	2,940206	60	2766	2769	278	2789	2798
	2,998384	80	2824	2828	284	2847	2856
	3,05735	100	2883	2887	290	2906	2915
	3,118904	120	2944	2948	296	2968	2977
	3,181246	140	3007	3011	302	3030	3039
	3,2129375	150	3038	3042	306	3062	3071

Забележки:

1. Количествата баласт са изчислени теоретично, без уплътнение.

2. За разширението на баластовата призма в кривите с 10 cm е необходимо допълнително количество баласт, което се изчислява по формулата:

$$V_{\text{доп}} = 56 + 0,217H, \text{ m}^3/\text{km},$$

където: H - надвишение, mm.

4.11.3 В прав двупътен електрифициран участък за скорост от 140 до 200 km/h в насип/изкоп

Напречното сечение на баластовата призма е $F = 3,997 \text{ m}^2$

Баластът за 1 km железен път при спадане на траверсите за различни разстояния между тях е даден в таблица 4.14.

Таблица 4.14

Вид на траверсите	Количество баласт за 1 km железен път, куб. м., при разстояние между траверсите, cm				
	57	58	65	66	70
Дървени	3828	3832	3850	3851	3860
Стоманобетонни	3822	3826	3845	3846	3855

Забележка: Количествата баласт са изчислени теоретично, без уплътнение.

4.11.4 В жп криви на двупътен електрифициран участък за скорост от 140 до 200 km/h в насип/изкоп

Напречното сечение на баластовата призма е:

$$F = 3,997 + 1,228H - 0,291H^2, \text{ m}^2.$$

Баластът за 1 km железен път при спадане на траверсите за различни разстояния между тях е даден в таблица 4.15.

Таблица 4.15

Вид на траверсите	F (m ²)	H (mm)	Количество баласт за 1 km железен път (куб. м) при разстояние между траверсите, cm				
			57	58	65	66	70
Дървени траверси външен коловоз	3,591436	20	1788	1790	1798	1799	1801
	3,6156544	40	1803	1805	1813	1814	1816
	3,6396324	60	1817	1819	1827	1828	1830
	3,6633776	80	1832	1834	1842	1843	1845
	3,68689	100	1846	1849	1858	1859	1860
	3,710166	120	1860	1862	1871	1872	1873
	3,7332164	140	1874	1876	1885	1886	1888
Дървени вътрешен коловоз	3,7446525	150	1882	1884	1892	1893	1894
	3,591436	20	1785	1787	1796	1797	1801
	3,6156544	40	1799	1801	1810	1791	1816
	3,6396324	60	1814	1816	1825	1816	1830
	3,6633776	80	1828	1830	1839	1820	1845
	3,68689	100	1844	1846	1855	1836	1860
	3,710166	120	1857	1859	1868	1859	1873
Стоманобетонни външен коловоз	3,7332164	140	1871	1873	1882	1863	1887
	3,7446525	150	1878	1880	1884	1884	1889
	3,591436	20	1641	1642	1651	1652	1654
	3,6156544	40	1656	1658	1667	1667	1669
	3,6396324	60	1671	1673	1681	1682	1684
	3,6633776	80	1687	1688	1697	1698	1700
	3,68689	100	1702	1705	1713	1714	1716
Стоманобетонни външен коловоз	3,710166	120	1716	1718	1726	1717	1729
	3,7332164	140	1731	1733	1742	1743	1745
	3,7446525	150	1739	1741	1749	1750	1752
	3,591436	20	1637	1640	1648	1649	1654
	3,6156544	40	1653	1655	1664	1665	1669
	3,6396324	60	1668	1670	1679	1670	1684
	3,6633776	80	1683	1685	1694	1695	1700
Дървени траверси вътрешен и външен коловоз	3,68689	100	1700	1702	1710	1711	1716
	3,710166	120	1713	1715	1724	1725	1729
	3,7332164	140	1728	1730	1739	1730	1744
	3,7446525	150	1735	1737	1741	1742	1746
	3,591436	20	3423	3426	3444	3445	3449
	3,6156544	40	3447	3451	3468	3469	3473
	3,6396324	60	3471	3475	3492	3493	3497
Стоманобетонни вътрешен и външен коловоз	3,6633776	80	3495	3498	3516	3517	3521
	3,68689	100	3518	3524	3542	3543	3546
	3,710166	120	3541	3545	3563	3564	3567
	3,7332164	140	3564	3568	3586	3587	3591
	3,7446525	150	3576	3580	3597	3598	3602
	3,591436	20	3416	3420	3439	3430	3449
	3,6156544	40	3440	3444	3463	3464	3473
Стоманобетонни вътрешен и външен коловоз	3,6396324	60	3464	3468	3487	3488	3497
	3,6633776	80	3488	3492	3511	3512	3521
	3,68689	100	3514	3518	3536	3537	3546
	3,710166	120	3535	3539	3557	3558	3577
	3,7332164	140	3558	3562	3580	3581	3590
	3,7446525	150	3569	3573	3581	3582	3591

Забележки:

1. Количествата баласт са изчислени теоретично, без уплътнение.
2. За разширението на баластовата призма в кривите с 10 cm е необходимо допълнително количество баласт, което се изчислява по формулата:
 $V_{\text{доп}} = 74 + 0,130H, \text{ m}^3/\text{km}$ - външен коловоз
 $V_{\text{доп}} = 166H, \text{ m}^3/\text{km}$ - вътрешен коловоз, където: H - надвишение, mm.

4.11.5 В прав еднопътен неелектрифициран участък за скорост 80 km/h в насип/изкоп

Напречното сечение на баластовата призма заедно с траверсите е $F = 2,3546 \text{ m}^2$.

Баластът за 1 km железен път при спадане на траверсите за различни разстояния между тях е даден в таблица 4.16.

Таблица 4.16

Вид на траверсите	Количество баласт за 1 km железен път, m ³ , при разстояние между траверсите, (cm)				
	57	58	65	66	70
Дървени	2193	2196	22213	2214	2223
Стоманобетонни	2180	2184	2202	2203	2212

Забележка: Количествата баласт са изчислени теоретично, без уплътнение.

4.11.6 В жп криви на еднопътен неелектрифициран участък за скорост 80 km/h в насип/изкоп

Напречното сечение на баластовата призма е:

$$F = 2,354 + 2,666H + 1,735H^2, \text{ m}^2.$$

Баластът за 1 km железен път при спадане на траверсите за различни разстояния между тях е даден в таблица 4.17.

Таблица 4.17

Вид на траверсите	F (m ²)	H (mm)	Количество баласт за 1 km железен път (куб.м) при разстояние между траверсите, (cm)				
			57	58	65	66	70
Дървени	2,408614	20	2247	2250	2267	2268	2277
	2,464016	40	2302	2306	2323	2324	2332
	2,520806	60	2359	2362	2380	2381	2389
	2,57894	80	2417	2421	2438	2439	2447
	2,63855	100	2478	2480	2497	2498	2507
	2,699504	120	2538	2541	2558	2559	2568
	2,761846	140	2600	2603	2620	2621	2630
Стоманобетонни	2,7935375	150	2632	2635	2652	2653	2662
	2,408614	20	2234	2238	2256	2257	2266
	2,464016	40	2289	2293	2212	2213	2322
	2,520806	60	2346	2350	2368	2369	2379
	2,57894	80	2404	2408	2427	2428	2437
	2,63855	100	2464	2468	2486	2487	2496
	2,699504	120	2525	2529	2547	2548	2557
	2,761846	140	2587	2591	2510	2511	2620
	2,7935375	150	2619	2623	2641	2642	2651

Забележки:

1. Количествата баласт са изчислени теоретично, без уплътнение.
2. За разширението на баластовата призма в кривите с 10 cm е необходимо допълнително количество баласт, което се изчислява по формулата:
 $V_{\text{доп}} = 56 + 0,217H$, m³/km, където: H - надвишение, mm.

4.12. Необходими материали за 1 km железен път

НЕОБХОДИМИ МАТЕРИАЛИ ЗА 1 km НАСТАВОВ РЕЛСОВ ПЪТ НА
ДЪРВЕНИ ТРАВЕРСИ С РЕБРОВИ ПОДЛОЖКИ С ТРИ ОТВОРА,
СТЕГАТЕЛНИ ПЛОЧКИ И РЕЛСИ С ДЪЛЖИНА 25 m

Таблица 4.18

№	Материали	300 < R < 650, m			R над 650, m		
		Т р а в е р с о в а с к а р а , бр/km					
		1480	1560	1760	1480	1560	1640
1.	Релси 25 m	80	80	80	80	80	80
2.	Траверси единични	1400	1480	1680	1400	1480	1560
3.	Траверси двойни	40	40	40	40	40	40
4.	Подложки реброви двойни	80	80	80	80	80	80
5.	Подложки реброви единични	2800	2960	3360	2800	2960	3120
6.	Връзки с 4 отвора	160	160	160	160	160	160
7.	Болтове за връзки	320	320	320	320	320	320
8.	Гайки за връзки	320	320	320	320	320	320
9.	Шайби пружинни за връзки	320	320	320	320	320	320
10.	Малки подложки	2960	3120	3520	2960	3120	3520
11.	Скоби притискащи	5920	6240	7040	5920	6240	7040
12.	Болтове за скоби притисдкащи	5920	6240	7040	5920	6240	7040
13.	Гайки за скоби притискащи	5920	6240	7040	5920	6240	7040
14.	Тирфони	8880	9360	10560	8880	9360	10560
15.	Шайби пружинни	14800	15600	17600	14800	15600	17600
	- за скоби притискащи	5920	6240	7040	5920	6240	7240
	- за тирфони	8880	9360	10560	8880	9360	10560
16.	Болтове за вдвоени траверси	80	80	80	80	80	80
17.	Гайки за болтове за сдвоени траверси	160	160	160	160	160	160
18.	Шайби за вдвоени траверси	160	160	160	160	160	160
19.	Шайби пружинни за болтове за вдвоени траверси	160	160	160	160	160	160

**НЕОБХОДИМИ МАТЕРИАЛИ ЗА 1 km НАСТАВОВ РЕЛСОВ ПЪТ НА
ДЪРВЕНИ ТРАВЕРСИ С РЕБРОВИ ПОДЛОЖКИ С ТРИ ОТВОРА, SKL-12 И
РЕЛСИ С ДЪЛЖИНА 25 m**

Таблица 4.19

№	Материали	300 < R < 650, m			R над 650, m		
		Т р а в е р с о в а с к а р а, бр/km					
		1480	1560	1760	1480	1560	1640
1.	Релси 25 m	80	80	80	80	80	80
2.	Траверси единични	1400	1480	1680	1400	1480	1560
3.	Траверси двойни	40	40	40	40	40	40
4.	Подложки реброви двойни	80	80	80	80	80	80
5.	Подложки реброви единични	2800	2960	3360	2800	2960	3120
6.	Връзки с 4 отвора	160	160	160	160	160	160
7.	Болтове за връзки	320	320	320	320	320	320
8.	Гайки за връзки	320	320	320	320	320	320
9.	Шайби пружинни за връзки	320	320	320	320	320	320
10.	Малки подложки	2960	3120	3520	2960	3120	3520
11.	SKL-12	5920	6240	7040	5920	6240	7040
12.	Болтове за SKL-12	5920	6240	7040	5920	6240	7040
13.	Гайки за SKL-12	5920	6240	7040	5920	6240	7040
14.	Шайби за SKL-12	5920	6240	7040	5920	6240	7040
15.	Тирфони	8880	9360	10560	8880	9360	10560
16.	Шайби пружинни за тирфони	8880	9360	10560	8880	9360	10560
17.	Болтове за сдвоени траверси	80	80	80	80	80	80
18.	Гайки за болтове за сдвоени траверси	160	160	160	160	160	160
19.	Шайби за сдвоен траверси	160	160	160	160	160	160
20.	Шайби пружинни за болтове за сдвоени траверси	160	160	160	160	160	160

НЕОБХОДИМИ МАТЕРИАЛИ ЗА 1 km НАСТАВОВ РЕЛСОВ ПЪТ НА
ДЪРВЕНИ ТРАВЕРСИ С РЕБРОВИ ПОДЛОЖКИ С ЧЕТИРИ ОТВОРА,
СТЕГАТЕЛНИ ПЛОЧКИ И РЕЛСИ С ДЪЛЖИНА 25 m

Таблица 4.20

№	Материали	R < 300, m		
		Траверсова скара, бр/km		
		1480	1560	1760
1.	Релси 25 m	80	80	80
2.	Траверси единични	1400	1480	1680
3.	Траверси двойни	40	40	40
4.	Подложки реброви двойни	80	80	80
5.	Подложки реброви единични	2800	2960	3360
6.	Връзки с 4 отвора	160	160	160
7.	Болтове за връзки	320	320	320
8.	Гайки за връзки	320	320	320
9.	Шайби пружинни за връзки	320	320	320
10.	Малки подложки	2960	3120	3520
11.	Скоби притискащи	5920	6240	7040
12.	Болтове за скоби притискащи	5920	6240	7040
13.	Гайки за скоби притискащи	5920	6240	7040
14.	Тирфони	11680	12320	13920
15.	Шайби пружинни за връзки	17600	18560	20960
	-скоби протискащи	5920	6240	7040
	- за тирфони	11680	12320	13920
16.	Болтове за сдвоени траверси	80	80	80
17.	Гайки за болтове за сдвоени траверси	160	160	160
18.	Шайби за сдвоени траверси	160	160	160
19.	Шайби пружинни за болтове за сдвоени траверси	160	160	160

**НЕОБХОДИМИ МАТЕРИАЛИ ЗА 1 km НАСТАВОВ РЕЛСОВ ПЪТ НА
ДЪРВЕНИ ТРАВЕРСИ С РЕБРОВИ ПОДЛОЖКИ С ЧЕТИРИ ОТВОРА, SKL-12
И РЕЛСИ С ДЪЛЖИНА 25 m**

Таблица 4.21

№	Материали	R < 300, m		
		Траверсова скара, бр/km		
		1480	1560	1760
1	Релси 25 m	80	80	80
2	Траверси единични	1400	1480	1680
3	Траверси двойни	40	40	40
4	Подложки реброви двойни	80	80	80
5	Подложки реброви единични	2800	2960	3360
6	Връзки с 4 отвора	160	160	160
7	Болтове за връзки	320	320	320
8	Гайки за връзки	320	320	320
9	Шайби пружинни за връзки	320	320	320
10	Малки подложки	2960	3120	3520
11	SKL-12	5920	6240	7040
12	Болтове за SKL-12	5920	6240	7040
13	Гайки за SKL-12	5920	6240	7040
14	Шайби за SKL-12	5920	6240	7040
15	Тирфони	11680	12320	13920
16	Шайби пружинни за тирфони	11680	12320	13920
17	Болтове за сдвоени траверси	80	80	80
18	Гайки за болтове за сдвоени траверси	160	160	160
19	Шайби за сдвоени траверси	160	160	160
20	Шайби пружинни за болтове за сдвоени траверси	160	160	160

**НЕОБХОДИМИ МАТЕРИАЛИ ЗА 1 km НАСТАВОВ РЕЛСОВ ПЪТ НА
СТОМАНОБЕТОННИ ТРАВЕРСИ СТ-4Т С РЕБРОВИ ПОДЛОЖКИ С ЧЕТИРИ
ОТВОРА, СТЕГАТЕЛНИ ПЛОЧКИ И РЕЛСИ С ДЪЛЖИНА 25 m**

Таблица 4.22

№	Материали	R до 650, m		
		Т ра в е р с о в а с к а р а, бр/km		
		1480	1560	1760
1	Релси 25 m	80	80	80
2	Траверси единични	1400	1480	1680
3	Траверси двойни	40	40	40
4	Подложки реброви двойни	80	80	80
5	Подложки реброви единични	2800	2960	3360
6	Връзки с 4 отвора	160	160	160
7	Болтове за връзки	320	320	320
8	Гайки за връзки	320	320	320
9	Шайби пружинни за връзки	320	320	320
10	Малки подложки	2800	3120	3520
11	Големи подложки	2800	3120	3520
12	Скоби притискащи	5920	6240	7040
13	Болтове за скоби притискащи	5920	6240	7040
14	Гайки за скоби притискащи	5920	6240	7040
15	Тирфони	11680	12320	13920
16	Шайби пружинни	17600	18560	20960
	- за тирфони	11680	12320	13920
	- за стегателни плочки	5920	6240	7040
17	Болтове за сдвоени траверси	80	80	80
18	Гайки за шпилки за двойни траверси	160	160	160
19	Шайби за сдвоени траверси	160	160	160
20	Подложки за сдвоени траверси	160	160	160
21	Шайби пружинни за болтове за сдвоени траверси	160	160	160

**НЕОБХОДИМИ МАТЕРИАЛИ ЗА 1 km НАСТАВОВ РЕЛСОВ ПЪТ НА
СТОМАНОБЕТОННИ ТРАВЕРСИ СТ-4Т С РЕБРОВИ ПОДЛОЖКИ С ЧЕТИРИ
ОТВОРА, SKL-12 И РЕЛСИ С ДЪЛЖИНА 25 m**

Таблица 4.23

№	Материали	R до 650, m		
		Т ра в е р с о в а с к а р а, бр/km		
		1480	1560	1760
1	Релси 25 m	80	80	80
2	Траверси единични	1400	1480	1680
3	Траверси двойни	40	40	40
4	Подложки реброви двойни	80	80	80
5	Подложки реброви единични	2800	2960	3360
6	Връзки с 4 отвора	160	160	160
7	Болтове за връзки	320	320	320
8	Гайки за връзки	320	320	320
9	Шайби пружинни за връзки	320	320	320
10	Малки подложки	2800	3120	3520
11	Големи подложки	2800	3120	3520
12	SKL-12	5920	6240	7040
13	Болтове за SKL-12	5920	6240	7040
14	Гайки за SKL-12	5920	6240	7040
15	Шайби за SKL-12	5920	6240	7040
16	Тирфони	11680	12320	13920
17	Шайби пружинни за тирфони	11680	12320	13920
18	Болтове за сдвоени траверси	80	80	80
19	Гайки за болтове за сдвоени траверси	160	160	160
20	Шайби за сдвоени траверси	160	160	160
21	Подложки за сдвоени траверси	160	160	160
22	Шайби пружинни за болтове за сдвоени траверси	160	160	160

**НЕОБХОДИМИ МАТЕРИАЛИ ЗА 1 km НАСТАВОВ РЕЛСОВ ПЪТ НА
СТОМАНОБЕТОННИ ТРАВЕРСИ СТ-4Д С РЕБРОВИ ПОДЛОЖКИ С ДВА
ОТВОРА, СТЕГАТЕЛНИ ПЛОЧКИ И РЕЛСИ С ДЪЛЖИНА 25 m**

Таблица 4.24

№	Материали	R над 650, m		
		Траверсова скара, бр/km		
		1480	1560	1640
1	Релси 25 m	80	80	80
2	Траверси единични	1400	1480	1560
3	Траверси двойни	40	40	40
4	Подложки реброви двойни	80	80	80
5	Подложки реброви единични	2800	2960	3120
6	Връзки с 4 отвора	160	160	160
7	Болтове за връзки	320	320	320
8	Гайки за връзки	320	320	320
9	Шайби пружинни за връзки	320	320	320
10	Малки подложки	2800	2960	3120
11	Големи подложки	2800	2960	3120
12	Скоби притискащи	5920	6240	6560
13	Болтове за скоби притискащи	5920	6240	6560
14	Гайки за скоби притискащи	5920	6240	6560
15	Тирфони	6080	6400	6720
16	Шайби пружинни за връзки	12000	12640	13280
	- за тирфони	6080	6400	6720
	- за стегателни плочки	5920	6240	6560
17	Болтове за сдвоени траверси	80	80	80
18	Гайки за болтове за сдвоени траверси	160	160	160
19	Шайби за сдвоени траверси	160	160	160
20	Подложки за сдвоени траверси	160	160	160
21	Шайби пружинни за болтове за сдвоени траверси	160	160	160

**НЕОБХОДИМИ МАТЕРИАЛИ ЗА 1 km НАСТАВОВ РЕЛСОВ ПЪТ НА
СТОМАНОБЕТОННИ ТРАВЕРСИ СТ-4Д С РЕБРОВИ ПОДЛОЖКИ С ДВА
ОТВОРА, SKL-12 И РЕЛСИ С ДЪЛЖИНА 25 m**

Таблица 4.25

№	Материали	R над 650, m		
		Траверсова скара, бр/km		
		1480	1560	1640
1	Релси 25 m	80	80	80
2	Траверси единични	1400	1480	1560
3	Траверси двойни	40	40	40
4	Подложки реброви двойни	80	80	80
5	Подложки реброви единични	2800	2960	3120
6	Връзки с 4 отора	160	160	160
7	Болтове за връзки	320	320	320
8	Гайки за връзки	320	320	320
9	Шайби пружинни за връзки	320	320	320
10	Малки подложки	2800	2960	3120
11	Големи подложки	2800	2960	3120
12	SKL-12	5920	6240	6560
13	Болтове за SKL-12	5920	6240	6560
14	Гайки за SKL-12	5920	6240	6560
15	Шайби за SKL-12	5920	6240	6560
16	Тирфони	6080	6400	6720
17	Шайби пружинни за тирфони	6080	6400	6720
18	Болтове за сдвоени траверси	80	80	80
19	Гайки за болтове за сдвоени траверси	160	160	160
20	Шайби за сдвоени траверси	160	160	160
21	Подложки за сдвоени траверси	160	160	160
22	Шайби пружинни за болтове за сдвоени траверси	160	160	160

**НЕОБХОДИМИ МАТЕРИАЛИ ЗА 1 km НАСТАВОВ РЕЛСОВ ПЪТ НА
СТОМАНОБЕТОННИ ТРАВЕРСИ И СКРЕПЛЕНИЕ SKL-14 СЪС
СТЕГАТЕЛНИ ПЛОЧКИ НА ДВОЙНИТЕ ТРАВЕРСИ
И РЕЛСИ С ДЪЛЖИНА 25 m И БЕЗНАСТАВОВ РЕЛСОВ ПЪТ**

Таблица 4.26

№	Материали	R < 650, m		R над 650, m	
		Т р а в е р с о в а с к а р а, бр/km			
		1760	1800 БРП	1640	1680 БРП
1	Релси 25 m	80	80	80	80
2	Траверси единични	1680	1800	1560	1680
3	Траверси двойни	40	-	40	-
4	Ъглови опорни планки Wfr 14K	6720	7200	6240	6720
5	Еластичен притискащ елемент SKL- 14	6720	7200	6240	6720
6	Междинни подложки Zw686a (Zw687a)	3360	3600	3120	3360
7	Подложки за сдвоени траверси	160	-	160	-
8	Тирфони SS 23	6720	7200	6240	6720
9	Тирфони за сдвоени траверси	480	-	480	-
10	Шайби пружинни	800	-	800	-
	- за тирфони	480	-	480	-
	- за стегателни плочки	320	-	320	-
11	Скоби притискащи	320	-	320	-
12	Болтове за скоби притискащи	320	-	320	-
13	Гайки за скоби притискащи	320	-	320	-
14	Подложки реброви двойни	160	-	160	-
15	Връзки с 4 отвора	160	-	160	-
16	Болтове за връзки	320	-	320	-
17	Гайки за връзки	320	-	320	-
18	Шайби пружинни за връзки	320	-	320	-
19	Болтове за сдвоени траверси	80	-	80	-
20	Гайки за болтове за сдвоени траверси	160	-	160	-
21	Шайби за сдвоени траверси	160	-	160	-
22	Шайби пружинни за болтове за сдвоени траверсни	160	-	160	-

**НЕОБХОДИМИ МАТЕРИАЛИ ЗА 1 km НАСТАВОВ РЕЛСОВ ПЪТ НА
СТОМАНОБЕТОННИ ТРАВЕРСИ И СКРЕПЛЕНИЕ SKL-14 СЪС SKL-12 НА
ДВОЙНИТЕ ТРАВЕРСИ И РЕЛСИ С ДЪЛЖИНА 25 m
И БЕЗНАСТАВОВ РЕЛСОВ ПЪТ**

Таблица 4.27

№	Материали	R < 650, m		R над 650, m	
		Т р а в е р с о в а с к а р а, бр/km			
		1760	1800 БРП	1640	1680 БРП
1	Релси 25 m	80	80	80	80
2	Траверси единични	1680	1800	1560	1680
3	Траверси двойни	40	-	40	-
4	Ъглови опорни планки Wfp 14K	6720	7200	6240	6720
5	Еластичен притискащ елемент SKL-14	6720	7200	6240	6720
6	Междинни подложки Zw686a (Zw687a)	3360	3600	3120	3360
7	Подложки за двойни траверси	160	-	160	-
8	Тирфони SS 23	6720	7200	6240	6720
9	Тирфони за сдвоени траверси	480	-	480	-
10	Шайби пружинни за тирфони	480	-	480	-
11	SKL-12	320	-	320	-
12	Болтове за SKL-12	320	-	320	-
13	Гайки за SKL-12	320	-	320	-
14	Шайби за SKL-12	320	-	320	-
15	Подложки реброви двойни	160	-	160	-
16	Връзки с 4 отвора	160	-	160	-
17	Болтове за връзки	320	-	320	-
18	Гайки за връзки	320	-	320	-
19	Шайби пружинни за връзки	320	-	320	-
20	Болтове за сдвоени траверси	80	-	80	-
21	Гайки за болтове за сдвоени траверси	160	-	160	-
22	Шайби за сдвоени траверси	160	-	160	-
23	Шайби пружинни за болтове за сдвоени траверси	160	-	160	-

НОРМИ И ИЗИСКВАНИЯ
ЗА ЖЕЛЕЗОПЪТНИ СТРЕЛКИ
ТИП 49 kg/m И ПО-ТЕЖКИ

ТЕХНИЧЕСКИ НОРМИ И КОНСТРУКТИВНИ ИЗИСКВАНИЯ

1. ОСНОВНИ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Термини и определения

При доставката, монтажа, експлоатацията и ремонта на железопътните стрелки е необходимо точно означаване на елементите и частите им. В **Приложение 1** са дадени специфични термини и определения, свързани със стрелките, както и геометричните размери на елементите им.

1.2 Основни характеристики на стрелките

1.2.1 Видове стрелки и коловозни съединения

Видовете стрелки и стрелкови съединения са дадени в таблица 1.

Таблица 1

Вид на стрелката и стрелковото съединение	Количество на:			Означения с:	
	кръст.	свърз. посоки	ез.	букви	схема
Обикновена					
- проста	1	2	2	СО	
- дъгова	1	2	2	СДг	
едностранна					
двустранны					
несиметрична					
симетрична					
Специални:					
- двойна	3	3	4	СДв	
едностранна					
двустранны					
- кръстовидна					
едностранна	4	3	4	СКЕ	
двустранны	4	4	8	СКДв	
Кръстолиние	4	2		К	
Коловозно съединение					
единично	2	3	4		
двойно (бретел)	8	4	8		
Изхвъргачка на обувки спирателни	1			ИОС	

Съществуват два принципно различни метода на полагане на стрелки в криви участъци от пътя.

При първия в границите на кривата се отделя прав участък за цялата стрелка, който в краищата се съединява с основната крива с т. нар. съединителна крива. Тази съединителна крива се избира така, че между нея и стрелковата крива не се поставя преходна крива. Стойността на радиуса на тази крива се определя по формулата:

$$R_c^{\min} \geq \frac{V^2 \cdot R_0}{V^2 + 4 \cdot R_0} \text{ за кошова крива,} \quad (1)$$

$$R_c^{\min} \geq \frac{V^2 \cdot R_0}{9 \cdot R_0 - V^2} \text{ за контракрива,} \quad (2)$$

където:

$R_c^{\min}$ - минимален радиус на съединителната крива;

R_0 - радиус на стрелковата крива;

V - скорост на движение през стрелката.

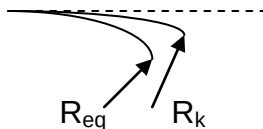
Изчислената по тази формула минимална стойност на радиуса на съединителната крива се препоръчва за главни и приемно-отправни коловози. При наличието на надвишение в съединителната крива и липса на такова в стрелката, това надвишение се развива съгласно “Техническите норми за устройство и поддържане на горното строене на нормалните жп линии”. Основната и съединителната криви се възприемат като кошова крива и за тяхното изпълнение са в сила гореспоменатите норми.

Друг начин за полагане на стрелка в крива е огъване на стрелката навън или навътре. Всички стрелки без разширение на междурелсието могат да се използват за вътрешно и външно огънати стрелки. От практическа гледна точка стрелки се огъват навън до получаване на симетрична стрелка.

Когато стрелка с радиус R_0 се полага в крива с радиус R_k и стрелката се огъва навън или навътре, новият еквивалентен радиус R_{eq} се намира по следния начин:

- за вътрешно огънати стрелки - фиг. 1

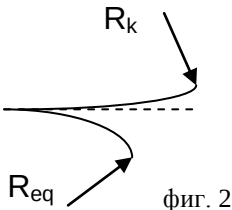
$$R_{eq} = \frac{R_k \cdot R_0}{R_k + R_0} \quad (3)$$



фиг. 1

- за външно огънати стрелки - фиг. 2.

$$R_{eq} = \frac{R_k \cdot R_0}{R_k - R_0} \quad (4)$$



фиг. 2

В таблица 2 са дадени граничните радиуси на огъване за вътрешно огънати обикновени стрелки, а в таблица 3 - за огънати кръстовидни стрелки.

Таблица 2

Вид на стрелката	Гранични радиуси (m)		Забележка
	R1	R2	
49-190-1:7			Само за обикновени стрелки и при външно огънати стрелки
49-190-1:9			
49-300-1:9	521	190	
49-500-1:12	307	190	
49-500-1:14			Не се огъва поради право сърце
49-1200-1:18.5	750	461	

Таблица 3

Вид на стрелката	Радиус на откл.к-з	Посока на огъване	Гран. радиус на огъв. на правия коловоз	Забележка
СКЕ	190	навън	750	Огъва се само навън
СКДв	190			Не се огъва
СКЕ	300	СКЕ _{вт}	750	
		СКЕ _{вн}	534	
СКДв	300		1088	
СКЕ	500	СКЕ _{вт}	500*	
		СКЕ _{вн}		
СКДв	500		500*	

Забележка: При $R \leq 750$ m с удължаване на контрарелсата.

1.2.2 Тип на стрелките

Типът на стрелките се определя от типа релса, от която са изработени - 49, 54, 60, 65 kg/m. Типът на стрелките трябва да е най-малко равен или по-висок от типа на прилежащия железен път предвид по-големите натоварвания в стрелките.;

1.2.3 Радиус на стрелките

Радиусът на стрелките се изпълнява обикновено като кръгова крива. Определянето му става от допустимото странично ускорение, което не се погасява в стрелката поради липсата на надвишение на външната релсова нишка. Използва се формулата:

$$V_{\max} = 2.91\sqrt{R_{\min}} \quad (5)$$

или

$$R_{\min} = 0.1181V_{\max}^2, \quad (6)$$

където $V_{\max}$ [km/h] е максималната допустима скорост по допустимо странично ускорение. В таблица 4 са дадени минималните радиуси на стрелките в зависимост от допустимата максимална скорост в отклонителния коловоз.

Таблица 4

Допустима скорост $V_{\max}$ (km/h)	40	50	65	100
Минимален радиус на стрелката $R_{\min}$ (m)	190	300	500	1200

На главните и приемно-отправните коловози радиусът на стрелките не трябва да бъде по-малък от 300 m. При наличие на стрелки с по-малък радиус на отклонителния коловоз, същите се запазват, като при възможност се заменят със стрелки с радиус 300 m или по-голям, а кръстовидните се изместват от главните коловози. На разпределителните, гаражни, товарно-разтоварни и промишлени коловози трябва да се използват стрелки с радиус 190 m.

В таблица 5 са дадени външните признаци, по които може да бъде определян радиусът на стрелка.

Таблица 5

Радиус на стрелката (m)	Единични траверси преди езиците (бр)	Езикови плъзгалки под единия език (бр)
190	1	9
300	2	11
500	3	14
1200	5	19

1.2.4 Отклонение на стрелките

Отклонението на стрелките е ъгълът между правата и тангентата или двете тангенти в края на стрелката и представлява отношението 1:n, което е тангенса на ъгъла. Определянето на “n” става по формулата:

$$n_{\min} \approx \sqrt{\frac{R_{\max}}{2E}}, \quad (7)$$

като се приема $E_{\min} = 1.75$ m, а “n” се закръглява на цяло число и след това отново се преизчислява разкрачването “E” по формулите:

$$E = 2R_{\max} \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2} \quad (8)$$

или

$$E = \sqrt{\frac{P^2}{n^2 + 1}}, \quad (9)$$

където “P” е разстоянието от геометричния център на стрелката до края ѝ.

Най-често срещаното отклонение на стрелките в нашата железопътна система е 1:9, но има и стрелки с отклонение 1:6, 1:7, 1:8, 1:12 и други. На стрелките на приемно-отправните коловози отклонението не трябва да бъде по-голямо от 1:9, а на останалите коловози - от 1:6.

Според посоката на отклоняване на отклонителния коловоз, гледано от началото към края на стрелката, обикновените прави стрелки са леви (Л) и десни (Д).

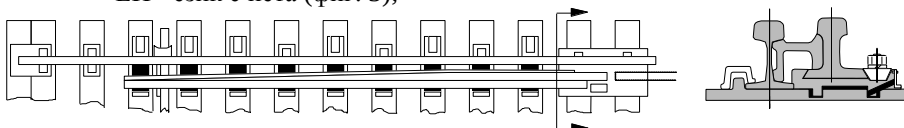
Двойните стрелки могат да бъдат лево-леви (ЛЛ), лево-десни (ЛД), дясно-леви (ДЛ) и дясно-десни (ДД), като видът им се определя от посоката на отклонение на първия отклонителен коловоз. Например дясно-лява стрелка (ДЛ) показва, че първият отклонителен коловоз е надясно, а вторият - наляво.

Видът на дъговите стрелки зависи от вида на стрелката, от която са получени и посоката на огъването ѝ и могат да са ляво-леви (ЛЛ), ляво-десни (ЛД), дясно-леви (ДЛ) и дясно-десни (ДД). Например дясно-лява стрелка (ДЛ) означава дясна стрелка, огъната наляво.

1.2.5 Видове езици за стрелки

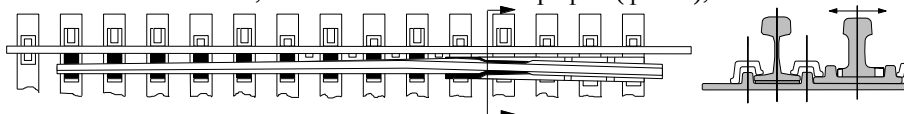
Езиците в стрелките могат да бъдат:

- ЕП - език с пета (фиг. 3);



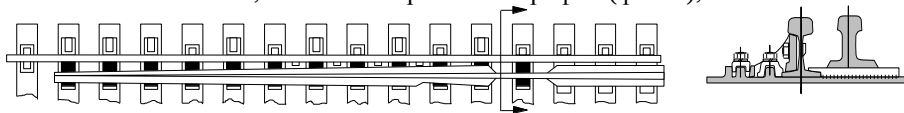
фиг. 3

- ЕЕЕП - език, еластичен в езиковия профил (фиг. 4);



фиг. 4

- ЕЕРП - език, еластичен в релсовия профил (фиг. 5);



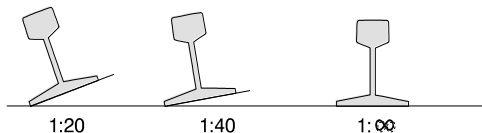
фиг. 5

- ЕЕУРП - език еластичен, от усилен релсов профил.

Означаването на езика става с две букви: първата показва посоката на отклонение на стрелката (дясна или лява), а втората разположението на езика (ляв или десен). Дъговите езици се означават с две различни букви, а правите с две еднакви. Най-често срещаното означение е с латински букви: за дясна посока - R, а за лява - L. Оттам езиците по видове са RR, RL, LR, LL. Пълното означаване на езика е RL - 1:9 - 300 т.е ляв език за дясна стрелка с отклонение 1:9 и радиус 300 m.

1.2.6 Наклон на релсите в стрелките

Настоящите конструкции стрелки са без наклон на релсите към оста на пътя. За да се натоварват центрично от коничните бандажи на колелата, релсите на стрелките могат да имат наклон 1:20 или 1:40, както в обикновения железен път (фиг. 6).



фиг. 6

1.2.7 Означаване на стрелките

Означението на стрелките е необходимо за правилна доставка на цялото изделие или части от него и затова при означаването се използват основните характеристики на стрелката:

- вид;
- вид на траверсова скара;
- тип на релсите;
- ъгъл на отклонение;
- радиус;
- посока на отклоняване на стрелката;
- вид на езици;
- наклон на релсите в стрелката.

Пълното означение е например: СО - Д - 49 - 1:9 - 300 - Д - ЕЕРП - 1:∞, т.е стрелка обикновена, на дървени траверси, релси тип 49 kg/m, отклонение 1:9, радиус 300 m, дясна, с еластични езици в релсовия профил, без наклон на релсите.

1.3 Допустими максимални скорости в стрелките

1.3.1 Допустима скорост в правия коловоз

Допустимата максимална скорост в стрелките в правия коловоз се определя от носимоспособността на типа релса, възникващите в тях напрежения, от конструктивното устройство на стрелката и техническите спецификации на производителя (таблица 6).

Кръстовидните стрелки тип S 49 се преминават по правия коловоз със скорост до 90 km/h, по конструктивни причини.

Таблица 6

Тип на стрелката [kg/m]	49	54	60
Допустима скорост [km/h]	<120	<160	>160

Забележка: При стрелки R 190 m на дървени траверси, произведени преди 2000 г. скоростта по правия коловоз се ограничава до 100 km/h, поради конструктивни особености на контрарелсата на стрелката.

Тези скорости на движение се отнасят за стрелки с износване в пределите на допустимото. Обаче не са изключени случаи, когато в железния път износването на раменните релси, езиците, роговите релси и сърцето е по-голямо от допустимото. За осигуряване на безопасността на движение по износените елементи е необходимо да се намалят допустимите скорости (таблицы 7 и 8).

Таблица 7

Тип на стрелката	Вертикално износване на раменните релси и езиците (mm)					
	<4.0	4.1-5.0	5.1-6.0	6.1-7.0	7.1-8.0	8.1-9.0
49 kg/m	120	115	110	110	100	50
над 49 kg/m	>120		120	115	100	60
						50

Таблица 8

Тип на стрелката	Вертикално износване на кръстовината (mm)					
	<5.0	5.1-6.0	6.1-8.0	8.1-10.0	10.1-12.0	12.1-14.0
49 kg/m	120	100	70	60	40	
над 49 kg/m	>120	100	80	70	50	25

1.3.2 Допустима скорост в отклонителния коловоз

Допустимата скорост на преминаване през отклонителния коловоз се определя от условието непогасеното странично ускорение да е по-малко или най-много равно на допустимото т.е $a_c < a_{\text{доп}} = 0.65 \text{ m/sec}^2$ и оттам $V_{\text{max}} = 2.91\sqrt{R}$ (km/h), където R е радиусът на стрелковата крива. Скоростите за видовете стрелки са дадени в таблица 9.

Таблица 9

Вид на стрелката	Вид езици	
	еластични	на пети
184,4 - 1:6	39	39
190 - 1:7	40	40
190 - 1:9	40	40
300 - 1:9	50	40
500 - 1:12	65	50
1200 - 1:18,5	100	-

При наличие на крива непосредствено до стрелката, формулата за допустимата максимална скорост през стрелката добива вида:

$$V_{\text{max}} = 2.91 \sqrt{\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 \pm R_2}} \text{ [km/h]}, \quad (10)$$

като в зависимост от това дали случаят се отнася за контракрива или кошова крива, знакът в знаменателя е съответно “+” или “-”.

При наличие на надвишение в стрелката, максималната скорост се изчислява по формулата:

$$V_{H \max} = \sqrt{\frac{R}{11.8}} (H + 100) \text{ [km/h]}. \quad (11)$$

2. ОСНОВНИ РАЗМЕРИ НА ГЛАВНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ НА СТРЕЛКИТЕ

2.1 Вертикални размери на релсите в стрелките

Вертикалните размери (височина на релсите, профил на езиците и контрарелсите) зависят от избрания тип на стрелката в зависимост от товаронапрежението, допустимата скорост на движение и типа на горното строене на коловозите. Типовете стрелки са дадени в таблица 10.

Таблица 10

Вид на релсата и място на измерване	Тип на стрелката	
	S 49 (49E1)	UIC 60 (60E1)
Височина на релсата	149	172
Височина на езика	116	134
при върха	96,5	109
Височина на сърцето	149	172
при върха	140	164
при сечение 20 mm	144	169
при сечение 40 mm	149	172
Височина на контрарелсата за:		
обикновена стрелка	168	200
за кръстовидна	193	217

2.1.1 Надлъжен профил на езика

В началото си, където е изтънен, езикът се понижава, за да се предпази от ударите на реборди и от натоварване от бандажите при вертикално износване на раменната релса. Формата и големината на понижаването на езика е различно при различните видове стрелки. Постепенно това понижаване намалява и в сечения 50 mm за стрелки S 49 и 54 mm за стрелки UIC 60, в които езикът добива нужната носимоспособност и достига нормалната си височина, има стойност 0 mm.

Всички размери на понижението на езика и скосяването му в изтънената част в зависимост от вида на стрелката са дадени в таблици 11 и 12 и на фиг. 7, 8 и 9.

Таблица 11

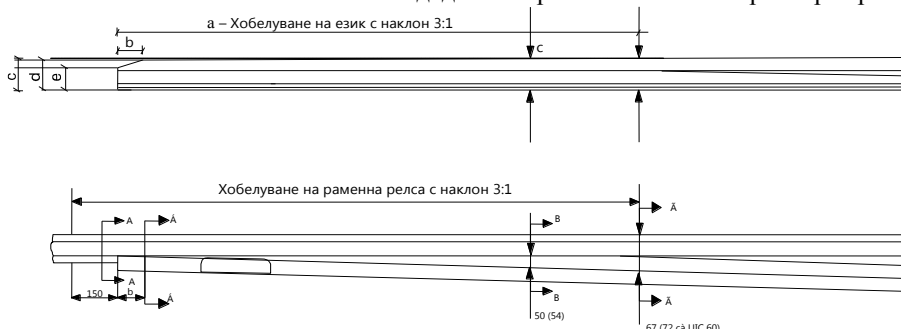
Размер	Вид на стрелката					
	S 49 (49E1)				UIC 60 (60E1)	
	R 190		R 300			
	прав език	огънат език	прав език	огънат език	прав език	огънат език
a	3557	3807	4864	4848	6400	6400
b	594/125	705/125	651/125	624/125	242	208
c	116	116	116	116	134	134
d	104,5/101,2	104,5/101	104,5/101,6	104,5/101,6	114,5	114,5
e	96,5/94,5	96,5/94,4	96,5/95,1	96,5/95,1	109	109

Забележка: В числител са дадени стойностите за езици, произвеждани от 1999 год., а в знаменател - старите стойности до 1999 год.

Таблица 12

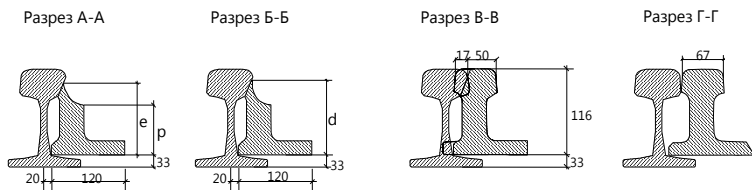
Размер "p"	Вид на стрелката			
	R 190		R 300	
	прав език	огънат език	прав език	огънат език
p	62,6/66	62,3/66	62/66	61,9/66

Забележки: 1. Размерът "p" е с дължина "b" от таблица 11.
2. В знаменател са дадени старите стойности на размера "p".



фиг. 7

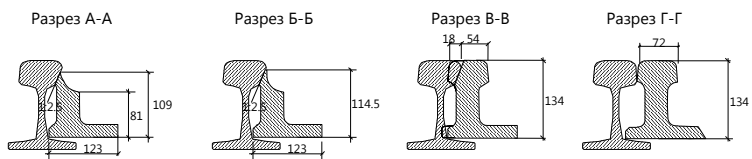
Стрелки S 49 (49E1), R 190 и R 300



фиг. 8

Забележка: Размерът “p” е даден в таблица 12.

Стрелки UIC 60 (60E1), R 300



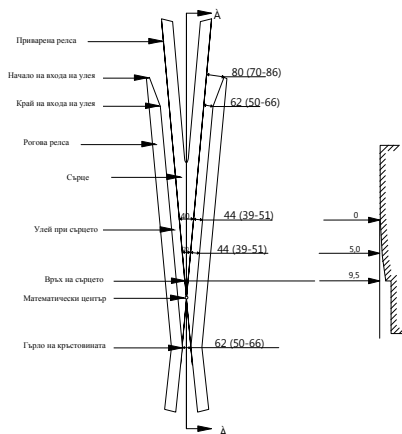
фиг.9

2.1.2 Профил на сърцето

За да не се натоварва сърцето в най-гънката си част, същото се понижава спрямо равнината на търкаляне там, където дебелината му е по-малка от 40 mm, като в тази зона натоварването се поема от роговите релси. Понижението на сърцето е дадено в таблица 13 и фиг. 10, 11 и 12.

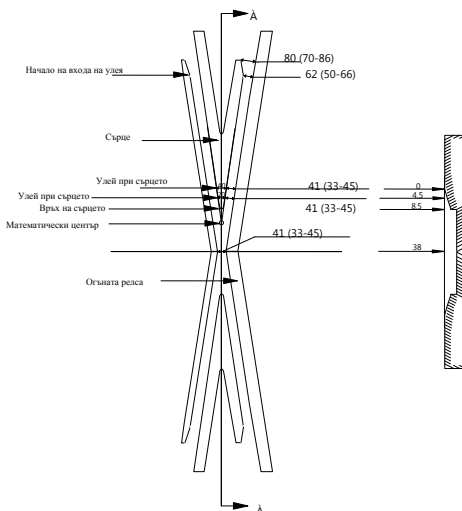
Таблица 13

Сечение на сърцето	Вид на кръстовината		
	S 49 (49E1)		UIC 60 (60E1)
	остра	тъпа	
при върха	9,5	8,5	8
20 mm	5	4,5	3
40 mm	0	0	0



Остра кръстовина S 49 (49E1), R 190 и R 300

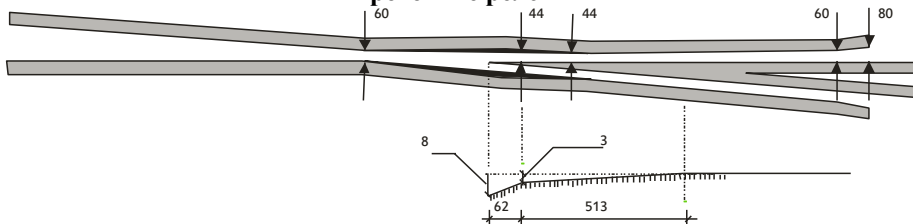
фиг.10



Тъпа кръстовина

фиг.11

Кръстовина UIC 60 (60E1) с отливка на най-износващите се части на роговите релси



фиг. 12

2.2 Надвишение на контрарелсите над равнината на търкаляне

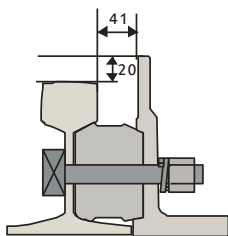
При определени условия на движение се явява опасност от преминаване на колелата през контрарелсата. За да се избегне това, същата се прави по-висока от равнината на търкаляне (таблица 14 и фиг. 13).

При кръстовини с отклонение 1:2 (кръстолиния), надвишение на контрарелсата не се дава.

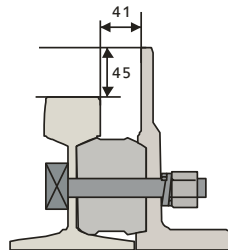
Таблица 14

Вид на надвишението	Вид на кръстовината	
	остра (единична)	тъпа (двойна)
Минимално	0	45
Максимално	35	45 (60*)

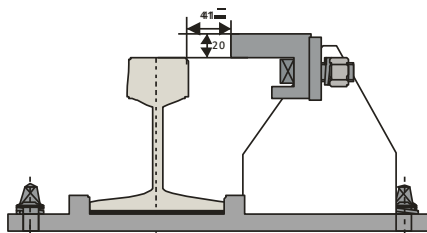
Контрарелсите с надвишение 60 mm постепенно трябва да се изваждат от експлоатация, тъй като при тях се нарушава габаритът.



контра релса на остра кръстовина



контра релса на тъпа кръстовина



контра релса с отделен профил тип UIC 33

фиг. 13

2.3 Надвишение в стрелките

По правило в стрелките надвишение не се дава, поради което центробежното ускорение остава некомпенсирано. Ако по изключение има надвишение, то е еднакво за правия и отклонителния коловоз.

В дъговите едностранни стрелки надвишението зависи от радиусите им и скоростите на движение по тях и се определя съгласно “Технически норми за устройство и поддържане на горното строене на нормалните жп линии” като междинна стойност между нормалното и минималното надвишение по формулите:

$$H = 11.8 \frac{V_{cp, кв}^2}{R} \text{ [mm]} \quad (12)$$

и

$$H_{min} = 11.8 \frac{V_{max}^2}{R} - 100 \text{ [mm]}, \quad (13)$$

където:

$V_{\max}$ [km/h] - максимална скорост на движение през стрелката,

R [m] - радиус на стрелката.

Когато текущият път минава през отклонителния коловоз на стрелка, се допуска да има надвишение, но то не трябва да е по - голямо от 100 mm.

2.4 Разширение в стрелките

За да не се заклинват колоосите при движение през стрелки с радиус, по-малък от 300 m и за да се намали страничното износване на стрелковите елементи, междурелсието в стрелките се увеличава със стойностите, дадени в долната таблица 15. Преходът на това разширение трябва да бъде 1 mm на 1 m (1^0_{00}) и в никакъв случай по - стръмен от 2 mm на 1 m (2^0_{00}). Разширението са дава на вътрешната релсова нишка на стрелковата крива (таблица 15).

Таблица 15

Радиус (m)	> 301	300-231	230-178	177-143	142-125
Разширение (mm)	0	5	10	15	20

С размера на разширението се увеличава и широчината на улея при контрарелсата, но големината му не трябва да бъде повече от 61 mm.

2.5 Допустимо износване на елементите на стрелките

Допустимото износване зависи от скоростта на движение през стрелката. В таблица 16 са дадени допустимите износвания при скорости до 100 km/h, а таблица 17 - за скорости над 100 km/h.

Допустимо износване на елементите на стрелките в (mm) при $V \leq 100$ km/h

Таблица 16

Вид на износването в стрелковата част	Категория на коловоза, на който е стрелката		
	ГК	ПОК	Други
Вертикално износване			
- на раменните релси срещу сечение на езика 50 mm	8	10	12
- на езиците в сеч. 50 mm	8	10	12
- на роговите релси срещу сечение на сърцето 20 mm	6	8	10
- на сърцето в сеч. 40 mm	6	8	10
Странично износване			
- на раменните релси	8	8	11
- на езиците	8	8	11
- на роговите релси срещу сечение на сърцето 20 mm	4	4	8
- сърцето в сеч. 40 mm	4	6	8
- контрарелса	4	4	6

**Допустимо износване на елементите на стрелките в (mm)
при $V > 100 \text{ km/h}$**

Таблица 17

Елементи на стрелката	Тип на стрелката		
	тип 49 kg/m	тип 60 kg/m и по-тежки	
		V=101-120	V>120
Раменни релси	4/4	6/6	5/5
Езици	4/4	6/6	5/6
Рогови релси и сърце	5/-	5/-	4/-
Контрарелса	-/2	-/2	-/2

- Забележки**
1. За стойностите на износването числителят се отнася за вертикалното износване, а знаменателят - за страничното.
 2. Мястото на измерванията са: на езика - в сечение 50 mm, на роговата релса - срещу сечение на сърцето 20 mm, а на сърцето - в сечение 40 mm.

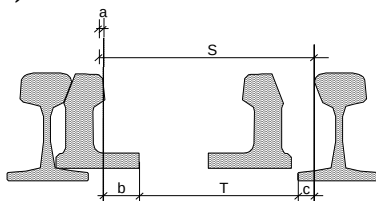
При износване, по-голямо от посоченото в таблиците, трябва да се намали скоростта, износените части да се подменят или напластят.

Вертикалното износване на раменната релса от върха на езика до сечение с широчина на главата му 50 mm за S 49 и 54 mm за UIC 60 не трябва да предизвиква натоварване на прилепналия език.

В разстоянието от върха на езика до сечение 50 (54) mm не се допуска нащърбване, различно от регламентираното в „Правила за техническа експлоатация на железопътната инфраструктура на НК „ЖИ“ от 2006 г., както и образуването на втора площадка, тъй като те може да доведат до възкачване на ребора на колелото върху езика и срязване на стрелката. За целта езика се проверява с шаблон съгласно **Приложение 10**.

Страничното износване на езиците се определя по следната формула, където буквените означения са съгласно фиг. 14:

$$a = S - (T + b + c) \quad (14)$$

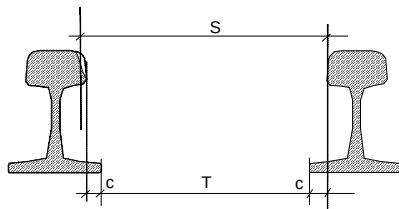


фиг. 14

За стрелки S49 $a = S - T - 78.7 \text{ (mm)}$ и за стрелки UIC60 $a = S - T - 88 \text{ (mm)}$.

За определяне на степента и начина на износване на езиците се използва специален шаблон, показан в **Приложение 10**.

Страничното износване на междинните релси се определя по аналогичен начин и се изчислява по формулата $a = S - T - 58.5 \text{ (mm)}$ за стрелки S 49 и $a = S - T - 78 \text{ (mm)}$ за стрелки тип UIC 60, като буквените означения са според фиг. 15.



фиг. 15

Допустимото износване на междинните релси се определя както на релсите в обикновения железен път по формулата $a_{np} = a_b + 0,36 a_c$ съгласно “Технически норми за устройство и поддържане на горното строене на нормалните жп линии”. За стрелки S 49 (49E1) максималното странично износване е $a_{c \max} = 13,5 \text{ mm}$, а за тип UIC 60 (60E1) е $a_{c \max} = 11 \text{ mm}$.

Приведеното износване на ходовата релса се обвързва с големината на улея при контрарелсата и не трябва да е по-голямо от 13,5 mm в зависимост от вертикалното.

Вертикалното износване на стрелките се измерва със специален профилограф. Максималното вертикално износване за стрелки S 49 (49E1) е 24 mm, а за стрелки UIC 60 (60E1) - 22 mm.

При смяна на отделни стрелкови елементи се допуска в мястото на допиране да има разлика в тях съгласно таблица 18.

Таблица 18

Вид на коловозите и допустима скорост	Разлика (mm)	
	Вертикална	Странична
За текущия път и скорости над 100 km/h	1,5	0,5
За текущия път и скорости под 100 km/h	2,0	1,0
За приемно-отправни коловози	3,0	2,0
За други коловози	5,0	2,5

2.6 Надлъжни размери на релсите и елементите на стрелките

Надлъжните размери на релсите в стрелката зависят от радиуса и отклонението γ . За да се осигури монтажът на място и замяната на отделни елементи на стрелката, е необходимо надлъжните размери да са със следните отклонения:

- при отделните релсови елементи - $\pm 3 \text{ mm}$;
- при контрарелсите - $\pm 10 \text{ mm}$;
- за всяка монтирана главна част (езикова, междинна и кръстовинна), като готово изделие - $\pm 5 \text{ mm}$,
- за стрелката като готово изделие - $\pm 12 \text{ mm}$;
- за съединителните и теглителните щанги - $+0 -2$;
- на заключващата скоба - $+1.5 -0.5$.

В **Приложение 2** в таблици 1÷8 са дадени дължините на елементите на стрелките за отделните видове стрелки, както и броят на траверсите в тях.

В **Приложение 4** са дадени отворите на щангите на езиците за отделните видове стрелки

2.7 Напречни размери между елементите на стрелките

Напречните размери на елементите на стрелките осигуряват взаимодействието им с колоосите и гарантират безопасността на движение. Те се измерват на 14 mm под горен ръб релса (ГРР), за да се избегне закръгляването ѝ.

В **Приложение 3** в таблици 1÷7 са дадени всички стойности на напречните размери в стрелките.

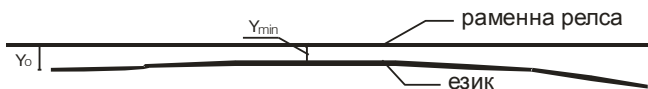
2.7.1 Широчина на улеите в стрелките

Широчината на улеите в стрелките е нормираното разстояние между страничните работни повърхности на работните и направляващите релси за преминаване на ребордите на колелата.

В образуването на широчината на улеите участват междурелсието, напречните размери на колооста и дебелината на ребордите.

Широчините на улеите се нормират на няколко места: между отворения език и съответната му раменна релса, между контрарелсата и ходовата релса, между сърцето и роговата релса, при гърлото на острата кръстовина, между огънатата контрарелса и огънатата релса при тъпа кръстовина.

Широчината на улея при езика Y се измерва на две места - при върха на езика и в мястото, където улеят между езика и раменната релса е най-малък (фиг. 16).



фиг. 16

Широчината на улея при върха на езика Y_0 се определя от условието да бъде гарантиран размерът на улея в най-тесната му част $Y_{\min}$. Стойността Y_0 не трябва да е и много голяма, за да не се удължава времето за обръщане на стрелката. Затова $Y_0 > 125$ за обикновени и $Y_0 > 110$ за бързодействащи стрелки. Y_0 зависи и от вида на стрелката, което е показано в **Приложение 3**, таблица 1.

Широчината на улея в най-тесната част $Y_{\min}$ трябва да е такава, че да предпазва езика от удари, за да не се повредят той и обръщателният апарат. Изчислява се по формулата:

$$Y_{\min} > S_{\max} - (S_{L \min} + 2), \quad (15)$$

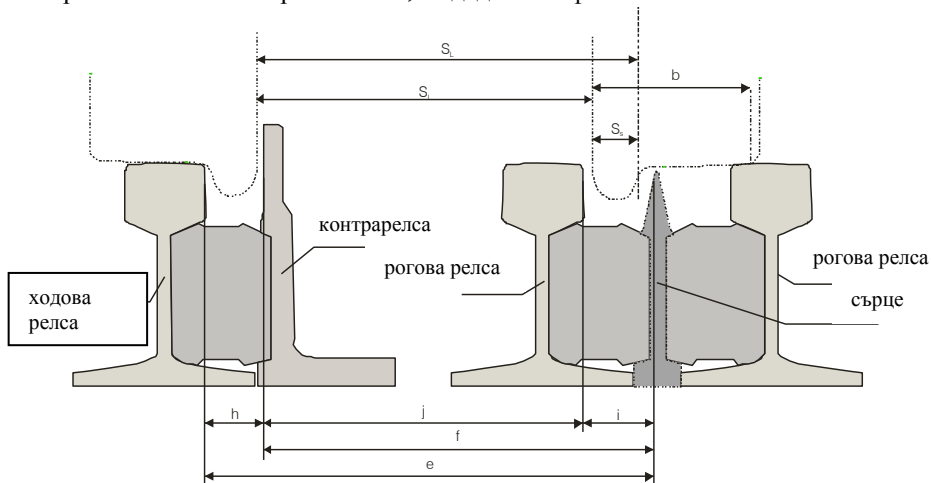
където:

$S_{\max}$ (mm) - максимално допустима стойност на междурелсието в най-тесното място между езика и раменната релса.

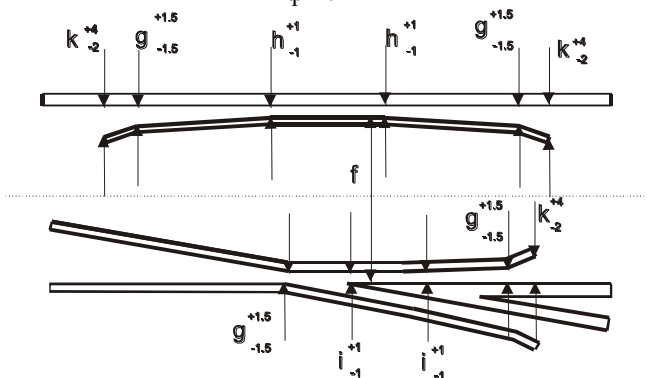
$S_{L \min}$ (mm) - минимален водим размер на колооса;

2 (mm) - намаляване на размера на улея от огъването на оста.

Размерите на колоосите, както и основните напречни размери в кръстовината и толерансите им, са дадени на фиг. 17 и 18.



фиг. 17



фиг. 18

Регламентират се следните размери:

- набивка на колооста $S_i = 1357 \div 1363$ (mm);
- водещо разстояние на колооста $S_L = 1379 \div 1396$ (mm);
- дебелина на реборда $S_s = 22 \div 33$ (mm).

Широчината на улея при гърлото на острата кръстовина g трябва да изключва вероятността от удар на вътрешната повърхност на колелото до гърлото на роговата релса и се изчислява по формулата:

$$g \geq S_{\max} - S_{L \min}, \quad (16)$$

където:

$S_{\max}$ (mm) - максимално допустима стойност на междурелсието на това място;

$S_{L \min}$ (mm) - минималното водещо разстояние на колооста, получено като сума от минималните стойности на набивката на колооста и дебелината на реборда.

Аналогична е и формулата за размера на улеите в края на входа на контрарелсите и роговите релси - $g \geq S_{\max} - S_{L \min}$. А за предотвратяване на удари на колелата в челата на роговите релси и кръстовините, в началото на входовете на същите размерите на улеите се увеличават с 20 mm, т.е.

$$k \geq g + 20. \quad (17)$$

Широчината на улея при сърцето i се измерва там, където работните повърхности на сърцето и роговата релса са паралелни и се определя от условието за ненарушаване на габаритното разстояние при преминаване на колооста т.е.:

$$i_{\min} > S_{\min} - (S_{i \min} + h_{\min}). \quad (18)$$

А от условието колелото да се допира до минимална ширина на сърцето $a_{\min}$, където то може да поеме вертикалните усилия,

$$i_{\max} < 0.5 (b - a_{\min}), \quad (19)$$

където:

b - широчина на бандажа без фаската;

$a_{\min} = 0.5 a$, като " $0.5 a$ " е широчината на главата на сърцето в сечението, което поема натоварването от бандажа, а " a " е широчината на главата на типа релса на стрелката.

Широчината на улея при контрарелсата h трябва да отговаря на следните условия:

$$* \quad h_{\min} > S_{s \max}, \quad (20)$$

където $S_{s \max}$ е максималната дебелина на реборда. С това условие се предотвратява заклиняването на реборда между контрарелсата и ходовата релса;

$$* \quad h_{\min} > S_{\min} - (S_{i \min} + i_{\min}), \quad (21)$$

където:

$S_{\min}$ - минимално допустима стойност на междурелсието на това място;

$S_{i \min}$ - минималната стойност набивката на колооста. Това условие трябва да е изпълнено, за да не се получава закланване на колоосите между работните повърхности на контрарелсата и роговата релса;

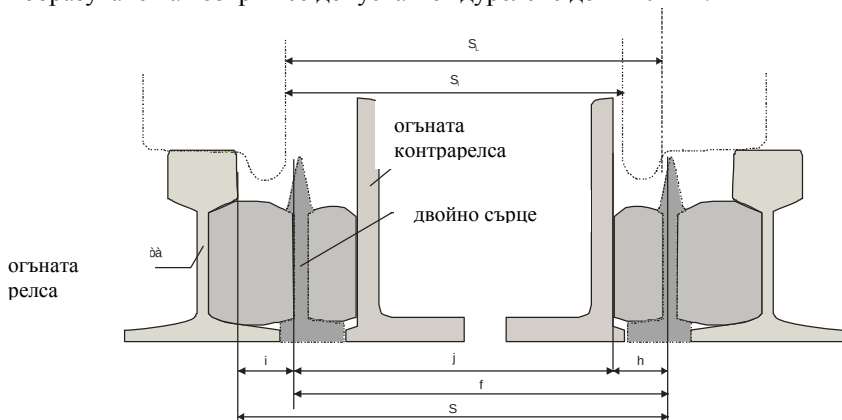
$$* \quad h_{\max} < S_{\max} - S_{L \max}, \quad (22)$$

където:

$S_{\max}$ е максималното допустимо междурелсие на това място;

$S_{L \max}$ е максималната стойност на водимия размер на колооста, която стойност е получена като сума от максималното значение на набивката на колооста и максималната дебелина на реборда. Изпълнението на това условие осигурява защита на върха на сърцето от удари на ребордите.

При тъпите кръстовини (фиг. 11 и 19) улеите на контрарелсата и роговата релса са еднакви поради прехода на улея на контрарелсата в улей на роговата релса и обратно. При тях колелото се направлява само в една част от вредното пространство, а в останалата преминава по инерция. За да не се увеличава свободното пространство пред сърцето, междурелсието тук трябва да бъде с минимален допуск на отклонение. Нормално улеят в тъпите кръстовини е 41 mm, което съответства на междурелсие 1437 mm. За образуване на козирки се допуска междурелсие до 1440 mm.



фиг. 19

В **Приложение 3** таблица 2 са дадени стойностите на улеите в остра и тъпа кръстовина, а **Приложение 3**, таблици 3 и 4 - стойностите на улеите в зависимост от междурелсието.

При стрелки с контрарелси с профил UIC 33 е възможно коригиране на място с влагане на дистанционни вложки (включени в комплекта при доставката) на параметрите на улея при контрарелсата. Общата дебелина на влаганите дистанционни подложки не трябва да надвишава 12 mm.

Улеи на контра релсите, които са директно захванати за приконтровите релси не могат да се регулират на място.

2.7.2 Размери на междурелсието в стрелките

Междурелсието е разстоянието между вътрешните работни повърхнини на релсите и стрелковите елементи, измерено на 14 mm под горен ръб релса.

В различните части на стрелката, стойностите на междурелсието са различни.

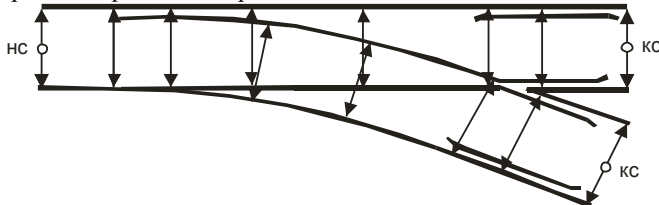
В езиковата част междурелсието е свързано с конструктивните изисквания за осигуряване на отвеждане на междурелсието в отклонителния коловоз и за скриване на езиците от удари на колелото. Изхождайки от условието за вписване на возилата в отклонителния коловоз, най-голямо разширение се изисква в началото на езиците с постепенно отвеждане в продължение на 1 - 2 m. Стръмното отвеждане на междурелсието спомага за повишаване на силовите въздействия в зоната на тези отвеждания.

Големината на междурелсието във върховете на езиците е тясно свързана и с големината на хода на същите. Освен това, в хода на експлоатацията става ясно, че е необходимо увеличаване на стойностите на междурелсието за по-добро вписване. Но увеличаването на допуските на широчината на междурелсието трябва да се съобрази и с това, че то ще доведе до увеличаване на ъгъла на удара на колелата в езика при движение на возилата в отклонителния коловоз.

В междинната част натоварването на външната релсова нишка е най-голямо и там по правило разстройването на междурелсието е силно изразено. Това особено се отнася за стрелки на дървени траверси, тъй като се получава разширяване на отворите на тирфоните. При стрелки на стоманобетонни траверси, тази неизправност не се проявява в такава степен.

Междурелсието в стрелките се измерва на следните места (фиг. 20):

- * начален настав на стрелката;
- * при върховете на езиците;
- * в сечение 30 mm на езиците в правия и отклонителния коловози;
- * след еластичната част на езиците, където те са неподвижно захванати, в правия и отклонителния коловози;
- * в междинната част на всеки метър в правия и отклонителния коловози;
- * непосредствено преди гърлото на кръстовината;
- * в правия и отклонителния коловози на сърцето в сечение 30 mm, където улеят му е паралелен на оста на стрелката;
- * в края на стрелката в правия и отклонителния коловози.



фиг. 20

В езиковата част междурелсието се измерва през 1 m и в двата коловоза, за да се определи стръмността на прехода му. Ако езикът не прилепва към раменната релса, същия се притиска с лост и се сравняват измерванията в прилепнало и неприлепнало състояние, като разликата между тях не трябва да надвишава 2 mm. Ако това не е изпълнено, езикът трябва да се огъне до прилепване до раменната релса и вътрешните езикови опори.

Преходът на междурелсието във всички части на стрелката не трябва да е по-стръмен от 1 mm на 1 m ($1^0/00$) за нови стрелки и от 2 mm на 1 m ($2^0/00$) за стрелки в експлоатация.

За стрелки, които не отговарят на някои от посочените в таблица 20 радиуси, важат стойностите за най-близкия радиус. Нормите за междурелсието се отнасят за обикновените, кръстовидните, двойните и дъговите стрелки, като за последните се ползват стойностите за отклонителния коловоз.

Максималните стойности на междурелсието включват и големината на износването. Когато междурелсието достигне тази стойност, се прави корекция на междурелсието на стрелката, като то трябва да се доведе до стойностите на графа "opt".

При определянето на междурелсието в кръстовините на стрелките участват следните параметри (фиг. 17):

* **габаритно разстояние "j"** - разстоянието между страничните работни повърхности на роговата релса и контрарелсата. То трябва да е по-малко от минималното разстояние между вътрешните челни повърхности на бандажите $S_i = 1357$ mm, за да не се заклиняват колоосите. Т.е.:

$$j < 1357 \quad (23)$$

* **направляващо разстояние "f"** - между направляващите релси и сърцето, чрез което разстояние колоосите се направляват през свободното пространство при движение през кръстовината. То трябва да е по-голямо от максималния водим размер на колооста S_{Lmax} , за да не се покачват колелата върху сърцето, т.е.

$$f > 1396 \quad (24)$$

От горното става ясно, че междурелсието в кръстовините трябва да отговаря на следните условия (фиг. 17):

* да не се заклиня колооста между роговата и контрарелсата т.е.:

$$S = j + I + h \text{ или } S < 1357 + I + h \quad (25)$$

* да не се покачва ребордът върху сърцето, т.е.:

$$S = f + h \text{ или } S > 1396 + h \quad (26)$$

* колооста не трябва да се заклиня между сърцето и ходовата релса. За да е изпълнено това, трябва

$$S > 1429 \quad (27)$$

* междурелсието в гърлото на кръстовината е

$$S < S_{Lmin} + g \text{ или } S < 1379 + g \quad (28)$$

В **Приложение 3** таблици 5÷7 са дадени стойностите на междурелсието в стрелките по горните формули.

Измереното междурелсие в кръстовината при сърцето трябва да се намира в границите на стойностите от **Приложение 3**, таблици 5 и 6. Ако това не е изпълнено, то тогава не е изпълнено и някое от условията, по които са изчислени стойностите му.

В таблици 19, 20 и 21 са представени стойностите на междурелсието в зависимост от скоростта на движение през стрелката и коловоза, на който се намира стрелката. Стойностите са съобразени с величините на износването на стрелковите елементи, което е отразено в графа “max”.

Междурелсие в стрелките 1435 ± (mm), които не са разположени на главни и приемно-отправни коловози

Таблица 19

Място на измерването	Стойност на междурелсието	
	в права	в отклон.
Езикова част	-5 ÷ +11	-5 ÷ +21
Междинна част	-5 ÷ +13	-5 ÷ +23
Кръстовинна част	-5 ÷ +8	-5 ÷ +8

Допустими отклонения от нормалното междурелсие 1435 mm при скорости на движение по основния коловоз на стрелката $V \leq 100$ km/h

Таблица 20

Място на измерването	Размер на стойността	Радиус на стрелката (m)							
		R 190		R 300		R 500		R 1200	
		права	отклон.	права	отклон.	права	отклон.	права	отклон.
Начален настав	min	0		-5		-5		-5	
	opt	5		0		0		0	
	max	16		10		10		10	
Врх на езиците	min	3		-2		-2		-2	
	opt	8		3		3		3	
	max	19		12		12		12	
В сечение на езика 30 mm	min	-5	5	-5	0	-5	-5	-5	-5
	opt	0	10	0	5	0	0	0	0
	max	11	21	10	12	10	12	10	10
След еластичната част на езиците	min	-5	5	-5	0	-5	-5	-5	-5
	opt	0	10	0	5	0	0	0	0
	max	11	21	10	12	10	12	10	10
Междинна част	min	-5	5	-5	0	-5	-5	-5	-5
	opt	0	10	0	5	0	0	0	0
	max	13	23	10	18	10	14	10	12
При сечение на сърцето 30 mm	min	-3	2	-2	2	-2	-2	-2	-2
	opt	4	5	3	3	3	3	1	1
	max	8	8	8	8	8	8	8	8
Краен настав	min	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	opt	2	2	1	2	1	1	1	1
	max	10	12	10	12	10	12	10	10

Допустими отклонения от нормалното междурелсие 1435 mm при скорости на движение по основния коловоз на стрелката 100 km/h < V ≤ 160 km/h

Таблица 21

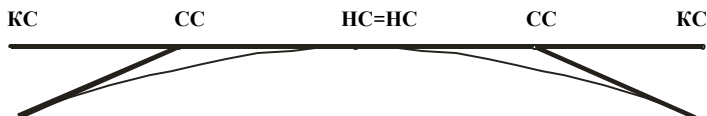
Място на измерването	Размер на стойността	Радиус на стрелката (m)					
		R 300		R 500		R 1200	
		права	отклон.	права	отклон.	права	отклон.
Начален настав	min	-5		-5		-3	
	opt	0		0		0	
	max	8		8		8	
Върх на езиците	min	-2		-2		-2	
	opt	3		3		1	
	max	8		8		8	
В сечение на езика 30 mm	min	-5	0	-5	-5	-3	-3
	opt	0	5	0	0	0	0
	max	8	12	8	11	8	10
След еластичната част на езиците	min	-5	0	-5	-5	-3	-3
	opt	0	5	0	0	0	0
	max	8	12	8	11	8	10
Междинна част	min	-5	0	-5	-5	-3	-3
	opt	0	5	0	0	0	0
	max	8	18	8	13	8	10
При сечение на сърцето 30 mm	min	-2	2	-2	-2	-2	-2
	opt	1	3	1	3	0	0
	max	3	8	3	6	3	3
Краен настав	min	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	opt	1	2	1	1	0	0
	max	8	12	8	11	8	10

3. Взаимно разположение на стрелките

Взаимното разположение на стрелките трябва да се проектира така, че да осигуряват плавност и безопасност на движението по тях. За тази цел се регламентират разстояния между предните настави на раменните релси (при насрещно разполагане на стрелките), между края на кръстовината и наставка на раменната релса при попътно полагане, а също и между стрелките и прилежащите им криви.

3.1 При еднопосочни криви на отклонителните коловози

Когато стрелките са разположени така, че отклонителните им коловози образуват еднопосочна крива, не е необходима междинна права. (фиг. 21).



фиг.21

3.2 При контракриви на отклонителните коловози

Когато стрелките са разположени така, че кривите им образуват контракрива, трябва да се спазват следните условия:

$$\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \geq \frac{V^2}{9} \quad (29)$$

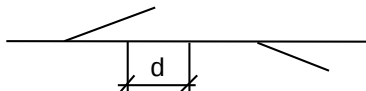
за допустимо странично ускорение $a_{\text{нп}} = 0.65 \text{ m/s}^2$ и геометричното условие

$$\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \geq 100 \quad (30)$$

Ако едно от тези условия не е изпълнено, се поставя междинна права с дължина $d=0.1V$, но не по-малко от 6 m или се намалява скоростта.

3.3 Непосредствено една след друга

Поставяне на стрелки една след друга съгласно фиг. 22 е възможно при поставяне на междинна права между тях, за да се разположат правилно траверсите в края на едната и началото на другата стрелка. Минималната дължина на правия елемент между стрелките в този случай е не по-малко от 6 m.



фиг.22

При полагане, показано на фиг. 23 или 24, се поставя междинен прав елемент за гарантиране на необходимия габарит. Дължината му се определя по една от следните формули в зависимост от начина на полагане:

* за полагане по фиг. 23

$$d = \frac{E}{\sin \alpha} (b_1 + b_2), \quad (31)$$

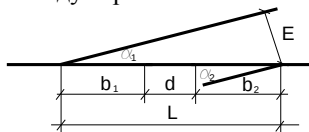
където:

“E” - междуколовозно разстояние;

“ b_1 ” и “ b_2 ” - разстоянията от геометричните центрове на стрелките до крайните настави на кръстовините;

“ α ” - ъгъл на отклонение на стрелката, ако двете стрелки са с еднакви отклонения и по-малкият ъгъл, ако стрелките са с различни отклонения;

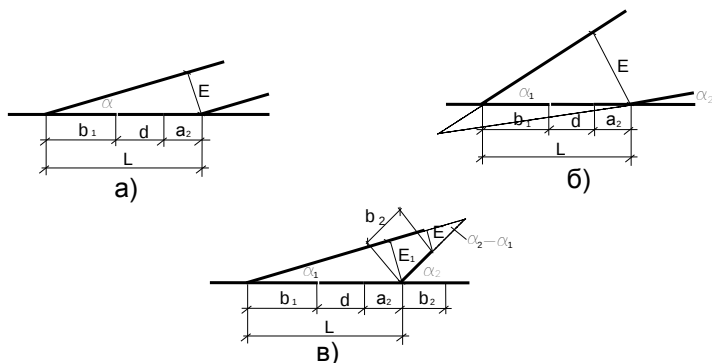
“d” - прав елемент между стрелките.



фиг.23

*

при начин на полагане съгласно фиг. 24



фиг.24

$$d = \frac{E}{\sin \alpha} (b_1 + a_2) \quad \text{за фиг.24 а и 24б,} \quad (32)$$

където:

“E” - междуколовозно разстояние;

“b₁” - разстоянието от геометричния център на стрелката до крайния настав на кръстовината;

“a₂” - разстоянието от началния настав до геометричния център на стрелката;

“α” - ъгъл на отклонение на стрелката, ако полаганите стрелки са с еднакво отклонение (фиг. 24 а) и ъгълът на първата стрелка, когато тя е с по-голямо отклонение (фиг. 24 б);

“d” - прав елемент между стрелките.

Когато полагането е съгласно фиг. 24 в (a₂>a₁), намирането на междинната права се изчислява по формулата:

$$d = \frac{E_1}{\sin \alpha_1} - a_2 - b_1, \quad (33)$$

където:

E₁ = E + x, като x = b₂.sin(α₂ - α₁);

“b₁” - разстояние от геометричния център на стрелката до крайния настав на първата стрелка;

“a₂” - разстояние от началото на втората стрелка до геометричния ѝ център;

“b₂” - разстояние от геометричния център на втората стрелка до крайния ѝ настав

“α₁” - отклонение на първата стрелка;

“α₂” - отклонение на втората стрелка;

Този начин на изчисляване се налага, за да може в края на отклонителния коловоз на втората стрелка да се гарантира габарита от 4.75 m между отклонителните коловози. При необходимост след края на отклонителния коловоз на втората стрелка трябва да се търси решение за продължаване на коловозното развитие (полагане на криви, прекъсване на коловозите).

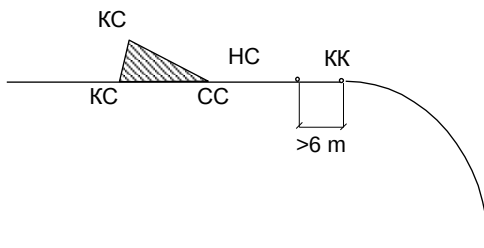
Дължините на междинните прави, изчислени по формули (31), (32) и (33) са представени в таблица 22.

Таблица 22

След стрелка	Следваща стрелка				
	1:7-190	1:9-190	1:9-300	1:12-500	1:18.5-1200
съгласно фиг. 23					
1:7-190	6,50	13,00	13,00	23,00	42,00
1:9-190	13,00	10,00	10,00	20,00	39,00
1:9-300	13,00	10,00	10,00	20,00	39,00
1:12-500	23,00	20,00	20,00	16,00	35,00
1:18.5-1200	42,00	40,00	40,00	35,00	23,50
съгласно фиг. 24 а, 24 б и 24 в					
1:7-190	6,50	9,50	3,50	-	-
1:9-190	13,00	16,00	10,00	6,00	-
1:9-300	19,00	16,00	10,00	6,00	-
1:12-500	37,00	33,50	27,50	16,00	4,00
1:18.5-1200	74,00	69,00	63,00	50,00	23,50

3.4 В съседство с железопътни криви

Стрелки не се поставят в преходни криви и прехода на надвишението. Те отстоят на най-малко 6 m от началото на преходната или циркулярна (ако няма преходна) крива и от началото на прехода на надвишението (фиг. 25).



фиг. 25

3.5 В чупките на наклона на надлъжния профил

Полагане на стрелки в чупки се допуска при следните условия:

- $R_v \geq 3000$ m - при чупка в “яма”;
- $R_v \geq 5000$ m - при чупка в “гърбица”.

По изключение за второстепенни коловози стрелки могат да се полагат в чупка, ако радиусът на вертикалната крива е по-голям или равен на 3000 m. Във всички останали случаи началото на стрелката се поставя най-малко на 6 m от началото на вертикалната крива.

3.6 В съседство с прелези

При стрелка, разположена в близост до жп прелез, началният или крайният настави на стрелката се поставят на разстояние, най-малко 10 m от крайния ръб на прелезната настилка, за да се гарантира подбиването на прелеза. Изключения се допускат при притеснени условия.

3.7 Стрелки върху изкуствени съоръжения

Полагане на стрелки върху изкуствени съоръжения следва да се избягват. В случай, че е необходимо поставяне на стрелка върху съоръжение, трябва да се заварят наставите ѝ, за да се намалят динамичните натоварвания върху съоръжението.

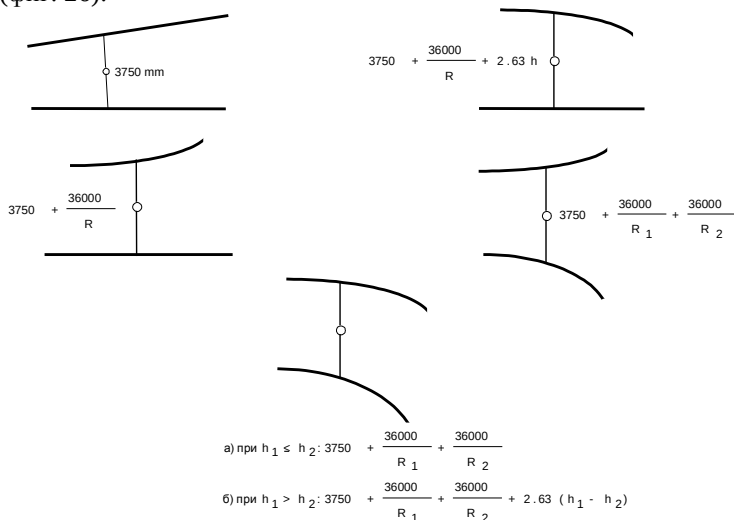
Начало стрелка и край стрелка да бъдат съответно на не по-малко от 10 m от вагонни кантари.

3.8 Полагане на стрелки в междугарие

Не се допуска полагане на стрелки в междугарие. По изключение това може да стане с разрешение на Генералния директор на ДП НКЖИ при спазване изискванията на Наредба № 58.

3.9 Железопътни криви след стрелка и дистанционни указатели

Разстоянието между осите на коловозите при дистанционните знаци се определя в зависимост от вида на коловоза в план. Възможни са следните случаи (фиг. 26):



фиг. 26

Във формулите числото “2.63” се получава като отношение на височината на горния вътрешен ръб на возилото към разстоянието между осите на релсовите нишки т.е. $\frac{3950}{1500}$.

4. Съоръженост на стрелките

4.1 Обръщателни апарати

4.1.1 Основни обръщателни апарати

Всяка стрелка трябва да бъде снабдена с обръщателен апарат за обръщане от едно в друго направление.

Апаратите за далечно механизизирано обръщане на стрелките трябва да имат теглителна сила, не по-малка от 3.5 kN (350 kgf). Те могат да бъдат с външно и вътрешно заключване. Стрелките с механично и електромеханично централно обръщане е необходимо да са осигурени с дистанционна проверка на прилепването на езиците и повторно заключване на обръщателния апарат.

Заклучването на езиците в стрелки 49E1 и 60E1 при обръщането им следва да съответства на „Технически условия за доставка на стрелки и части от тях“.

Използваните типове стрелкови апарати са дадени в **Приложение 5**.

4.1.2 Спомагателен апарат тип “Federwippe”.

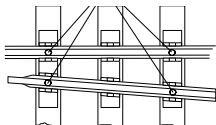
За улесняване на работата на обръщателния апарат и осигуряване на по-добро прилепване на езика към раменната релса, както и осигуряване на необходимия минимален размер на улея между отделения език и раменната релса, в езиковата част на стрелката може да бъде поставен допълнителен апарат.

Апаратите тип “Federwippe” за стрелки тип S 49 R 300 и UIC 60 R 300 се различават. Схемите им, както и Указания за техния монтаж и поддържане, са дадени в **Приложение 5** и съответно „Правила за монтаж, експлоатация и поддържане на пружинна кобилица 49E1“ и „Ръководство за монтаж, експлоатация и поддържане на пружинна кобилица с две рамена“.

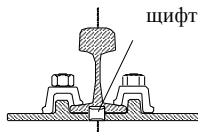
4.2 Устройство срещу надлъжно преместване на езика

Срещу надлъжно и топлинно преместване на езика спомага както заключващата скоба тип “лястовица”, така и наличието на шифтове в края на еластичната част на раменните релси и езиците на първия и третия траверси (фиг. 27).

шифт срещу надлъжно преместване



шифт срещу надлъжно преместване



(фиг. 27).

Срещу надлъжно и топлинно преместване в езиковата част може да се монтира и заключване тип “Темпфлекс”. Схемата и указанията за монтаж и настройка на заключването са дадени в **Приложение 5**.

4.3 Отопление на стрелките

За да се осигури нормална експлоатационна работа в зимни условия на стрелките, които са включени към гарова централизация, е необходимо те да бъдат отоплявани. Това става по електричен начин. Един от способите е с нагреватели, захранвани с напрежение 220 V и с мощност най-малко 330 W/m. В зависимост от отопляемата дължина на раменните релси за различните стрелки е необходимо различно отопляване (таблица 23).

Таблица 23

Тип на стрелката	Отоплявана дължина на раменните релси	Брой нагреватели	Необходима мощност за стрелката		
			за раменните релси	за заключалките	общо
1:9-190	6.0	2	2 x 2000	2 x 300	4600
1:9-300	7.0	2	2 x 2360	2 x 300	5320
1:12-500	10.2	4	2 x 2000+2 x 1385	4 x 300	7970
1:18.5-1200	13.0	4	2 x 2000+2 x 2360	4 x 300	9920

4.4 Ролкови опори Piroll

Всички видове PIROLL се монтират директно върху ребровите подложки. Ребровите подложки с монтиран PIROLL не излизат извън траверсите и не пречат на подбиването. Езиците се търкалят върху ролките, монтирани в държача на PIROLL, по време на превключването на стрелката.

За монтиране на PIROLL върху основата на подложките са предвидени отвори с резба M16.

Ролките на PIROLL са изработени от антифрикционен материал.

Внимание: Ролките Piroll и плъзгалките на стрелките не трябва да се смазват!.

За правилната експлоатация и поддържане трябва да се спазват „Монтаж и поддържане на ролкови опори Piroll“

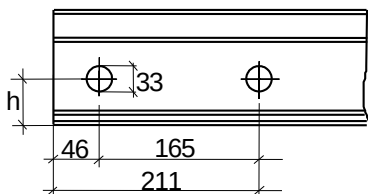
4.5 Коритообразна, стоманена (куха) траверса

Предназначението на коритообразните, стоманени траверси е да предпазват заключващите елементи на стрелките и да позволяват подбиване на железния път, без да се налага демонтаж на елементи. В него се поместват теглителните и контролни шанги. От съответната страна (ляво или дясно) се монтира носач, върху който се монтира обръщателният апарат (**Приложение 9**) и техническите изисквания на производителя.

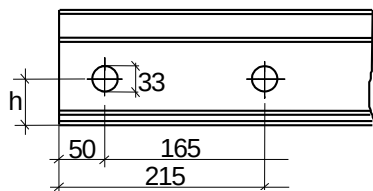
5. Настави в стрелките

Наставите в стрелката служат, за да се регламентират дължините на отделните ѝ части за транспорта и монтажа им. По правило наставите в стрелката трябва да се заваряват, за да се намали динамичното натоварване върху нея.

Когато стрелката не е със заварени настави, отворите в релсовите елементи се пробиват съгласно фиг. 28 в зависимост от това, дали наставът е външен или вътрешен за стрелката.



външен настав



вътрешен настав

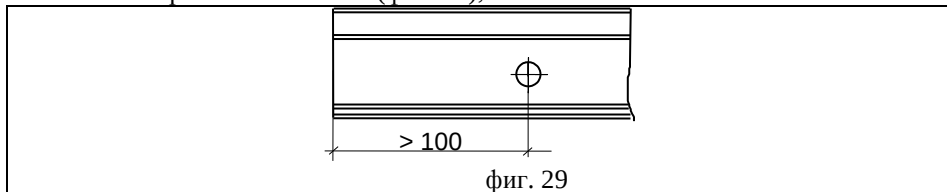
фиг.28

Когато стрелката не е със заварени настави, отворите в релсовите елементи се пробиват, съгласно **Приложение 4** в зависимост от това, дали наставът е външен или вътрешен за стрелката. При наличие на Релсови токови вериги по указание на механик ОТ се пробиват отвори за джемперни въжета в съответствие с „Инструкция за поддържане и измерване параметрите на елементите на релсовите вериги“.

При заваряване на релси трябва да се спазват следните технологични изисквания:

- * Минималното разстояние на заварения настав от края на релсата или между заварени настави да е 2000 mm;

- * Минималното разстояние на осите на отворите за наставови болтове от челото на релсите е 100 mm (фиг. 29);



фиг. 29

- * Деформираните краища на релсите трябва да поправени или отстранени;

- * Разрязването на релсите в мястото на наставка могат да бъдат направени с релсорежачна машина. Разрязване на релсите може да се извърши с окисен, когато се прави веднага след това АТ заварка, но задължително се прави обработване на челата на релсите;

- * По време на заваряването на релсите максималната разлика на износването на челата в хоризонтално и във вертикално направление може да бъде 3 mm;

- * Разстоянието на допустимите повърхностни увреждания на релсите от мястото на заваряване трябва да бъде не по-малко от 100 mm;

- * Заваряването на стрелки се извършва при температура на релсите от 00 С до 300 С.

- * Движение на влаковете може да се разреши след понижение на температурата под 5000 С или приблизително 1 час след отливането на метала

във формата (според температурата на въздуха). Еднократно може да се пропусне влак през заварката със скорост 5 km/h 10 минути след изливането на метала и след първото грубо шлайфане.

При смяна на стрелкови части в стрелка със заварени настави, мястото на рязане на сменяваните релси е откъм междинната част и извън стрелката на разстояние най-малко 2 m от старата заварка.

Независимо от това дали стрелката е със заварени настави или не, когато е включена в централизация, на определени места в нея се правят изолирани настави. Те се поставят така, че дължината на изолирания участък да е най-малко 18 m за съществуващи стрелки при ремонт в рамките на поддръжката, и не по-малко от 20 m за участъци с модернизирани и нови стрелки.

Изолираните настави в стрелките трябва да бъдат лепени. Изготвянето им трябва да става с готови по дължина релси в заводски условия или отстрани на стрелката, като впоследствие след необходимото технологично време за втвърдяване на свързващото вещество, се монтират в нея чрез заваряване. Възможна е направата на вграден в стрелката изолиран настав, но дължината му не трябва да е по-малка от 3 m.

6. Качества на материалите, влагани в стрелките

6.1 Траверси в железопътните стрелки

Траверсите в стрелките могат да бъдат дървени и стоманобетонни.

При стрелка на дървени траверси в езиковата част, където траверсите са с дължина 2.5 m, е добре да се влагат траверси от широколистна дървесина, като при посукване същите трябва да бъдат сменявани. В останалата част на стрелката траверсите са от иглолистна дървесина.

Стоманобетоновите траверси, влагани в железопътните стрелки, трябва да бъдат с клас по якост на натиск не по-малко от C45/55 и клас по мразоустойчивост, не по-нисък от C_f 150.

6.2. Метални елементи

Материалите, от които са изработени елементите на стрелките, трябва да отговорят на следните условия:

- *Стоманата за раменните релси, езиците, роговите релси и външната междинна релса да е с якост на опън не по-малка от 880 N/mm²;

- *Стоманата за контрарелсите да има якост на опън не по-малка от 880 N/mm² за профил UIC 33 и 680 N/mm² за RL;

- *Обикновените и специални реброви подложки от реброви профил с дебелина 14 mm и 16 mm - якост на опън, не по-малка от 412 N/mm²;

- Сърцата на стрелките - якост на опън не по-малка от 1178 N/mm²;

- *Отлетите от стомана - на БДС 2298-72 и БДС EN 10293:2015 (БДС 3492-86);

- *Отлетите от чугун - БДС 1845-73 и БДС EN 1561:2012;

- *Изкованите - на БДС 5249-72, БДС 4753-75 и БДС 4784-80.

Между металните подложки и релсите (с изключение на езиковата част) се поставят еластични пластмасови подложки с дебелина не повече от 5 mm. За предотвратяване на потъването на металните подложки в дървените траверси и загиването на същите, между тях трябва да се поставят еластични пластмасови подложки с дебелина не повече от 5 mm.

За предотвратяване на развиването на тирфоните се поставят пружинни шайби по цялата дължина на стрелката.

7. Експлоатационни изисквания към стрелките

7.1 Монтаж и полагане

Монтирането на стрелките трябва да се извършва на специално пригоден за целта стенд или на подравнена площадка върху скара от релси.

Монтирането на стрелката става, като първо се монтира релсовата нишка на правата раменна релса, след това външната релсова нишка на отклонителния коловоз по абсциси и ординати, а след това с калибър се монтират втората релсова нишка на правия коловоз и вътрешната на отклонителния. За монтирането по абсциси и ординати се използва таблица 1 от **Приложение 6, както и „Обобщена технология за доставка на ЖП стрелки на стоманобетонни траверси“**. Точността на монтаж на стрелката трябва да е ± 2 mm за абсцисите и ± 1 mm за ординатите. Ординатите се измерват от работните ръбове на раменната релса.

След „заковането“ на стрелката, същата може да се разглоби за извозване до мястото на полагане или да се транспортира на главните ѝ части на платформени и специализирани вагони. Необходимо е да не се допуска деформирането ѝ по време на транспорт, тъй като това може да доведе в последствие до трудности по време на експлоатацията.

Полагането на стрелките се извършва механизирано с кранчета на верижен и релсов ход за смяна на стрелки, с автокранове, с кранове от възстановителен влак в съответствие с предварително изготвена технология. В таблици 1, 2 и 3 на **Приложение 7** са дадени данни за ориентировъчните маси и размери на основните видове стрелки, които данни трябва да се имат предвид при монтажа на стрелки.

7.2 Поддържане на стрелките

Поддържането на железопътните стрелки по ос, междурелсие и ниво, баластиране, отводняване, притягане на скрепления, напластяване или смяна на износените части, регулиране на луфтовете между езиците и раменните релси (таблица 24) се извършват от ЖП секциите. Измерването на неприлепването (хлабината) между езика и раменната релса, съгласно чл. 426 от ПТЕ, се извършва от механика по осигурителна техника, съгласно утвърден график.

Длъжностните лица от регионално поделение по железен път отговарят за плавния ход на езиците, изправността на езиците, раменните релси и кръстовината, външното заключване на стрелката (механично тип „лястовиче" или капсуловано), подложните плочи на стрелковата гарнитура и

хидравличната (или механичната) система за синхронно преместване на езиците при многоточково заключване, както и за равномерното прилепване на езиците към раменните релси (допълнителните пружинни устройства или лостова силоп предаваща система за подпомагане прилепването на езиците).

Длъжностните лица от съответните регионални поделения СТ отговарят за електрическия стрелкови обръщателен апарат, датчици за крайно положение на езиците, теглителни и контролни шанги и носещите елементи на електрическите стрелкови обръщателни апарати.

Съществуващите изолации по стрелката се поддържат от предприятието, което отговаря за изправността на съответния елемент.

Длъжностните лица на поделения „Железен път и съоръжения“ и „Сигнализация и телекомуникации“ извършват съвместно дейностите по ремонт и поддръжка на електрическата и механичната част на стрелки, съоръжени с външно заключване на стрелката (механично тип „лястовиче“ или капсуловано), хидравлична или механична система за синхронно преместване на езиците при многоточково заключване, допълнителни пружинни устройства или лостова силоп предаваща система за подпомагане прилепването на езиците, електрическите стрелкови обръщателни апарати, датчици за крайно положение на езиците, теглителни и контролни шанги, и носещите елементи на електрическите стрелкови обръщателни апарати.

Поддържането на стрелките по ниво трябва да е както обикновения железен път съгласно “Технически норми за устройство и поддържане на горното строене на нормалните жп линии”, а в **Приложение 8**, „Правила за текущо поддържане на железния път“ и „Методика за извършване на прегледи по железопътната инфраструктура стопанисвана от ДП НКЖИ“ са дадени местата на измерването на междурелсието, нивото и износването на елементите на стрелките.

Таблица 24

Дължина на шангите (m)	Температура на релсите															
	есен								пролет							
	-20	-10	0	+10	+20	+30	0	+10	+20	+30	-20	-10	0	+10	+20	+30
	език при обръщателния апарат								език срещу обръщателния апарат							
2	3-0	3-0	3-1	3-1	3-1	3-1	0-2	0-2	0-2	0-2	0-3	0-3	0-2	0-2	0-2	0-2
4	3-0	3-1	3-1	3-2	3-2	3	0	0-1	0-1	0-2	0-3	0-2	0-2	0-1	0-1	0
6	3-1	3-1	3-2	3	3	/	/	0	0	0-1	0-2	0-2	0-1	0	0	/
8	4-1	4-2	4-3	4	/	/	/	0	0-1	0-3	0-2	0-1	0	/	/	/

При поддържане на стрелките по ос трябва да се следят и чупките в правия и отклонителния коловози. В правия коловоз измерванията се извършват с хорда $L=10\text{ m}$ и флешовите разлики не трябва да са по-големи от 4 mm при $V>100\text{ km/h}$, 6 mm при $V=50\div100\text{ km/h}$ и 8 mm при $V<50\text{ km/h}$. За отклонителния коловоз флешовите разлики са дадени в таблица 25. При $V\leq100\text{ km/h}$ хордата на измерване е $L=10\text{ m}$, а при $V>100\text{ km/h}$ - $L=20\text{ m}$.

Скорост на движ. V (km/h)	При нови стрелки и след ремонт	Начало на текущо поддържане	Гранично допустими стойности
< 50 ($R < 300$)	$\Delta f = 0.1 L$	$\Delta f = 0.6 L$	$\Delta f = 2.4 L$
50 до 100 ($R = 300-1200$)	$\Delta f = 0.1 L$	$\Delta f = 0.4 L$	$\Delta f = 1.4 L$
> 100 ($R > 1200$)	$\Delta f = 0.1 L$	$\Delta f = 0.2 L$	$\Delta f = 1.0 L$

Отклонението на измерен флеш от теоретичния не трябва да бъде по-голямо с “ $\pm 0,5 \Delta f$ ”, за да се достигне общ сбор от отклоненията на флешовете в две съседни точки, който да не надвишава Δf съгласно таблица 25.

7.3 Документация на стрелките

Железопътните стрелки трябва да съответстват на проектите за конструкция им, на нормите и техническите изисквания и на стандартите. Стрелките трябва да имат технически паспорт (карта), който да съдържа техническите и експлоатационни характеристики, данни за състоянието им и извършените ремонти. Изменения в конструкциите на стрелките и стрелковите съединения се допускат само с разрешение на Поделение ЖПС към ДП НКЖИ.

7.4 Недопустими неизправности в стрелките

Не се допуска движението на ПЖПС по стрелки, а в случаите по т. 2 – движение срещу неизправния език, когато:

1. Езиците не са свързани един с друг или не са свързани със стрелковия обръщателен апарат и не са осигурени с техническо средство срещу самопридвижване;

2. Неприлепването на езика към раменната релса, мерено срещу теглителната щанга, е:

а) 4 mm и повече за приемно-отправните коловози;

б) 5 mm и повече за останалите коловози;

в) повече от определеното от управителя на железопътната инфраструктура в зависимост от техническите характеристики на електрическите стрелкови обръщателни апарати (ЕСОА) – за стрелки в разпределителни гари, съоръжени с ЕСОА, въведени в експлоатация преди 01.01.2002 г.

3. Понижен език спрямо раменната релса с 2 mm и повече, мерено в сечението, в което широчината на главата на езика е 50 mm и повече;

4. Разстоянието между работния ръб на сърцето при широчина 30 mm и работната странична плоскост на контрарелсите е:

а) по-малко от 1391 mm - при междурелсие 1435 mm;

б) по-малко от 1474 mm - при междурелсие 1520 mm;

в) по-малко от 728 mm - при междурелсие 760 mm;

5. Наличие на счупен език или раменна релса;

6. Счупена кръстовина (сърце или рогови релси);

7. Скъсани са два съседни и повече контрарелсови болтове;

8. Не са осигурени с шплент болтове и щифтове на щангите;

9. Има нащърбяване на сърцето, измерено от върха му:

а) над 100 mm дължина и над 8 mm дълбочина - за главните коловози и на приемно-отправните коловози;

б) над 150 mm дължина и над 15 mm дълбочина - за всички останали коловози;

10. Има разстояние, по-малко от 110 mm между свободния език и раменната релса;

11. Разстоянието между работните странични повърхнини на роговата релса и контрарелсата е по-голямо от 1357 mm.

Не се допуска движение на ПЖПС по стрелки с нащърбявания на езика на разстояние 2 m, мерено от върха му, когато:

1. дължина на нащърбяването над 200 mm и дълбочина над 5 mm - за стрелки, разположени на продължението на текущия път в гарата;

2. Дължина над 300 mm и дълбочина над 8 mm - за стрелки, водещи към приемно-отправни коловози;

3. Дължина над 400 mm и дълбочина над 15 mm - за всички останали стрелки и стрелки за междурелсие 1520 mm.

ЖЕЛЕЗОПЪТНА СТРЕЛКА - съоръжение от горното строене на железния път за свързване на железопътни коловози и служещо за преминаване на железопътни влакове и возила без прекъсване на движението.

СТРЕЛКОВИ КОЛОВОЗ - продължение на железопътен коловоз в стрелката.

- **Прав стрелкови коловоз** - чиято ос е права линия.

- **Огънат стрелкови коловоз** - чиято ос е дъга или част от нея.

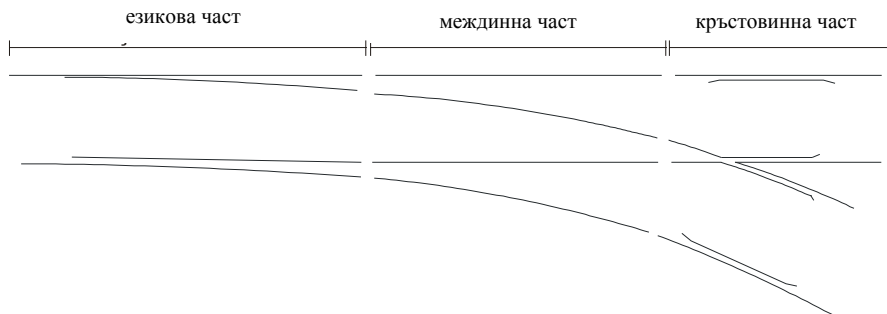
ГЛАВНИ ЧАСТИ НА СТРЕЛКАТА - които могат да се сглобяват предварително, пренасят и полагат като самостоятелни. Те са: езикова, междинна и кръстовинна.

- **Езикова част** - в която движението на колоосите се отклонява от единия коловоз на стрелката по другия и състояща се от: два езика, две раменни релси, система за преместване и заключване на езиците в определеното им положение и траверсова скара на тази част.

- **Междинна част** - главна част на стрелката, която свързва езиковата част с кръстовинната част и състояща се от междинни (съединителни) релси и прилежащите ѝ траверси и скрепления.

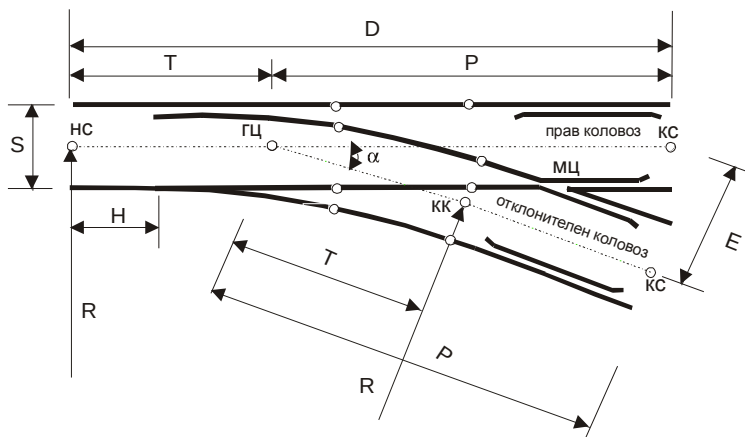
- **Кръстовинна част** - главна стрелкова част, състояща се от кръстовина, две приконтрови релси и две контрарелси и прилежащите им траверси и скрепления.

Главните части на стрелката са дадени схематично на фиг. 1.



фиг.1

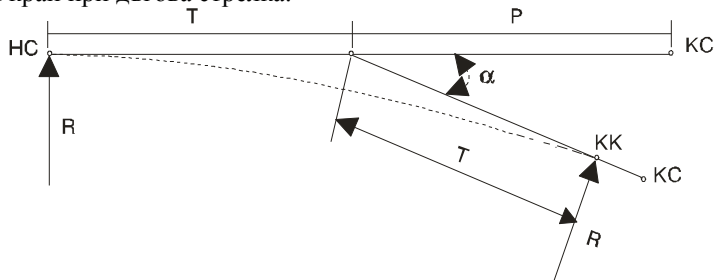
СХЕМА НА СТРЕЛКА



фиг. 2

Стрелката се означава с нейния горен работен ръб (ГРР), по който става движението на колелата. При представяне на стрелката на планове и чертежи може да се използва и съкратена схема, на която се означават осите на коловозите. На тези схеми не се нанася кривата на отклонителния коловоз, а само двете ѝ тангенти и характерните точки, по които става трасирането на стрелката (фиг. 3). Те са следните:

- **НС - начало стрелка** - пресечна точка на оста на стрелката с оста на началния настав на стрелката;
- **КС - край на стрелката** - пресечна точка на оста на всеки от стрелковите коловози с оста на крайните настави на стрелката;
- **ГЦ - геометричен център на стрелката** - пресечна точка на тангентата в края на стрелковата крива с оста на правия коловоз при обикновена стрелка или двете тангенти в края на стрелковите криви в техните начало и край при дъгова стрелка.



фиг. 3

ВИДОВЕ СТРЕЛКИ

Стрелка обикновена (единична) (СО) - състояща се от два взаимнопроникващи се коловоза (прав и огънат отклонителен). Може да бъде лява (отклоняваща наляво) и дясна (отклоняваща надясно).

Стрелка дъгова (СДг) - на която и двата коловоза са огънати. Може да бъде едностранна и двустранна. От своя страна разностранната дъгова стрелка може да бъде симетрична и несиметрична.

Стрелка специална - различаваща се от обикновената /единичната/ и може да бъде:

- двойна едностранна (**СДвЕ**) и двойна разностранна (**СДвЕ**);
- кръстовидна едностранна (**СКЕ**) и кръстовидна двустранна (**СКД**).

Кръстолиние - коловозно съоръжение, осъществяващо взаимно пресичане на два коловоза на едно ниво, при което возилата могат да преминават само по направленията на пресичащите се коловози.

Коловотно съединение - съоръжение, осигуряващо преминаване на возила от един в друг коловоз. Съществуват следните видове коловозни съединения:

- **единично (КСЕ)**- състоящо се от две стрелки и съединителен коловоз и позволяващо преминаване само в едно направление и обратно. Може да е ляво (отклоняващо наляво) и дясно (отклоняващо надясно);

- **двойно (КСД) или „бретел“** - състоящо се от ляво и дясно единични коловозни съединения, чиито съединителни коловози се пресичат в кръстолиние и позволяващо преминаване и в двете направления.

В таблици 1÷4 са дадени размерите на геометричните елементи на стрелките по видове.

Обикновена стрелка

Таблица 1

N	Елемент на схемата	Означ.	Вид на стрелката					
			S 49					UIC 60
			1:7-190	1:9-190	1:9-300	1:12-500	1:18.5-1200	1:9-300
1	Обща дължина	D	27138	27138	33231	41594	64818	33231
2	Тангента	T	13503	10523	16615	20797	32409	16615
3	Последствие	P	13635	16615	16615	20797	32409	16615
4	Разкрачване	E	1936	1835	1835	1727	1750	1835
5	Остатъчна права	P-T	132	6092	0	0	0	0
6	Разстояние HC-BE	H		1248	1500	2165	1902	659

Двойна стрелка

Таблица 2

N	Елемент на схемата	Означ.	Вид на стрелката	
			1:9-190	1:9-300
I	Двойна едностранна			
1	Обща дължина	D	37661	46030
2	Тангента	T	10523	16615
3	Разстояние $\Gamma\zeta_1 - \Gamma\zeta_2$	C	10523	12800
II	Двойна двустранна			
1	Обща дължина	D	42166	66667
2	Тангента	T	16615	22487
3	Разстояние $\Gamma\zeta_1 - \Gamma\zeta_2$	C	8936	10846

Дъгова симетрична стрелка

Таблица 3

№	Елемент на схемата	Означение	Дължина
1	Обща дължина	D	17424
2	Тангента	T	7831
3	Разстояние НК - HC		1402
4	Разстояние HC - $\Gamma\zeta$		6429
5	Разстояние $\Gamma\zeta$ - KC	P	10972
6	Разстояние KK - KC	P - T	3141

Кръстовидна стрелка

Таблица 4

N	Елементи на схемата	Означ.	Радиус и отклонение на стрелката			
			1:6.6-190	1:9-190	1:9-300	1:9-500
I	Едностранна кръстовидна					
1	Обща дължина	D	34792	33230	45278	55286
2	Тангента	T	17396	16615	22639	27693
3	Разстояние $\Gamma\zeta$ -KC	P	10700	16615	16615	16615
4	Разстояние $\Gamma\zeta$ -M ζ		9525	12955	12955	12955
II	Двустранна кръстовидна					
1	Обща дължина	D	34972	33230	45278	55386
2	Тангента	T	17396	16615	22639	27693
3	Разстояние $\Gamma\zeta$ -M ζ		9525	12955	12955	12955

ЕЛЕМЕНТИ НА СТРЕЛКАТА

Железопътната стрелка се състои от следните елементи:

Раменна релса (Рра) - специално обработена релса, служеща за опора на прилежащия ѝ език, а също и като работна релса по част от дължината му;

Език (Ез) - конструктивно обработена релса или специален профил, който при преместване от едно положение в друго осигурява направлението на движение на возилата;

Междинна релса (Рм) - свързваща елемент от езиковата част с елемент от кръстовинната част (рогова релса или приконтрова релса);

Приконтрова (ходова) релса (Рпр) - външна на кръстовината релса, която е и ходова и е разположена на определено разстояние от контрарелсата;

Контрарелса (Рк) - релсов или специален профил за принудително водене на колооста, когато тя преминава през неконтролируемостта пространство;

Рогова релса (Рро) - огъната и частично едностранно обработена в главата и стъпката релса, обхващаща сърцето или полусърцето;

Сърце (С) - клинообразен ходов елемент от стрелката, който обединява двете релси след пресичането на релсовите нишки в кръстовината. Може да бъде лято, блоково или съставно;

Огъната (коленчатата) рогова релса (Ррок) - стрелкови елемент на тъпата кръстовина, който поема и предава колелата от едното на другото полусърце;

Кръстовина (Кна) - окрупнена стрелкова част, съставена от едно или повече сърца, рогови и присъединени релси, даващи възможност за взаимно пресичане на вътрешните релсови нишки. Различават се остра, двойна (тъпа) и тройна кръстовина.

Надлъжни размери на релсите в стрелки S 49 (49Е1) и UIC 60 (60Е1)

Обикновена стрелка

Таблица 1

N	Наименование на стрелковата част	Брой	Вид на стрелката							
			S 49						UIC 60*	UIC 60
			1:9			1:12-500	1:18.5-1200	1:9-300	1:9-300	
			1:7 -190	190 на пети	190 ел. ез.					
1	Език	2	6100	6100	11000	12750	15475	25620	15240	15240
2	Раменна релса	2	8400	8400	12244	14248	17637	28953	15901	15901
						14212	17610	28934	15857	15857
3	Междинна релса	4	12718	12718	8858	10888	15961	24788	9661	9071
			13752	13752	8839	10880	15952	24782	9647	9061
			13691	13691	8776	10861	15938	24778		9047
			12613	12613	8753	10850	15925	24768		9037
4	Рогова релса	2	3890	3862	3870	6160	6400	12492	6293	6893
5	Сърце	1								
	*само клинов. елемент				750	842	805	3072	882	882
	*заедно с присъед. релси		3786		3656	3884	3511	6192	3735	3735
6	Ходова релса	2	7498	6004	6012	8070	7980	15000	17322	8247
			7436			8028	7956	14981	17248	8204
7	Контрарелса	2	3700	3200	3200	5000	5000	8000	7200	7200
8	Кръстовина	1	5961	5961	6092	8131	8029	15030	7711	7711

Забележка: * Този вариант се изпълнява с две междинни релси.

Дъгова симетрична стрелка 1:6-184.4

Таблица 2

N	Наименование на стрелковата част	Брой	Дължина на стрелковия елемент
1	Език	2	11530
2	Раменна релса	2	6710
3	Междинна релса		
4	Рогова релса	2	4167
5	Сърце	1	2209 1867
6	Ходова	2	10617 и едновременно междинни
7	Контрарелса	2	2700

Таблица 2а

N	Наименование на стрелковата част	Брой	Дължина на стрелковия елемент
1	Език	2	4340
2	Раменна релса	2	6710
3	Междинна релса	2	7187
4	Рогова релса	2	4167
5	Сърце	1	2209 1867
6	Ходова	2	10617 и едновременно междинни
7	Контрарелса	2	2700

Забележка: Таблица 2 се отнася за симетрични стрелки с езици ЕЕРП, а таблица 2а - за стрелки тип ЕП.

Двойна стрелка

Таблица 3

N	Наименование на стрелковата част	Вид на стрелката	
		Едностранна ел. езици	Двустранна ел. езици
1	Езици	2 x 12750	2 x 11973
		2 x 10200	9647
			9618
2	Раменна релса	14248	13471
		14212	13435
		12144	10435
		12106	10466
3	Междинна релса	9420	10493
		12130	10467
		12223	9761
		16863	
		12167	
		12078	
4	Рогова релса	2 x 4715	2 x 3467
		2 x 4093	3099
		2 x 7070	7332
			2 x 6160
5	Ходова релса	11489	13952
		11520	13964
		11487	12792
		9827	9329
		9779	8024
6	Контрарелса	9450	
		4700	3710
		4745	3 x 5000
		2 x 5000	7400
7	Кръстовина	6869	4242
		11552	9305
		9869	8131

Кръстовидна стрелка

Таблица 4

N	Наименование на стрелковата част	Вид на стрелката			
		Едностранна		Двустранна	
		1:9-190	1:9-300	1:9-190	1:9-300
1	Език	2 x 9316	4 x 7150	4 x 9316	8 x 7150
		2 x 9305		4 x 9305	
2	Раменна релса	2 x 8400	2 x 17731	4 x 8400	4 x 13567
		2 x 10545	2 x 8170	4 x 10545	4 x 8170
3	Междинна релса		2 x 8856		4 x 10485
					4 x 5802
4	Рогова релса	4 x 3870		4 x 3870	
5	Приконтрова релса	4 x 6012	2 x 11732	4 x 6012	
6	Контрарелса	4 x 3200	2 x 5000	4 x 4600	8 x 4700
			2 x 3200		
			2 x 4700		
7	Огъната релса		2 x 9670		2 x 6420
8	Контрарелса огъната	2 x 2500	2 x 2500	2 x 2500	2 x 2500
9	Дъгова релса		2 x 9668		4 x 18000
10	Сърце остро	2 x 6092		2 x 6092	
11	Сърце двойно	2 x 4317	2 x 9675	2 x 4317	2 x 6424
			2 x 8504		
			2 x 11811		
12	Сърце тройно				2 x 5491

Кръстолиния при двойно свързване на коловози

Таблица 5

Свързани стрелки	Разстояние Между коловозите	Конструкция	Дължина на елементите		
			Контрарелса	Единична кръстовина	Двойна кръстовина
		Кръстолиние 1:4,444 (2x 1:9)	4 x 2600	2 x 9373	2 x 3204
R 190	4,5	1:4,444	4 x 3200	2 x 8245	2 x 7351
				4 x 6094	
	5,0	1:4,444	8 x 3200	2 x 10510	2 x 3204
	6,0	1:4,444	4 x 2600	4 x 10430	2 x 3204
R 300	4,5	1:4,444	4 x 5000	2 x 9017	2 x 3204
				4 x 8131	
	5,0	1:4,444	4 x 5000	2 x 10262	2 x 3204
	6,0	1:4,444	4 x 3200	4 x 8131	
			4 x 2600	2 x 12533	2 x 3204
				2 x 9017	2 x 3204

Количество и дължина на траверсите в стрелка S 49 (49E1)

Таблица 6

Дължина на траверса	Вид на стрелката							
	R 190		R 300				R 500	
	един.	двойни	подпр. наст.		заварени настави		дървени траверси	стоманоб. траверси
			един.	двойни	дървени траверси	стоманобет. траверси	един.	двойни
2.5	10	1	11	1	13	13	9	1
2.6	1		4		5	5	6	
2.7	3		4		4	4	5	
2.8	3		3	1	3	3	4	1
2.9	3	1	2		3	3	4	
3.0	2		3		3	3	4	
3.1	1		2		3	3	4	
3.2	2		4		2	2	1	
3.3	2		2		2	2	3	
3.4	1		2		2	2	3	
3.5	3	1		1	2	2	2	
3.6	1		1		2	2	1	1
3.7	1		2		2	2	2	
3.8	1		2		2	2	2	
3.9	3		3		2	2	2	
4.0	1		2		1	1	2+4*	
4.1			1		2	2	2	
4.2	1				2	2	1	1
4.3		1		1				
Общо за стр.	39	4	48	4	55	55	55	4
Задстрелкови траверси								
2.2	2		2		3	3	4	
2.3	3		3		6	6	5	
2.4					5	5	1	
4.2							1	
4.3							2	
4.4	2		2		3	3	2	
4.5	3		3				2	
4.6	1		1				2	
Общо броя	50	4	59	4	72	72	74	4
								90

***Забележка:** Четирите траверса с дължина 4 m се поставят в езиковата част на стрелката, за да се монтира обръщателния апарат и да се свърже с него спомагателната шанга, която се поставя в средата на езиковата част.

**Количество и дължина на стоманобетоновите траверсите
в стрелка UIC 60 (60E1)-1:9-300**

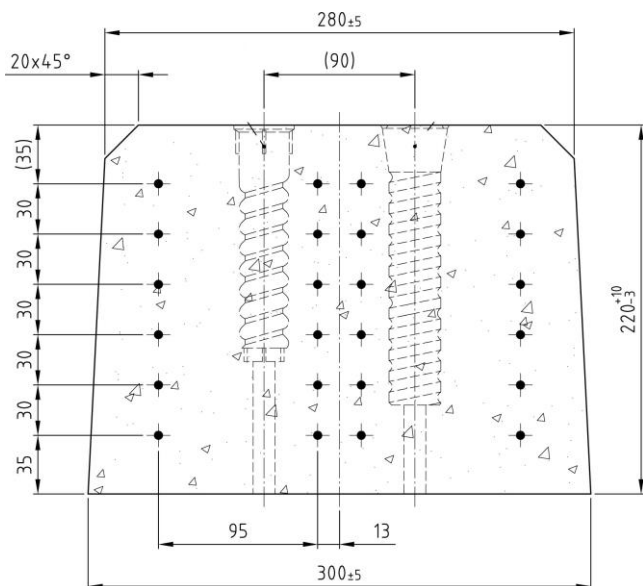
Таблица 7

Място на траверсата в стрелката	Дължина на траверсата	Място на траверсата в стрелката	Дължина на траверсата
Езикова част	2600		3177
	2601		3215
	2604		3254
	2613		3295
	2619		3337
	2627		3380
	2636		3424
	2646		3469
	2657		3516
	2670		3564
	2684		3613
	2699		3663
	2715	Кръстовинна част	3714
	2733		3765
	2752		3818
	2772		3871
	2794		3926
	2816		3982
	2840		4039
	2865		4097
	2891		4157
	2918		4217
	2946		4279
	2975		4342
	3005		4407
Междинна част	3037	След кръстов. част	4400
	3070		4400
	3105		4400
	3140		

**Количество и дължина на дървените траверси
в стрелка UIC 60 (60E1) - 1:9 - 300**

Таблица 8

Езикова част	Междинна част	Кръстовинна част	Задстрелкови траверси
16 x 2,60	1 x 2,90	2 x 3,60	3 x 4,40
5 x 2,70	3 x 3,00	3 x 3,80	2 x (1 x 2,20)
3 x 2,80	5 x 3,20	4 x 4,00	2 x (3 x 2,30)
2 x 2,90	5 x 3,40	3 x 4,20	2 x (2 x 2,40)
	2 x 3,60	1 x 4,40	



Напречен разрез на стрелкови стоманобетонев траверс

Таблица 1

Радиус и вид на стрелката	Проектен размер	Допустими толеранси	
		нови	при експл.
R 190	163	+6 -3	+10 -10
бързодействаща	120		
R 300	159		
R 500	159		
R 500 с второ заключване	91		

Таблица 2

N	Място на улея	Стойности			Стойности при входа на улея					
		min	opt	max	начало на входа			край на входа		
					min	opt	max	min	opt	max
1	Улеи в остра кръстовина									
	при сърцето	39	45	47	70	76	86	50	56	66
	при контрарелсата	33	41	49	70	76	86	50	56	66
2	Улеи в тъпа кръстовина									
	между сърцето и огънат релса	39	41	45	70	76	86	50	56	66
	между сърце и контрарелса	33	41	45	70	76	86	50	56	66

Таблица 3

	Междурелсие	1447	1445	1443	1441	1439	1437	1435	1433	1431	1429
Стойност на улея "h" при контрарелсата	Ширина на улея при сърцето "i" по формули $i \min > S \min - (Si \min + h \min)$ и $i \max < 0.5 (b - a \min)$										
49		41-47	39-47								
47		43-47	41-47	39-47							
45		45-47	43-47	41-47	39-47						
43		47	45-47	43-47	41-47	39-47					
41			47	45-47	43-47	41-47	39-47				
39				47	45-47	43-47	41-47	39-47			
37					47	45-47	43-47	41-47	39-47		
35						47	45-47	43-47	41-47	39-47	
33							47	45-47	43-47	41-47	39-47

Таблица 4

	Междурелсие	1447	1445	1443	1441	1439	1437	1435	1433	1431	1429
Стойност на улея "i" при сърцето	Ширина на улея при контрарелсата "h" по формули: $h \min > S \min - (Si \min + i \min)$ и $h \max < S \max - SL \max$										
47		43-49	41-49	39-47	37-45	35-43	33-41	33-39	33-37	33-35	33
45		45-49	43-49	41-47	39-45	37-43	35-41	33-39	33-37	33-35	33
43		47-49	45-49	43-47	41-45	39-43	37-41	35-39	33-37	33-35	33
41		49	47-49	45-47	43-45	41-43	39-41	37-39	35-39	33-35	33
39			49	47	45	43	41	39	37	35	33

**Междурелсие при сърцето по формулата $S < 1357 + i + h$
и по формулата $S > 1396 + h$**

Таблица 5

S<1357+h+i						
Стойност на "h"	Стойност на "i"					
	47	45	43	41	39	S>1396+h
49	+18	+16	+14	+12	+10	+10
47	+16	+14	+12	+10	+8	+8
45	+14	+12	+10	+8	+6	+6
43	+12	+10	+8	+6	+4	+4
41	+10	+8	+6	+4	+2	+2
39	+8	+6	+4	+2	0	0
37	+6	+4	+2	0	-2	-2
35	+4	+2	0	-2	-4	-4
33	+2	0	-2	-4	-6	-6

Маркираните стойности удовлетворяват едновременно междурелсието по горната таблица, таблици 19, 20 и 21, като се отчете видът на стрелката, мястото на измерване (права или отклонение) и скоростта на движение през нея.

Междурелсие в гърлото на кръстовината

Таблица 6

Стойност на "g"	64	62	60	58	56	54	52	50
$S < 1379 + g$	+8	+6	+4	+2	0	-2	-4	-6

Основни напречни размери на стрелките и колоосите и взаимодействието между тях

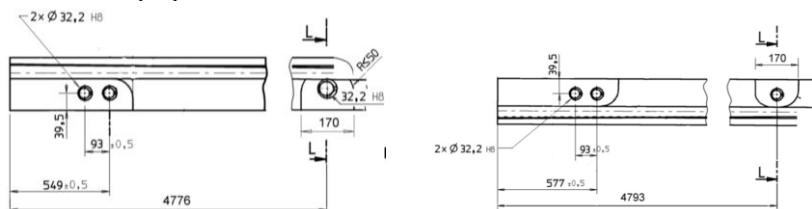
Таблица 7

N	Железопътни стрелки			Колоосите			Взаимодействие между стрелка и колоос		
	Наименование на величините	Означение	Стойност	Наименование на величините	Означение	Стойност	Наименование на величините	Означение	Стойност
1	Междурелсие	S	<1458 1435 >1430	Разстояние между външните повърхнини на ребордите	$S_L' = S_L + 2S_s$	<1429 1429 >1401	Ход на колооста	$S - S_L'$	<57 6 >1
2	Широчина на улеите при:						Ход на колооста		
	-при сърцето	l	<47 44 >39	Дебелина на реборда	S_s	<33 >22	-при сърцето	$i - S_s$	<25 11 >6
			<49 41 >33						<27 8 >0
	-при контрарелсата	h					-при контрарелсата	$h - S_s$	
3	Габаритно разстояние	j	1357 1350 1349	Разстояние между вътрешните повърхнини на бандажите (набивка)	S_i	1363 1360 1357	Незаклинаване на колооста	$j < S_i$	1357 1350 1349
4	Направляващо разстояние на стрелката	f	1406 1396 1391	Водим размер на колооста	S_L	1396 1396 1379	Непокачване върху сърцето	$f > S_L$	1406 1396 1391

- Забележки:
1. Точка 1 от таблицата се отнася за максималните и минималните стойности на междурелсието в стрелката по таблици 19, 20 и 21.
 2. Точки 2, 3 и 4 са съобразени със стойностите на междурелсието в кръстовината на стрелката.

Приложение 4

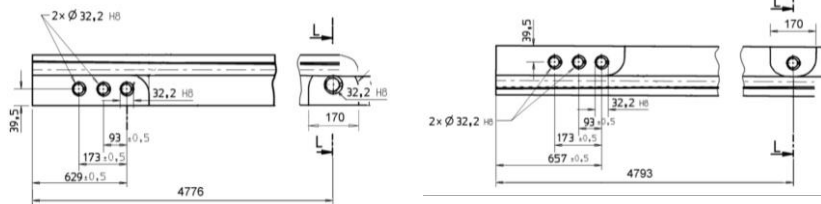
1. 49E1-300-1:9 (H,B) – кух стоманен траверс, апарат COA-1, Thales 550B, ECOSTAR 4.0 със стоманобетонни траверси и кобилица



език LR(RL)

език LL(RR)

2. 49E1-300-1:9 (H,B) – кух стоманен траверс, апарат COA-2 със стоманобетонни траверси и кобилица



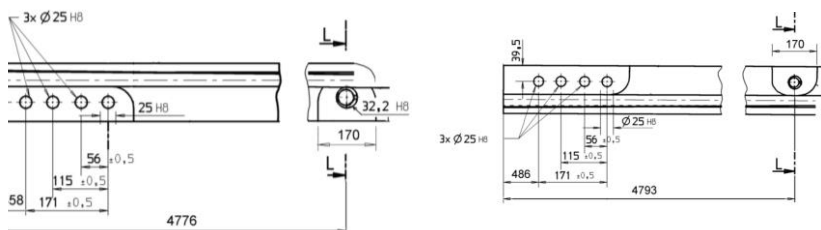
език LR(RL)

език LL(RR)

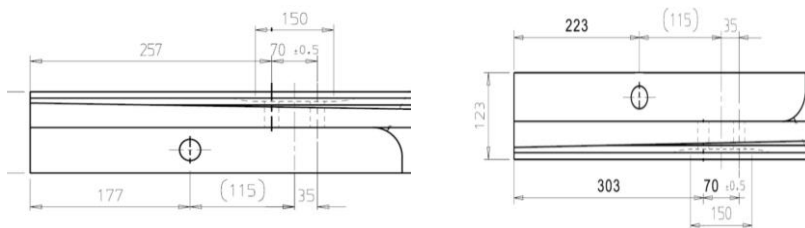
език LR(RL)

език LL(RR)

3. 49E1-300-1:9 (H,B) – кух стоманен траверс, апарат COA-3 със стоманобетонни траверси и кобилица



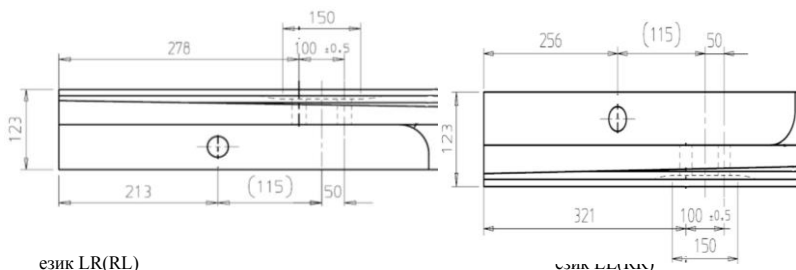
4. 60E1-190-1:9 (B) – кух стоманен траверс, лястовиче заключване, апарат COA-1,Thales, ecostar 4.0



език LR(RL)

език LL(RR)

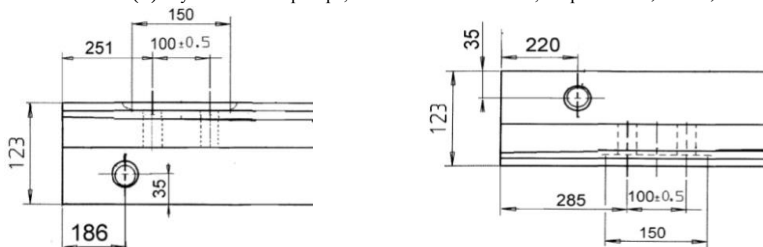
5. 60E1-190-1:9 (B) – кух стоманен траверс, SPHEROLOCK Classic, апарат COA-1, Thales, ECOSTAR 4.0



език LR(RL)

език LL(RR)

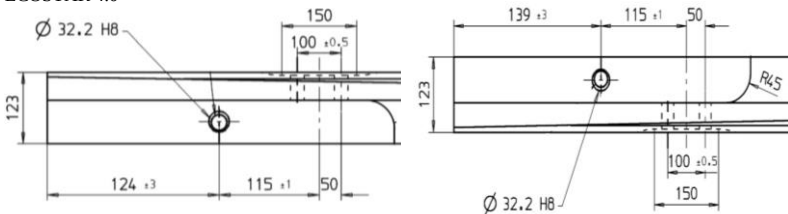
6. 60E1-300-1:9 (B) –кух стоманен траверс, SPHEROLOCK Classic, апаратCOA-1, Thales, ECOSTAR 4.0



език LR(RL)

език LL(RR)

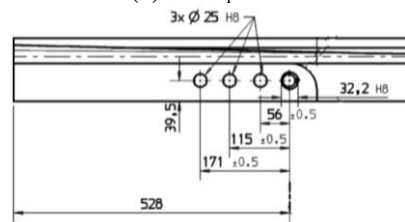
7. 60E1-1200-1:18,5 (B) – кух стоманен траверс, SPHEROLOCK + Hydrolink, апарат COA-1,Thales, ECOSTAR 4.0



език LR(RL)

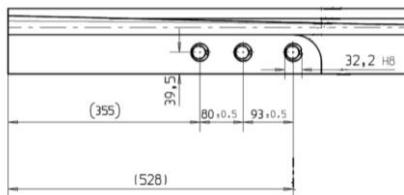
език LL(RR)

8. 49E1-190-1:9 (H) – 4 отвора



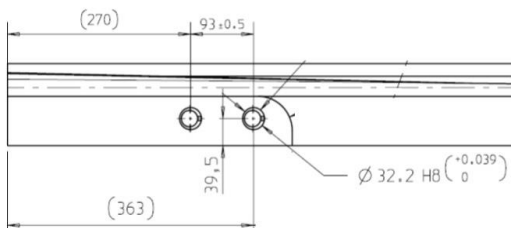
език LR(RL) и език LL(RR)

9. 49E1-190-1:9 (H) – 3 отвора



език LR(RL) и език LL(RR)

10. 49E1-190-1:9 (B) – с кух траверс и лястовиче заключване

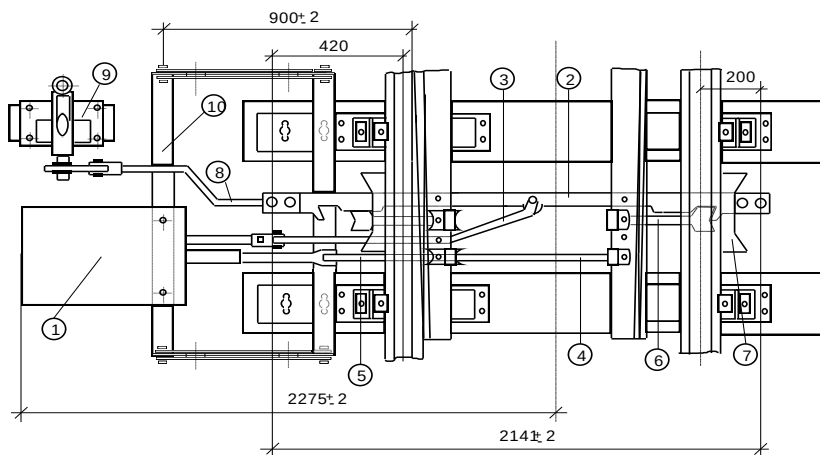


език LR(RL) и език LL(RR)

Съоръженост на железопътните стрелки

А) Използвани типове стрелкови апарати

СОА - 1



1 - Стрелкови обръщателен апарат СОА-1; 2 - Съединителна шанга; 3 - Теглителна шанга; 4 - Дълга контролна шанга; 5 - Къса контролна шанга; 6 - Заклучваща скоба (тип лястовича опашка); 7 - Заклучваща кутия; 8 - Шанга на стрелковия указател; 9 - Стрелкови указател; 10 - Шини за закрепване на СОА.

Стрелките с лястовично заклучване се снабдяват с външни ограничители за хода на езиците. При езиковите заклучалки тип “лястовича опашка” трябва да се спазват следните изисквания:

- да позволяват топлинно преместване на езиците;

- да задържат прилепналия език неподвижно към раменната релса, като разширението на скобата тип “лястовича опашка” опира в страничната стена на заклучващата кутия и в съединителната шанга.

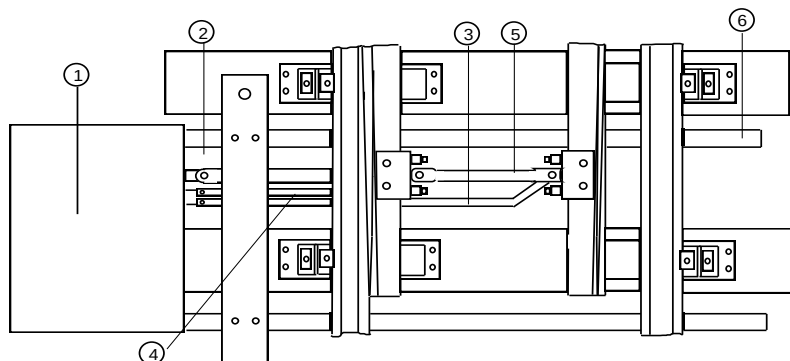
Допуска се луфт $0.5 \div 1.5$ mm. Разширението “лястовича опашка” трябва да бъде с дължина 46_0^{+1} mm, т.е по-малко от стеснението на съединителния прът 50 ± 0.15 mm, за да влиза в него с разлика min 2.85 mm и max 4.15 mm.

– предният ръб на скобата “лястовича опашка” да е на 45 mm, 50 mm и 49 mm за стрелки с радиус 190 m, 300 m и 500 m от предния ръб на стеснението на съединителната шанга.

– съединителната шанга да е изместена на 220 mm спрямо другото си основно положение.

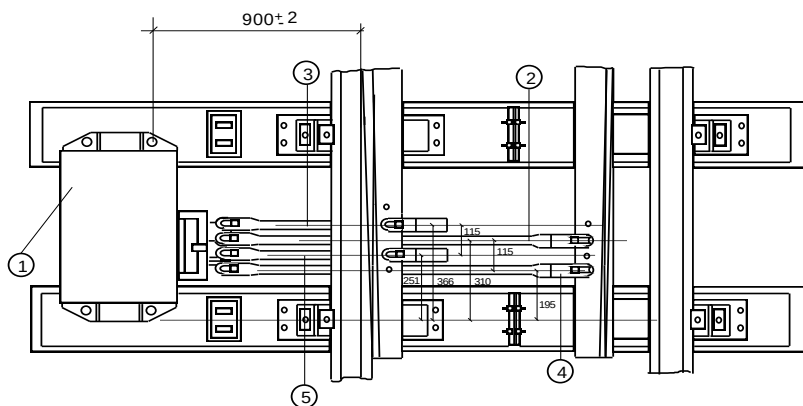
–отдалеченият език да е на разстояние от раменната релса съгласно таблица 1 **Приложение 3.**

СОА - 2



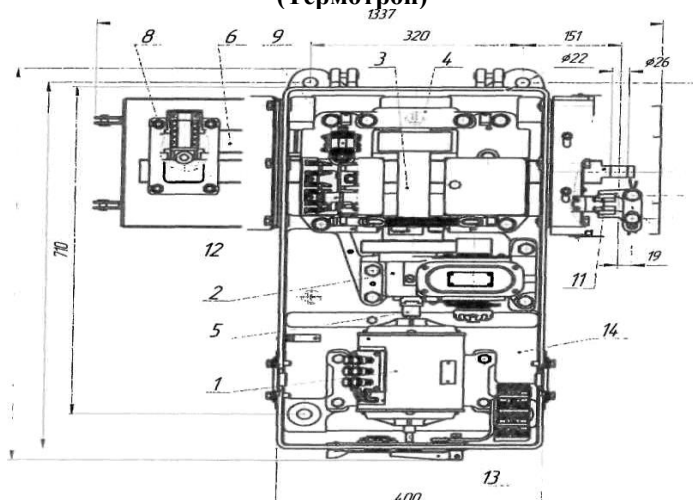
1 - Стрелкови апарат; 2 - Теглителна шанга; 3 - Дълга контролна шанга; 4 - Къса контролна шанга; 5 - Съединителна шанга; 6 - Шина за поддръжане на междурелсието.

СОА – 3 (с вътрешно заключване)



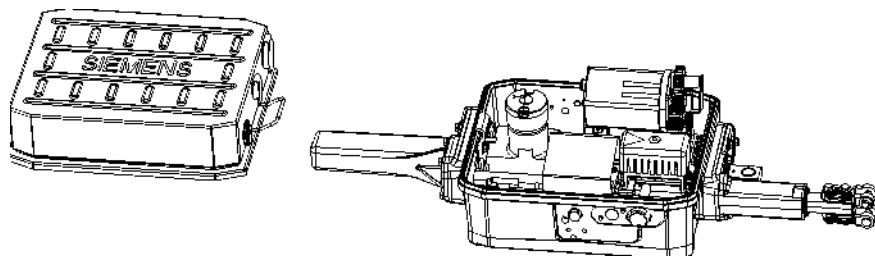
1 - Стрелкови обръщателен апарат СОА-3; 2 - Дълга теглителна шанга; 3 - Къса теглителна шанга; 4 - Дълга контролна шанга; 5 - Къса контролна шанга.

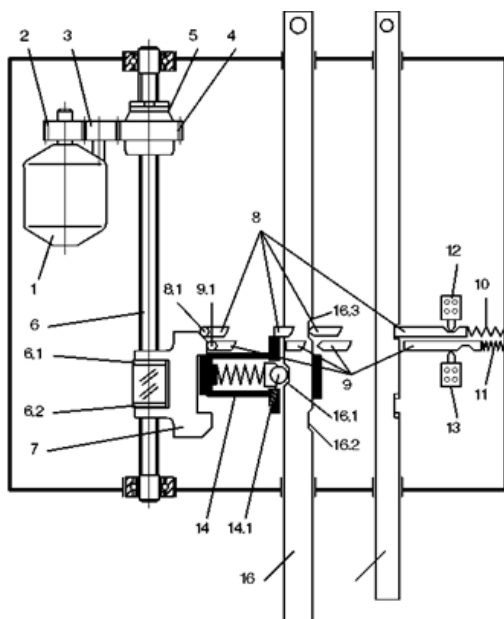
Електрически стрелкови обръщателен апарат СПВ-220 (Термотрон)



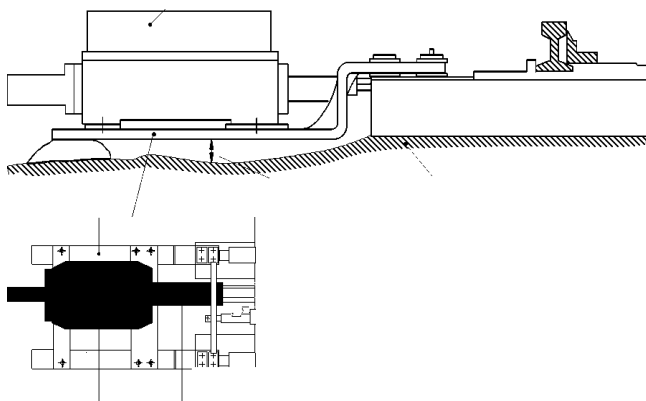
1- блок на елдвигателя; 2 - двустепенен цилиндричен редуктор с вграден фрикционен съединител; 3 - главен вал; 4 - блок на автопревключвателите; 5 - ексцентрична муфа; 6 - задвижващ шибър; 7 - работен шибър; 8 - срезваемо устройство, което свързва шибъри 6 и 7 да работят заедно; 9 - устройство за контрол на срязването; 10 и 11 - две контролни летви; 12 - подгряване на контактите; 13 курбелна заглушка, ключ на апарата, устройство за ръчно обръщане.

Електрически стрелкови обръщателен апарат S 700 K (SIEMENS)

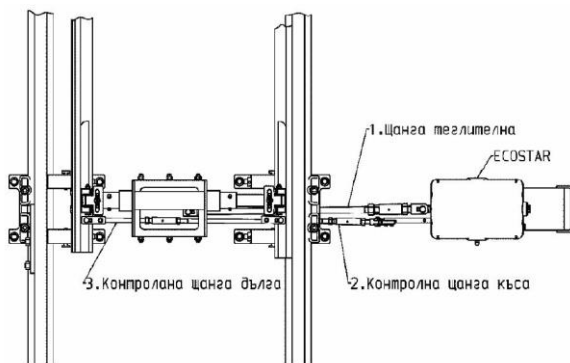
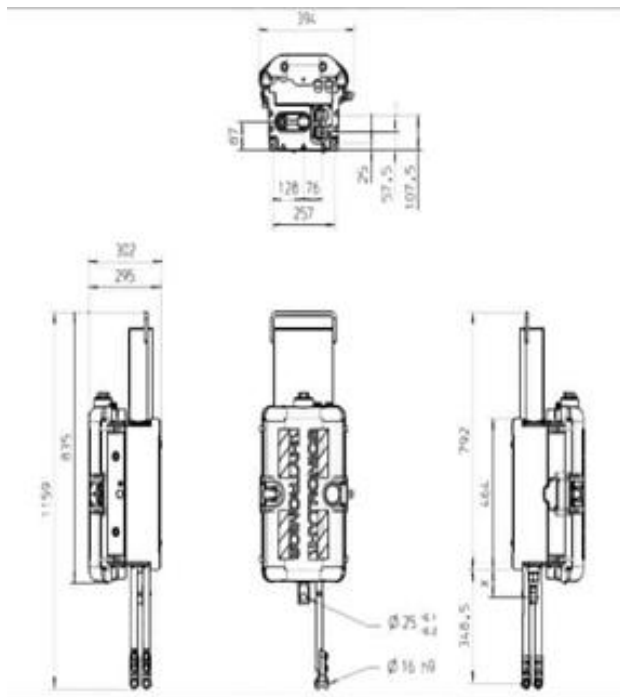




1 - двигател; 2 - пиньон на двигателя; 3 - средно зъбно колело; 4 - зъбно колело; 5 - съединител на трансмисията; 6 - водач на шпиндел със сачмени лагери; 7 - пластина за превключване; 8 - плъзгачи; 9 - плъзгачи; 10 - притискаща пружина; 11 - притискаща пружина; 12 - краен изключвател; 13 - краен изключвател; 14 - задържащ съединител; 15 - регулаторен плъзгач; 16 – теглителна шанга;

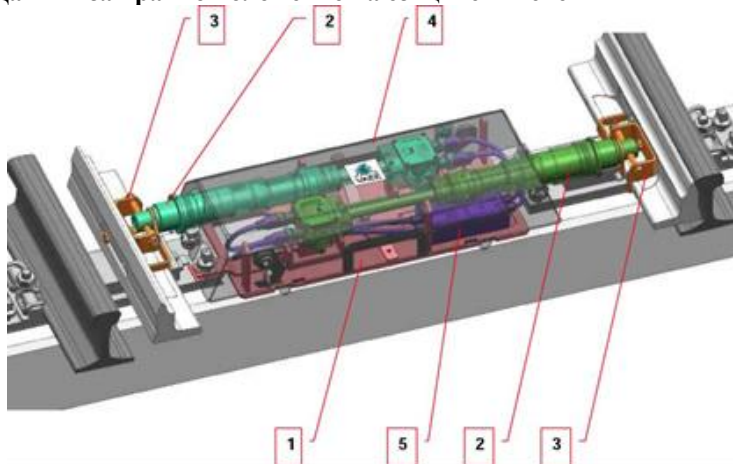


Стрелковият обръщателен апарат ECOSTAR (VOESTALPINE)



Комплект щанги за „SPHEROLOCK“ заключване

Б) Датчик за крайно положение на езиците IE2010



1 – основа; 2 - детекторна половина; 3 - захващане за езика; 4 – капак;
5 - електрически дистрибутор.

В) Други ктрелкови съоръжения

Указания за монтаж и експлоатация на кобилица за стрелки S 49 (49E1)

Пружинната кобилица подпомага преместването, но не контролира положението на езика.

Предварително натегнатата пружина служи като силов запас, при което силата се предава на езика посредством колянков мост и две шанги, свързани с езика. Шангите се окачват към езика с регулируеми гърловини в предвидени за това отвори в езика.

1 Монтаж

1.1 Груба настройка

При прилагане на въздействието от силата на колянковия мост трябва да се вижда означението “В” Ако се вижда означението “С”, шангата се обръща на 180^0 .

Преди започването на монтажа се пробиват отворите в езика по чертеж на производителя и в тях се поставят изолиращите детайли.

Основната плоча се полага върху траверсата и се окачват свързващите езика шанги в отворите на езика при средно положение на стрелката, като окачващата им дължина е $a = 449 \text{ mm}$ и $b = 749 \text{ mm}$. За стрелки СО 49-1:9-300 улеят при отворения език трябва да е $86 \pm 3 \text{ mm}$.

За стрелки на дървени траверси:

Основната плоча трябва да се изправи така, че точките да лежат на една права линия. Трябва да се провери контролният размер на 256 mm. Когато основната плоча е в правилното положение, тя се закрепва към траверсата посредством 4 винта за траверси и двойни пружинни шайби.

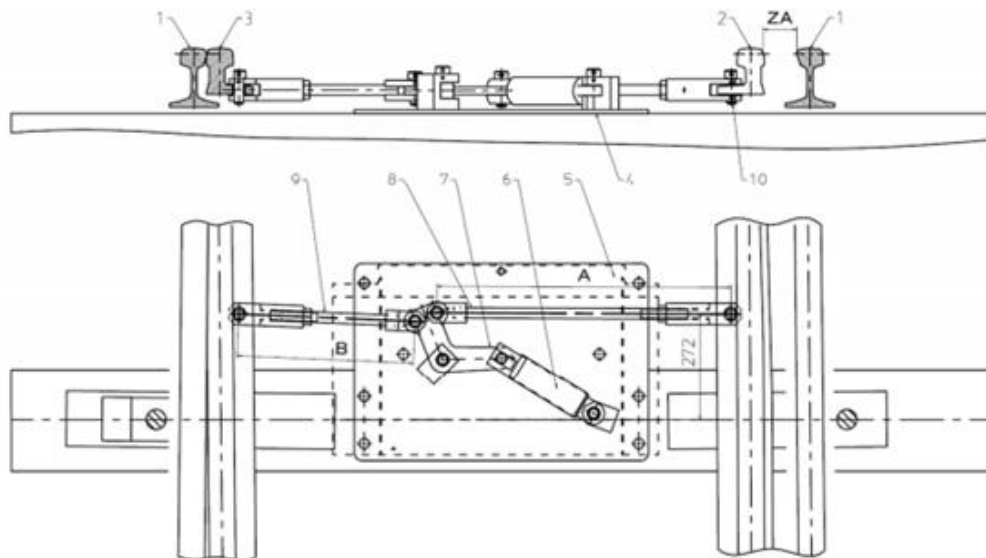
За стрелки на стоманобетонени траверси:

Основната плоча се хорзонтира върху дюбели на стоманобетонени траверси и се закрепва 4 винта за траверси и двойни пружинни шайби.

2 Поддържане

Поддържането на пружинната кобилица е аналогично на това на заключването, при което най-често плъзгащите детайли се смазват при отваряне на капака, с изключение на пластмасовите втулки, както и натягщата пружинна втулка в движещата се част и регулиращата резба.

След провеждане на смазването, капакът трябва наново да се осигури с пружинния щекер.



1 - раменна релса; 2 - отворен език; 3 - затворен език; 4 - основа; 5 - капак; 6 - пружинен пакет; 7 - рамо;
8 - съединителна щанга дълга 740 мм; 9 - съединителна щанга къса 470 мм; 10 - болт

фиг. 1

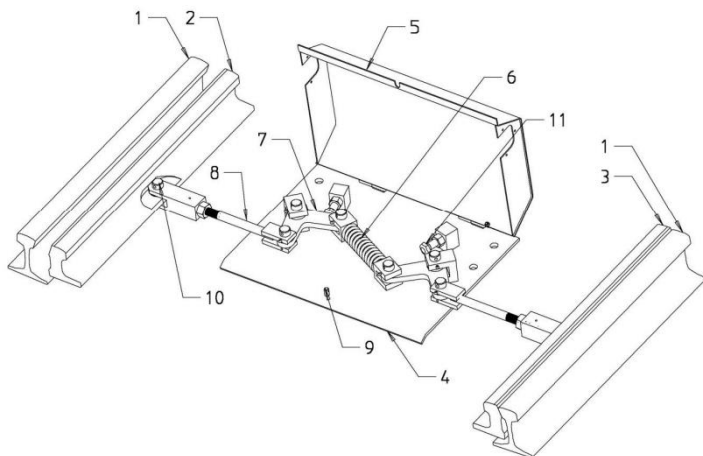
Указания за монтаж и експлоатация на кобилица за стрелки UIC 60 (60E1)

Устройството се използва за улеснение на обръщането на езиците и има задача да ги стабилизира в крайните им положения. От една страна отвореният език се държи достатъчно далеч от раменната релса и от друга прилепналият език се затваря плътно до другата раменна релса.

Има следните предимства:

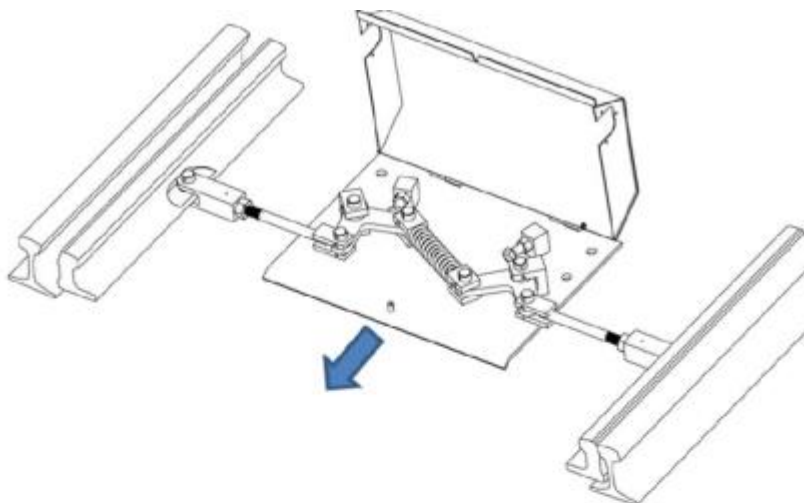
- запазва заключването на езиците;
- не се изискват свързващи щанги между двата езика и въпреки това стрелките могат да се уплътняват;
- удобно за всички видове заключващи устройства.

Работата на кобилицата може да се онагледя с фиг. 2, 3 и 4.

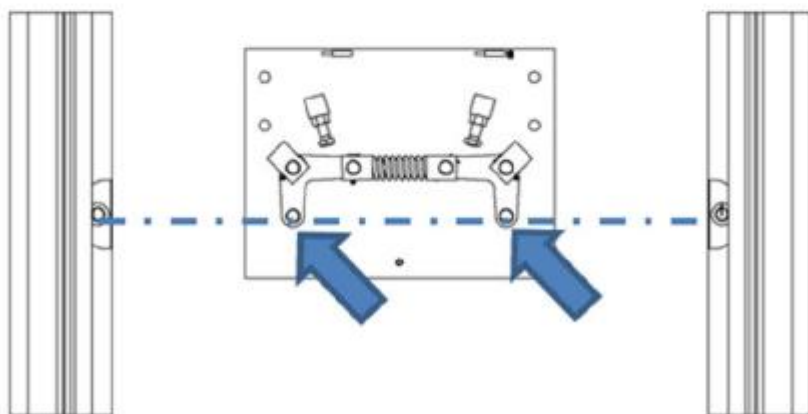


1 - раменна релса; 2 - отворен език; 3 - затворен език; 4 – основа; 5 – капак;
6 - пружинен пакет; 7 - рамо; 8 - съединителна щанга; 9 - заключване на
капака; 10 – болт; 11 - ограничителен болт.

фиг.2



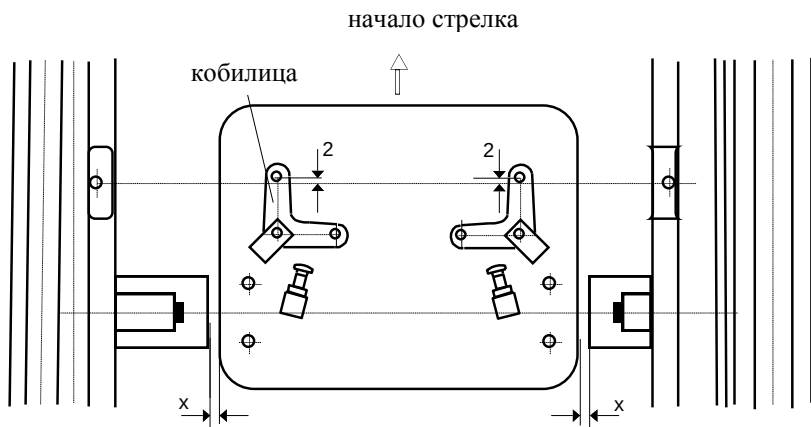
Ключалката на капака сочи към началото на стрелката
фиг. 3



Корда за измерване на положение на пружинната кобилица
фиг. 4

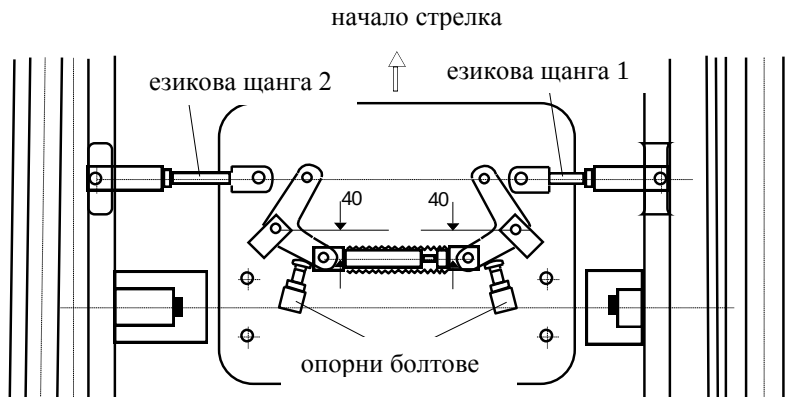
Монтаж на кобилицата

- Монтиране на изолиращите детайли във фрезованите повърхности (фиг. 5).
- Пружината може да се сменя (при необходимост).
- Кобилицата се слага така върху траверсата, че разстоянието между основната подложка и ребровата подложка (x) в ляво и дясно да е еднакво.
- Двете кобилици се поставят по средата (успоредно на основната подложка) - (фиг. 5).



фиг. 5

- Основната подложка и кобилиците се разполагат спрямо отворите на езика по показания на фиг. 6 начин.



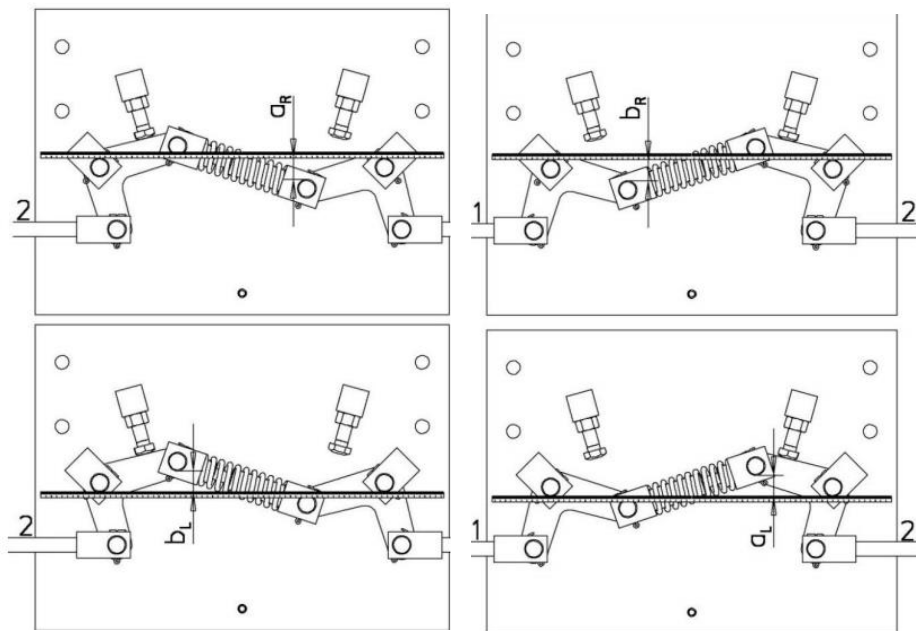
фиг. 6

- Кобилицата се закрепва към траверсата по посочения на чертежа начин.
- Ако стрелката е на дървени траверси, същите първо се пробиват и след това се завиват болтовете с двойните пружинни шайби. При стрелки на стоманобетонни траверси отворите са предварително направени и в тях са бетонирани дюбели.
- Слага се пружината и се натяга.
- Двете ъглови кобилицы се поставят с помощта на винтовете (фиг. 6) така, че разстоянието между лагериането и пружините да е 40 mm.
- Щангата за свързване на езика 1 се поставя така, че най-тесният луфт между раменната релса и езика да отговаря на монтажния чертеж на езиковата уредба (свързващата щанга 2 да не се окачва на езика).
- Езиковата уредба се премества.
- Езиковата свързваща щанга 2 се поставя по аналогичен начин.

Фина настройка на кобилицата

Тъй като в процеса на експлоатация прилепването на езичите към раменните релси се променя, е необходимо периодично то да се проверява и регулира.

- Контролирането на люлеещото се движение на кобилиците по отношение на симетрията става чрез няколкократно обръщане на езичите, като разликата между размерите “а” и “б” (фиг. 7) не трябва да е повече от 2 mm. Ако това условие не е изпълнено, трябва да се коригира дължината на щангите посредством винтовете.



фиг.7

- Извършва се контрол на луфта между раменната релса и езика. За стрелки СО-Б-60-1:9-300 улея при пружинната кобилицатрябва да бъде 75 ± 3 мм

- След достигане на тази разлика от max 2 mm и проведения контрол за функциониране, се затягат шестстенните гайки на свързващите шанги и винтове и се зашплентоват всички болтове.

- Затваря се капака и се осигурява с пружинен щекер.

- Проверява се още един път стрелката.

В процеса на експлоатация устройството е подложено на атмосферни условия, поради което е необходимо един път на всеки месец да бъдат смазвани всички части на пружинния апарат - движещите се части на притискащата пружина, болтовете на кобилиците и свързващите шанги.

За монтирането и поддържането на кобилиците отговаря железопътната секция, като те се извършват от правоспособен работник - шлосер по стрелки на железопътната секция, която стопанисва стрелката. Необходимо е този шлосер-стрелки да бъде обучен за обслужване кобилицата и инструктиран за начина на монтажа и регулирането ѝ.

Монтажът и регулирането трябва да стават в присъствието на механик по осигурителна техника, за да се извърши проверка на заключването на езиците след приключване на работа.

Указания за монтаж и настройка на заключване тип “Темпфлекс”

1. Монтаж на заключването тип “Темпфлекс”

Надлъжното преместване на езиците спрямо раменните релси, появяващи се в следствие на температурни разлики и/или механични напрежения, особено при стрелки с голям радиус на отклонителния коловоз, могат да бъдат поети с това специално заключване.

На двете раменни релси по обичайния начин се монтира по една възглавница. Към всеки език се монтира междинна планка, която е с надлъжен шлиц, в който чрез един шарнир се закрепват лястовиците. Шарнирът позволява и надлъжно преместване на лястовиците спрямо междинната планка с надлъжния шлиц.

В канала на възглавницата, съвместно с лястовицата, се намира също така и шибър-щангата, която лежи напречно на оста на железния път. При необходимост има възможност за електроизолирано изпълнение.

Трите главни съставни части на заключването (възглавници, лястовици и шибър-щанга), са така оформени геометрично, че при хоризонтално изместване на шибър-щангата да се извършва принудително движение на езиците. В съответните крайни положения на движението на щангата единият език приляга към раменната релса, а другият се фиксира на съответното разстояние от раменната релса.

Относителното надлъжно преместване на езика спрямо раменната релса до ± 30 mm може да бъде компенсирано, без това да влоши сигурността на работата на системата за преместване на езиците.

Схемата на заключването е дадена на фиг. 8.

2. Поддържане на заключването тип “Темпфлекс”

При поддържането на заключването трябва да се извършва следното:

- Смазване на плъзгащите се части и на стоманените втулки. Ако има втулки от изкуствен материал, те не трябва да са смазват с минерални свързочни материали.
- Изпитва се заключването за лекота на задвижването
- Проверка на скрепителните и осигурителни елементи
- Визуален контрол на частите на заключването

3. Проверка на техническата безопасност

3.1 Проверка за разположение на лястовицата

Лястовицата трябва да е разположена симетрично спрямо захващащия детайл (при неутрална температура).

При големи отклонения от неутралната температура се взима предвид промяната в дължината на незатегнатия език.

Таблица 1

Δt (°C)	Дължина на езика (m)		
	10	20	30
10	1.2	2.4	3.5
20	2.4	4.6	6.9
30	3.5	6.9	10.4

където:

l - свободна дължина на езика

Δ - температурно отклонение спрямо неутралната температура

Проверява се разстояние между езиковата релса и раменната релса, като максималната стойност в общия случай е 4 mm или в съответствие с предписанията на службата по безопасност. Измерва с в равнината на заключването.

Коригирането на луфта се извършва по следния начин:

Болтовете се освобождават, изваждат се и лястовицата се завърта. Симетричната междинна втулка с заменя с ексцентрична, съответно ексцентричната се завърта в съответствие с радиуса на стрелката. След това се монтира отново лястовицата.

При тази операция следва да се спазва маркировката при ексцентричната междинна втулка, по която се осъществява плъзгането, защото има вероятност тя да се обърне на 180^0 при монтирането ѝ.

3.2 Проверка на припокриването на заключването (VUE)

При Най-малкото припокриване в общия случай е 10 mm под номиналната стойност. В случай, че това не е изпълнено се извършва регулиране на междурелсието и отдалечеността на раменните релси или с регулиране на повдигането на шангата и прелепването на езика.

3.3 Проверка на хлабината между ограничителя на повдигането и възглавницата.

Тази проверка се извършва при задвижване с двигател и трябва да е повече от 1 mm.

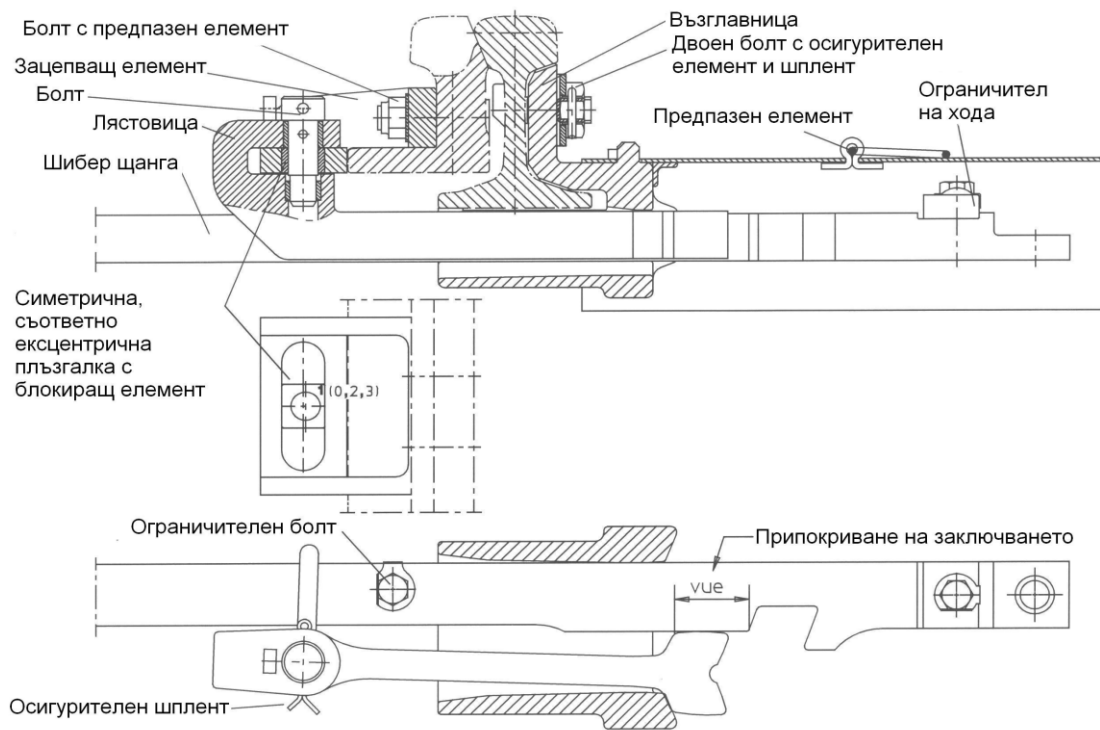
Ако хлабината е по-малка от минималната, се прешлайфат ограничителите на повдигането.

3.4 Проверка на хлабината между болтовете и втулките.

наличие на хлабина, междинните втулки, а в определени случаи и болтовете, се сменят.

3.5 Проверка на осигурителните елементи на болтовете и винтовете.

При необходимост се поставят осигурителни елементи (шплентове) или при наличие на осигурителни пластини, същите се подгъват.



фиг. 8

Приложение 6

№ тр.ав.	Тип на стрелките																				
	ЕЕРП										ЕЕУРП										
	1:12-500			1:9-300*			1:9-300**			1:9-190			1:9-190			1:7-190			1:6-184.4		
	Разст. м/у тр.ав.	x	y	Разст. м/у тр.ав.	x	y	Разст. м/у тр.ав.	x	y	Разст. м/у тр.ав.	x	y	Разст. м/у тр.ав.	x	y	Разст. м/у тр.ав.	x	y	Разст. м/у тр.ав.	x	y
1		0,230	0,000		0,269	0,000		0,130	0,000		0,130	0,000		0,130	0,000		0,130	0,000		0,130	0,719
	0,580				0,540			0,569			0,618			0,650			0,650			0,611	
2		0,810	0,001		0,809	0,001		0,699	0,001		0,748	0,001		0,780	0,002		0,780	0,002		0,741	0,725
	0,580				0,540			0,650			0,650			0,624			0,624			0,625	
3		1,390	0,002		1,349	0,003		1,349	0,003		1,398	0,005		1,404	0,005		1,404	0,005		1,366	0,740
	0,650				0,650			0,650			0,650			0,600			0,600			0,570	
4		2,040	0,004		1,999	0,007		1,999	0,007		2,048	0,011		2,004	0,011		2,004	0,011		1,936	0,749
	0,650				0,650			0,650			0,650			0,600			0,600			0,570	
5		2,690	0,007		2,649	0,012		2,649	0,012		2,698	0,019		2,604	0,018		2,604	0,018		2,506	0,759
	0,650				0,650			0,650			0,650			0,600			0,600			0,570	
6		3,340	0,011		3,299	0,018		3,299	0,018		3,348	0,029		3,204	0,027		3,204	0,027		3,076	0,771
	0,660				0,650			0,650			0,650			0,600			0,600			0,570	
7		4,000	0,016		3,949	0,026		3,949	0,026		3,998	0,042		3,804	0,038		3,804	0,038		3,646	0,785
	0,660				0,650			0,650			0,650			0,600			0,600			0,570	
8		4,660	0,022		4,599	0,035		4,599	0,035		4,648	0,057		4,404	0,051		4,404	0,051		4,216	0,801
	0,660				0,650			0,650			0,600			0,600			0,600			0,570	
9		5,320	0,028		5,249	0,046		5,249	0,046		5,248	0,072		5,004	0,066		5,004	0,066		4,786	0,818
	0,660				0,650			0,650			0,600			0,600			0,600			0,600	
10		5,980	0,036		5,899	0,058		5,899	0,058		5,848	0,090		5,604	0,082		5,604	0,082		5,386	0,839
	0,660				0,650			0,650			0,600			0,600			0,600			0,600	
11		6,640	0,044		6,549	0,071		6,549	0,071		6,448	0,109		6,204	0,101		6,204	0,101		5,986	0,861
	0,660				0,650			0,650			0,600			0,600			0,600			0,600	
12		7,300	0,053		7,199	0,086		7,199	0,086		7,048	0,130		6,804	0,121		6,804	0,121		6,586	0,886
	0,660				0,650			0,650			0,600			0,600			0,600			0,260	
13		7,960	0,063		7,849	0,102		7,849	0,102		7,648	0,153		7,404	0,144		7,404	0,144		6,846	0,896
	0,650				0,607			0,607			0,600			0,600			0,600			0,593	
14		8,610	0,074		8,456	0,119		8,456	0,119		8,248	0,178		8,004	0,168		8,004	0,168		7,439	0,924
	0,650				0,636			0,636			0,600			0,600			0,600			0,590	
15		9,260	0,086		9,092	0,137		9,092	0,137		8,848	0,205		8,604	0,194		8,604	0,194		8,029	0,952
	0,650				0,640			0,640			0,660			0,670			0,670			0,590	

№ трав.	Тип на стрелките																				
	ЕЕРП												ЕЕУРП								
	1:12-500			1:9-300*			1:9-300**			1:9-190			1:9-190			1:7-190			1:6-184.4		
	Разст. м/у трав.	х	у	Разст. м/у трав.	х	у	Разст. м/у трав.	х	у	Разст. м/у трав.	х	у	Разст. м/у трав.	х	у	Разст. м/у трав.	х	у	Разст. м/у трав.	х	у
16		9,910	0,098		9,732	0,157		9,732	0,157		9,508	0,237		9,274	0,225		9,274	0,225		8,619	0,984
	0,650			0,635			0,635			0,660			0,260			0,260			0,590		
17		10,560	0,111		10,367	0,179		10,367	0,179		10,168	0,271		9,534	0,238		9,534	0,238		9,209	1,015
	0,650			0,635			0,635			0,660			0,630			0,630			0,590		
18		11,210	0,125		11,002	0,201		11,002	0,201		10,828	0,307		10,164	0,271		10,164	0,271		9,799	1,049
	0,602			0,630			0,630			0,660			0,630			0,630			0,590		
19		11,812	0,139		11,632	0,225		11,632	0,225		11,488	0,346		10,794	0,305		10,794	0,305		10,389	1,085
	0,625			0,630			0,630			0,626			0,630			0,630			0,590		
20		12,437	0,154		12,262	0,250		12,262	0,250		12,114	0,385		11,424	0,342		11,424	0,342		10,979	1,123
	0,625			0,625			0,625			0,260			0,630			0,630			0,590		
21		13,062	0,170		12,887	0,276		12,887	0,276		12,374	0,401		12,054	0,381		12,054	0,381		11,569	1,162
	0,630			0,625			0,625			0,645			0,630			0,630			0,590		
22		13,692	0,187		13,512	0,304		13,512	0,304		13,019	0,444		12,684	0,422		12,684	0,422		12,159	1,192
	0,630			0,510			0,610			0,665			0,630			0,630			0,260		
23		14,322	0,205		14,022	0,327		14,122	0,332		13,684	0,491		13,314	0,465		13,314	0,465		12,419	1,236
	0,630			0,600			0,260			0,665			0,630			0,630			0,590		
24		14,952	0,223		14,622	0,355		14,382	0,344		14,349	0,540		13,944	0,510		13,944	0,510		13,009	1,267
	0,655			0,600			0,597			0,665			0,630			0,630			0,550		
25		15,607	0,243		15,222	0,385		14,979	0,373		15,014	0,591		14,574	0,557		14,574	0,557		13,559	1,313
	0,655			0,600			0,630			0,665			0,635			0,635			0,630		
26		16,262	0,264		15,822	0,416		15,609	0,405		15,679	0,644		15,209	0,606		15,209	0,606		14,189	1,360
	0,559			0,600			0,630			0,665			0,635			0,635			0,590		
27		16,821	0,283		16,422	0,448		16,239	0,438		16,344	0,700		15,844	0,658		15,844	0,658		14,779	1,409
	0,560			0,600			0,630			0,665			0,635			0,635			0,550		
28		17,381	0,302		17,022	0,482		16,869	0,473		17,009	0,758		16,479	0,712		16,479	0,712		15,329	1,453
	0,560			0,600			0,630			0,665			0,635			0,635			0,625		
29		17,941	0,321		17,622	0,516		17,499	0,509		17,674	0,819		17,114	0,768		17,114	0,768		15,954	1,505
	0,595			0,600			0,630			0,665			0,635			0,635			0,625		
30		18,536	0,343		18,222	0,552		18,129	0,546		18,339	0,882		17,749	0,826		17,749	0,826		16,579	1,569
	0,600			0,600			0,630			0,665			0,635			0,635			0,625		

№ трав.	Тип на стрелките																				
	ЕЕРП												ЕЕУРП								
	1:12-500			1:9-300*			1:9-300**			1:9-190			1:9-190			1:7-190			1:6-184.4		
	Разст. м/у трав.	х	у	Разст. м/у трав.	х	у	Разст. м/у трав.	х	у	Разст. м/у трав.	х	у	Разст. м/у трав.	х	у	Разст. м/у трав.	х	у	Разст. м/у трав.	х	у
31		19,136	0,366		18,822	0,589		18,759	0,585		19,004	0,947		18,384	0,886		18,384	0,886		17,204	1,629
	0,550				0,600			0,630			0,665			0,635			0,635				
32		19,686	0,387		19,422	0,627		19,389	0,625		19,669	1,014		19,019	0,948		19,019	0,948			
	0,660				0,600			0,630			0,703			0,635			0,635				
33		20,346	0,413		20,022	0,667		20,019	0,666		20,372	1,088		19,654	1,013		19,654	1,013			
	0,660				0,600			0,630			0,618			0,703			0,703				
34		21,006	0,441		20,622	0,707		20,649	0,709		20,990	1,155		20,357	1,086		20,357	1,086			
	0,660				0,600			0,630			0,260			0,635			0,635				
35		21,666	0,469		21,222	0,749		21,279	0,753		21,250	1,184		20,992	1,155		20,992	1,155			
	0,660				0,600			0,630			0,587			0,260			0,260				
36		22,326	0,498		21,822	0,792		21,909	0,798		21,837	1,248		21,252	1,183		21,252	1,184			
	0,660				0,600			0,630			0,655			0,650			0,580				
37		22,986	0,528		22,422	0,836		22,539	0,845		22,492	1,321		21,902	1,255		21,832	1,250			
	0,660				0,600			0,630			0,655			0,650			0,670				
38		23,646	0,558		23,022	0,881		23,169	0,893		23,147	1,393		22,552	1,326		22,502	1,327			
	0,660				0,600			0,630			0,655			0,650			0,670				
39		24,306	0,590		23,622	0,928		23,799	0,942		23,802	1,466		23,202	1,397		23,172	1,408			
	0,660				0,600			0,630			0,650			0,650			0,670				
40		24,966	0,622		24,222	0,976		24,429	0,992		24,452	1,537		23,852	1,468		23,842	1,490			
	0,660				0,600			0,597			0,650			0,650			0,670				
41		25,626	0,656		24,822	1,024		25,026	1,041		25,102	1,609		24,502	1,539		24,512	1,575			
	0,660				0,600			0,260			0,650			0,650			0,650				
42		26,286	0,690		25,422	1,075		25,286	1,063		25,752	1,681		25,152	1,610		25,162	1,660			
	0,660				0,545			0,571			0,650			0,650			0,650				
43		26,946	0,725		25,967	1,121		25,857	1,112		26,402	1,753		25,802	1,682		25,812	1,747			
	0,660				0,545			0,600			0,636			0,650			0,650				
44		27,606	0,761		26,512	1,169		26,457	1,164		27,038	1,823		26,452	1,753		26,462	1,836			
	0,660				0,545			0,600						0,650			0,595				
45		28,266	0,798		27,057	1,217		27,057	1,217					27,102	1,824		27,057	1,919			
	0,660				0,630			0,630													

№ трав.	Тип на стрелките																				
	ЕЕРП												ЕЕУРП								
	1:12-500			1:9-300*			1:9-300**			1:9-190			1:9-190			1:7-190			1:6-184.4		
	Разст. м/у трав.	x	y	Разст. м/у трав.	x	y	Разст. м/у трав.	x	y	Разст. м/у трав.	x	y	Разст. м/у трав.	x	y	Разст. м/у трав.	x	y	Разст. м/у трав.	x	y
46		28,926	0,836		27,687	1,275		27,687	1,275												
	0,660				0,630			0,630													
47		29,586	0,874		28,317	1,333		28,317	1,333												
	0,660				0,630			0,630													
48		30,246	0,914		28,947	1,393		28,947	1,393												
	0,660				0,600			0,600													
49		30,906	0,954		29,547	1,452		29,547	1,452												
	0,660				0,600			0,600													
50		31,566	0,995		30,147	1,511		30,147	1,511												
	0,660				0,600			0,600													
51		32,226	1,037		30,747	1,572		30,747	1,572												
	0,660				0,600			0,600													
52		32,886	1,080		31,347	1,634		31,347	1,634												
	0,649				0,542			0,600													
53		33,535	1,123		31,889	1,691		31,947	1,697												
	0,600				0,542			0,600													
54		34,135	1,164		32,431	1,749		32,547	1,761												
	0,660				0,542			0,593													
55		34,795	1,209		32,973	1,808		33,140	1,826												
	0,660																				
56		35,455	1,255																		
	0,615																				
57		36,070	1,299																		
	0,610																				
58		36,680	1,343																		
	0,610																				
59		37,290	1,389																		
	0,610																				
60		37,900	1,434																		
	0,610																				

№ трав.	Тип на стрелките																				
	ЕЕРП												ЕЕУРП								
	1:12-500			1:9-300*			1:9-300**			1:9-190			1:9-190			1:7-190			1:6-184.4		
	Разст. м/у трав.	x	y	Разст. м/у трав.	x	y	Разст. м/у трав.	x	y	Разст. м/у трав.	x	y	Разст. м/у трав.	x	y	Разст. м/у трав.	x	y	Разст. м/у трав.	x	y
61		38,510	1,481																		
	0,610																				
62		39,120	1,528																		
	0,615																				
63		39,735	1,577																		
	0,540																				
64		40,275	1,620																		
	0,540																				
65		40,815	1,663																		
	0,540																				
66		41,355	1,708																		

Забележки:

* За стрелки със заварени настави

** За стрелки с подпрени настави

За стрелки 1:6-184,4 стойностите се нанасят от оста на стрелката и се отнасят за вътрешните нишки, а външните се нанасят с калибър.

Възможно е уеднаквяване на траверсовата скара на стрелка 1:7-190 и стрелка 1:9-190, като се приеме скарата на 1:9-190, защото тангентата на 1:9-190 е 10,523 m и 2Т попада между траверси №№ 34 и 35 за стрелка 1:7-190. Това уеднаквяване може да се изпълни само до мястото, където свършва кривата за 1:9-190. След това скарите се различават и са съгласно монтажните схеми на стрелките. Този вариант не е даден в горната таблица.

Ординатите се изчисляват по формулата:

$$y = \frac{x^2}{2R_1}, \text{ където:} \quad (34)$$

y - ордината на отклонителния коловоз;

x - абсциса на ординатата;

$R_1 = R + \frac{S}{2}$ - външен радиус на отклонителния коловоз.

Когато кривата завършва преди края на стрелката, ординатите след кривата се изчисляват по долната формула, като за база се взима отстоянието на точката от геометричния център на стрелката:

$$y_i = \frac{y_{kk}}{x_{kk}} x_i \quad (35)$$

където:

x_i - разстоянието от геометричния център на коя да е точка след края на кривата на стрелката;

x_{kk} - разстояние от геометричния център на стрелката до края на кривата;

y_{kk} - ордината в края на кривата.

След монтиране на стрелката се проверяват флешовете на отклонителния коловоз.

Стойностите на флешовете се изчисляват по формулата:

$$f = \frac{a.b}{2.R_1}, \text{ като} \quad (36)$$

“a” и “b” са съответно разстоянията между измерваната точка и началото и края на хордата, а “ R_1 ” е външният радиус на стрелковата крива дължината на хордата на измерването е с дължина 10 m и 20 m в зависимост от скоростта на движение - 10 m при $V \leq 100$ km/h и 20 m при $V > 100$ km/h (таблица 25).

Размери на стрелките и главните им части [mm]

Таблица 1

Вид стрелка	Размери на стрелката						
	Дължина				Ширина		
	език. част	межд. част	кръстов. част	Общо	език. част	межд. част	кръстов. част
1:12-500	15901	15961	7980	41594	2800	3600	4200
1:9-300	14248	10888	8070	33230	2800	3500	4200
1:9-190	12244	8858	6012	27138	2900	3500	4200
1:9-190*	8400	13752	6012	27138	2700	3600	4400
1:7-190	8400	13752	6012	27138	2700	3600	4400
1:6-184,4	6710	10617 (вкл. и кръстовина)		17427	3000		4600
1:6-184,4**	11530	10617 (вкл. и кръстовина)		17427	3600		4600

Забележка: *Стойностите се отнасят за стрелки с ЕЕУРП.

**Стойностите са за стрелки ЕЕРП

Ориентировъчни маси на стрелки S 49 (49E1) и главните им части [kg]

Таблица 2

Вид стрелка	Маса											
	без траверси				с траверси							
					с дърв. трав				с бетонови траверси			
	ез. част	межд.част	кръст.част	общо	ез. част	межд.част	кръст.част	общо	ез. част	межд.част	кръст.част	общо
1:12-500	4310	4610	4740	13660	6760	7130	6600	20490	15720	16955	12710	45385
1:9-300	4430	3280	3460	11170	6340	5140	5330	16810	13665	12030	11900	37595
1:9-190	4110	2760	2980	9850	6070	4480	4520	15070				
1:9-190*	2790	3760	2980	9530	4010	5780	4390	14180				
1:7-190	2790	3760	2980	9530	4010	5780	4390	14180				
1:6-184,4**	4190	1185	1035	6410	5032	1798	2070	8900				

Забележка: *Стойностите се отнасят за стрелки с ЕЕУРП.

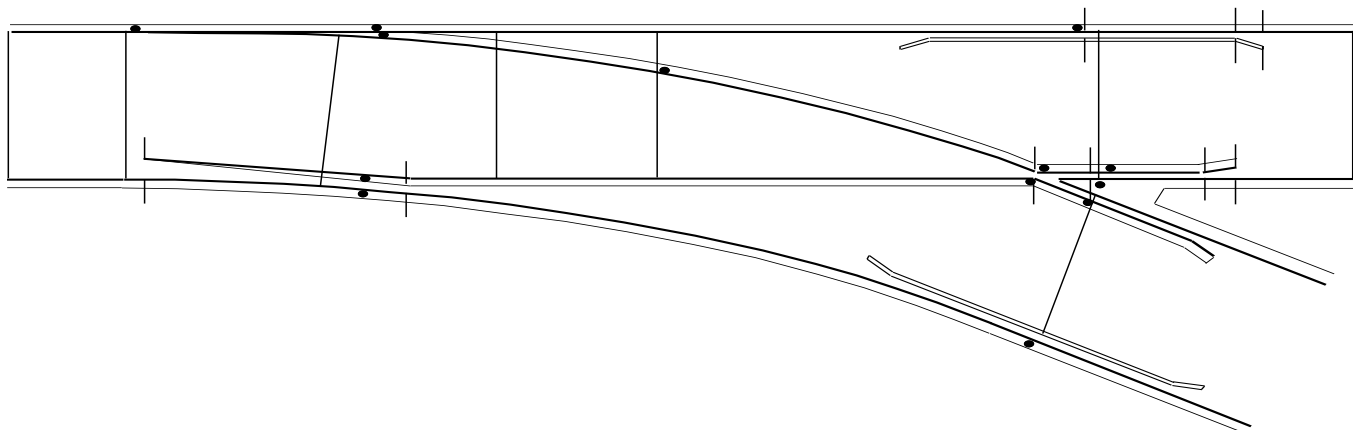
**Стойностите са за стрелки ЕЕРП

Ориентировъчни маси на стрелка UIC 60 (60E1) R 300 и главните ѝ части [kg]

Таблица 3

Част на стрелката	Без траверси	С траверси	
		дървени	стоманобетонни
Езикова част	6000	8810	15982
Междинна част	3400	5987	11547
Кръстовинна част	4200	6483	11970
Общо	13600	21280	39499

Места на измерване на междурелсието, нивото, широчината на улеите и износването в обикновените стрелки



Забележка: С точка са отбелязани местата, в които се измерва износването на елементите на стрелката

Измерване на обикновените стрелки по междурелсие и ниво [mm]

Таблица 1

Стр №	R, 1:n	Вид коловоз	Измерен параметър	Измерени стойности															
				Начало стрелка	В езиковата част						В межд. част	В нръстовината						В края на стрелката	
					Връх на езиците	В сеч 30 мм		След пруж част		В гърлото		В сеч 30 мм		Направляващо разстояние					
						-	>	-	>	-		>	-	>	-	>	-		>
			междурелсие																
			надвишение																
			междурелсие																
			надвишение																

Измерване широчините на улеите на обикновените стрелки [mm]

Таблица 2

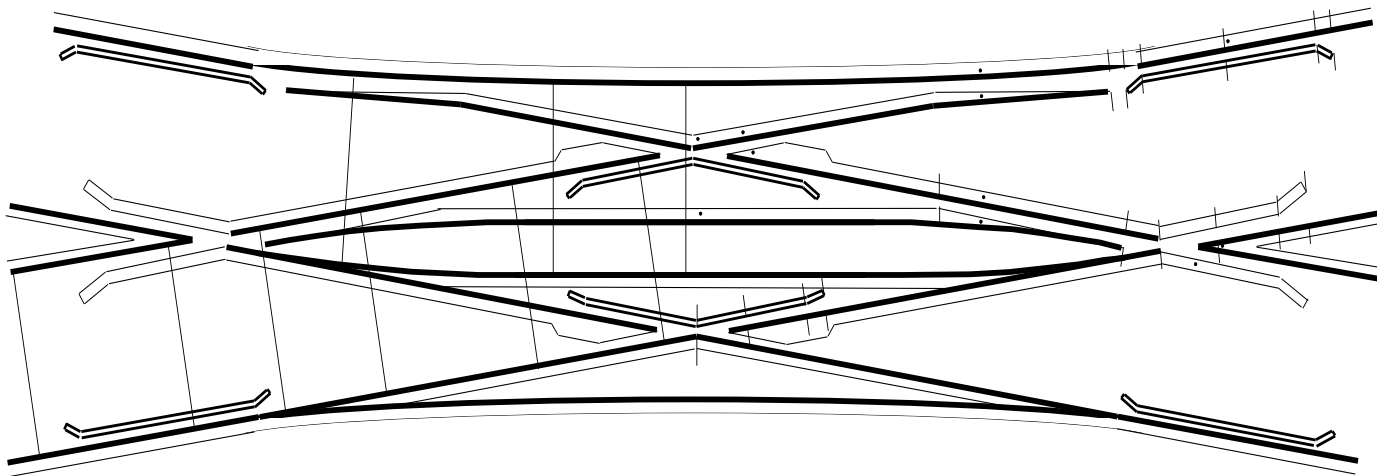
Стр. №	При езиците				При роговите релси						При контрарелсите					
	Ляв		Десен		Край на разшир.		Начало на разшир.		В сечение 30 mm		Край на разшир.		Начало на разшир.		Връх на сърцето	
	Y _{min}	Y _{max}	Y _{min}	Y _{max}	-	>	-	>	-	>	-	>	-	>	-	>

Измерване на износването на елементите в обикновените стрелки [mm]

Таблица 3

Стр. №	Вертикално износване									Хоризонтално износване				
	езици		рам. релси		рог. релси		сърце	ходови релси		език	рам. релса	межд. релса	сърце	контрарелса
	-	>	-	>	-	>		-	>					

Места на измерване на междурелсието, нивото, широчината на улеите и износването в кръстовидните стрелки с вътрешно прилежащи езици



Забележка: С точка са отбелязани местата, в които се измерва износването на елементите на стрелката

Измерване на кръстовидни стрелки с вътрешно прилежащи езици по междурелсие и ниво [mm]

Таблица 4

Стр. №	R, 1:n	Вид на коловоза	Измерен параметър	Измерени стойности										
				При кръстовината в сечение 30		Начало стрелка	В езикова част				При тъпите кръстовини			
							Върх езици		В сеч 30 mm		След пруж. част		в сеч. 30 mm на сърцето	
				-	>		-	>	-	>	-	>	-	>
			Междурелсие											
			Ниво											

Измерване широчините на улеите на кръстовидните стрелки с вътрешни езици [mm]

.. Таблица 5

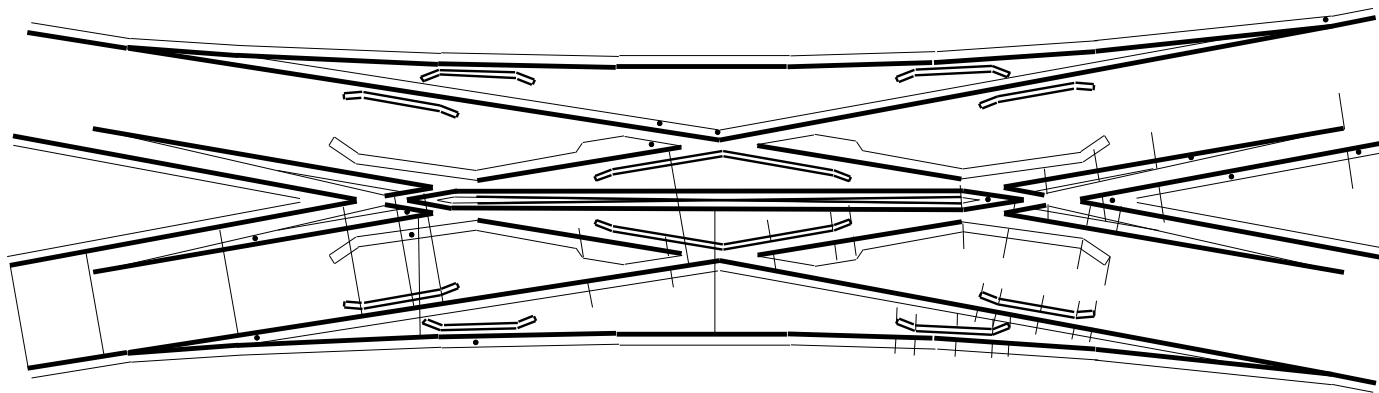
Стр. №	При езиците				в гърлото	При острите кръстовини								При тъпите кръстовини					
	Ляв		Десен			При рог. релси				При контрарелсите				Между огъната релса и			Между остро сърце и контрар.		
	Y _{min}	Y _{max}	Y _{min}	Y _{max}		при сеч. 30 mm		разшир.		разшир.		върх сърце		остро сърце		контрар.	сечение 30 mm	разширение	
						нач.	край	нач.	край	нач.	край	нач.	край	сеч. 30 mm	край разш.			начало	край

Измерване на износването на елементите в кръстовидните стрелки с вътрешни езици [mm]

Таблица 6

Стр. №	Вертикално износване										Хоризонтално износване			
	езици		рам. релса		остри кръстовини			тъпи кръстовини						
	-	>	-	>	на рог. р.	на сърцето	приконтрови релси	огъната релса		остро сърце	език в сечение 30 mm	рам р. на 200 mm преди езика	огън. р. с/у тъпа кръстов.	сърце в остра кръстов.
								в чупката	в сеч. 30 mm					

Места на измерване на междурелсието, нивото, широчината на улеите и износването в кръстовидни стрелки с външно прилежащи езици



- Забележки:**
1. С точка са отбелязани местата, в които се измерва износването на елементите на стрелката
 2. Широчината на улея в средата на контрарелсата в отклонителния коловоз се измерва срещу гърлото

Измерване на кръстовидни стрелки с външно прилежащи езици по междурелсие и ниво [mm]

Таблица 7

Стр. №	R,1:n	Вид на колов.	Измерен параметър	Измерени стойности														
				Нач. стр.	В езикова част				При тъпите				При тройните кръстовини					
					Врх ез.	В сеч на ез. 30 mm		След пруж.	В сеч 30 mm на		При ог. релса в	В сеч 30 mm на сърцето	При дв. сърца		При гърлата			
						-	>		-	>			-	>	-	>	-	>
			Междур.															
			Ниво															

Измерване широчините на улете на кръстовидните стрелки с външни езици [mm]

Таблица 8

Стр. №	При езиците				При острите кръстовини										При тъпите кръстовини						
	Ляв		Десен		При сърцето			При роговите релси			При контрарелсите				М/у ог. релса и		М/у сърце и контрар.				
	Y _{min}	Y _{max}	Y _{min}	Y _{max}	сечение 30 mm	Гърло на двойно сърце	двойно сечение 30 mm	Гърло	сечение 30 mm	разшир.		в правата		в отклон.		остро сърце		контрарелса	сечение 30 mm	разширение	
										начало	край	начало разширение	срещу върха на сърцето	край разширение	начало разширение	край разширение	сечение 30 mm			начало	край

Измерване на износването на елементите в кръстовидните стрелки с външни езици [mm]

Таблица 9

Стр. №	Вертикално износване											Хоризонтално износване				
	езици		рам.релси		остри кръстовини						тъпи кръстовини		рам. р. 200 mm преди ез.	език в сечение 30 mm	двойно сърце в остра кр.	ог. релса срещу тъпа кр.
	-	>	-	>	остро сърце	релса при остро сърце	двойно сърце	рогова релса	приконтр.релси		огъната релса	остро сърце				
									-	>						

Коритообразни, стоманени (кухи) траверси

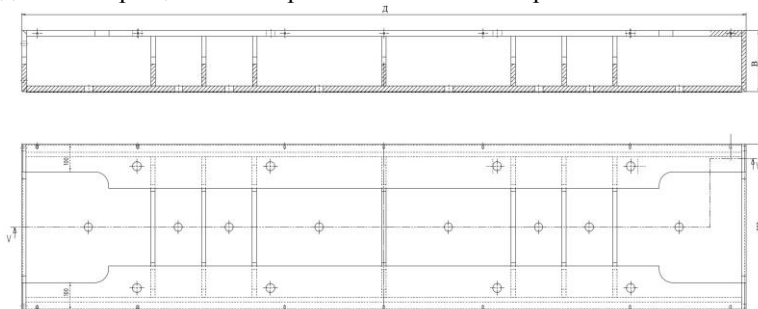
Коритообразните, стоманени траверси при своя монтаж към съответната железопътна стрелка се оборудват с допълнителни елементи, с които се завършва тяхната пълна окомплектовка. Допълнителното оборудване е в строга зависимост от конкретния тип стрелка и нейната техническа спецификация (заклучваща система, скрепителна система и др.) и включва:

- странични капаци на коритообразния, стоманен траверс със скрепление;
- реброви подложки със скрепление към коритообразния, стоманен траверс;
- скрепителни елементи за фиксиране на релсите към ребровите подложки;
- защитни капаци на заключващата система на стрелката със скрепление.

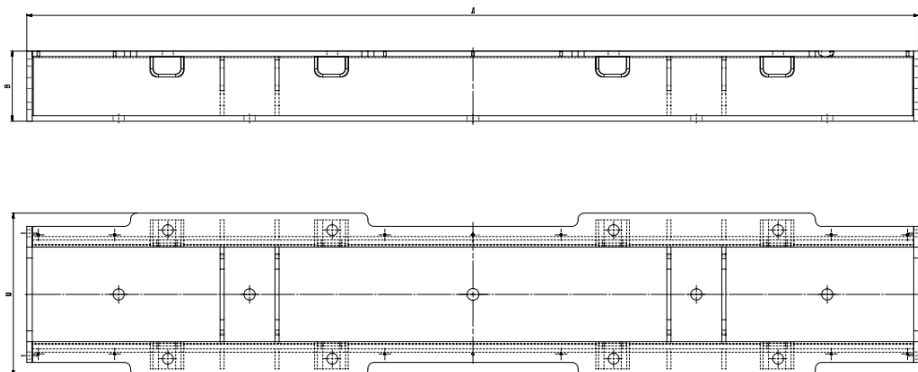
Поддръжане и съхранение на коритообразните, стоманени траверси:

- когато коритообразните, стоманени траверси не са монтирани в железопътните стрелки, те трябва да се съхраняват на сухо място, далеч от високи температури;
- траверсите трябва да се съхраняват върху дървени греди, осигуряващи достатъчна стабилност и равнинност, за да се избегнат нежелани деформации;
- проверявайте целостта и окомплектовката на коритообразните, стоманени траверси преди монтаж. При наличие на пукнатини, отчупвания и деформации коритообразният, стоманен траверс трябва да се подмени с нов.

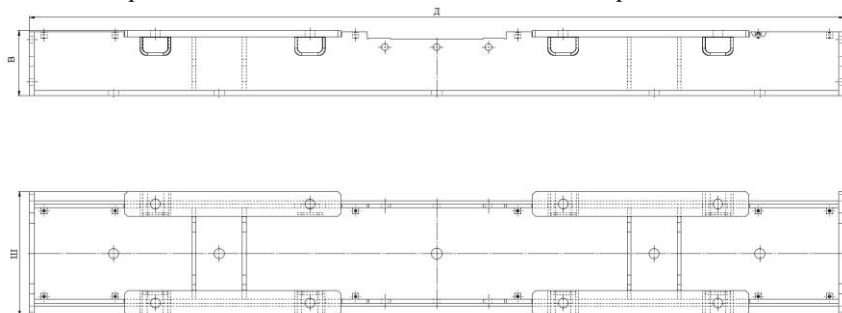
Коритообразният, стоманен траверс **B600** (дължина 2632 mm, ширина 600 mm, височина 220 mm) се влага в железопътни стрелки 49E1-300, които са оборудвани с обръщателни апарати тип СОА-3 с вътрешно заключване.



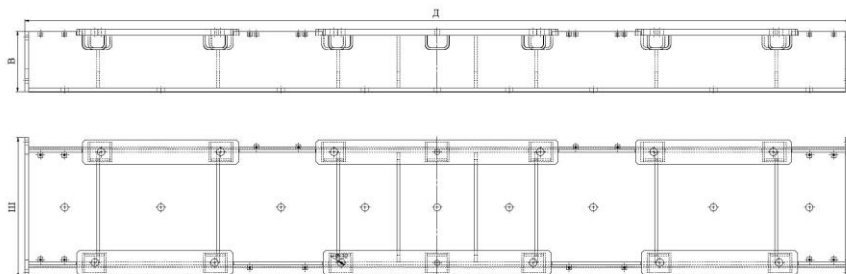
Коритообразният, стоманен траверс **HS 400**. (дължина 2632 mm, ширина 478 mm, височина 206 mm) се предлага в разновидност за железопътни стрелки 49E1-190 и 49E1-300, които са оборудвани с ръчен или електрически обръщателни апарати тип COA-1, ECOSTAR 4.0, Thales, SIEMENS и др. с външно заключване и тип COA-2 с вътрешно заключване.



Коритообразният, стоманен траверс **HS 340-I** (дължина 2632 mm, ширина 400 mm, височина 210 mm) се предлага в разновидност за железопътни стрелки 60E1-190, 60E1-300 и 60E1-1200, които са оборудвани с ръчен или електрически обръщателни апарати тип COA-1, ECOSTAR 4.0, Thales, SIEMENS и др. с външно заключване и тип COA-2 с вътрешно заключване.

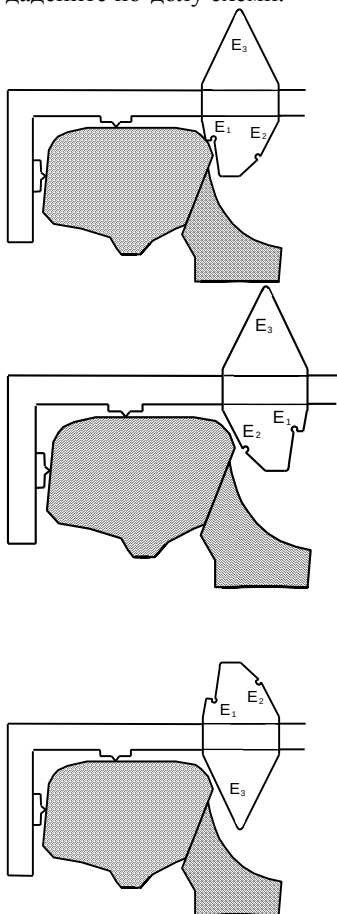


Коритообразният, стоманен траверс се предлага в разновидност за железопътни стрелки СКД 60Е1-190, които са оборудвани с ръчен или електрически обръщателни апарати тип COA-1, ECOSTAR 4.0, Thales, SIEMENS и др. с външно заключване тип SPHEROLOCK NG (дължина 3432 mm, ширина 580 mm, височина 250 mm).



Шаблон за проверка на допустимото износване на езиците на стрелки

Шаблонът се състои от плъзгач с опори към главата на релсата и профил Е, с който се измерва начина на износване на езика. Измерването става съгласно дадените по-долу схеми.



Профил E_1 служи за проверка на горния ръб на върха на езика, като последният не трябва да опира в шаблона. Ако това не е изпълнено, върхът на езика трябва да се шлифова на дължина най-малко 50 mm с постепенен преход или езикът да се замени.

С профил E_2 се проверява страничната повърхност от върха на езика до сечение 40 mm, като тя не трябва да се опира до частта под изреза. Ако повърхността се опира под изреза на дължина повече от 200 mm от върха, езикът се сменя. При дължина на допир, по-малка от 200 mm, езикът се шлифова под ъгъл 60° с постепенен преход. Извършва се проверка с шаблон E_3 .

Профилът E_3 проверява наклона на страничната повърхност на езика, като изискването е тя да не опира в него.