

**ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ
(ОСЖД)**

I издание

Разработано совещанием экспертов Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 6-8 июня 2017 г., Словацкая Республика, г. Тренчин

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 24-26 октября 2017 г.

Дата вступления в силу: 26 октября 2017 г.

P 794

**ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТ ПО ТЕКУЩЕМУ СОДЕРЖАНИЮ
РЕЛЬСОВОГО ХОЗЯЙСТВА НА ОСНОВАНИИ
РЕЗУЛЬТАТОВ КОМПЛЕКСНОЙ ДИАГНОСТИКИ**

Содержание

1	Работы по содержанию рельсов.....	3
2	Замена рельсов.....	3
2.1	Замена рельсов по износу.....	3
2.1.1	Замена рельсов по приведенному износу.....	3
2.1.2	Боковой износ.....	4
2.2	Планирование работ по замене рельсов по приведенному износу.....	5
2.3	Планирование замены рельсов по усталостным микротрещинам (НС).....	5
2.4	Замена по усталости материала рельса в зависимости от наработки тоннажа	7
2.5	Замена из-за внутренних дефектов и изломов рельсов.....	8
2.5.1	Замена из-за внутренних дефектов рельсов, выявленных дефектоскопным контролем.....	8
2.5.2	Замена из-за изломов рельсов.....	8
3	Обработка головки рельса.....	8
3.1	Необходимость обработки вновь уложенных рельсов.....	9
3.2	Определение необходимости проведения работ по обработке головки рельсов из-за волнообразного износа.....	9
	Допускаемые границы амплитуд от минимума до максимума для диапазонов длин волн 10-30 мм, 31-300 мм, 301-1000 мм волнообразного износа:.....	10
3.3	Определение необходимости проведения работ по обработке головки рельсов из-за усталостных микротрещин.....	10
3.4	Определение необходимости проведения работ по обработке головки рельсов из-за эквивалентной конусности.....	11
4	Объединение предложений по необходимым работам.....	12
4.1	Объединение предложений по необходимым работам.....	12
4.1.1	Предложение по замене рельсов.....	13
4.1.2	Анализ работ по обработке головки рельсов производится программой на основании выбранного параметра с использованием измерительных систем	13
5	Выбор стратегий шлифования.....	14
5.1	Шлифование в зависимости от пропущенного тоннажа:.....	14
5.2	Шлифование в зависимости от плана пути.....	15

1. Работы по содержанию рельсов

На основании диагностических измерений определяется необходимость работ по содержанию рельсов и формируются предложения по выполнению необходимых работ. Целью настоящего материала является описание факторов, определяющих необходимость работ по содержанию рельсов.

2. Замена рельсов

Причин необходимости выполнения замены рельсов может быть несколько. Для планирования замены рельсов предлагается учитывать результаты следующих диагностических измерений, результатов контроля и факторов.

2.1. Замена рельсов по износу

На основании анализа результатов измерения поперечного профиля железные дороги определяют необходимость замены рельсов согласно своим нормам. Срок выполнения замены рельсов можно запланировать по интенсивности износа, определяемого на основании анализа временных рядов результатов измерения поперечного профиля.

Необходимость работ по замене определяется значением показателей приведенного износа (на диаграммах КМК) и бокового износа (ОК), сформированных для каждого участка оценки. При достижении одним из этих показателей установленной дорогой допускаемой границы, существует потребность в замене рельсов.

2.1.1. Замена рельсов по приведенному износу

Определение снижения несущей способности рельса вследствие износа и оценка изношенного рельса осуществляется при помощи приведенного износа. Приведенный износ - это сумма вертикального износа и пересчитанного в вертикальный износ – бокового износа (см. Рис.1.).

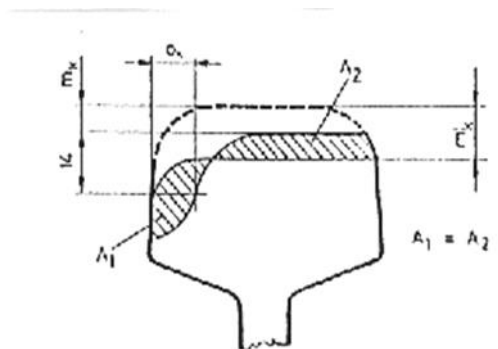


Рис.1. Приведенный износ

a_k - боковой износ; m_k - вертикальный износ; m'_k - приведенный износ

Для информации приведем формулу диаграммы приведенного износа, при помощи которой при известных значениях вертикального и бокового износа можно вычислить значение приведенного износа:

$$K_{kiegy} = K_{mag} + \frac{K_{old}}{\alpha}$$

Приведенный в формуле коэффициент « α » для применяемых на МАВ типов рельсов содержит таблица:

Тип рельса	Значение " α "
UIC 60	2,9
UIC 54	2,8

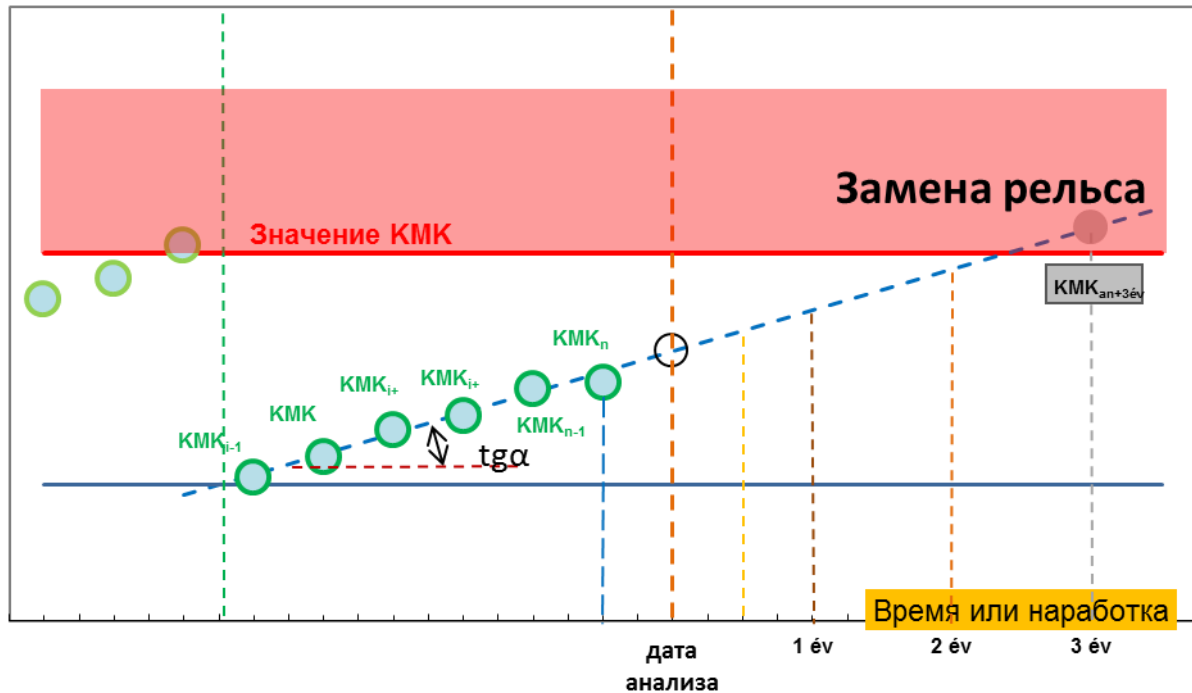
Сумма вертикального износа и пересчитанного в вертикальный износ бокового износа приведена в таблице для разных категорий скорости:

Макс. скорость	Приведенный износ (мм)				
	км/ч	UIC 60		UIC 54	
200	<input type="checkbox"/>	4			
180	<input type="checkbox"/>	6			
160	<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	6	
140	<input type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>	8	
120	<input type="checkbox"/>	12	<input type="checkbox"/>	10	
100	<input type="checkbox"/>	15	<input type="checkbox"/>	13	
80	<input type="checkbox"/>	18	<input type="checkbox"/>	16	
60	<input type="checkbox"/>	20	<input type="checkbox"/>	18	
40	<input type="checkbox"/>	22	<input type="checkbox"/>	20	
20	<input type="checkbox"/>	24	<input type="checkbox"/>	22	

2.1.2. Боковой износ

Возникает в наружных рельсах кривых участков пути, в результате трения между рабочей гранью рельсов и гребнем колеса, измеряется на уровне 14 (13) мм ниже уровня головки рельса

2.2. Планирование работ по замене рельсов по приведенному износу



Анализ значений параметров измерения профиля по категориям допусков. Модель можно применить для анализа параметров приведенного износа (КМК) и бокового износа (ОК)

2.3. Планирование замены рельсов по усталостным микротрещинам (НС)

В случае возникновения трещин типа НС исчерпывается прочность поверхности контакта рельса и колеса. При превышении сконцентрированных усилий в зоне контакта границы напряжений сдвига рельсовой стали возникают повреждения (далее – НС). Возникающие в зоне рабочей выкружки головки рельса деформации материала развиваются тем быстрее, чем больше параметров воздействий сконцентрировано в одном месте.

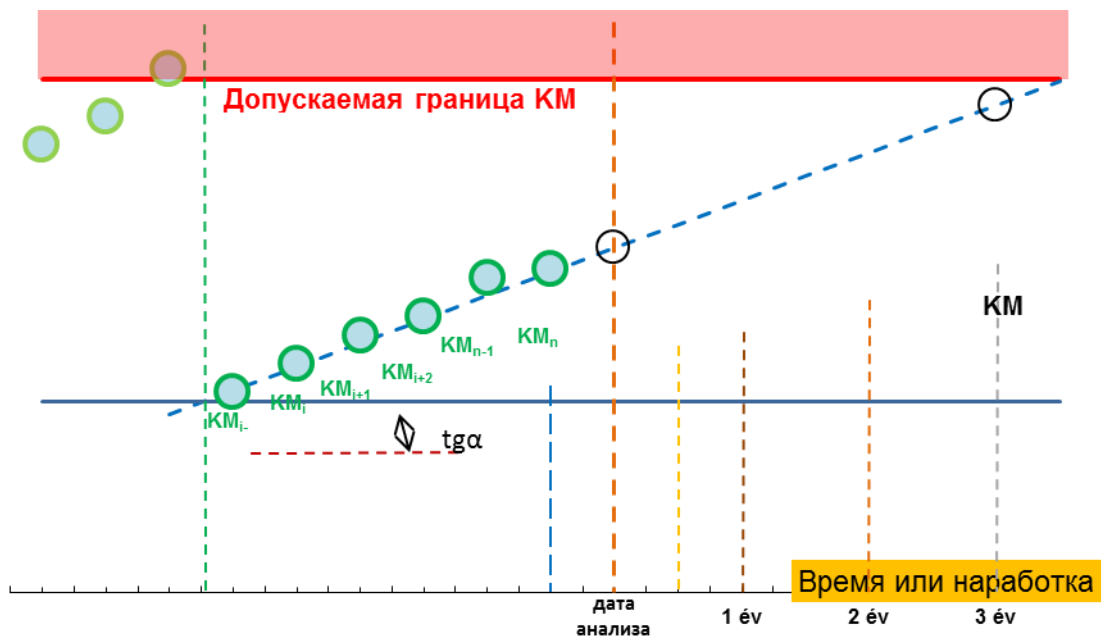
На основе анализа и оценки данных вихретокового контроля можно рекомендовать выполнение замены рельсов из-за трещин типа НС.

Необходимость в работах замены рельсов по усталостным микротрещинам может быть определена на основании значений глубин повреждений (далее – КМ) по каждому участку оценки и каждой рельсовой нити.

Если значение «КМ» превышает допусковые значения, возникает необходимость замены рельса.

Усталостные дефекты рельсов от нагрузок подвижного состава Вихретоковый контроль			
Класс	Глубина повреждения (m_k) [mm]	Применяемые меры	Срок выполнения
5	$m_k < 0,5$	Обработка рельса	В течение 24 месяцев
4	$0,5 \leq m_k < 1,5$	Обработка рельса	В течение 18 месяцев
3	$1,5 \leq m_k \leq 2,7$	Обработка рельса или замена рельса	Проведение работ в течение 12 месяцев, в случае невыполнения работ комплексный вихретоковый контроль в течении последующих 3 месяцев
2	$m_k > 2,7$	Нет УЗ-сигнала Обработка рельса или замена рельса	В каждые 3 месяца специальный УЗ-контроль,
		Обработка рельса или замена рельса	Проведение работ в течение 6 месяцев, в случае невыполнения работ ограничение скорости $0,8 \cdot V$, max 100 km/h
1		Есть УЗ-сигнал Немедленное ограничение скорости до 40 km/h! Замена рельса	Проведение работ в течение 3 месяцев, в случае невыполнения работ ограничение скорости до 20 km/h!

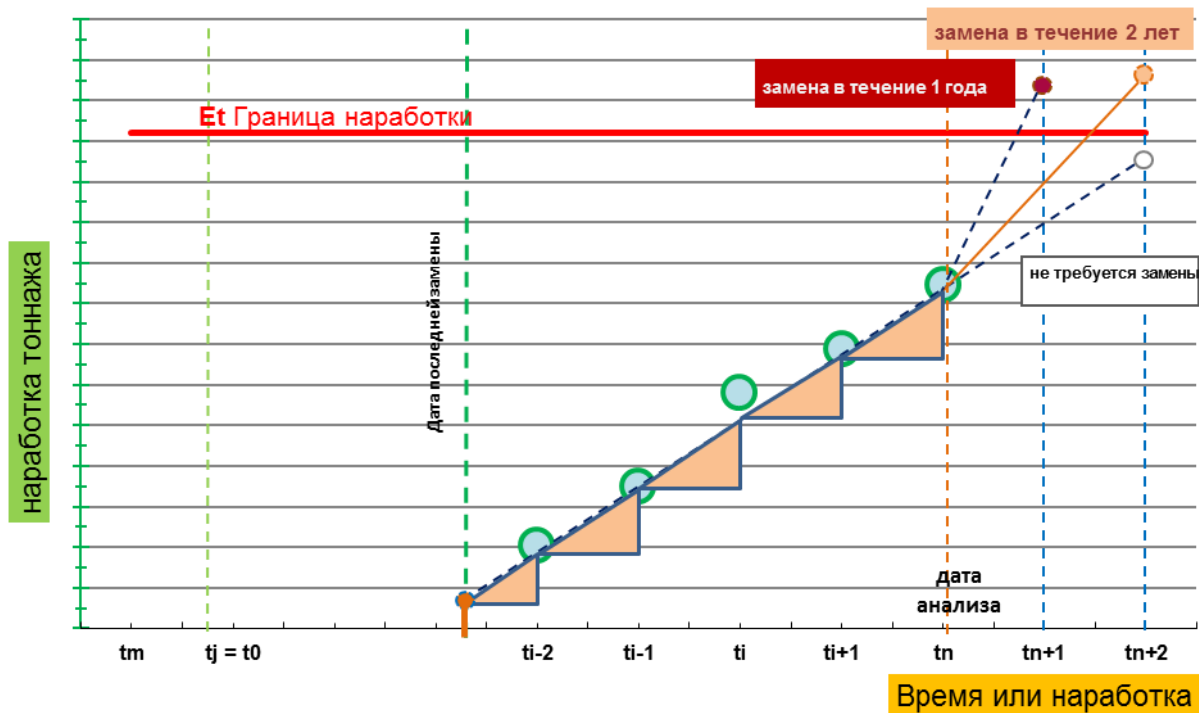
Оценка данных вихретокового контроля и применяемые меры



Анализ значения глубины повреждения в отношении допускаемой границы

2.4. Замена по усталости материала рельса в зависимости от наработки тоннажа

Значение допускаемой скорости и пропущенного тоннажа по вышеуказанным правилам определяет ожидаемый срок службы рельсов. На основании анализа этих статистических данных определяется срок выполнения работ по замене рельсов для каждого участка оценки.



Определение замены рельса на основании наработки тоннажа

2.5. Замена из-за внутренних дефектов и изломов рельсов

2.5.1. Замена из-за внутренних дефектов рельсов, выявленных дефектоскопным контролем

Обнаруженные дефектоскопным контролем внутренние дефекты также могут вызывать необходимость замены рельсов. Найденные дефекты классифицируются по отдельным категориям опасности, выполненные до замены временные мероприятия, также должны быть регламентированы.

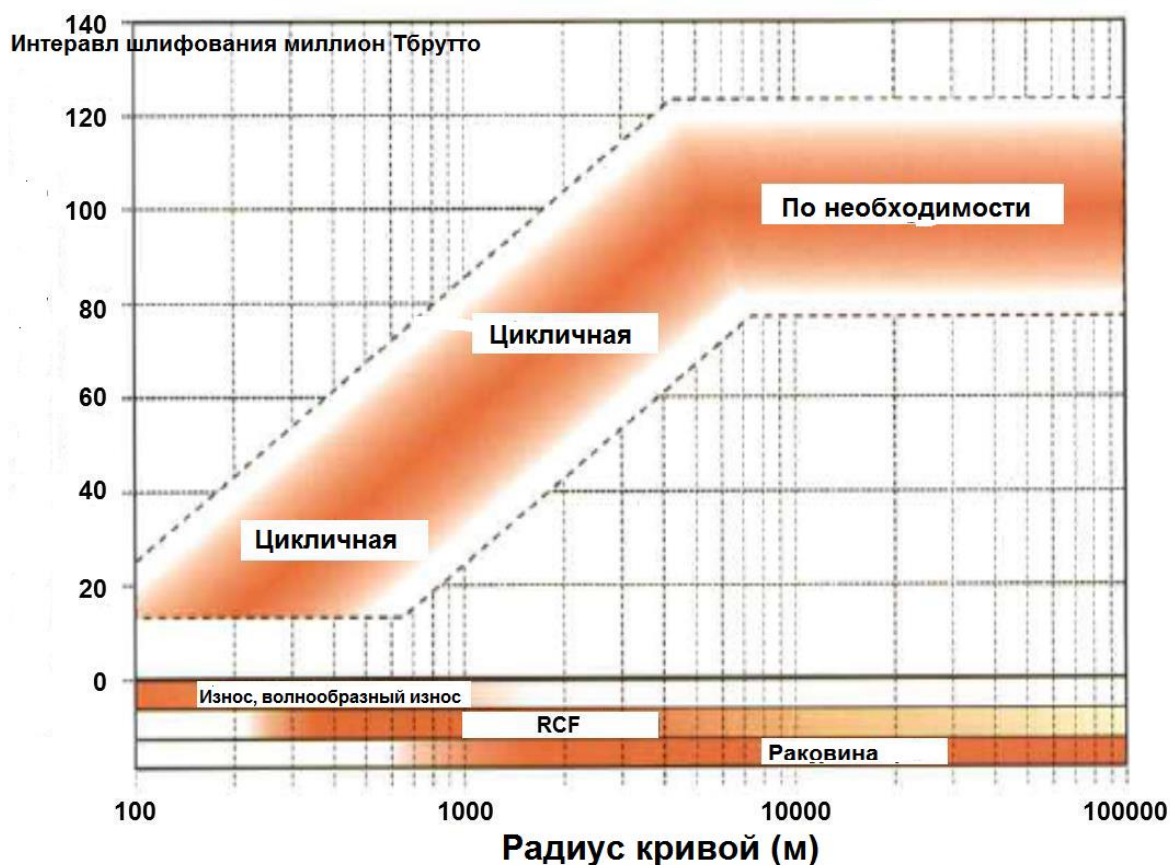
2.5.2. Замена из-за изломов рельсов

На основании данных изломов экспертная система дает предложения по выполнению замены рельсов. Системой ведется учет о допущенных изломах рельсов и мероприятиях, выполненных до их замены.

3. Обработка головки рельса

Причины необходимости выполнения обработки головки рельсов:

- Обработка вновьуложенных рельсов,
- устранение дефектов поверхности катания рельса,
- устранение внутренних дефектов рельса,
- восстановление продольного профиля головки рельса,
- восстановление поперечного профиля головки рельса,
- обеспечение хороших условий плавности хода (по эквивалентной конусности).



Типичные дефекты рельсов и предложение по их обработке и для разных кривых

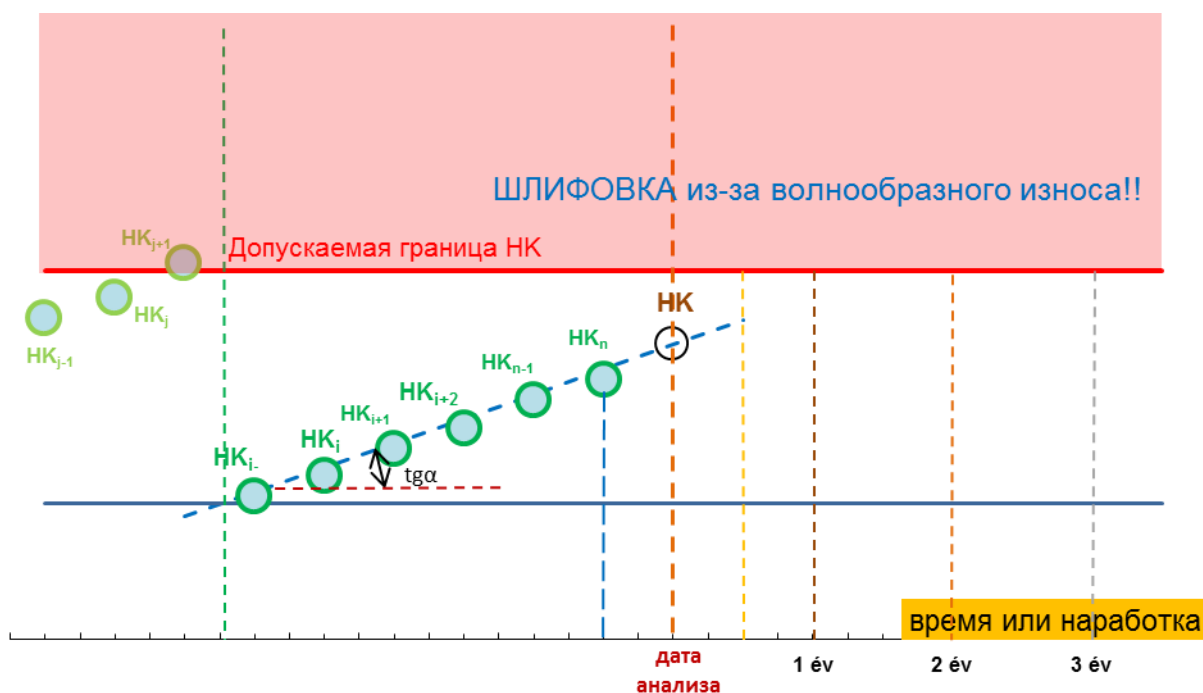
3.1. Необходимость обработки вновь уложенных рельсов

Целью механической обработки является удаление окалины, начальных мелких дефектов, образующихся при укладке рельса, поверхностных дефектов и удаление обезуглероженного поверхностного слоя, степени плавности хода подвижного состава. Первичная обработка рельса должна быть выполнена до пропуска 0,06 миллиона тонн или в течение 6 месяцев.

Можно создать профиль Anti Head Check (АНС), который отличается от нормального профиля тем, что выкружка головки расположена ниже и таким образом колесо соприкасается с рельсом в этой зоне позже, только в ходе износа рельса. Таким образом, можно продлить срок образования трещин. АНС-профильные рельсы могут быть уложены или созданы в пути шлифованием.

3.2. Определение необходимости проведения работ по обработке головки рельсов из-за волнообразного износа

Необходимость выполнения работ определяется значением показателя волнообразного износа (*НК*) для каждого участка оценки. Если этот показатель достигает предельного значения, возникает необходимость проведения работ по обработке головки рельсов. Основой для определения необходимости проведения работ по обработке головки рельсов служит анализ результатов системы измерения волнообразного износа.



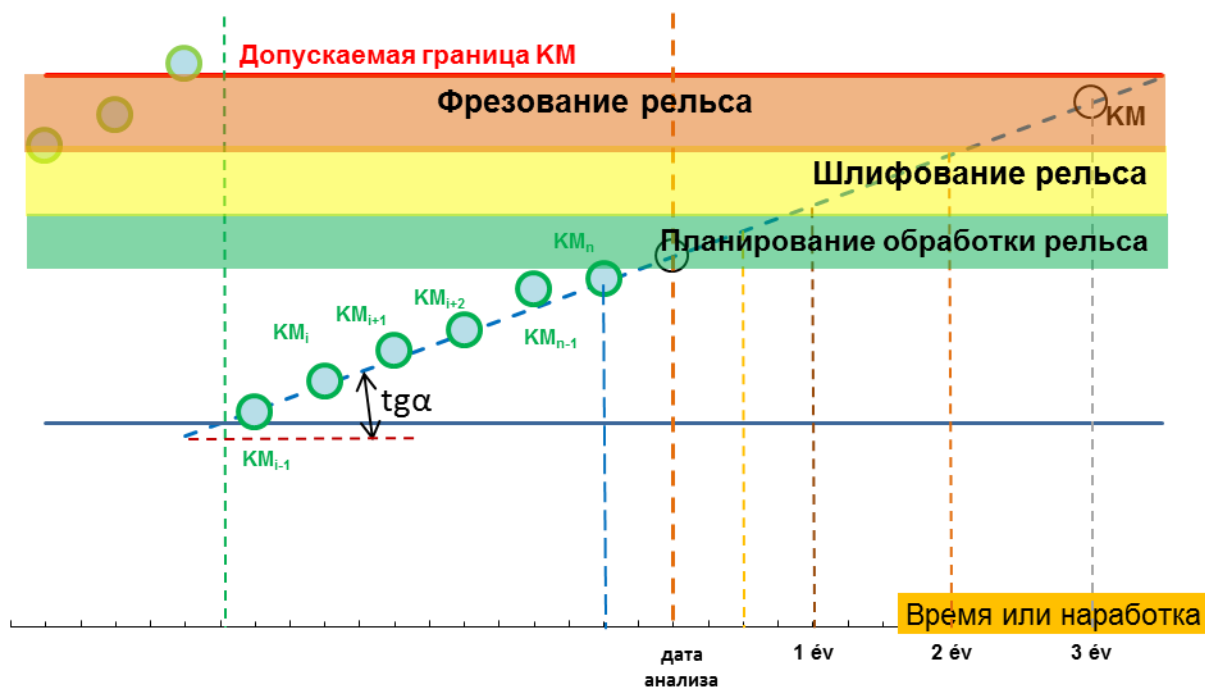
Определение срока выполнения шлифовки по волнообразному износу

Допускаемые границы амплитуд от минимума до максимума для диапазонов длин волн 10-30 мм, 31-300 мм, 301-1000 мм волнообразного износа:

Скорость	Тип дефекта	Длина волны	Границы планирования	Границы вмешательства
		[мм]	глубина [мм]	глубина [мм]
$v \leq 80$	Рифли	10-30	0,10	0,20
$80 < v \leq 120$			0,07	0,15
$120 < v \leq 160$			0,05	0,10
$v > 160$			0,02	0,04
$v \leq 80$	Короткаяволна	31-300	0,20	0,30
$v > 80$			0,10	0,20
$v > 160$	Длиннаяволна	301-1000	0,40	0,50

3.3. Определение необходимости проведения работ по обработке головки рельсов из-за усталостных микротрещин

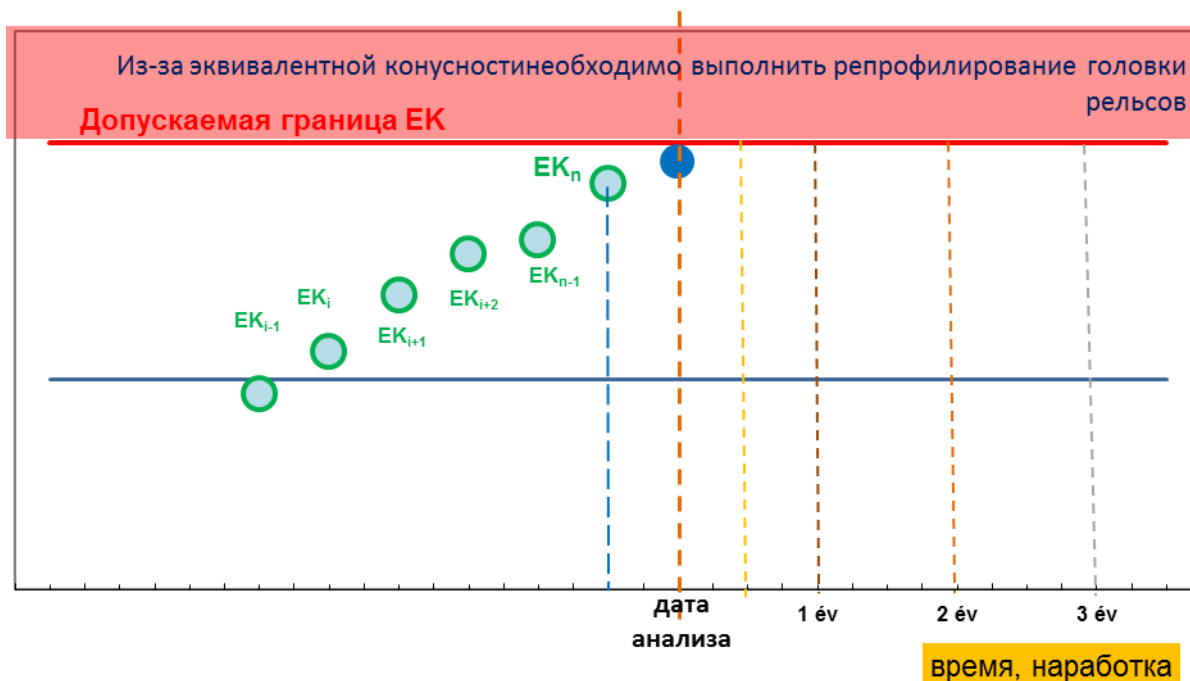
Необходимость выполнения работ определяется значением глубины повреждения ($KМ$) для каждого участка оценки. Если это значение достигает предельного значения, возникает необходимость проведения работ по обработке головки рельсов. Причиной определения необходимости проведения работ по обработке головки рельсов в этом случае служит оценка и анализ результатов вихретокового контроля.



Определение срока выполнения обработки по усталостным микротрещинам

3.4. Определение необходимости проведения работ по обработке головки рельсов из-за эквивалентной конусности

Необходимость выполнения работ может определяться также показателем эквивалентной конусности (*ЕК*) для каждого участка оценки. Если это значение достигает предельного значения, возникает необходимость проведения работ по обработке головки рельсов. Основой для определения необходимости проведения работ по обработке головки рельсов в этом случае служит оценка и анализ результатов формирования эквивалентной конусности.



Модель анализа эквивалентной конусности

4. Объединение предложений по необходимым работам

Перечень работ, определенных на основании рекомендации разных систем измерения и контроля необходимо объединить с учетом следующих условий.



4.1. Объединение предложений по необходимым работам

При планировании работ по содержанию рельсов необходимо объединить участки оценки по одинаковым выходным показателям с точки зрения выполнения конкретного рода работ по обработке рельса.

Предложения по содержанию даются по двум видам работ:

- по замене рельсов
- по обработке головки рельсов

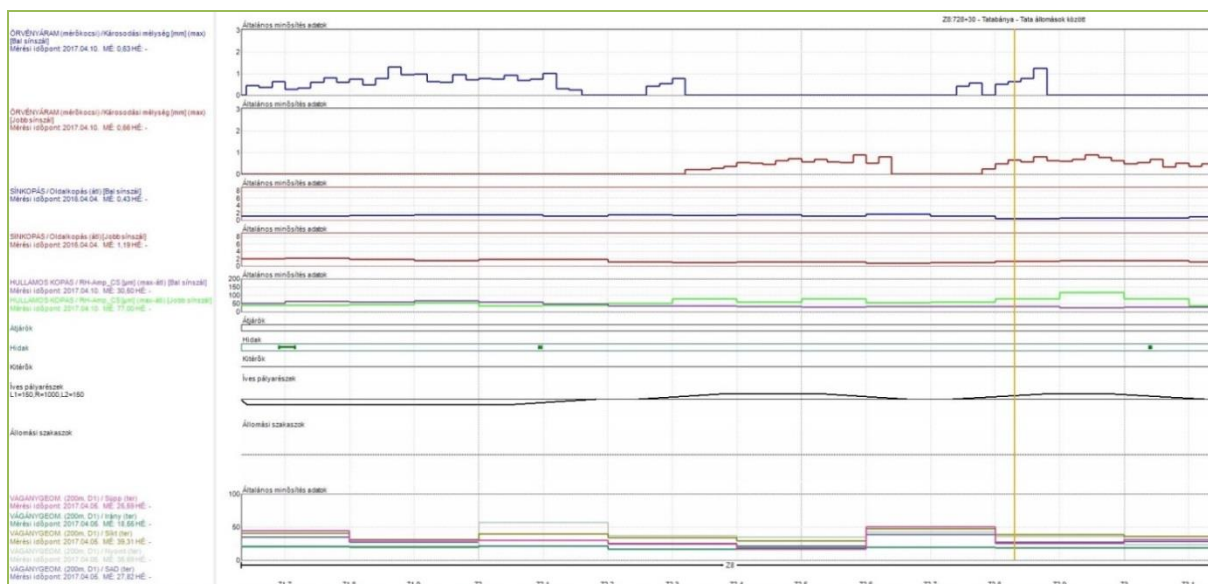
4.1.1 Предложение по замене рельсов

При определении предложения работ по «Замене рельсов» учитываются параметры следующих измерительных систем:

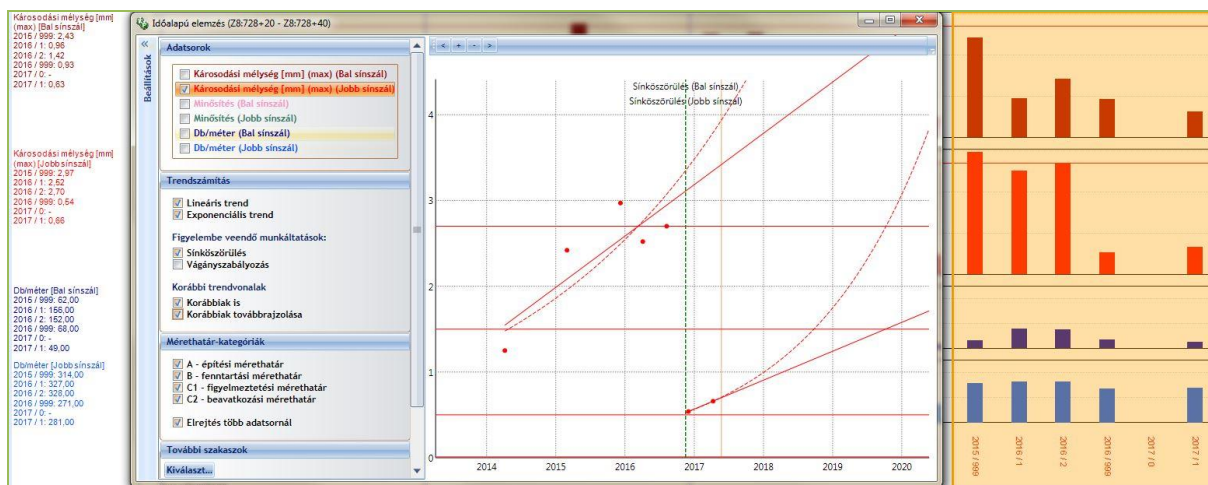
- Параметры «КМК» и «ОК» системы измерения профиля рельсов
- Параметр «КМ» вихретоковой системы
- Параметр «ЕТ» данных грузонапряженности

4.1.2. Анализ работ по обработке головки рельсов производится программой на основании выбранного параметра с использованием измерительных систем

- Параметры «НК» системы измерения волнообразного износа рельсов
- Параметры «КМ» вихретоковой системы
- Параметры «ОК» системы измерения износа рельсов
- Параметры «ЕК» системы расчета эквивалентной конусности
- Параметры качества геометрии пути (TQI)



Определенные в результате анализа работы должны быть запланированы на стратегической основе.



Настройка тенденций

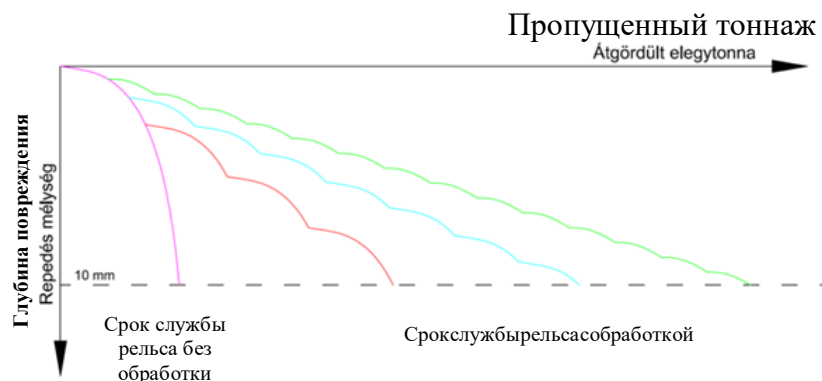
Качество рельсовой стали играет решающую роль в развитии дефектов RCF (Rolling Contact Fatigue – Контактно-усталостные дефекты от качения). Без обработки головки глубина повреждения рельсов R 260 за 2-3 года достигает глубины повреждения допускаемого значения в эксплуатации, а за 4 года предельного максимального допуска. Жизненный цикл рельса может быть сокращен до 8 лет.

Регулировка геометрии пути и шлифование рельсов должны выполняться в максимально близкие сроки.

Обработка рельса на допускаемой границе предупреждения позволяет продлить срок службы рельса.

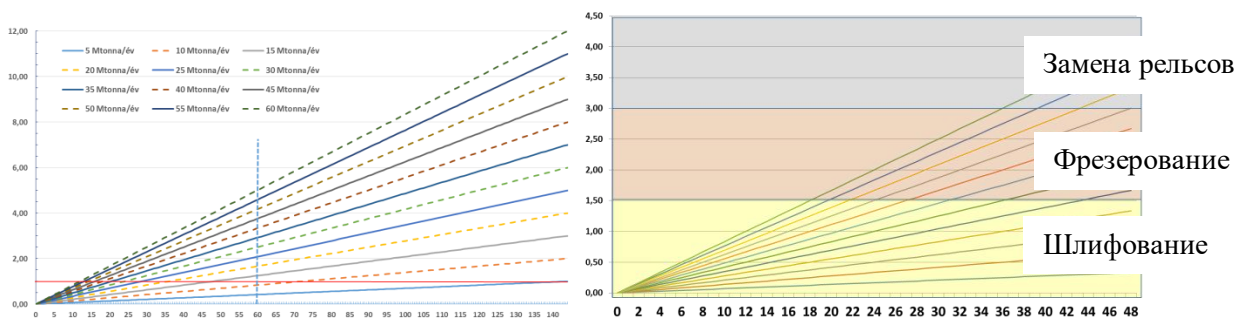
5. Выбор стратегий шлифования

5.1. Шлифование в зависимости от пропущенного тоннажа:



Содержание рельсов	Цикличность	Снятие металла	Срок службы
Нет	8 лет
Фрезерование	через каждые 4 года	2 мм	14 лет
Шлифование	через каждые 2 года	0,5 мм	22 лет
High Speed Grinding (HSG)	2 раза в год	0,2 мм	25 лет

Срок службы рельса, достигнутый разными стратегиями вмешательства

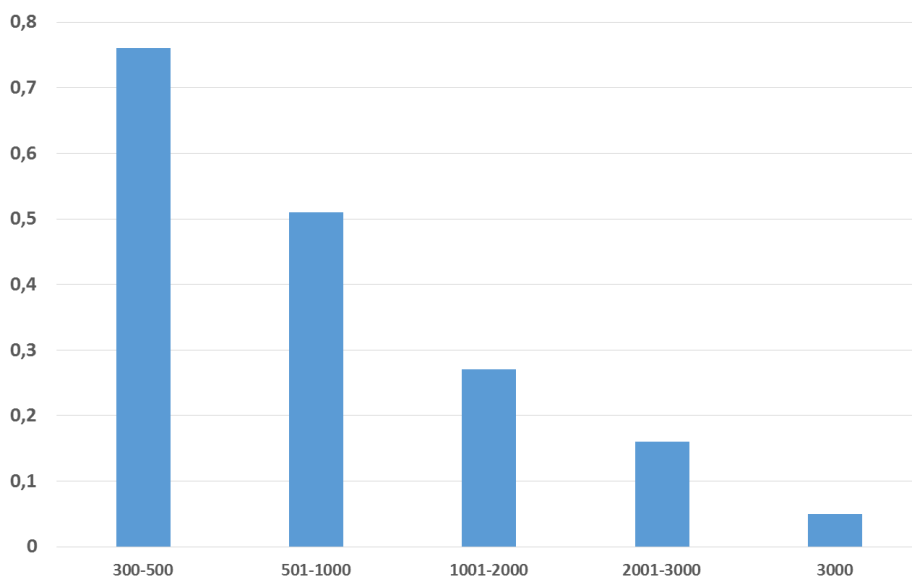


Шлифование в зависимости от пропущенного тоннажа

Циклическое шлифование выполняется на тех участках, где средняя глубина повреждения не более 1,5 мм. Цель заключается в том, чтобы трещины не развивались во вторую зону глубины повреждения с большим углом развития. Чем больше интервал между шлифованиями, тем больший объем материала рельса необходимо удалять.

5.2. Шлифование в зависимости от плана пути

При рельсах марки R260, пропущенном тоннаже 20 миллионов тонн брутто и при различных радиусах кривых годовая средняя глубина повреждений снижается с возрастанием радиуса кривых, при этом замедляется рост глубины повреждений.



Годовая средняя глубина повреждения в зависимости от радиуса кривых.