

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Запропоновано методику оцінки експлуатаційної надійності стрілочних переводів та їх елементів.

Ключові слова: конструкція стрілочних переводів, надійність в експлуатації, статистична вибірка

Предложена методика оценки эксплуатационной надежности стрелочных переводов и их элементов.

Ключевые слова: конструкция стрелочных переводов, надежность в эксплуатации, статистическая выборка

The technique of an estimation of operational reliability of switches and their elements is offered.

Keywords: construction of switches, reliability in service, statistical sample

Общие положения

Настоящая методика предлагается для установления перечня расчетных показателей надежности стрелочных переводов и их элементов, требования к исходным данным расчета этих показателей, методики определения нагруженности элементов стрелочных переводов, требования к форме предоставления результатов расчета показателей надежности.

Методика разработана в соответствии с нормативной литературой [1–3].

Объект исследования – стрелочные переводы железнодорожного пути и их элементы (остряки, рамные рельсы, ходовые рельсы, крестовины, скрепления, подрельсовые основания и т.д.).

Эксплуатационная надежность стрелочных переводов и их элементов рассчитывается на разных стадиях жизненного цикла. Расчет надежности стрелочных переводов и их элементов соответствующей некоторой стадии его жизненного цикла, может иметь своими целями:

- обоснование количественных требований по надежности к стрелочному переводу или его составным частям;

- проверку выполнимости установленных требований и/или оценку вероятности достижения требуемого уровня надежности объекта в установленные сроки и при выделенных ресурсах, обоснование необходимых корректировок установленных требований;

- определение достигнутого (ожидаемого) уровня надежности объекта и/или его составных частей, в том числе расчетное определение показателей;

- обоснование и проверку эффективности предлагаемых (реализованных) мер по доработ-

кам конструкции, технологии изготовления, системы технического обслуживания и ремонта объекта, направленных на повышение его надежности.

Основная задача предлагаемой методики оценки эксплуатационной надежности стрелочных переводов и их элементов – предоставить материалы относительно определения целесообразности последующего использования существующих стрелочных переводов и их элементов, рационального использования и технического их обслуживания, а также внедрения опытных конструкций.

Идентификация стрелочных переводов

Для расчета надежности стрелочного перевода (объекта) необходимо привести идентификацию. Для этого выбираются проекты стрелочных переводов, которые подлежат исследованию, а также описываются их характеристики и основные конструктивные особенности.

Для каждого проекта стрелочного перевода для расчета его надежности собирается информации об объекте, условиях его эксплуатации и других факторах, определяющих его надежность:

1. Назначение, области применения и функции стрелочного перевода:

- название дистанции пути, станции, где расположен стрелочный перевод;

- тип и марка стрелочного перевода;

- преимущественное направление движения;

- назначение пути (главный, приемно-отправочный).

2. Критерии качества функционирования, отказов и предельных состояний объекта.

Критерии отказа – это совокупность признаков, характеризующих неработоспособное со-

стояние изделия, согласно классификации дефектов элементов стрелочных переводов. Критерием предельного состояния является совокупность признаков, при которых использование по назначению должно быть прекращено (или невозможно) и изделие должно направляться в ремонт или списываться (изыматься из эксплуатации), т.е. превышение допустимых норм износа стрелок и крестовин, появление недопустимых дефектов. Критериями качества функционирования выступают гарантийные и нормативные строки службы элементов стрелочного перевода, соответственно действующим нормативам.

3. Структура объекта, состав.

4. Типовая модель эксплуатации стрелочного перевода, которая зависит от места расположения стрелочного перевода на станции, т.е.

какой вид движения преобладает по каждому стрелочному переводу (грузовое, пассажирское, смешанное), суммарных величин нагрузок приходящих на один стрелочный перевод за год.

5. Планируемая система технического обслуживания (ТО) и ремонта объекта, характеризующаяся видами, периодичностью, организационными уровнями, способами выполнения, техническим оснащением и материально-техническим обеспечением работ по его ТО и ремонту.

Характеристику системы технического обслуживания и ремонта (ТО и Р) рекомендуется приводить в виде структуры ТО и Р (приведенной в табл. 1) и необходимых указаний по организации ремонта и технического обслуживания;

Таблица 1

Структура ТО и Р стрелочного перевода № __ типа __ марки __ уложенного __ (дата и место укладки)

Виды технического обслуживания и ремонта	Дата проведения ремонта (наработка, млн т)	Продолжительность, час.	Количество людей в бригаде, чел.
1.			
2.			
3.			
4.			

6. Планируемые технология и организация производства при изготовлении объекта.

Полнота идентификации объекта на рассматриваемом этапе расчета его надежности определяет выбор соответствующего метода расчета, обеспечивающего приемлемую на данном этапе точность при отсутствии или невозможности получения части информации, предусмотренной выше.

Источниками информации для идентификации стрелочного перевода служит конструкторская, технологическая, эксплуатационная и ремонтная документация на объект в целом, его составные части и комплектующие изделия в составе и комплектах, соответствующих данному этапу расчета надежности.

Перечень рассчитываемых показателей надежности стрелочного перевода как объекта в целом и его составных частей

Для количественной характеристики надежности используем показатели надежности. Выбор подхода в оценивании надежности, подбор системы показателей, способы их расчета в значительной степени определяются возможностью

получения информации о работе рассматриваемого объекта исследований. Показатели определяются на основе сведений об отказах элементов стрелочных переводов, полученных с дистанций пути по утвержденной форме ПУ-6. Номенклатура основных показателей надежности, характеризующих эффективность стрелочных переводов приведена в табл. 2.

Подтверждение показателей надежности стрелочных переводов

Подтверждение (контроль) нормируемых показателей надежности включает:

- получение и математическую обработку исходных данных;
- сопоставление достигнутого уровня надежности изделий с требованиями нормативно-технической и (или) конструкторской документации и принятия решения о соответствии или несоответствии показателей надежности изделия или совокупности изделий установленным требованиям;
- анализ причин и последствий отказов с целью разработки мероприятий по повышению надежности изделий.

Номенклатура показателей надёжности стрелочных переводов и их элементов

Характеризуемое свойство надёжности	Наименование показателя	Обозначение
Стрелочные переводы – возобновляемый объект надёжности		
Безотказность	«Ведущая функция» $L_{\text{пол}}$	$\Omega(t)$
	Средняя наработка на отказ	$t_{\text{отк}}$
	Параметр потока отказов	ω
	Гамма-процентная наработка на отказ	T_{γ}
Долговечность	Средний ресурс	T_p
	Гамма-процентный ресурс	$T_{p\gamma}$
	Назначенный ресурс	T_{pk}
	Установленный ресурс	T_{py}
	Гамма-процентный полный срок службы	$T_{\text{сл.}\gamma}$
	Средний срок службы	$T_{\text{сл}}$
Ремонтопригодность	Среднее время восстановления	T_v
	Средние затраты на работы по обслуживанию (на ремонтные работы) стрелочных переводов за год в денежных единицах (евро)	$\bar{E}_{\text{стр.пер.}}$
	Средние затраты труда на работы по обслуживанию (на ремонтные работы) стрелочных переводов за год в трудозатратах (чел.мин.)	\bar{H}_p
Элементы стрелочного перевода (остряки, рамные рельсы, крестовины) – невозобновляемый объект надёжности		
Безотказность	Вероятность безотказной работы	$P(t)$
	Вероятность отказа	$F(t)$
	Интенсивность отказов	$\lambda(t)$
	Средняя наработка до отказа	$T_{\text{сер}}$

Способ получения исходных данных – экспериментально-расчетный.

Экспериментально-расчетные методы основаны на вычислении показателей по исходным данным, определяемым экспериментальными методами.

Исходными данными для экспериментально-расчетного метода подтверждения надёжности изделий является:

- информация о надёжности изделия, имеющаяся к моменту оценки надёжности (результаты предшествующих испытаний, данные экс-

плуатации, технических обслуживаний и ремонтов и т.д.);

- экспериментальные оценки показателей надёжности составных частей изделий, полученные при их автономных испытаниях или при испытаниях в составе изделия;

- экспериментальные данные об изменении параметров, характеризующих работоспособное состояние изделий, используемые для прогнозирования их надёжности на заданное время (заданную наработку);

- показатели надёжности составных частей, содержащиеся в технических условиях на эти изделия и т.п.

Методика проведения испытаний на эксплуатационную надёжность включает:

Периодичность проведения испытаний – 1 раз в год (по итогам предшествующего года);

План испытаний:

1. Заполнения формы ПУ-6 «Ведомость учета работы стрелочных переводов» дистанциями пути (компьютерный вариант этой полуавтоматизированной ведомости разработан на кафедре пути ДИИТа);

2. Обработка и анализ первичного статистического материала предоставленного дистанциями пути с определением показателей надёжности стрелочных переводов и их элементов.

3. Анализ эксплуатационной надёжности стрелочных переводов различных заводов изготовителей и их элементов за предшествующей год.

4. Предложения относительно использования стрелочной продукции различных заводов изготовителей.

Число испытуемых стрелочных переводов – все стрелочные переводы, что эксплуатируются на главных и приемо-отправочных путях дистанциями пути.

Правила отбора изделий в выборку для испытаний:

1. Для каждого стрелочного перевода должны быть указаны условия функционирования в пути.

2. Для каждого стрелочного перевода должен быть указан пропущенный тоннаж или должны быть данные позволяющие их определить. Для малонагруженных участков вместо пропущенного тоннажа используется срок службы в годах.

3. Пропущенный тоннаж (срок службы) проверяется по условию доверительных границ.

Если это условие не выполняется, такой стрелочный перевод исключается из выборки.

Режимы испытаний включают строки подачи исходной информации и сроки сдачи отчета о проведении испытаний.

Перечень контролируемых параметров – отказы элементов стрелочных переводов с указанием пропущенного тоннажа по ним, работ которые выполнялись за год по стрелочному переводу и др.;

Порядок учета и статистического анализа отказов (предельных состояний). Учет отказавших элементов стрелочных переводов и всей инфор-

мации о нем ведется соответственно полуавтоматизированной форме ПУ-6. Анализ отказов ведется по установленным выше показателям надёжности.

Методика определения пропущенного тоннажа по стрелочным переводам

В процессе выполнения экспериментальных исследований определяются пропущенный тоннаж элементов стрелки и крестовины.

Средний пропущенный тоннаж при замене элементов стрелочных переводов определялся за материалами формы ПУ-6.

Пропущенный тоннаж рассчитывался по данным грузонапряженности за год и датой укладки и снятия стрелочных переводов или его элементов.

Пропущенный тоннаж можно определять путем учета пропущенного груза по главным путям без остановки, а также с остановкой на приемо-отправочных путях. Для входной и выходной стрелки на главных путях можно брать коэффициент выше, чем других для других стрелок главного пути. Для приемо-отправочных путей грузонапряженность распределяют с разными коэффициентами в зависимости от схемы работы станции.

Требования к исходным данным для расчета надёжности и результатам расчета

Источником исходных данных являются сведения, предоставленные дистанциями пути соответственно полуавтоматизированной форме ПУ-6.

Состав исходных данных по каждому отказавшему элементу стрелочного перевода:

1. Наименование станции.
2. Номер стрелочного перевода.
3. Входная, выходная стрелка.
4. Завод изготовитель стрелочного перевода.
5. № проекта стрелочного перевода.
6. Тип перевода.
7. Марка перевода.
8. Направление движения (пошерстное, противопошерстное).
9. Назначение пути (главный, приемо-отправочный, прочий).
10. Номер пути.
11. Радиус кривой для стрелочного перевода, который лежит в кривом участке.
12. Род балласта.
13. Вид централизации.

14. Теоретическая длина: по эюре, фактическая.
 15. Стрелка.
 - 15.1. Дата укладки.
 - 15.2. Тип корневого крепления.
 - 15.3. Сторонность (левый, правый).
 - 15.4. Завод-производитель.
 - 15.5. Заводской номер.
 - 15.6. Дефектные скрепления в процентах.
 - 15.7. Дата снятия из пути.
 - 15.8. Причина снятия.
 - 15.9. Пропущенный тоннаж на момент снятия.
 - 15.10. Примечание.
 16. Крестовина.
 - 16.1. Дата укладки.
 - 16.2. Конструкция.
 - 16.3. Завод производитель.
 - 16.4. Заводской номер.
 - 16.5. Марка стали.
 - 16.6. Дата снятия.
 - 16.7. Причина снятия.
 - 16.8. Пропущенный тоннаж на момент снятия.
 17. Переводные брусья.
 - 17.1. Дата укладки.
 - 17.2. Материал брусьев.
 - 17.3. Вид пропитки для деревянных брусьев.
 - 17.4. Количество.
 - 17.4.1. Всего.
 - 17.4.2. Непригодных.
 - 17.4.3. Нуждаются в ремонте.
 - 17.5. Шпал вместо брусьев.
 - 17.6. Дата снятия.
 - 17.7. Причина снятия.
 18. Грузонапряженность.
 - 18.1. Четный путь.
 - 18.2. Нечетный путь.
 19. Перечень текущих работ по стрелочному переводу, выполненных за исследуемый период (время, количество монтеров пути).
- Точность и достоверность данных.** Для качества предоставления исходных данных в полуавтоматизированной форме ПУ-6 сделаны некоторые ограничения по вводу данных, т.е. некоторая информация предполагает свободный ввод пользователя (наименование станции и др.), другая информация, которая позволяет ввести ее как

заранее известную в определенный список (номер проекта, тип, марка и др.). Также в форме некоторые графы ограничены по существу информации (дата, число).

Форма представления исходных данных – в виде заполненной таблицы полуавтоматизированной формы ПУ-6 (таблица в Microsoft Excel).

Результаты расчетов приводятся в табличной форме с указанием минимального, среднего и максимального значения пропущенного тоннажа. А также приводятся графики расчетных показателей надежности, оговоренных выше, анализ полученных результатов и соответствующие выводы эксплуатационной надежности работы стрелочных переводов.

Выводы

1. Разработана и предложена методика для установления перечня расчетных показателей надежности стрелочных переводов и их элементов.

2. Стандартизированы требования к исходным данным расчета этих показателей, методики определения нагруженности элементов стрелочных переводов, требования к форме предоставления результатов расчета показателей надежности.

3. Разработана и приведена система идентификации для расчета надежности стрелочного перевода (объекта).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення [Текст] : Затв.: Наказ Держстандарту України № 333 від 28.12.1994 р. – К.: Держстандарт України, 1995. - 91 с.
2. ДСТУ 2861-94 Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення [Текст] : Затв.: Наказ Держстандарту України № 310 від 08.12.1994 р. – К.: Держстандарт України, 1995. - 33 с.
3. ДСТУ 2862-94 Надійність техніки. Методи расчетов показателей надежности. Общие требования [Текст] : Затв.: Наказ Держстандарту України № 310 від 08.12.1994 р. – К.: Держстандарт України, 1995. - 39 с.

Поступила в редколлегию 07.06.2010.

Принята к печати 16.06.2010.