

С.К. Султангазинов канд.техн.наук, доц.,
КазУПС

ОТКАЗЫ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Темі жол, автоматика, телемеханика құрылғылары жұмысының беріктілігіне келтірер залалы.

Бұл жүйедегі басты тұрақсыз жерлер – құрылғылардың сенімсіздігі мен қызмет көрсетушілердің қатеі. Ал тұрақты әсер етуші құрылғылар әсерін, жол жүрісі мен поездар графигіне кіргізу қызметін қалпына келтіру.

Influence of refusal on damage from unreliability of functioning of devices of railway automatics and telemechanics.

the basic destabilizing factors in this system are unreliability of the device and a mistake of the attendants, and stabilizing

Необходимая пропускная способность участков дорог и безопасное движение поездов требует безотказного действия устройств автоматики. Каждый отказ устройств сигнализации, централизации блокировки (СЦБ) ведет к определенному ущербу. Системы железнодорожной автоматики, обеспечивающие регулирование движением поездов, имеют отдельные отказы и неисправности, что приводит к увеличению времени простоя поездов, увеличению эксплуатационных расходов, снижению эффективности процесса автоматического регулирования движением. В зависимости от степени влияния на пропускную способность к отказам устройств АВ можно отнести неисправности элементов РЦ и аппаратуры автоблокировки, приводящие к появлению на светофоре красного или непонятного сигнала. Движение поездов осуществляется согласно действующим инструкциям с увеличением попутного интервала следования поездов. При неисправности проходного светофора движение поезда после остановки перед таким сигналом осуществляется в соответствии с Правилами технической эксплуатации железных дорог. Рассмотрим проследование поездами неисправного проходного светофора на рис. 1. После проследования поездами неисправного проходного светофора интервал между ними увеличивается с до $I_{кр}$. Для определения интервала $I_{кр}$ найдем баланс времени относительно точки А у поездов 1 и 2:

$$\text{у поезда 1} \quad b = t_{ост} + \frac{l_{\text{бл}} \cdot 0,06}{v_{кр}} + \frac{l_n \cdot 0,06}{v}; \quad (1)$$

$$\text{у поезда 2} \quad a = I_p + n_{жс} t_{жс} + t_{ост} + \frac{l_{\text{бл}} \cdot 0,06}{v_{кр}} + \frac{l_n \cdot 0,06}{v}, \quad (2)$$

где $t_{ост}$ – продолжительность задержки поезда из-за остановки у светофора с красным светом, равная сумме времени стоянки и времени на замедление и разгон в мин;

$v_{кр}$ – средняя скорость движения поезда по блок-участку по сравнению с расчетным при следовании под желтый свет;

$n_{жс}$ – количество блок-участков, которые (после наступления отказов) поезд 2 проследовал под желтый свет. Тогда после проследования поездами 1 и 2 неисправного проходного светофора интервал между ними будет

$$I_{кр} = a - b = I_p + n'_{жс} t_{жс}. \quad (3)$$

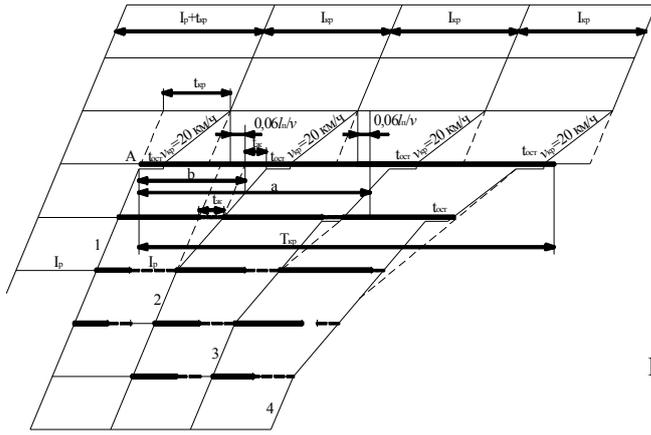


Рис.1. Проследование поездами неисправного проходного светофора

Все последующие интервалы между поездами тоже равны $I_{кр}$. Такое утверждение основано на том, что все поезда будут иметь одинаковую продолжительность остановки у красного сигнала и равные средние скорости после проследования красного сигнала $v_{кр}$. Величины $n'_{жс}$ и $t_{жс}$ определяются так же, как и при расчете интервала $I_{жс}$ с той лишь разницей, что вместо $t_{np} + t_{в}$ подставляется значение

$$T_{кр} = t_{осм} + \frac{0,06 \cdot l_{бл}}{v_{кр}} + \frac{0,06 \cdot l_{бл}}{v} \text{ мин.}, \quad (4)$$

где $t_{осм}$ – продолжительность стоянки поезда у красного сигнала (с учетом времени на разгон и замедление);

$v_{кр}$ – средняя скорость движения поезда по блок-участку при проследовании красного сигнала.

Следовательно,
$$n'_{жс} = 0, \quad \text{когда } 0 < \frac{T_{кр} v}{0,06 \cdot l_{бл}} \leq 1; \quad (5)$$

$$n'_{жс} = 1, \quad \text{когда } 1 < \frac{T_{кр} v}{0,06 \cdot l_{бл}} \leq 2; \quad (6)$$

$$n'_{жс} = 2, \quad \text{когда } \frac{T_{кр} v}{0,06 \cdot l_{бл}} \geq 2. \quad (7)$$

Учитывая реальные значения $T_{кр}$, v , $l_{бл}$, можно отметить, что в практике работы железных дорог величина $n'_{жс}$ будет иметь практически всегда максимальное значение. Величина $t_{жс}$ зависит, как это было показано выше, от средней скорости движения поездов на блок-участках при проследовании желтого света $v_{жс}$. При определении $I_{кр}$ величина $v_{жс}$ для всех поездов на первых двух-трех блок-участках принята одинаковой. В этом есть некоторый элемент условности равенства всех интервалов $I_{кр}$. При $n'_{жс} = 2$ величина интервала $I_{кр}$ будет зависеть от длины блок-участков и средней скорости движения поездов под желтый свет светофора и может быть определена из выражения

$$I_{кр} = I_p + \frac{0,12 l_{бл} (v_{жс} - v)}{v_{жс} v}, \text{ мин.} \quad (8)$$

По этой формуле построен график на рис. 2.

Например, при $v = 65$ км/ч, $v_{жс} = 35$ км/ч, $l_{\text{бл}} = 1750$ м, $I_p = 8$ мин после проследования поездами неисправного светофора интервала между ними увеличивается с $I_p = 8$ до $I_{кр} = 10,8$ мин. Пропускная способность при неисправности светофора зависит от продолжительности $T_{кр}$ (мин), интервала $I_{кр}$ и определяется по формуле

$$N_{\text{КП}} = \frac{1440 - T_{кр}}{I_p} + \frac{T_{кр}}{I_{кр}}, \quad \text{поездов в сутки}, \quad (9)$$

а потери суточной пропускной способности составляют $N_{\text{пот.кр}} = \frac{T_{кр}(I_{кр} - I_p)}{I_{кр}I_p}$ поездов,

или
$$N_{\text{пот.кр}} = \frac{T_{кр}(T_{кр} - T_p)}{14,4I_{кр}} \%, \quad (10)$$

где $T_{кр}$ – продолжительность периода неисправности проходного сигнала, мин.

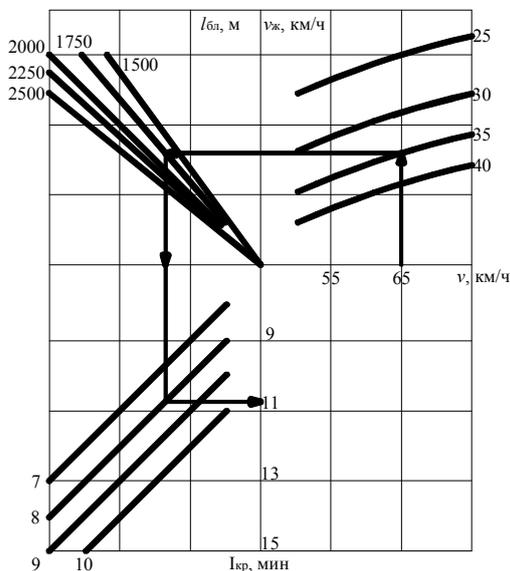


Рис. 2. График проследования поездами неисправного светофора

Среднее время восстановления является наиболее обобщающим критерием ремонтпригодности устройств. Оно складывается из составляющих: времени оповещения электромеханика об отказе t_o , времени следования к объекту отказа t_{np} , времени поиска места отказа t_n , времени устранения t_y , т. е. $T_{\text{в}} = t_o + t_{np} + t_n + t_y$. (11)

На рис. 3 показаны распределения времени восстановления в системах автоблокировки.

Организация вызова обслуживающего персонала и быстрейшая его доставка к месту отказа имеют особое значение на участке АБ. Время оповещения персонала и следования к отказавшему объекту достаточно велико и составляет от 40 мин до нескольких часов, да и затраты на поиск составляют немало времени.

Отказ устройств в процессе эксплуатации приводит к некоторому ущербу. На рис. 4. показано влияние отказа на ущерб от ненадежности функционирования устройств железнодорожной автоматики и телемеханики.

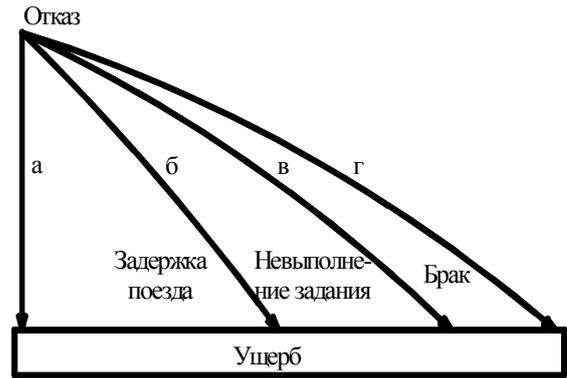
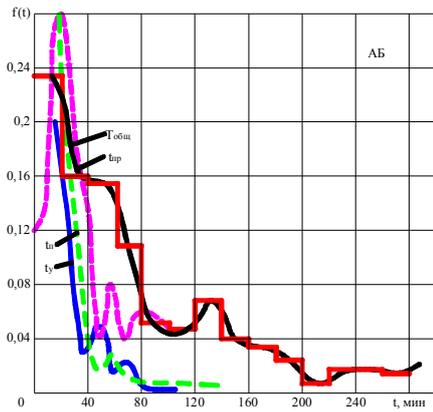


Рис. 4. Влияние отказа устройств автоматики и телемеханики

В случае (а) ущерб является прямым последствием отказа. Он обусловлен необходимостью устранения отказа и затратами на ремонт устройства. При этом отказ не вызывает задержку поезда, поскольку возникает в интервале между поездами. В случае (б) отказ приводит к задержке поезда и может превосходить затраты, связанные непосредственно с отказом устройства, при оценке ущерба от задержки поезда или группы поездов. Случай (в) возможен тогда, когда отказ приводит к невыполнению задания, ущерб определяется не непосредственно отказом устройства, а фактом невыполнения задания по контролю состояния напольных сигналов и снижения скорости. Случай (г) возможен тогда, когда отказ приводит к браку, ущерб определяется последствиями возможных аварий. При определении ущерба для типа элемента или системы от ненадежности его следует суммировать

$$C_{общ} = C_a + C_b + C_v + C_2, \quad (12)$$

где C_a – затраты на восстановление устройства;

C_b – затраты, связанные с задержкой поезда;

C_v – затраты, связанные со снижением эффективности процесса регулирования поездов;

C_2 – затраты, связанные с браком особого учета.

Железнодорожный транспорт следует рассматривать как самовосстанавливающую систему, осуществляющую перевозочный процесс в соответствии с графиком движения поездов. Основными дестабилизирующими факторами в этой системе являются ненадежность устройства и ошибки обслуживающего персонала, а стабилизирующими – усилия обслуживающего персонала по восстановлению действия устройств и служб движения пути и тяги по вводу поездов в график. Исходя из этого, затраты от задержки поезда можем записать в виде

$$C_{зн} = (C_o + C_v) + (C_d + C_m + C_n) + (C_1 + C_2), \quad (13)$$

где C_o – стоимость предупреждения отказов;

C_v – затраты на восстановление устройств СЦБ;

C_d – затраты труда работников движения;

C_m – затраты труда работников тяги;

C_n – затраты труда работников пути;

C_1 – затраты от задержки поезда, вычисленные с учетом времени задержки, стоимость поезда-час;

C_2 – затраты на ввод поезда в график путем увеличения скорости.

Определение величин C_o и C_m затруднено, поскольку операторы имеют резерв времени на регулирование движения поездов. Поэтому с некоторым допущением можно суммой C_o и C_m пренебречь. Тогда формулу для вычисления затрат можно записать в упрощенном виде

$$C_{zn} = (C_o + C_g) + C_n + (C_1 + C_2). \quad (14)$$

При возникновении отказов n и задержке m поездов формула примет вид

$$C_{zn} = (C_o + nC_g) + n_1C_n + \left(\sum_{i=1}^m C_1i + \sum_{i=1}^m C_2i \right), \quad (15)$$

где n_1 – число отказов по службе пути (П.)

n – число отказов по службе СЦБ (Ш.)

Из формулы видно, что сокращения затрат можно достигнуть путем сохранения времени восстановления, а также сокращения числа отказов и числа задержанных поездов. Каждый отказ устройств СЦБ ведет к определенному ущербу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Омаров А.Д., Закиров Р.С.* Основы технической диагностики устройств и сооружений путевого хозяйства / Под ред. д.т.н., проф. *Закирова Р.С.* – Алматы.: «Бастау», КазАТК, 2000. 178 с.

2. Основы технической диагностики/ *В.В. Карибский, П.П. Пархоменко, Е.С. Согомонян, В.Ф. Халчев.* - М.: Энергия, 1976. Ч.1. 464 с.

3. *Дмитриенко И.Е.* Техническая диагностика и автоконтроль в железнодорожных системах автоматики и телемеханики. М.: Транспорт, 1976. 96 с.

4. *Сапожников Вл.В. и др.* Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. М.: Маршрут, 2003. 261 с.

Статья рекомендована д-ром техн. наук, проф. Биттевым Ш.Б.
8.03.2006 г.