

УДК 622. 62: 625.151.3: 625.14

**Говоруха В.В.**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.,  
**Ладик С.Л.**, магистр,  
**Кизиллов В.К.**, магистр,  
**Собко Т.П.**, магистр  
(ИГТМ НАН Украины)

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ**

**Говоруха В.В.**, канд. техн. наук, ст. наук, співр.,  
**Ладик С.Л.**, магістр,  
**Кізілов В.К.**, магістр,  
**Собко Т.П.**, магістр  
(ІГТМ НАН України)

## **ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ СТІЛОЧНИХ ПЕРЕВОДІВ**

**Govorukha V.V.** Ph.D. (Tech.), Senior Researcher,  
**Ladik S.L.**, M.S. (Tech.),  
**Kizilov V.K.**, M.S. (Tech.),  
**Sobko T.P.**, M.S. (Tech.)  
(IGTM NAS of Ukraine)

## **IMPROVING OF RELIABILITY OF THE POINT-SWITCH ELECTRIC DRIVE OPERATION**

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы определения способов повышения надежности работы электроприводов стрелочных переводов. Целью исследований является разработка исходных технических требований на создание электроприводов стрелочных переводов, обеспечивающих повышение уровня безопасности движения поездов. Представлены результаты исследований электроприводов стрелочных переводов повышенной мощности, направленные на изменение способа кинематического примыкания стрелочного перевода в крайних рабочих положениях с учетом устранения динамического взаимодействия элементов стрелочного перевода и тяговых устройств узлов электропривода в процессе работы. Предложенные исходные технические требования прошли испытания в условиях действующих промышленных предприятий Криворожского горнорудного бассейна (Украина) и Гайского горно-обогатительного комбината (Россия).

Разработанные научно-технические требования к электроприводам стрелочных переводов позволяют повысить в 1,5-2,0 раза надежность и безопасность работы рельсового транспорта горных предприятий.

**Ключевые слова:** стрелочные переводы, горный транспорт, электропривод стрелочного перевода, динамические процессы.

**Введение.** В области рельсового транспорта одним из основных направлений, обеспечивающих повышение безопасности и надежности движения, производительности труда является улучшение работы электроприво-

да стрелочного перевода и его взаимодействие с подвижными транспортными средствами в зависимости от параметров и характеристик конструкции и условий эксплуатации. Изменения конструкции локомотивов, транспортных средств, скорости движения или грузонапряженности участков влечет необходимость изменения конструкции рельсового пути и стрелочных переводов. Из опыта эксплуатации установлены недостаточная прочность и надежность работы электроприводов шахтных стрелочных переводов, которые сдерживают реализацию технических характеристик подвижного состава. Возросла масса локомотива до 14 т вместо 7–10 т и применена сцепка локомотивов массой 28 т. Увеличена емкость вагонов до  $10 \text{ м}^3$  (масса до 40,0 т) для рудных шахт и до  $7 \text{ м}^3$  (масса до 10,0 т) для угольных. Созданы секционные поезда с вместимостью секций 1,5; 3,5 и  $7,0 \text{ м}^3$  (масса до 10,0 т), большегрузные вагоны с донной разгрузкой. Грузоподъемность транспортных сосудов увеличена в два–три раза. В секционных поездах конструктивно увеличена нагрузка на колесную пару в два раза по сравнению с двухосными вагонами. Эксплуатационная скорость поездов увеличена до 5–7 м/с. Вместе с этим в путевом хозяйстве не произошло существенных изменений в конструкции электроприводов стрелочных переводов. В связи с этим возникла необходимость в создании конструкции электроприводов стрелочного перевода, обеспечивающих необходимый технический уровень [1-4].

**Целью работы является** разработка исходных технических требований для электроприводов стрелочных переводов, обеспечивающих повышение уровня безопасности движения поездов в горной промышленности.

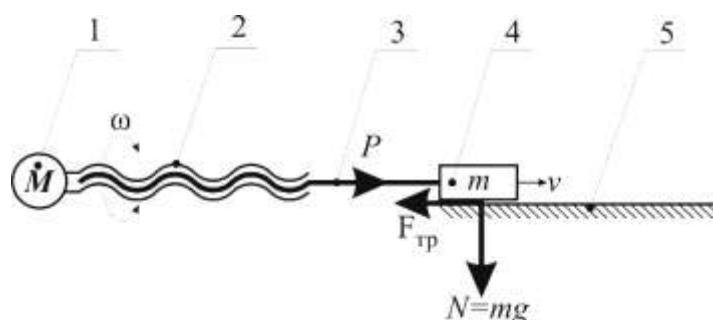
**Основная часть исследований.** Вследствие низкого технического уровня электроприводов стрелочных переводов возрастают трудозатраты на их текущее содержание и ремонт, снижается безопасность движения поездов. Это приводит также к уменьшению среднего срока службы переводов и съездов, равного 1–3 г., вместо требуемых 6-8 лет. Параметры элементов стрелочных переводов и их приводов не соответствуют современным техническим требованиям к рельсовому пути. К конструктивным недостаткам относятся: использование сокращенной длины остриков (1000-1500 мм), контррельсов (1000–1400 мм) и крестовин (600-1200 мм); применение крутых марок крестовин (3/5–1/5), малых радиусов кривых (4,0–10,0 м) и больших углов удара в зоне остриков, контррельсов и усювиков крестовин ( $4-10^\circ$ ); изготовление крестовин из низкопрочного чугуна; отсутствие специальных профилей проката для остриков и контррельсов; применение сокращенных съездов с конструктивной ненадежностью. Все вышеперечисленное привело к необходимости создания стрелочных переводов нового технического уровня, что, в свою очередь, вызвало необходимость разработки новых типов электроприводов стрелочных переводов [4–6].

Для решения отмеченных вопросов необходимо совершенствование и модернизация рельсового транспорта, включающее теоретические разработки для исследования взаимодействия элементов рельсовых транспортных систем «рельсовый путь – подвижной экипаж – груз – смежные устройства», разработку и внедрение новых конструкций элементов рельсового пути; исследование

характеристик, свойств, показателей нагруженности, прочности и надежности элементов рельсовых путей шахт и рудников; разработки методов и способов определения рациональных параметров элементов рельсовых путей с учетом свойств и характеристик конструкции верхнего строения и основания применительно к эксплуатационным условиям шахт и рудников; практическую реализацию научных основ, выводов и рекомендаций для различных создаваемых элементов средств рельсового транспорта шахт и рудников. Анализ последних достижений и публикаций в этой области приведен в [3-6].

Минимально допустимое по условиям безотказности время перевода стрелки может быть оценено из условий динамики взаимодействия остряка с рамным рельсом в момент завершения перемещения остряков и их примыкания к рамным рельсам.

Для исследования динамики перемещения остряков рассмотрим кинематическая схема электропривода стрелочного перевода (рис. 1).



- 1 – электродвигатель; 2 – вал электродвигателя с гайкой; 3 – ходовой винт;  
4 – перемещаемые массы (остряки); 5 – направляющие (опорной подкладки-подушки рамных рельсов)

Рисунок 1 – Кинематическая схема электропривода стрелочного перевода:

Процесс работы кинематической системы включает в себя перемещение остряков из одного крайнего положения в противоположное (нерабочее и рабочее состояние).

Определяющими для электропривода стрелочного перевода являются следующие показатели: максимальный ход перемещаемых масс  $H$ ; максимальная скорость перемещения  $v$ ; масса перемещаемых остряков  $m$ ; осевое усилие, развиваемое в направлении перемещения  $P$ .

Для выявления закономерностей взаимосвязи режимов перемещения в узлах примыкания стрелочных переводов с безотказностью их работы и определения граничных параметров этих процессов рассмотрена следующая диаграмма скорости перемещаемых масс остряков (рис. 2).

Безопасная работа стрелочного перевода обеспечивается безударным взаимодействием остряков с рамным рельсом, т.е. в процессе перемещения остряков их скорость перемещения должна изменяться по диаграмме ABCD (рис. 2). Такой режим требует построения регулируемого позиционного электропривода

по типу приводов робототехнічних комплексів. При цьому складність подібної системи управління буде сопоставима со складністю систем управління шахтними підіймальними машинами. В зв'язі з цим процес переміщення остряка передбачає зміну швидкості по діаграмі ABED з урахуванням регулювання і управління їх переміщенням.

Максимально допустимую швидкість переміщення остряків  $v_{\partial}$  можна визначити, наступним чином.

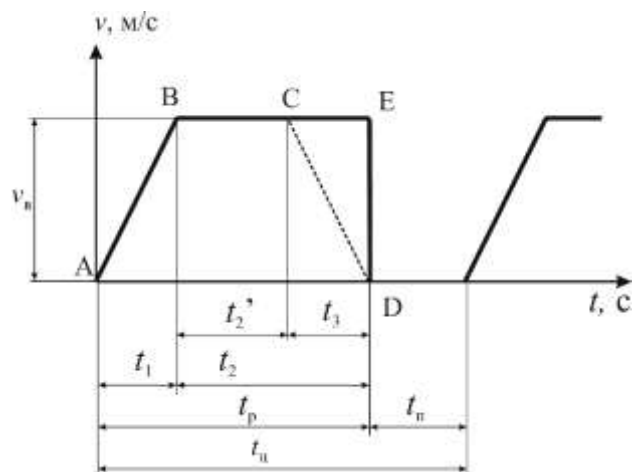


Рисунок 2 – Діаграма швидкості перемещаемых масс остряков

Кінетическа енергія переміщення остряків ( $U$ ) в момент соударення його с рамним рельсом складе

$$\psi = \frac{m \cdot v_{\partial}^2}{2} \quad (1)$$

При допущенні, що вся кінетическа енергія переходить во внутрішню енергію деформації узла примыкання остряків к рамним рельсам система описується наступним рівнянням

$$U = \frac{1}{2} \int_x \frac{M_x \cdot x \cdot dx \cdot \sigma}{E} + \frac{1}{2} \int_x \frac{P \cdot dx \cdot \sigma}{E}. \quad (2)$$

Приймаючи величину моменту сили переміщення остряків  $M_x = P \cdot x$  в вираженні (2), внутрішня енергія деформації остряків при ударі визначиться

$$U = \frac{P \cdot \sigma}{2E} \left( \frac{l^3}{2} + l \right), \quad (3)$$

де  $l$  – довжина остряка, м;  $\sigma$  – нормальні напруження для застосованого матеріалу, МПа;  $E=2,02 \cdot 10^4$  – модуль еластичності матеріалу, кг/мм<sup>2</sup>.

Если в формуле (3) величину напряжения  $\sigma$  рассматривать, как допустимое напряжение в материале острьяка при циклическом нагружении ( $[\sigma_{-1}]$ ), то допустимая потенциальная энергия деформации может быть определена из равенства

$$U = \frac{P \cdot [\sigma_{-1}]}{2E} \left( \frac{l^3}{2} + l \right), \quad (4)$$

Совместное решение выражений (1) и (4) позволяет получить уравнение для определения предельно допустимой скорости перемещения острьяков

$$v_{\partial} = \sqrt{\frac{P \cdot \phi_{-1}}{E \cdot m} \left( \frac{l^3}{2} + l \right)}, \quad (5)$$

где  $[\sigma_{-1}]$  – допустимое значение нормальных напряжений, МПа, для применяемого материала при симметричном циклическом нагружении.

С учетом того, что масса острьяка  $m = ql$ , где  $q$  – удельная масса острьяка, кг/м

$$v_{\partial} = \sqrt{\frac{P \cdot \phi_{-1}}{E \cdot q} \left( \frac{l^2}{2} + 1 \right)}. \quad (6)$$

В период времени  $t_1$ , с, происходит равноускоренное перемещение острьяка от скорости  $v_1 = 0$  до скорости  $v_2 = v_{\partial}$ . Уравнение динамики перемещения острьяков имеет вид

$$P = ql \left( \frac{dv}{dt} - fg \right), \quad (7)$$

где  $f$  – коэффициент трения подошвы острьяков по опорным подкладкам-подушкам;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>. Следовательно

$$dv = \left( \frac{P}{ql} + fg \right) dt. \quad (8)$$

Выражение (8) позволяет определить формулу, описывающую мгновенную скорость движущихся частей в узле примыкания острьяков:

$$v = \left( \frac{P}{ql} + fg \right) t + C, \quad (9)$$

где  $C$  – некоторая постоянная.

Из условия, что при  $t=0$   $v=0$  следует:  $C=0$ .

Требуемое для перевода стрелки усилие расходуется на преодоление:

- трения движущихся элементов о подушки;
- сопротивления в шарнирах.

Выделим произвольный элементарный участок каждого остряка длина которого  $dl$ , а масса  $dq$ . Условно полагая, что остряк лежит не на дискретных подушках, а на сплошном основании и коэффициент трения остряков об это основание равен  $f$ , определим момент элементарной силы трения относительно корня остряков

$$M_i = \frac{(2i-1) \cdot dl}{2f \cdot dq} \quad (10)$$

В данной задаче момент всех элементарных сил трения остряков по основанию

$$M_M = \frac{1}{2f} \cdot dl \cdot \sum_{i=1}^n (2i-1) \cdot dq_i. \quad (11)$$

Следовательно, усилие, требуемое на преодоление трения перемещаемых частей, приложенное на расстоянии  $(l-a)$  от корня остряка, составит

$$P = \frac{M_M}{l-a} = \frac{1}{2f} \cdot \frac{dl}{l-a} \cdot \sum_{i=1}^n (2i-1) \cdot dq_i, \quad (12)$$

где  $l$  – длина остряка, м;  $a$  – расстояние от острия остряка до точки приложения усилия, м;  $n$  – число элементарных участков  $dl$ .

Допуская, что все элементарные участки остряков имеют одинаковую массу,

в выражении (12) можно заменить на  $\sum_{i=1}^n (2i-1) \cdot dq_i = q$ :

$$P = \frac{M_M}{l-a} = \frac{1}{2f} \times \frac{q \times n^2 \times l}{l-a}. \quad (13)$$

Исходя из того, что  $dl \cdot n = l$  и  $dq \cdot n = q \cdot l$  и с учетом того, что  $l \geq a$  в процессе перемещения участвуют 2 остряка приблизительно равной длины, формулу 13 можно представить

$$P = \frac{q \cdot l}{f}. \quad (14)$$

Рассматривая совместно выражения (9) и (14) получим формулу для опреде-

ления мгновенной скорости равноускоренного движения остряков

$$v = \left( \frac{1}{f} + fg \right) t, \quad (15)$$

Время равноускоренного движения выражается

$$t_1 = \frac{fv}{1 + f^2g}, \quad (16)$$

За время  $t_i$  остряки переместятся на величину

$$S_1 = \frac{v_\partial \cdot t_1}{2} = \frac{fv_\partial^2}{2(1 + f^2g)}. \quad (17)$$

Перемещение остряков со скоростью  $v_\partial$  происходит на пути  $S_2 = H - S_1$ . При этом время перемещения составит

$$t_2 = \frac{H - S_1}{v_\partial} = \frac{2(1 + f^2g)H - fv_\partial^2}{2(1 + f^2g)v_\partial} \quad (18)$$

Общее время перемещения остряков определяется, как сумма  $t = t_1 + t_2$ :

$$t = t_1 + t_2 = \frac{fv_\partial^2 + 2(1 + f^2g)H}{2(1 + f^2g)v_\partial} \quad (19)$$

Величина предельно допустимой скорости перемещения остряков определится в результате совместного решения выражений (5) и (14)

$$v_\partial = \sqrt{\frac{\sigma_{-1}}{E \cdot f} \left( \frac{l^3}{2} + l \right)}. \quad (20)$$

Вследствие этого выражения (16 – 19) принимают вид

$$t_1 = \frac{f \sqrt{\frac{[\sigma_{-1}]}{E \cdot f} \left( \frac{l^3}{2} + l \right)}}{1 + f^2g} \quad (21)$$

$$S_1 = \frac{[\sigma_{-1}] \cdot l + 2l}{2E \cdot f_g} \quad (22)$$

$$t_2 = \frac{4 \cdot f_g^2 \cdot EH - [\sigma_{-1}] \cdot l + 2l}{4E \cdot f_g \cdot \sqrt{[\sigma_{-1}] \left( \frac{l^3}{2} + l \right)}} \quad (23)$$

$$t = \frac{H}{\sqrt{[\sigma_{-1}] \left( \frac{l^3}{2} + l \right)}} \quad (24)$$

На рис. 3 – 5 приведены зависимости предельно допустимых: усилия перемещения острижков  $P$ , скорости перемещения острижков  $v_\partial$  и времени перемещения острижков  $t$  от длины острижка  $l$ . При этом для разных типов рельс приняты:  $q=33, 43$  и  $50$  кг/м;  $[\sigma_{-1}]=16$  кг/мм<sup>2</sup>;  $f=1,5$  кН;  $H=0,12$  м. Расчеты выполнены для  $0 \leq l \leq 6$  м с шагом 1 м.

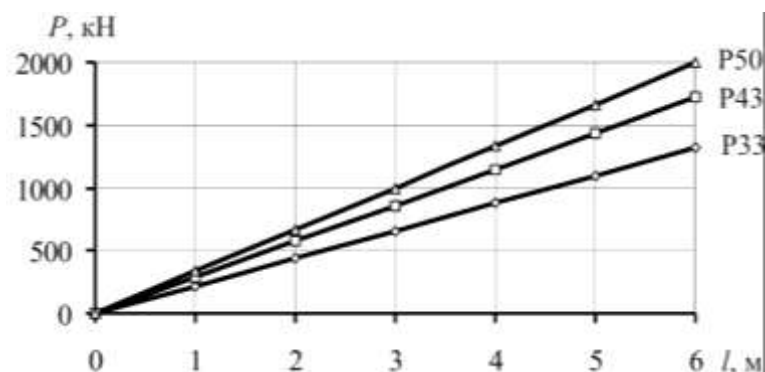


Рисунок 3 – Зависимость предельно допустимого усилия перемещения острижка  $P$  от длины острижка  $l$

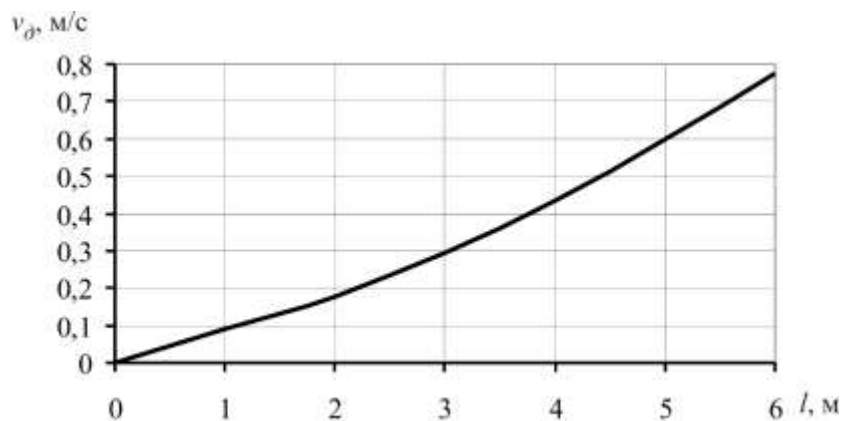


Рисунок 4 – Зависимость предельно допустимой скорости перемещения острижков  $v_\partial$



от длины остряка  $l$

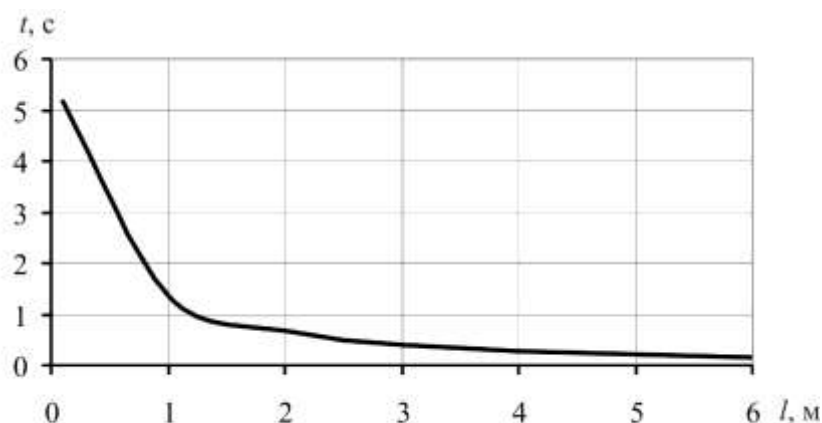


Рисунок 5 – Зависимость предельно допустимого времени перемещения остряков  $t$  от длины остряка  $l$

На основании проведенных исследований составлены исходные технические требования, выполнена разработка рабочей документации, изготовлены и введены в эксплуатацию на горных предприятиях новые конструкции электроприводов стрелочных переводов, которые прошли испытания в составе стрелочных переводов типа Р50 марки 1/5 типа ПОМЗ-750-325-1/5-20П (правый) на шахтах и рудниках Криворожского горнорудного бассейна (Украина) и Гайского горно-обогатительного комбината (Россия) рис. 6.

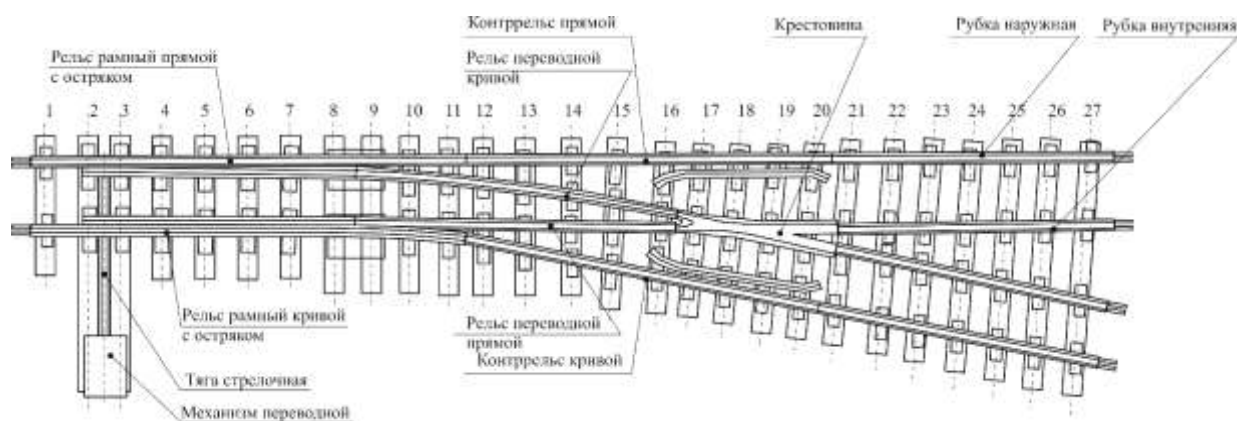


Рисунок 6 – Стрелочный перевод ПОМЗ-750-325-1/5-20П

Техническая характеристика исследуемого стрелочного перевода приведена в таблице 1.

На основании проведенных исследований разработаны экспериментальные образцы соленоидного электропривода с аналогичными характеристиками, рассчитанные на эксплуатацию в условиях подземных рельсовых путей с троллейными электровозами. Питание электропривода осуществлялось напряжением +250 В от троллеи. Для обеспечения времени перемещения остряков стрелочного перевода из одного крайнего положения в другое в течении 1,5 с солено-

идный привод комплектуется станцией управления. Разработка и изготовление экспериментальных образцов соленоидного привода происходила с участием и активным содействием предприятия «Укрсвязьчермет» (г. Кривой Рог, Украина).

Таблица 1 – Техническая характеристика стрелочного перевода ПОМЗ-750-325-1/5-20П

Наименование параметра	Значение
Ширина колеи, мм	750
Вертикальная нагрузка на ось, кН, не более	98
Тип рельса	P50
Тип рельсового пути, примыкающего к стрелочному переводу	P33, P43
Марка крестовины	1/5
Радиус перевода, мм	20 000
Скорость движения по стрелочному переводу, м/с, не более	
– по прямому пути	5,0
– по боковому пути	2,2
Длина стрелочного перевода, мм, не более	10 045
Длина стрелочного перевода с рубками, мм, не более	13 045
Масса с рубками, кг, не более	7 750
Масса металлических брусьев, поставляемых со стрелочным переводом, кг, не более	2 055

Два экспериментальных образца соленоидных приводов прошли успешные испытания в условиях Гайского горно-обогатительного комбината. Один образец был установлен на стрелочном переводе перед опрокидывателями и отработал в течение года (второй образец использовался в качестве резервного).

По результатам приемочных испытаний комиссией рекомендовано изготовление опытной партии таких электроприводов стрелочных переводов с замедленным перемещением тяговых устройств для последующего применения в промышленности.

По полученным исходным техническим требованиям также разработан и изготовлен экспериментальный образец электродвигательного привода стрелочных переводов типа ПЭМС-1 [1].

Этот электропривод со специально разработанным встраиваемым электродвигателем типа АВ132L18 имеет следующие характеристики:

- ход штока – 125 мм;
- усилие на штоке – не менее 3450 Н;
- время перемещения острижков стрелочного перевода – 1,5 с;
- мощность на валу электродвигателя – 1100 Вт;
- напряжение питания – ~ 127/220 В (Δ/У);
- линейный ток двигателя – 13,2 А;
- к.п.д. – не менее 52,8 %;
- коэффициент мощности – не менее 0,417;
- частота вращения ротора – 309 об/мин.

Схема внешнего вида этого привода приведена на рис. 7.

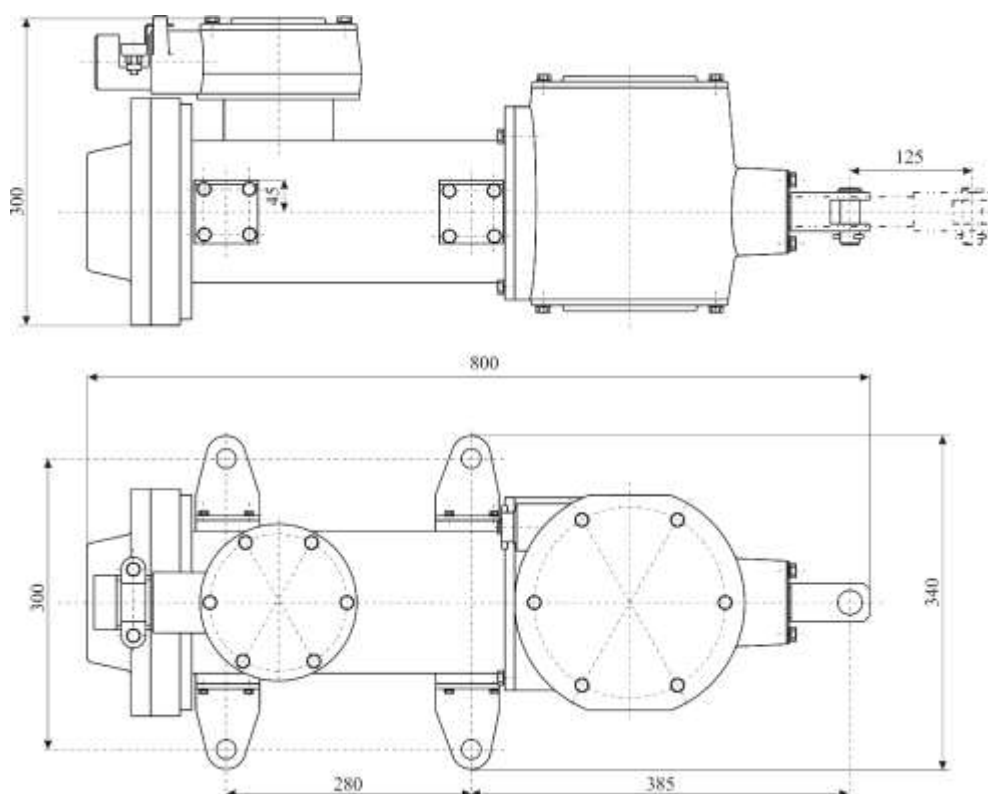


Рисунок 7 – Экспериментальный образец электроприводов стрелочного перевода типа ПЭМС-1

### Выводы.

1. Представлены результаты исследований электроприводов стрелочных переводов повышенной мощности, направленные на изменение способа примыкания остяжков к рамным рельсам стрелочного перевода в крайних рабочих положениях с учетом устранения ударного динамического взаимодействия элементов стрелочного перевода и тяговых устройств узлов электропривода в процессе работы с переходом на технологически управляемый замедленный процесс перемещения. Получены величины нагрузок на штоки новых электроприводов равные 3450 Н, вместо 700-900 Н для существующих электроприводов, что в 3,5-5,0 раз больше. Скорость перемещения остяжков новых электроприводов регулируемая и равна 0,3-1,2 м/с, вместо 0,1 м/с для существующих электроприводов. Сила удара в зоне привода остяжков уменьшена в 3-12 раз. Ресурс работы новых электроприводов увеличен до 6-8 лет, вместо 0,5-1,0 год на действующих рельсовых путях.

2. Разработаны исходные технические требования на создание электроприводов стрелочных переводов, обеспечивающих повышение уровня безопасности движения поездов. Для двух новых конструкций электродвигательного привода типа ПЭМС-1 и электроцеленоидного привода типа АВ132L18 предусмотрено: плавный ход штока привода равный 125 мм, вместо 90 мм; мощность на валу электродвигателя равна 1100 Вт, усилие на штоке 3450 Н для новых остяжков из остяжковых рельсов типов ОР50 и ОР43; скорость перемещения

остряков регулируемая и равна 0,3-1,2 м/с; ресурс работы новых электродвигателей равен 6-8 лет.

3. Исходные технические требования и технические решения по созданию электроприводов стрелочных переводов подтверждены результатами испытаний в условиях действующих промышленных предприятий Криворожского горнорудного бассейна (Украина) и Гайского горно-обогатительного комбината (Россия).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Говоруха, В. В. Создание автоматизированных систем управления стрелочными переводами рельсового транспорта. Моногр. / В.В. Говоруха, С.Л. Ладик. – Днепропетровск: «Овантаж», 2005. – 230 с.
2. Говоруха, В. В. Механика взаимодействия рельсового пути, подвижных транспортных средств и смежных устройств: Моногр. / В.В. Говоруха. – Днепропетровск: Лира, 2006. – 448 с.
3. Иванов, О.И. Оценка профессионального риска травмирования шахтеров / О.И. Иванов // Уголь Украины. – 1999.–№ 11. – С. 46–47.
4. Говоруха, В. В. Физико-технические основы создания элементов рельсового транспорта шахт и карьеров / В.В. Говоруха: Моногр. – Киев: Наук. думка, 1992. – 200 с.
5. Бережинский, В.И. Новые разработки для повышения безопасности работ на шахтном транспорте и подъеме // В.И. Бережинский, С.В. Бабаков // Уголь Украины. – 2012.–№ 6. – С. 17–20.
6. Говоруха, В.В. Исследование нагруженности, устойчивости и безопасности движения шахтных вагонов со свободной и жесткой насадкой колес по рельсовому пути с неровностями / В.В. Говоруха // Науковий вісник НГУ. - 2013. - №2(134). - С.44-52.

#### REFERENCES

1. Govorukha, V. V. and Ladik, S.L. (2005), *Sozdanie avtomatizirovannykh system upravleniya strelochnymi perevodami relsivogo transporta* [Creation of automated control systems for point switch of rail vehicles], "Ovantage", Dnepropetrovsk, Ukraine.
2. Govorukha, V. V. (2006), *Mechanika vzaimodeistviya relsivogo puti, podvizhnykh transportnykh sredstv i smezhnykh ustroystv* [Mechanics of interaction of a track, moving vehicles and related devices], Lira, Dnipropetrovsk, Ukraine.
3. Ivanov, O.I. (1999), "Evaluation of miners' professional risk", *Coal of Ukraine*, no.11, pp. 46-47.
4. Govorukha, V.V. (1992), *Fiziko-tekhnicheskie osnovy sozdaniya elementov relsivogo transporta shakh i karerov* [Physical-technical basics of railway transport elements creation of mine and open-pits], Naukova Dumka, Kyiv, Ukraine.
5. Berezhinskiy, V.I. and Babakov, S.V. (2012), "New developments aiming improvement of the mine transport and lifting of operation safety", *Coal of Ukraine*, no 6, pp. 17-20.
6. Govorukha, V.V. (2013), "Study of burden, stability and safety of movement of mine cars with loose and firm mounting of wheels mowing along a rail track with burrs", *Scientific bulletin NMU*, no 2 (134), pp. 44-52.

#### Об авторах

**Говоруха Владимир Васильевич**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией Проблем рельсового транспорта отдела физико-механических основ горного транспорта, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепр, Украина, [igtm.rail.trans@gmail.com](mailto:igtm.rail.trans@gmail.com).

**Ладик Сергей Леонидович**, магистр, младший научный сотрудник лаборатории Проблем рельсового транспорта отдела физико-механических основ горного транспорта, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепр, Украина, [igtm.rail.trans@gmail.com](mailto:igtm.rail.trans@gmail.com).

**Кизилов Валентин Константинович**, магистр, главный технолог лаборатории Проблем рельсового транспорта отдела физико-механических основ горного транспорта, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепр, Украина, [igtm.rail.trans@gmail.com](mailto:igtm.rail.trans@gmail.com).

**Собко Тамара Петровна**, магистр, главный конструктор лаборатории Проблем рельсового

транспорта отдела физико-механических основ горного транспорта, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепр, Украина, [igtm.rail.trans@gmail.com](mailto:igtm.rail.trans@gmail.com).

#### About the authors

**Govorukha Vladimir Vasilyevich**, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Senior Researcher, Head of Laboratory of Mine Railway Transport in Department of Mining Transport Physics and Mechanics, Institute of Geotechnical Mechanics name by N. Polyakov of National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnipro, Ukraine, [igtm.rail.trans@gmail.com](mailto:igtm.rail.trans@gmail.com).

**Ladik Sergey Leonidovitch**, Master of Science, Junior Researcher in Laboratory of Mine Railway Transport in Department of Mining Transport Physics and Mechanics, Institute of Geotechnical Mechanics name by N. Polyakov of National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnipro, Ukraine, [igtm.rail.trans@gmail.com](mailto:igtm.rail.trans@gmail.com).

**Kizilov Valentin Konstantinovich**, Master of Science, main technologist of Laboratory of Mine Railway Transport in Department of Mining Transport Physics and Mechanics, Institute of Geotechnical Mechanics name by N. Polyakov of National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnipro, Ukraine, [igtm.rail.trans@gmail.com](mailto:igtm.rail.trans@gmail.com).

**Sobko Tamara Petrovna**, Master of Science, main designer of Laboratory of Mine Railway Transport in Department of Mining Transport Physics and Mechanics, Institute of Geotechnical Mechanics name by N. Polyakov of National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NASU), Dnipro, Ukraine, [igtm.rail.trans@gmail.com](mailto:igtm.rail.trans@gmail.com).

**Анотація.** Розглянуті питання визначення способів підвищення надійності роботи електроприводів стрілочних переводів. Метою досліджень є розробка вихідних технічних вимог на створення електроприводів стрілочних переводів, що забезпечують підвищення рівня безпеки руху поїздів. Представлені результати досліджень електроприводів стрілочних переводів підвищеної потужності, спрямовані на зміну способу кінематичного примикання стрілочного переводу в крайніх робочих положеннях з урахуванням усунення динамічної взаємодії елементів стрілочного переводу і тягових пристроїв вузлів електроприводу в процесі роботи. Запропоновані вихідні технічні вимоги пройшли випробування в умовах діючих промислових підприємств Криворізького гірничорудного басейну (Україна) і Гайського гірничозбагачувального комбінату (Росія).

Розроблені науково-технічні вимоги до електроприводів стрілочних переводів дозволяють підвищити в 1,5-2,0 рази надійність і безпеку роботи рейкового транспорту гірничих підприємств.

**Ключові слова:** стрілочні переводи, гірничий транспорт, електропривод стрілочного переводу, динамічні процеси.

**Abstract.** Issues concerning ways of improvement of reliability of point-switch electric drive operation are considered. Purpose of the research was to develop initial technical requirements for creation of the point-switch electric drive, which would improve level of the train safety. In the paper, results of the study of point-switch electric drives with increased capacity are presented. The study was focused on changing method of point-switch kinematic adjacency in their extreme operating positions and eliminating dynamic interaction between the point-switch elements and pulling devices in the electric drive units during their operation. The proposed initial technical requirements were tested in the existing industrial enterprises of the Kryvyi Rih ore mining basin (Ukraine) and the Hayskyi mining processing plant (Russia).

The developed scientific and technological requirements for the point-switch electric drives allow increasing reliability and safety of the rail-transport operation in the mining enterprises by 1.5-2.0 times.

**Keywords:** point switch, mine transport, point-switch electric drive, dynamic processes.

*Стаття поступила в редакцію 30.04.2017*

*Рекомендовано к публикации д-ром технических наук Надутым В.П.*