

УДК 629.4.023

**МЕТОДОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ НАКЛАДОК ТОКОПРИЕМНИКОВ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА****Горобец В.Л., Бабяк Н.А., Ярмак А.Я., Бондарев А.М.****METHODOLOGY OF COMPLEX ESTIMATION OF OPERATING QUALITIES OF ELECTRIC LOCO CURRENT COLLECTORS SHIN****Horobets V., Babyak N., Yarmak A., Bondarev A.**

*В статье рассмотрена методология комплексной сравнительной оценки эксплуатационных качеств накладок токоприемников электроподвижного состава. Исследование поведения скользящего контакта, которым является пара «вставка - контактный провод» носит комплексный характер. Воздействие эксплуатационных факторов на качество токосъема настолько разнообразно, что постановка чистого эксперимента связана с продолжительными и дорогими испытаниями. В работе предложена методика сравнительной оценки эксплуатационных качеств накладок токоприемников электроподвижного состава, который позволяет достаточно корректно учесть условия их эксплуатации при относительно небольшом объеме лабораторных и натурных испытаний. Получены необходимые результаты для накладок разных производителей.*

**Ключевые слова:** накладки, вставки, токоприемник, электроподвижной состав.

**Введение.** Большая часть выработанной электроэнергии тем, или другим путем проходит через разные электрические контакты. Согласно ГОСТ 14312 [1] электрическим контактом называют соединение тел, которые обеспечивают непрерывность электрической цепи. В ряде случаев электрические контакты, кроме своего основного назначения - пропускать электрический ток, исполняют роль деталей, без которых невозможно провести монтаж ряда сооружений (контактная подвеска электрифицированных железных дорог).

Развитию электрифицированных дорог уделялось и уделяется большое внимание. В связи с этим, постоянно ведутся работы по совершенствованию и повышению надежности используемых электрических контактов, которые участвуют в обеспечении передачи электрической энергии из контактной сети на электроподвижной состав. При этом, арматура контактной сети предназначена для объединения проводов в контактной подвеске в единую неподвижную часть скользящего электрического контакта. Электрический ток сквозь силовоточный скользящий контакт снимается с контактного провода токосъемными элементами поло-

зов токоприемников и поступает в силовую цепь подвижного состава.

**Постановка проблемы.** Исследование поведения скользящего контакта, которым является пара «вставка - контактный провод» носит комплексный характер. Влияние эксплуатационных факторов на качество токосъема настолько многообразно, что постановка чистого эксперимента сопряжена с весьма длительными и дорогостоящими испытаниями. В самом деле, для проведения таких испытаний необходимо выделить достаточно протяженный экспериментальный электрифицированный участок, тяговый подвижной состав, который будет по нему обращаться, выполнить капитальный ремонт контактной сети с установкой нового контактного провода, после чего провести на протяжении длительного времени эксплуатацию накладок с периодическим контролем состояния токоприемников и контактного провода в разных климатических условиях. Данные испытания повторяются для каждого типа накладок. Таким образом, целью данной работы является сокращение объемов и сроков испытаний за счет применения комплексного подхода к решению данной проблемы.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Рассмотрение научной литературы [2-15] по проблеме скользящих контактов, которые коммутируют большие токи на железной дороге, показывает следующее:

- действие многочисленных факторов, зависящих от конструкции и материалов контактов, условий эксплуатации и действий внешней среды, термических влияний, режимов ведения поездов, интенсивности грузопотоков вызывают комплексное влияние на качество токосъема, надежность и долговечность накладок и вставки пантографов и контактного провода;

- проблема повышения долговечности контактной пары «вставка - контактный провод» имеет противоречия, то есть требования, какие конфликтные одна к одной;

- эксплуатация сильноточного скользящего контакта в отличие от широко распространенных на практике узлов трения сопровождается действием электрического тока на процессы внешнего трения и закономерности износа. При этом необходимо учитывать, что работоспособность скользящих контактов, связанная с их износом, в значительной степени определяется теми процессами, которые происходят в поверхностных слоях взаимодействующих пар трения в обычных трибологических системах;

- некоторые большие эрозийные повреждения наблюдаются в случае металлического контакта, при этом из-за высокой плотности тока на участках плотного контакта происходят расплавления металла, его испарение и кипение, то есть контактная взрывная эрозия;

- в результате химических реакций и прохождения тока на поверхности контактов формируются особые слои, отличающиеся от слоев, которые образуются при окислении обычных фрикционных пар трения;

- основное влияние на надежность контактов оказывают факторы обычного повреждения и разрушения их поверхностей трения;

- снизить электрическую эрозию контактного провода и токоприемных элементов можно, уменьшив приведенную массу полоза, потому более пригодными к эксплуатации следует считать более легкие их комплекты;

- рост площади контакта в результате увеличения числа рядов токоприемных элементов на полозе или

употребления двух полостей вместо одного позволяет снизить износ контактов до 2,5 раз;

- увеличение числа точек контакта, а тому, и снижение их нагрева при токоприеме достигается уменьшение износу контактного провода овальной формы. Такой же результат по износу провода можно получить при уменьшении падения напряжения в контакте, что возможно в случае снижения удельного электрического сопротивления материала токоприемных элементов;

- разные типы накладок и вставок пантографов вызывают взаимное влияние на контактную пару «накладка-контактный провод», который может, как улучшать, так и ухудшать эксплуатационные условия токоприема;

- взаимное влияние на контактную пару "накладка-контактный провод" не проявляется немедленно, для его исследования в условиях эксплуатации нужен достаточно длительный период.

Методика сравнительной оценки качества накладок (вставок) пантографов (далее - методика) должна в сжатые сроки времени давать достаточно объективные оценки качества токоприема, надежности и долговечности накладок и вставок токоприемников и контактного провода.

Методика должна позволять внедрение прогрессивных технологий токоприема и обеспечивать подготовку к проведению опытных эксплуатационных испытаний новых, перспективных образцов накладок и вставок токоприемников.



Рис. 1. Методика сравнительной оценки качества накладок токоприемников

**Цель статьи.** В работе предложен комплексный подход, позволяющий максимально возможно учесть многообразие факторов, влияющих на надежность, безопасность и долговечность токосяема электроподвижного состава.

**Результаты исследований.** Учитывая изложенное выше, целесообразно предложить методику сравнительной оценки качества накладок (вставок) токоприемников, приведенную на рисунке 1.

На первом этапе проведения работ следует определить номенклатуру накладок (вставок) пантографов, которые имеют позитивный опыт эксплуатации или указанный довод подтверждаются предыдущими теоретическими или экспериментальными исследованиями.

На втором этапе проведения работ следует проанализировать особенности конструктивного выполнения предлагаемых образцов накладок пантографов с целью оценки их влияния на качество токосяема и долговечность контактной пары «накладка-контактный провод».

На данных этапах целесообразно учесть опыт эксплуатации конструкций - аналогов (без учета при этом влияния механических и электрических характеристик материала накладки на ее эксплуатационные качества).

Как указывалось выше, полная оценка влияния материала и конструкции вставок токоприемника на состояние контактной сети требует долговременных исследований, что препятствует внедрению его новых, перспективных конструкций. Поэтому в данной методике предлагается двухэтапное исследование свойств опытных вставок следующим образом.

Сначала на этапе 3 устанавливаются закономерности взаимодействия вставки и контактного провода в идеальных условиях (при сухом трении, отсутствии электроэрозии и комнатных климатических условиях, что отвечает движению локомотива на выбеге по новому контактному проводу и в идеальных условиях окружающей среды).

После этого, при выполнении этапа 4, опытные комплекты вставок передаются на ускоренные эксплуатационные испытания, с целью оценки их работоспособности в тяжелых эксплуатационных условиях на линиях, состояние которых обусловлено предыдущей историей эксплуатации.

Результатом проведенных испытаний условен рейтинговый список, который устанавливает приоритет и ограничение использования опытных вставок (накладок) пантографов, после чего они допускаются к опытной эксплуатации на участках железных дорог со следующим анализом их результатов.

Рейтинговая оценка вставок определенного типа (определенного производителя) формируется по выражению, приведенному ниже

$$R_k = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m R_{gj} R_{ci} Y_{ki} \quad (1)$$

где  $R_k$  - условная рейтинговая оценка накладок  $k$  - того типа;  $R_{gj}$  - весовая оценка важности параметра в группе параметров;  $R_{ci}$  - условная весовая оценка важности

параметра;  $Y_{ki}$  - безразмерный (относительно определенной накладки - эталона) параметр ее качества;  $k$  - количество типов накладок;  $n$  - общее количество групп параметров;  $m$  - количество параметров качества накладок.

Проблема определения весовых коэффициентов является существенно важной и может быть получена на основании метода экспертных оценок. Но субъективный характер получения таких оценок может ввести дискуссионный элемент в их интерпретацию.

Методы экспертных оценок - это методы организации работы со специалистами-экспертами и обработки мнений экспертов. Эти мысли обычно выражены частично у количественной, частично в качественной форме. Экспертные исследования проводят с целью подготовки информации для принятия решений ЛПР (ЛПР - лицо принимающее решение). Для проведения работы из метода экспертных оценок создают Рабочую группу (сокращенно РГ), что и организует из поручения ЛПР деятельность экспертов, объединенных (формально или по существу) в экспертную комиссию (ЭК).

Экспертные оценки бывают индивидуальные и коллективные. Индивидуальные оценки - это оценки одного специалиста. Но в сложных случаях обращаются к коллективной мысли.

На данное время известны следующие методы экспертных оценок.

«Метод Делфи». С древних времен такая процедура известна как метод «Делфи». В несколько этапов выдается анкета с информацией, усредняется, отбрасываются варианты и опять предлагаются к рассмотрению. Особенности метода :

- полный отказ от личных контактов экспертов и коллективных обсуждений;
- многотуровая процедура опроса экспертов (обычно четыре тура);
- обеспечение экспертов информацией, обмен информацией при сохранении анонимности, аргументации и критики;
- обоснование ответов экспертов по запитых организаторов.

В 1-ом туре опроса экспертам выдается анкета (лично, по почте, с помощью ЭВМ и др.), собираются ответы, обрабатываются результаты, каждый эксперт знакомится с результатами.

Во II -ом туре опроса результаты опроса наносятся на шкалу, определяется медианное значение, квантили и экспертам предлагается скорректировать свою оценку, чтобы вписать в интервал между квантилями. При изменении мысли или отказе от изменения нужно объяснить свое решение.

В III - туре всем экспертам предоставляются все экспертные оценки и вся аргументация (с сохранением анонимности).

Если ответы экспертов перестают изменяться, это является сигналом к прекращению опроса. По решению лица, которое проводит опрос, объяснение могут представляться лишь экспертами, мнения которых существенно отличаются от среднего.

Метод «Фокусных групп». В практике пилотажных исследований используется метод «Фокусных групп». Особенно эффективный он при изучении рекламы, отношения к новым неизвестным явлениям и процессам. Как думают, этот метод дает неидеологизированный срез мыслей, отношений на подсознательном уровне.

Правила организации исследования :

- численность группы не должна превышать 8-10 человек, чтобы все могли интенсивно участвовать в дискуссии, которая направляется модератором;
- члены группы должны быть отобраны случайно, но с соблюдением правил метода квотной выборки, и не должны быть знакомые друг с другом;
- члены группы не должны быть информированы о теме и целях дискуссии к ее началу;
- модератор должен владеть достаточной suggestивностью, чтобы направлять группу и не поддаваться ее давлению;
- модератор не должен навязывать свое мнение респондентам, а только управлять дискуссией в соответствии со сценарием;
- модератор должен уметь подключать к дискуссии разных членов группы и вести ее с такой интенсивностью, чтобы респонденты не думали о "правильных" штампах ответов.

Длительность дискуссии не должна превышать 1,5 - 2 часа. Количество групп и их состав зависят от задач исследования и объекта оценки (от 2 до 8 групп). Группы могут быть одинаковые по составу для параллельного сопоставления или две разных однородных группы для контрастного выявления расхождений в установках. Дискуссия проводится по загодя разработанному сценарию, содержание которого известно только модератору. Ведется запись дискуссии, которая потом расшифровывается и анализируется.

Метод морфологического анализа. Метод, предложенный австрийским астрономом Адольфом Цвики, позволяет проектировать новые до сих пор невиданные конструкции, товары, процессы. Экспертам предлагается система критериев оценки объекта (например, для автомобиля, это будут: скорость, мощность, вместимость, экономичность и тому подобное) и варианты значений оценки по этим критериям. Выбирая эти значения, эксперты прогнозируют и проектируют появление нового объекта. Формы проведения анализа и представления модели объекта могут быть разными. Это, например, может быть морфологический ящик и др.

Метод парных сравнений. Данный метод позволяет прибавить весовые значения анализируемым явлениям и событиям и устанавливать их приоритетность. В результате сравнения создается методика оценивания и сравнения анализируемых объектов.

В данной статье, с учетом сложной специфики вопроса принято решение применения системы рейтинговых показателей, которая состоит из двухэтапного оценивания степени важности показателей по выбранным их группам, а также внутри каждой группы. При этом сами показатели нормируются относительно

максимальных их значений из выборки по типу (производителю).

На основании анализа информации, полученной от причастных подразделений Укрзалізнички, предлагаются следующие значения условных рейтинговых коэффициентов по группам параметров, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

**Значения условных рейтинговых коэффициентов по группам параметров**

№ п/п (j)	Название группы параметров	Значение коэффициента Rg
1	Износ контактного провода лабораторный	0,5
2	Износ накладки (вставки) лабораторный	0,3
3	Нарушение целостности накладки (вставки), которое может привести к аварийной ситуации	1,0
4	Нарушение целостности накладки (вставки), которое не приводит к аварийной ситуации	0,3
5	Удобство эксплуатации и обслуживания	0,1
6	Качества прочности и структуры	0,4
7	Показатели безаварийной длительности эксплуатации накладки (вставки)	0,5
7	Конструктивное выполнение накладки (вставки)	0,2
8	Износ накладки (вставки), ускоренные испытания	0,6

Величины весовых коэффициентов в группе параметров также определены методом рейтинговых оценок и в данной статье не приводятся.

Нормируемые величины показателей  $Y_{ki}$  (диапазон изменения значений  $0 \div 1$ ) могут иметь два разных смысла, то есть наивысшему качеству отвечает значение 0, а самой низкой - 1, и наоборот. Поэтому в первом случае (с целью получения увеличения показателя качества при уменьшении его величины) применяется линейно обратная величина

$$Y'_{ki} = 1 - Y_{ki} \quad (2)$$

Целью данного исследования является определение номенклатуры накладок пантографов разных производителей. Описание указанных накладок приведено в таблице 2.

Таблица 2

**Характеристики объектов исследования**

№ п/п	Название образца	Короткая характеристика метода изготовления	Производитель
1	2	3	4
1	ПКД-4	Изготовлены методами порошковой металлургии из смеси порошков	ООО "ИнтерКонтактПриор", г. Киев, Украина
2	Пантографная медь	Изготавливается из пантографной меди, ГОСТ 859-66, ГОСТ 434-78(шина медная 6x30)	Данные отсутствуют

Продолжение табл. 2

1	2	3	4
3	НМГ 1200	Накладки изготавливаются из двухслойного материала. Часть накладки изготовлена из слоистого ноздреватого композиционного материала, другая часть – мед-ная.	НТЦ «Рективэлектрон» НАНУ, г. Донецк, Украина
4	МГ-487	Рецептура Cu – 88.8 Fe - 4.82; Pb -4.3 Ni – 0.47; C - 0.95. Данные относительно технологии изготовления отсутствуют	«Электрокарбон», Словакия



Рис. 2. Фрагменты накладок после проведения испытаний (приведена их нумерация в соответствии с данными таблицы 2)

Обобщая проведенные исследования построена общая рейтинговая таблица (таб. 3).

Общий вид объектов исследования приведен на рисунке 2.

Таблица 3

Общая рейтинговая таблица накладок постоянного тока

№ з/п	Название параметра	$R_{gj}$		$R_{ci}$		$Y_{ki}$ для накладки $k=$			Составляющая $R_k$ для накладки $k=$		
		J=	Знач.	i=	Знач.	1	2	3	1	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Секционная или сплошная накладка	7	0,2	1	0,8	1	0,7	0,7	0,16	0,112	0,112
2	Технологичность монтажа	5	0,1	2	0,5	0,8	0,7	0,7	0,04	0,035	0,035
3	Расплавление материала накладки	4	0,3	3	0,6	1	0,6	0,4	0,18	0,108	0,072
4	Зародышевое местное разрушение, которое может быть причиной пропила	3	1	4	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,42	0,42
5	Разрушение накладки	3	1	5	0,8	0	0	0	0	0	0
6	Механический износ контактного провода	1	0,5	1	1	0,221	0	0,818	0,111	0	0,409
7	Механический износ накладки	2	0,3	2	0,8	0	0,11	0,303	0	0,026	0,073
8	Износ по толщине накладки, ускоренные испытания	8	0,6	1	0,8	0,63	0	0,37	0,3024	0	0,178
9	Износ контактного провода (ускоренные испытания)*	9	1	1	1	0	0	0	0	0	0
10	Значение $R_k$								1,393	0,701	1,298

\* - примечание: предполагаемый результат в предположении одинакового износа всех типов

**Вывод.** Таким образом, предложена методология сравнительной оценки эксплуатационных качеств накладок токоприемников электроподвижного состава, позволяющая достаточно корректно учесть условия их эксплуатации при относительно небольшом объеме лабораторных и натурных испытаний. Получены требуемые результаты для накладок разных производителей.

**Л и т е р а т у р а**

- ГОСТ 14312-79 - Контакты электрические. Термины и определения. – М: Издательство стандартов, 1980. 4 с.
- Берент В.Я. Материалы и свойства электрических контактов в устройствах железнодорожного транспорта [Текст] В.Я. Берент.-М.: Интекст. 2005. - 408 с.
- Алехин В.П. Особенности микропластического течения в приповерхностных пластах материалов и их влияние на общий процесс микропластической де-

- формации [Текст] В.П. Алехин, М.Х. Шоршоров - М.:ИМЕТ им. Байковая АН СССР, 1973.- 82 с.
- Костецкий Б. И., Механические процессы при пограничном трении. [Текст] Б. И. Костецкий, М. Э. Натансон, Л. М. Бершадский.- М.: Наука, 1972.- 170 с.
- Гарбар И. И. Кинетика развития дислокационной структуры меди в процессе трения [Текст] И. И. Гарбар // Трение и износ. 1982. Т. 3. № 5. С. - 882 - 887.
- Bates T. R. Comments on the paper delemination theory by N. P. Syh, -Author's reply [Текст] T. R. Bates, K. C. Ludema //Wear. 1974. V. 28. № 1. P. 141 - 144.
- Крагельский И. В. Трение и износ. [Текст] И. В. Крагельский М.: Машиностроение, 1968. -497 с.
- Хольм Р. Электрические контакты [Текст] Р. Хольм - М.: Иностранная литература, 1961 - 464 с.
- Gat M. Effect of temperature on the erosion of metals [Текст] M. Gat, W. Tabakoff, T. Wakeman // Thin Solid Films. 1979. V. 64. № 2. -P. 219 - 220.

10. Eyre T. S. Surface aspects of unlubricated metal-to-metal wear [Текст] Т. S. Eyre, D. Maynard // Wear. 1971. V. 18. № 4. - P. 301-310.
11. Спицын В. И. Электропластическая деформация металлов. [Текст] // В. И. Спицын, О. А. Троицкий. – М.: Наука, 1985. - 160 с.
12. Копытин Ф.А. К вопросу о переходных сопротивлениях электрических контактов реле и контакторов постоянного тока [Текст] Ф.А. Копытин - в кн. Математические и теоретические проблемы в контактной технике. Алма-Ата: Ин-т экономики АН Каз. ССР, 1970 -С. 102-109.
13. Кончиц В. В. Триботехника электрических контактов [Текст] / В.В. Кончиц, С. С. Мешков, Н. К. Мишкин // Минск: Наука и техника, 1986. - 256 с.
14. Лившиц П. С. Скользящий контакт электрических машин. [Текст] П. С. Лившиц М.: Энергия, 1974. - 271 с.
15. Берент В. Я. Изучение причин повреждений проводов электрифицированного транспорта [Текст] / В. Я. Берент // Экспресс-информация. Ж.-д. транспорт за границей. М.: ЦНИИТЭИ МПС, 1980. Вып. 6. Сб. 111. - С. 19-26.

#### References

1. GOST 14312-79 - Kontaktyi elektricheskije. Terminy i opredeleniya. – М: Izdatelstvo standartov, 1980. 4 s.
2. Berent V.Ya. Materialy i svoystva elektricheskikh kontaktov v ustroystvah zheleznodorozhnogo transporta [Tekst] V.Ya. Berent.-M.: Intekst. 2005. - 408 s.
3. Alehin V.P. Osobennosti mikroplasticheskogo techeniya v pripoveryhnostnykh plastakh materialov i ih vliyaniye na obshchiy protsess mikroplasticheskoy deformatsii [Tekst] V.P. Alehin, M.H. Shorshorov - M.:IMET im. Baykovaya AN SSSR, 1973.- 82 s.
4. Kostetskiy B. I., Mehanicheskie protsessy pri pogranichnom trenii. [Tekst] B. I. Kostetskiy, M. E. Natanson, L. M. Bershadskiy.- M.: Nauka, 1972.- 170 s.
5. Garbar I. I. Kinetika razvitiya dislokatsionnoy struktury medi v protsesse treniya [Tekst] I. I. Garbar // Trenie i iznos. 1982. T. 3. # 5. S. - 882 - 887.
6. Bates T. R. Comments on the paper delemation theory by N. P. Syh, -Author's reply [Текст] T. R. Bates, K. C. Ludema //Wear. 1974. V. 28. № 1. P. 141 - 144.
7. Kragelskiy I. V. Trenie i iznos. [Tekst] I. V. Kragelskiy M.: Mashinostroenie, 1968. -497 s.
8. Holm R. Elektricheskije kontaktyi [Tekst] R. Holm - M.: Inostrannaya literatura, 1961 - 464 s.
9. Gat M. Effect of temperature on the erosion of metals [Text] /M. Gat, W. Tabakoff, T. Wakeman // Thin Solid Films. 1979. V. 64. № 2. -P. 219 - 220.
10. Eyre T. S. Surface aspects of unlubricated metal-to-metal wear [Text] / T. S. Eyre, D. Maynard // Wear. 1971. V. 18. № 4. - P. 301-310.
11. Spitsyn V. I. Elektroplasticheskaya deformatsiya metallov. [Tekst] //V I. Spitsyn, O. A. Troitskiy. – М.: Nauka, 1985. - 160 s.
12. Kopyitin F.A. K voprosu o perehodnykh soprotivleniyah elektricheskikh kontaktov rele i kontaktorov postoyannogo toka [Tekst] F.A. Kopyitin - v kn. Matematicheskie i teoreticheskie problemy v kontaktnoy tehnike. Alma-Ata: Int ekonomiki AN Kaz. SSR, 1970 -S. 102-109.
13. Konchits V. V. Tribotekhnika elektricheskikh kontaktov [Tekst] / V.V. Konchits, S. S. Meshkov, N. K. Mishkin // Minsk: Nauka i tehnika, 1986. - 256 s.

14. Livshits P. S. Skolzyaschiy kontakt elektricheskikh mashin. [Tekst] P. S. Livshits M.: Energiya, 1974. - 271 s.
15. Berent V. Ya. Izuchenie prichin povrezhdeniy provodov elektrifitsirovannogo transporta [Tekst] / V. Ya. Be-rent // Ekspress-informatsiya. Zh.-d. transport za granitsey. M.: TsNIITEI MPS, 1980. Vyip. 6. Sb. 111. - S. 19-26.

**Горобець В.Л., Баб'як М.О., Ярмак А.Я., Бондарєв О.М. Методологія комплексної оцінки експлуатаційних якостей накладок струмоприймачів електричного складу.**

*У статті розглянуто методологію комплексної порівняльної оцінки експлуатаційних якостей накладок струмоприймачів електричного складу. Дослідження поводження ковзного контакту, яким є пара «вставка - контактне проведення» носить комплексний характер. Вплив експлуатаційних факторів на якість струмознімання настільки різноманітним, що постановка чистого експерименту пов'язана з тривалими й витратними випробуваннями. У роботі запропонована методика порівняльної оцінки експлуатаційних якостей накладок струмоприймачів електричного складу, що дозволяє досить коректно врахувати умови їхньої експлуатації при відносно невеликому обсязі лабораторних і натурних випробувань. Отримано необхідні результати для накладок різних виробників.*

**Ключові слова:** накладки, вставки, струмоприймач, електричний склад.

**Horobets V., Babyak N., Yarmak A., Bondarev A. Methodology of complex estimation of operating qualities of electric loco current collectors shin.**

*Methodology of complex comparative estimation of operating internalss of protective straps of pantographs of electric loco is considered in the article, including laboratory and field researches. Research of sliding contacts conduct which a pair is "insertion - a pin wire" carries complex character. In the foodchains of electric devices, checking and automation of electro-mobile composition systems an electric current passes through the different types of contacts. Influence of operating factors on quality of pantographs so variedly, that raising of net experiment is attended with the very protracted and expensive tests. Methodology of comparative estimation of operating internalss of protective straps of pantograph of electric loco is in-process offered, allowing it is correct enough to take into account their external environments at the relatively small volume of alpha and model tests. The required results are got for the protective straps of different producers. and model tests. The required results are got for the protective straps of different producers.*

**Keywords:** protective straps, insertions, pantograph, electric loco.

**Горобець В.Л.** – д.т.н., проф., головн.н.співр. Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. В. Лазаряна e-mail: [v-gorobets@mail.ru](mailto:v-gorobets@mail.ru).

**Баб'як М.О.** – к.т.н., доцент Львівської філії Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. В. Лазаряна.

**Ярмак А.Я.** – інж., Укрзалізниця.

**Бондарєв О.М.** – к.т.н., доцент Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. В. Лазаряна.

Рецензент: д.т.н., проф. Осенін Ю.І.