

ВОПРОСЫ ТРИБОЛОГИИ И УЧЕТА РАСХОДА СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

© 2011 И.К. Андрончев, А.А. Булатов, К.С. Кремнев

Самарский государственный университет путей сообщения (СамГУПС)

Поступила в редакцию 10.11.2011

Предложена классификация смазочных материалов, применяемых при техническом обслуживании и ремонте железнодорожного подвижного состава. Представлены математические выражения для определения расхода смазочных материалов в соответствии с их классификацией.

Ключевые слова: методика, смазочный материал, техническое обслуживание, ремонт, подвижной состав, железнодорожный транспорт, надежность

Железнодорожный подвижной состав, как и любое другое техническое устройство, представляет собой определенным образом упорядоченную структуру, состоящую из взаимосвязанных и режимно взаимодействующих элементов. Связи и взаимодействие между элементами определены их геометрическими размерами, электрическими и механическими соединениями, которые характеризуются определенными параметрами. Эти параметры обуславливают нормальное функционирование и работоспособность подвижного состава в целом, а также его отдельных узлов и агрегатов.

В процессе эксплуатации параметры технического состояния подвижного состава изменяются от номинальных до предельных значений, установленных по техническим и экономическим соображениям целесообразности дальнейшего использования. Основной причиной изменения параметров технического состояния являются: сопровождающие эксплуатацию износ, утрата прочностных качеств, нарушения связей и так далее.

Установлено, что около 90% деталей машин и механизмов выходят из строя из-за износа, интенсивность которого зависит от условий, складывающихся в зоне трения [1, С. 105]. К этим условиям относятся: нагрузка на контактирующие поверхности, состояние поверхностного слоя сопряженных деталей, степень сохранения их взаимного расположения, условия смазки в зоне контакта и так далее.

Избежать износа деталей в сопряжении невозможно, но можно снизить его интенсивность и, следовательно, повысить долговечность узлов и агрегатов железнодорожного подвижного состава.

Одним из наиболее эффективных путей обеспечения надежности и минимизации энергетических потерь при эксплуатации подвижного состава явля-

ется использование в качестве компонентов его подвижных сопряжений смазочных материалов [2].

В результате анализа нормативно-технической документации по применению смазочных материалов на железнодорожном транспорте [3] установлено, что применяемые при техническом обслуживании и ремонте подвижного состава смазочные материалы классифицируются на три группы: всесезонные (i_B), применяемые в течение всего года; сезонные (i_C), применяемые на протяжении установленного периода времени; временные (i_H), применяемые в случае необходимости.

Независимо от принадлежности смазочного материала, его общий расход определяется как:

$$R_i^{ОБЩ} = k_3 \cdot R_i^П + R_i^H, \text{ кг.}$$

где k_3 – коэффициент запаса смазочного материала; $R_i^П$ – плановый расход смазочного материала i -ой марки за рассматриваемый период, кг; R_i^H – непла-новое расход смазочного материала i -ой марки за этот же период, кг.

В общем виде непла-новое расход смазочного материала:

$$R_i^H = R_i^{HP} + R_i^{HC}, \text{ кг}$$

где R_i^{HP} – расход смазочного материала i -ой марки на непла-новые ремонты, кг; R_i^{HC} – расход смазочного материала i -ой марки на смены при несоответствии физико-химических параметров, кг.

Так как непла-новое расход смазочного материала i -ой марки – это негативный фактор, возникший либо в результате отказа узла подвижного состава, либо в результате несоответствия физико-химических параметров при анализе смазочного материала, то:

Андрончев Иван Константинович, доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе СамГУПС;
Булатов Андрей Александрович, ректор СамГУПС;
Кремнев Константин Сергеевич – аспирант СамГУПС;
E-mail: abulatov@samiit.ru

$$R_i^H = \sum_{k_i} (N_{k_i}^{HP} + N_{k_i}^{HC}) \cdot m_{ik_i}^C, \text{ кг,}$$

где $N_{k_i}^{HP}$ – количество неплановых ремонтов узла k_i , ед.; $N_{k_i}^{HC}$ – количество смен смазки при несоответствии ее параметров для узла k_i , ед.; $m_{ik_i}^C$ – норма полной смены смазочного материала i -ой марки для узла k_i , кг.

Плановый расход всесезонного смазочного материала i -ой марки, согласно [4]:

$$R_{iB}^H = R_i^{HC} = \sum_j N_j \cdot M_{ij}, \text{ кг,}$$

где N_j – количество технических обслуживаний или ремонтов j -го объема в рассматриваемом периоде, ед.; M_{ij} – норма расхода смазочного материала i -ой марки на техническое обслуживание или ремонт j -го объема, кг.

Плановый расход сезонного смазочного материала i -ой марки:

$$R_{iC}^H = R_{iC}^{HC} + R_{iC}^{CC}, \text{ кг}$$

где R_{iC}^{HC} – расход сезонного смазочного материала i -ой марки в период его планового применения, определяемый аналогично плановому расходу всесезонного, кг;

R_{iC}^{CC} – расход сезонного смазочного материала i -ой марки в период сезонной смены, кг.

Сезонный смазочный материал одной марки применяется на протяжении определенного периода в течение года, а затем заменяется другим, физико-химические показатели которого в большей степени соответствуют изменившимся погодноклиматическим условиям.

Замена смазочных материалов выполняется соответственно при весеннем и осеннем комиссионном осмотре на очередных текущих ремонтах ТР-1, ТР-2 и ТР-3, но если подвижной состав не попадает на них по графику, то она производится на техническом обслуживании ТО-3 [5, С. 4].

Перевод узлов трения с зимних сортов смазочных материалов на летние и наоборот производится одновременно во всех депо участка обращения локомотивов, при этом не допускается смешивание различных марок сезонных смазочных материалов.

В книге записи ремонта локомотива формы ТУ-28 делается отметка о дате замены и марке смазочного материала в узлах трения тягового подвижного состава. Кроме того, на последних страницах журнала технического состояния локомотива формы ТУ-152 делается аналогичная отметка о замене смазочного материала в моторно-осевых подшипниках и кожухах зубчатой передачи [5, С. 10].

Расход сезонного смазочного материала i -ой марки в период сезонной смены:

$$R_{iC}^{CC} = \sum_{j_{MAX}}^{j_{MIN}} (Q_j^{ПЛ} \cdot M_{ij} + Q_j^{CC} \cdot M_i^C), \text{ кг,}$$

где j_{MAX} – максимальный объем ремонта;

j_{MIN} – минимальный объем технического обслуживания; $Q_j^{ПЛ}$ – вероятностное количество плановых применений смазочного материала i -ой марки при ремонте или техническом обслуживании j -го объема, ед.; M_{ij} – норма расхода сезонного смазочного материала i -ой марки на техническое обслуживание или ремонт j -го объема, кг; Q_j^{CC} – вероятностное количество сезонных смен смазочного материала i -ой марки при ремонте или техническом обслуживании j -го объема, ед.; M_i^C – норма полной смены сезонного смазочного материала i -ой марки, кг.

Следовательно, расход сезонного смазочного материала i -ой марки при ремонте или техническом обслуживании j -го объема:

$$R_{iCj}^{CC} = Q_j^{ПЛ} \cdot M_{ij} + Q_j^{CC} \cdot M_i^C, \text{ кг.}$$

Поскольку сроки замены смазок разрешается корректировать в зависимости от погодных условий, то на каждые сутки сезонной смены приходится следующее количество ремонтов или технических обслуживаний j -го объема на которых осуществляется переход на смазочный материал i -ой марки: $N_j^{CC} = N_j - N_j^{ПЛ}$, ед.

где N_j – общее количество технических обслуживаний или ремонтов j -го объема в течение суток, ед.;

$N_j^{ПЛ}$ – количество технических обслуживаний или ремонтов j -го объема в течение суток, на которых смазочный материал применяется в плановом порядке, ед.

Суммарное количество предшествующих N_j^{CC} ремонтов и технических обслуживаний не меньшего объема за весь период проведения комиссионного осмотра:

$$S_N = \sum_{T_{НАЧ}}^{T_{ПРЕД}} \sum_{j_{MAX}}^j N_j^{CC} + \sum_{T_{ТЕК}}^{T_{КОН}^{(j+1)}} \sum_{j_{MAX}} N_j^{CC}, \text{ ед.}$$

где $T_{НАЧ}$ – первые сутки комиссионного осмотра; $T_{ПРЕД}$ – предшествующие сутки комиссионного осмотра; $T_{ТЕК}$ – текущие сутки комиссионного осмотра; $T_{КОН}$ – последние сутки комиссионного осмотра.

Для выявления вероятностного количества плановых применений $Q_j^{пл}$ и сезонных смен $Q_j^{сч}$ из числа $N_j^{сч}$ вводится величина распределения сезонной смены смазочного материала по видам ремонтов и технических обслуживаний подвижного состава, определяемая как:

$$D_j = S_N + N_j^{сч} - P, \text{ ед.}$$

где P – парк тягового подвижного состава, ед.

При этом возможны два варианта:

- если $D_j \leq 0$, то: $Q_j^{пл} = 0$; $Q_j^{сч} = N_j^{сч}$,

тогда: $R_{icj}^{сч} = N_j^{сч} \cdot M_i^c$, кг

- если $D_j > 0$, то: $Q_j^{пл} = D_j - S_Q$;

$$Q_j^{сч} = N_j^{сч} - (D_j - S_Q),$$

тогда: $R_{icj}^{сч} = N_j^{сч} \cdot M_i^c - (D_j - S_Q) \cdot (M_i^c - M_{ij}^c)$, кг

где S_Q – суммарное количество предш ствующих $Q_j^{сч}$ вероятностных сезонных смен, определяемое аналогично S_N , ед.

В зимних условиях работы особое внимание уделяется качеству токосъема. Резкие колебания показаний электроизмерительных приборов и сильное искрение с образованием электрической дуги свидетельствуют об ухудшении контакта между токоприемником и контактным проводом вследствие появления гололеда (инея), что создает угрозу пережога контактного провода, особенно при трогании поезда с места.

Для защиты токоприемников электроподвижного состава ОАО «РЖД» от обледенения применяется временный смазочный материал марки ЦНИИ-КЗ. Данный смазочный материал наносится вручную слоем толщиной 1...2 мм на предварительно протертые сухие подвижные рамы, боковые поверхности полозов токоприемников и подъемные пружины не закрытые кожухами при получении по данным метеослужбы централизованной команды «Гололед». Норма его расхода на один токоприемник составляет 0,2...0,3 кг [5, С. 49]. Перед нанесением, в случае выделения части масляной основы, смазка тщательно перемешивается.

О нанесении антиобледенительной смазки ЦНИИ-КЗ на токоприемники делается запись в журнале технического состояния локомотива формы ТУ-152 с указанием даты, времени и пункта выполнения работ.

По прошествии 10 суток смазка удаляется вследствие снижения эффективности ее действия, в том числе из-за загрязнения, а детали токоприемников, на которых она находилась насухо протираются.

Так как на нормативно установленный период $T_{цнии-кз} = 10$ сут приходится $M_{цнии-кз}^{T_{цнии-кз}} = 0,2...0,3$ кг смазки, то ее суточная норма составляет:

$$M_{цнии-кз}^{сут} = \frac{M_{цнии-кз}^{T_{цнии-кз}}}{T_{цнии-кз}} = 0,02...0,03 \text{ кг}$$

Таким образом, ежемесячный расход антиобледенительной смазки ЦНИИ-КЗ определяется по формуле:

$$R_{ин}^{п} = R_{цнии-кз}^{п} = P_{э} \cdot n_T \cdot T_{г} \cdot M_{цнии-кз}^{сут}, \text{ кг}$$

где $P_{э}$ – парк электроподвижного состава, ед.; n_T – число токоприемников на единицу электроподвижного состава, ед.; $T_{г}$ – период действия команды гололед, сут.; $M_{цнии-кз}^{сут}$ – суточная норма расхода смазки ЦНИИ-КЗ, кг.

При очередной централизованной команде «Гололед» смазка ЦНИИ-КЗ вновь наносится на токоприемники вышеуказанным порядком.

На участках железных дорог, подверженных частому гололедообразованию, разрешается постоянно содержать слой смазки на подвижных частях токоприемников, заменяя ее через каждые 10 суток.

Функция контроля состояния смазки на токоприемниках возлагается на работников пунктов технического обслуживания локомотивов (ПТОЛ), депо и локомотивные бригады, осуществляющие дополнительное ее нанесение в случае уменьшения слоя.

При отсутствии ЦНИИ-КЗ разрешается использовать в качестве противогололедной смазки трансформаторное масло.

Основные математические выражения, рассмотренные в данной статье, легли в основу Методики планирования расхода смазочных материалов филиалами ОАО «РЖД», введенной в действие на всей сети железных дорог Российской Федерации согласно распоряжению ОАО «РЖД» от 24 декабря 2010 года №2707р «О введении в действие Методики планирования расхода смазочных материалов филиалами ОАО «РЖД».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коган, Л.Я. Эксплуатация и ремонт трамваев и троллейбусов [Текст]/Л.Я. Коган. – М. : Транспорт, 1979. – 272 с.
2. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) [Текст] / А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун, Н.А. Буше [и др.] ; под общ. ред. А.В. Чичинадзе. – М. : Машиностроение, 2003. – 576 с.
3. Локомотивы и моторвагонный подвижной состав [Текст] : Инструкция по применению смазочных материалов 01ДК.421457.001И / Утв. 23 декабря 2005 г. вице-президентом ОАО «РЖД» В.А. Гапановичем. – М. : ГУП «Центр внедрения новой техники и технологий «Транспорт» ОАО «РЖД», 2006. – 170 с.
4. Андрончев, И.К., Булатов, А.А., Кремнев, К.С. Повышение качества обслуживания и ремонта тягового подвижного состава путем нормирования и рационального использования смазочных материалов [Текст] / И.К. Андрончев,

А.А. Булатов, К.С. Кремнев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук : Специальный выпуск «Актуальные проблемы машиностроения». – Самара : Издательство Самарского научного центра РАН, 2009. – С. 285-287.

5. Инструкция по подготовке к работе и техническому обслуживанию электровозов в зимних и летних условиях [Текст] : № ЦТ-814 / Утв. 10 апреля 2001 г. зам. Министра путей сообщения РФ В.Н. Пустовым. – М. : ГУП «Центр внедрения новой техники и технологий «Транспорт» МПС РФ, 2001. – 72 с.

QUESTIONS AND THE ACCOUNT OF THE EXPENSE OF LUBRICANTS AT ELECTROROLLING STOCK OPERATION

© 2011 I.K. Andronchev, A.A.Bulatov, K.C. Kremnev
The Samara state university of means of communication, Samara

Classification of the lubricants applied at maintenance service and repair of a railway rolling stock is offered. Mathematical expressions for definition of the expense of lubricants according to their classification are presented.

Key words: *a technique, lubricant, maintenance service, repair, a rolling stock, a railway transportation, reliability*

Andronchev Ivan Konstantinovich, Dr.Sci.Tech., the professor, the pro-rector on scientific work of SamGUPS; Bulatov Andrey Aleksandrovich, rector SamGUPS; Kremnev Konstantin Sergeevich, post-graduate student SamGUPS; E-mail: abulatov@samiit.ru