

УДК 658.7.011.1

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ ЛОКОМОТИВОВ В ДЕПО

Калабухин Ю.Е., Ольховская Т.А.

PERFECTION OF THE ORGANIZATION OF MATERIAL SUPPORT AT MAINTENANCE SERVICE AND REPAIR OF LOCOMOTIVES IN DEPOT

Kalabuxin U., Olxovskaya T.

В статье предложена методика определения достаточности запасных частей в локомотивном хозяйстве железных дорог. Классифицированы ситуации и рассмотрены основные структуры обеспечения запасными частями в локомотивных депо, которые наиболее часто используются на практике. Предложена реализация количественного определения запасных частей по каждой выделенной структуре, включающей в себя номенклатуру, интенсивность потока заявок, среднее время восстановления и доставки. Приведенные аналитические зависимости позволяют практически учитывать достаточность объемов запасных частей, их потребления и сроков поставок для повышения качества технического обслуживания и ремонта локомотивов.

Ключевые слова: достаточность, запасные части, запас, обменный фонд, пополнение, ремонтный орган, сервис, снабжение, структура, тепловоз.

Введение. В период глубоких системных преобразований в локомотивном хозяйстве железных дорог Украины стремительно развиваются и углубляются структурные и функциональные взаимозависимости. Это, с одной стороны усложняет, а с другой укрепляет экономические связи, без которых современные локомотивные депо, которые осуществляют обслуживание и ремонт тягового подвижного состава, функционировать и развиваться не может. В особенности это относится к материально-техническому обеспечению, когда в условиях перехода к рыночным отношениям необходима разработка современных информационных методов повышения эффективности связей между поставщиками и потребителями при организации содержания локомотивов.

Постановка проблемы. Запасы запасных частей и материалов являются очень важным материальным ресурсом, без которого невозможна работа ремонтного производства. Существует большое количество моделей пополнения запасов, подходы к

которым могут существенно различаться. Это зависит в первую очередь от вида запасных частей по характеру использования на индивидуальные, для которых точно известно место их установки в оборудовании локомотива, а также групповые, для которых при заказе место установки и время их использования в ремонте неизвестны. Исходя из этого формализация задачи по управлению запасами является актуальной и своевременной.

Анализ последних исследований и публикаций. Формирование теории управления запасами как научной дисциплины началось в середине 1950-х годов. Обстоятельное развитие этого этапа приведен в работах [2,3]. Имеется ряд учебных пособий [1,2,5,6,8,9], где с математической точки зрения раскрывается сущность формирования объема запасов, а также основные закономерности применительно к различным отраслям промышленности. В одной из последних работ [7], на основе обобщения в качестве главного показателя использовано условие обеспечения заданной надежности снабжения. В то же время необходимо отметить, что большинство этих разработок имеют ограниченную применимость из-за неконкретности в определении издержек в результате потери предпочтения, волевого назначения норм запасов, а также отсутствия комплексного подхода к составным частям совокупных запасов на всем пути их движения и их распределению между звеньями исследуемых систем.

Цель статьи. В работе предложена комплексная методика формирования и оценки достаточности запасов запасных частей с учетом основных производственных звеньев при организации обслуживания технологического оборудования локомотивного депо.

Результаты исследований. Как известно пополнение любых запасов $S_{c,+}$ всегда происходит с

некоторой задержкой относительно момента выдачи на него требования [11]. Эти пополнения можно подразделить на:

- мгновенное (задержка поставки очень мала);
- с задержкой на фиксированный срок;
- с задержкой на случайный интервал времени с известным или неизвестным вероятностным распределением;
- экстренное пополнение.

Локомотив представляет собой большой сложный объект. Поэтому можно выделить в нем три основные структурные подсистемы организации снабжения запасными элементами:

- одиночный запас $Z_{3,4}^O$, представляющий количество запасных элементов, которые придаются непосредственно данному локомотиву для обеспечения его работоспособности;
- запас запасных элементов ремонтного органа $Z_{3,4}^{PO}$, представляющий количество запасных элементов, которые придаются только ему, с целью обеспечения его работоспособности. Функционирование ремонтного органа (PO) заключается в устранении отказов в неисправных узлах или деталях оборудования локомотива, которые к нему поступают для их восстановления. Таким образом, ремонтный орган предназначен для восстановления поступивших к нему объектов и должен быть обеспечен своим запасом $Z_{3,4}^O$;

- обменный фонд ремонтного органа $Z_{3,4}^{OF-PO}$, представляющий собой количество более мелких запасных элементов, которые придаются ремонтному органу, который может обслуживать как одиночный запас $Z_{3,4}^O$, так и поступающие в ремонтный орган узлы.

Эти структурные подсистемы могут сочетаться между собой в различных вариантах. Исходя из этого предложено 7 вариантов структур обеспечения обслуживания запасными элементами (СОЗЭ), которые наиболее часто используются на практике. Они представлены на рис. 1.

Первый вариант отражает наиболее распространенную СОЗЭ, в которой запас $Z_{3,4}^O$ пополняется напрямую из внешнего источника. Под этим внешним источником здесь и далее будет пониматься внешний склад, база, завод и т.д., ограниченность которых при пополнении элементов в расчет приниматься не будет. В случае отказа у локомотива, какого либо элемента в запас $Z_{3,4}^O$ поступает заявка, которая немедленно удовлетворяется, если соответствующий запасной элемент там имеется. При отсутствии запасного элемента заявка становится в "очередь" и ждет пока не появиться возможность ее удовлетворить. Длина очереди неудовлетворенных заявок может быть различной и зависит от основных принципов и условий функционирования системы материально-технического снабжения.

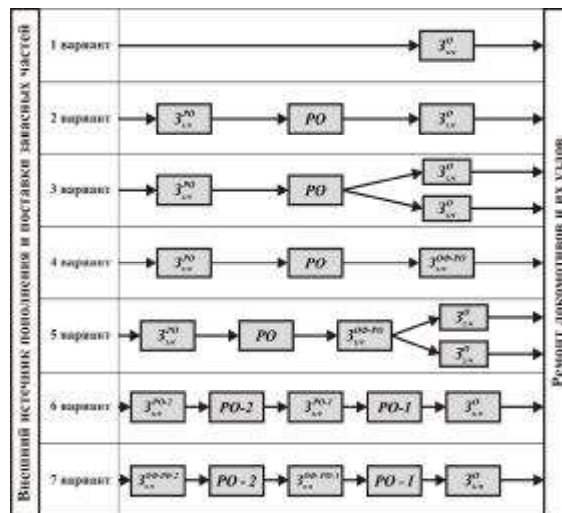


Рис. 1. Варианты пополнения запасов

Таким образом, в первом варианте заявка на запасной элемент, которая поступила от объекта в запас $Z_{3,4}^O$, может быть удовлетворена либо немедленно, либо с некоторой задержкой.

Во втором варианте запас $Z_{3,4}^O$ пополняется из ремонтного органа PO, который в свою очередь имеет свой запас $Z_{3,4}^{PO}$, который пополняется из внешнего источника.

Третий вариант предусматривает, что каждому типу локомотива придан свой запас $Z_{3,4}^O$. Эти запасы пополняются также из ремонтного органа PO, который в свою очередь имеет свой запас $Z_{3,4}^{PO}$ и пополняемый из внешнего источника (как и во втором варианте).

В четвертом варианте для обслуживания придается свой обменный запас элементов $Z_{3,4}^{OF-PO}$, который напрямую пополняется из ремонтного органа PO.

Для пятого варианта устанавливается, что каждый запас $Z_{3,4}^O$ для обслуживания пополняется из своего обменного запаса элементов $Z_{3,4}^{OF-PO}$, который тоже напрямую пополняется из ремонтного органа PO.

В шестом варианте пополнение запаса $Z_{3,4}^O$ для обслуживания предусматривается напрямую от нескольких ремонтных органов PO-1 и PO-2 в различных сочетаниях.

Седьмой вариант предусматривает пополнение элементов для обслуживания из обменного запаса элементов $Z_{3,4}^{OF-PO}$, который тоже напрямую пополняется из ремонтных органов PO-1 и PO-2 в различных сочетаниях.

Для оценки достаточности конкретного запаса $Z_{3,4}^O$, необходимы следующие данные.

1. Количество типов сменных элементов N_0 в единицу;

2. По каждому типу сменных конструктивных элементов составляется формуляр с исходными данными

$$i \quad \Lambda_{iO} \quad T_{iO} \quad n_{iO} \quad \rho_{iO} \quad (1)$$

где: i - номер типа элементов по номенклатуре запаса $Z_{3,4}^O$; Λ_{iO} - интенсивность потока заявок на элементы i -го типа от изделия в запас $Z_{3,4}^O$; T_{iO} - среднее время восстановления одного элемента i -го типа в $Z_{3,4}^O$ (т.е. среднее время, которое проходит между изъятием запасного элемента из запаса $Z_{3,4}^O$ и поступлением в этот запас аналогичного исправного элемента взамен изъятого); n_{iO} - начальное количество запасных элементов i -го типа в запасе $Z_{3,4}^O$; ρ_{iO} - максимальная возможная длина очереди неудовлетворенных заявок на элементы i -го типа в $Z_{3,4}^O$. (Целое положительное значение ρ_{iO} соответствует случаям ограниченной очереди неудовлетворенных заявок. При $\rho_{iO} = 0$ принято, что длина очереди является неограниченной).

Интенсивность Λ_{iO} определяется потоком замен элементов i -го типа в изделиях (не обязательно совпадающим с потоком отказов), а так же потоком отказов элементов i -го типа при хранении в соответствующем запасе $Z_{3,4}^O$

$$\Lambda_{iO} = k_{ie} (m_i \lambda_i + l_i \lambda_i) + (1 - k_{ie}) (m_i + l_i) \lambda_{ixp} + n_i \lambda_{ixp} \quad (2)$$

где: m_i - количество основных элементов i -го типа в изделии; l_i - количество резервных элементов i -го типа в изделии; k_{ie} - коэффициент интенсивности эксплуатации изделия; λ_i - интенсивность отказов одного основного элемента i -го типа; λ_{ixp} - интенсивность отказов одного основного элемента i -го типа при хранении.

Для того чтобы вычислить показатель достаточности $O\Phi - PO$ необходимы следующие начальные данные.

1. $N_{O\Phi}$ - количество типов элементов, на которые могут прийти заявки в $O\Phi - PO$;

2. По каждому из N_{iO} типов элементов задать формуляр исходных данных:

$$i \quad \Lambda_{iO\Phi} \quad T_{iO\Phi} \quad n_{iO\Phi} \quad (3)$$

где: $\Lambda_{iO\Phi}$ - интенсивность потока заявок на запасные элементы i -го типа, поступающих в $O\Phi - PO$ от обслуживаемых образцов объекта или запаса $Z_{3,4}^O$, т.е. среднее количество заявок на элементы i -го типа в единицу времени; $T_{iO\Phi}$ - среднее время ремонта одного элемента i -го типа в PO ; $n_{iO\Phi}$ - начальное количество элементов i -го типа в $O\Phi - PO$.

Для того чтобы вычислить значение $\Lambda_{iO\Phi}$ необходимо просуммировать по всем образцам объекта в

группе, которая обслуживается данным PO . Интенсивности потоков замен элементов i -го типа в объекте можно определить как [13]

$$\Lambda_{iO\Phi} = \sum_{K=1}^S \Lambda_{iO\Phi}^K, \quad (4)$$

где: S - количество образцов объектов в группе; $\Lambda_{iO\Phi}^K$ - интенсивность потока замен элемента i -го типа в K -ом образце объекта.

Интенсивность потока замен элемента i -го типа в K -ом образце объекта $\Lambda_{iO\Phi}^K$ определяется как

$$\Lambda_{iO\Phi}^K = k_{ie} (m_i \lambda_i + l_i \lambda_i) + (1 - k_{ie}) (m_i + l_i) \lambda_{ixp} + n_i \lambda_{ixp}, \quad (5)$$

где: m_i - количество основных элементов i -го типа в изделии; l_i - количество резервных элементов i -го типа в изделии; k_{ie} - коэффициент интенсивности эксплуатации изделия; λ_i - интенсивность отказов одного основного элемента i -го типа; λ_{ixp} - интенсивность отказов одного основного элемента i -го типа при хранении.

Для того чтобы вычислить показатель достаточности $Z_{3,4}^O$ для ремонтного органа PO требуются следующие исходные данные.

1. N_{PO} , - количество типов запасных элементов, которые могут потребоваться для работы PO ;

2. По каждому типу запасных элементов задать формуляр исходных данных:

$$j \quad \Lambda_{jPO} \quad \alpha_{jPO} \quad T_{jPO} \quad \tau_{jPO} \quad n_{jPO} \quad (6)$$

где: j - номер типа элементов по номенклатуре $Z_{3,4}^O$; Λ_{jPO} - интенсивность потока заявок на элементы j -го типа, поступающих в $Z_{3,4}^O$, т.е. среднее количество заявок на элементы j -го типа в единицу времени; α_{jPO} - тип стратегии пополнения запаса элементов j -го типа в $Z_{3,4}^O$. Значение α_{jPO} может принимать значения 1,2,3. При $\alpha_{jPO} = 1$ запас элементов j -го типа пополняется периодически. При $\alpha_{jPO} = 2$ пополнение запаса элементов j -го типа производится с экстренными доставками, т.е., помимо планового периодического восстановления запаса, допускается еще и внеплановое восстановление его до первоначального уровня, если элемент j -го типа требуется для работы PO , а запас элементов j -го типа в $Z_{3,4}^O$ отсутствует. При $\alpha_{jPO} = 3$ запас элементов j -го типа в $Z_{3,4}^O$ пополняется за счет ремонта отказавших элементов в специальном PO_s (отличном от того PO , которому придан данный $Z_{3,4}^O$); T_{jPO} - основной параметр стратегии пополнения запаса элементов j -го типа. При $T_{jPO} = 1$ или $T_{jPO} = 2$ значение α_{jPO} является периодом попол-

нения запаса элементов j -го типа. При $T_{jPO} = 3$ значение α_{jPO} является средним временем ремонта одного элемента j -го типа; τ_{jPO} - дополнительный параметр стратегии пополнения запаса элементов. При $\tau_{jPO} = 1$ или $\tau_{jPO} = 3$ значение α_{jPO} равно нулю. При $\tau_{jPO} = 2$ значение α_{jPO} представляет среднюю продолжительность экстренной доставки элементов из внешнего источника пополнения; n_{jPO} - начальное количество элементов j -го типа в $Z_{3,4}^{PO}$.

Для решения задачи расчета всего $Z_{3,4}^{PO}$ требуются следующие исходные данные.

1. N_{PO} - количество типов запасных элементов, которые могут потребоваться для $Z_{3,4}^{PO}$.

2. По каждому типу запасных элементов составляется формуляр начальных данных

$$j \quad \Lambda_{jPO} \quad \alpha_{jPO} \quad T_{jPO} \quad \tau_{jPO} \quad C_{jPO} \quad (7)$$

где параметры $j, \Lambda_{jPO}, \alpha_{jPO}, T_{jPO}, \tau_{jPO}$ имеют тот же смысл, что и в формуляре (6), а C_{jPO} - затраты на 1 элемент j -го типа $Z_{3,4}^{PO}$.

Вычисление показателя достаточности $C_{c,\pm}^{Pi}$ производится по формуле

$$\Delta t_{PO}^{TP} = \frac{\sum_{j=1}^{N_{PO}} \Lambda_{jPO} \Delta t_{jPO}}{\Lambda_{PO}}, \quad (8)$$

где: Δt_{PO}^{TP} - показатель достаточности запаса элементов j -го типа в $Z_{3,4}^{PO}$.

В зависимости от стратегии пополнения запаса элементов j -го типа в $C_{c,\pm}^{Pi}$ (т.е. в зависимости от заданного значения $\alpha_{jPO} = 1, 2, 3$) показатель достаточности элементов j -го типа в $Z_{3,4}^{PO}$ может быть определен по следующим формулам.

1. В случае $\alpha_{jPO} = 1$ (когда пополнение запаса элементов j -го типа в $Z_{3,4}^{PO}$ происходит периодически) показатель достаточности определяется из выражения

$$\Lambda_{jPO} \Delta_{jPO} = \frac{1}{a_j} e^{-a_j} \sum_{k=1}^{\infty} K \sum_{i=n_{jPO}+K+1}^{\infty} \frac{a_j^i}{i!}, \quad (9)$$

где

$$a_j = \Lambda_{jPO} T_{jPO}. \quad (10)$$

Вычисления по данной формуле производится следующим образом. Первоначально рассчитывается величина

$$\varepsilon_j = \frac{a_j \varepsilon_{PO} \Lambda_{PO}}{2 N_{PO}}, \quad (11)$$

где: ε_{PO} - заданная точность вычисления показателя достаточности.

По таблицам распределения Пуассона [4]

$$F(n, a) = e^{-a} \sum_{K=n}^{\infty} \frac{a^K}{K!}, \quad (12)$$

отыскиваются расчетные значения $F(n_{jPO} + 2, a_j), F(n_{jPO} + 3, a_j)$, до тех пор, пока в первый раз не выполнится неравенство

$$F(n_{jPO} + K^* + 1, a_j) \leq \frac{\varepsilon_j}{K^*}. \quad (13)$$

В соответствие с найденными значениями $F(n_{jPO} + K^* + 1, a_j), K = 1, 2, \dots, K^*$ определяется величина

$$\Lambda_{jPO} \Delta t_{jPO} = \frac{1}{a_j} \sum_{K=1}^{K^*} K \cdot F(n_{jPO} + K, a_j). \quad (14)$$

2. В случае $\alpha_{jPO} = 2$ (когда пополнение запаса элементов j -го типа в $Z_{3,4}^{PO}$ происходит периодически с экстренными доставками) показатель достаточности определяется из выражения

$$\Lambda_{jPO} \Delta t_{jPO} = \left(\frac{\tau_{jPO}}{T_{jPO}} \right) \omega(n_{jPO}, a_j) \left(\frac{1 + \Lambda_{jPO} \tau_{jPO}}{2} \right), \quad (15)$$

где

$$\omega(n_{jPO}, a_j) = e^{-a_j} \sum_{K=1}^{\infty} \sum_{i=K(n_{jPO}+1)}^{\infty} \frac{a_j^i}{i!}, \quad (16)$$

и

$$a_j = \Lambda_{jPO} T_{jPO}. \quad (17)$$

Для того чтобы вычислить значения функции $\omega(n_{jPO}, a_j)$, заданной суммой бесконечного ряда (16), поступаем следующим образом. По таблицам распределения Пуассона определяем значения $F(n_{jPO} + 1, a_j), F(2n_{jPO} + 2, a_j) \dots$, до тех пор, пока первый раз не будет выполнено неравенство

$$F(K^* \cdot n + K, a) \leq \frac{\varepsilon_{PO}}{N_{PO}} \Lambda_{PO}, \quad (18)$$

где: ε_{PO} - заданная точность вычисления показателя достаточности.

По найденным значениям $F(K^* \cdot n + K, a)$ определяется

$$\omega(n, a) = \sum_{K=1}^{K^*} F(K^* \cdot n + K, a). \quad (19)$$

3. В случае $\alpha_{jPO} = 3$ (когда элементы j -го типа в $Z_{3,4}^{PO}$ могут быть отремонтированы) показатель достаточности запаса элементов определяется как

$$\Lambda_{jPO} \Delta t_{jPO} = e^{-a_j} \sum_{K=n_{jPO}+1}^{\infty} (K - n_{jPO}) \frac{a_j^K}{K!}, \quad (20)$$

и

$$a_j = \Lambda_{jPO} T_{jPO}. \quad (21)$$

По данной методике была определена достаточность количества запасных частей по каждому варианту их формирования для выполнения обслуживания и ремонта технологического оборудования

локомотивного депо и сформирована база данных, которая составляет основу для автоматизированного рабочего места инженера-технолога.

Выводы. На основании проведенных исследований выделено семь основных вариантов формирования запасов запасных частей с учетом пополнения их от внешних источников, а также соответствующих ремонтных подразделений, выполняющих восстановление узлов и деталей локомотивов. Предложена методика определения информационной достаточности сформированных вариантов запасов, которые учитывают как количественные, так и качественные характеристики заявок, интенсивность потока замен деталей, их номенклатуру для конкретного типа локомотива, а также техническую оснащенность ремонтно-восстановительных органов. В настоящее время в опорных депо, на основании данной методики, производится формирование базы данных по информационной оценке производственным персоналом достаточности запасных частей для обслуживания локомотивов.

Л и т е р а т у р а

1. Бродецкий Г.Л. Управление запасами / Г.Л.Бродецкий. – М.: Эксмо, 2008. – 352с.
2. Букан Дж. Научное управление запасами / Букан Дж., Кенигсберг Э. – М.: Наука, 1967. – 424с.
3. Дж. Хедли Анализ систем управления запасами / Дж. Хедли, Т. Уайтин. – М.: Наука, 1969. – 512с.
4. Лукинский В.С. Модели и методы теории логистики / В.С.Лукинский. – М.: "Питер", 2003. – 176с.
5. Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами / Ю.И.Рыжиков. – СПб.: "Питер", 2001. – 384с.
6. Сакович В.А. Модели управления запасами / В.А.Сакович. – Минск.: Наука и техника, 1986.-319 с.
7. Тиверовский В.И. Новый этап в развитии транспорта и логистики за рубежом / В.И.Тиверовский // Транспорт: наука, техника, управление. – 2013. - №12. – С.46-51.
8. Фасоляк Н.Д. Экономика, организация и планирование материально -технического снабжения и сбыта / Н.Д.Фасоляк. – М.: Экономика, 1980. — 276 с.
9. Фролов В.А. Организация работы материальных складов железнодорожного транспорта / В.А.Фролов, А.Г.Усов. – М.: Транспорт, 1979. 296 с.
10. Хэнсменн Ф. Применение математических методов в управлении производством и запасами / Хэнсменн Ф. – М.: Прогресс, 1966. - 93 с.
11. Шубников А.К. Экономика и организация материально-технического снабжения железнодорожного транспорта / А.К.Шубников. – М.: Транспорт, 1971.-214с.

R e f e r e n c e s

1. Brodeckiy G.L. Upravlenie zapasami / G.L. Brodeckiy. – М.: Eksmo, 2008. - 352s.
2. Bukan Dg., Kenigsberg E. Nauthnoe upravlenie zapasami / Bukan Dg., Kenigsberg E. – М.: Nauka, 1967. - 424s.
3. Dg. Hedly, T. Yatin. Analiz sistem upravleniya zapasami / Dg. Hedly, T. Yatin. – М.: Nauka, 1969/ - 512s/
4. Lukinsky V.S. Modeli I metody teorii logistici / V.S. Lukinsky. - М.: "Piter", 2003. - 176s.
5. Rygikov U.I. Teoriya otheredey i upravlenie zapasami / U.I. Rygikov. - SPb.: "Piter", 2001. - 384s.
6. Sakovich V.A. Modeli upravleniya zapasami / V.A. Sakovich. - Minsk.: Nauka I tehnika, 1986. - 319s/

7. Tiversky V.I. Novi etap v razvitii transporta i logistiki za rubegem / V.I. Tiversky // Transport: nauka, tehnika, upravlenie. - 2013. - №12. - S.46-51.
8. Fasolyak N.D. Ekonomika, organizaciya i planirovanie materialno-texnicheskogo snabgeniya i zbita / N.D. Fasolyak. - М.: Ekonomika, 1980. - 276s.
9. Frolov V.A. Organizaciya raboty materialnyx skladov geleznodorogного transporta / V.A. Frolov. - М.: Transport, 1979. - 296s.
10. Xensmen F. Primenenie matematicheskix metodov v upravlenii proizvodstvom i zapasami / Xensmen F. - М.: Progres, 1966. - 93s.
11. Hubnikov A.K. Ekonomika i organizaciya materialno-texnicheskogo snabgeniya geleznodorogного transporta / A.K. Hubnikov. - М.: Transport, 1971. - 214s.

Калабухін Ю.Є., Ольховська Т.О. Вдосконалення організації матеріально-технічного забезпечення при технічному обслуговуванні та ремонті локомотивів в депо.

У статті запропонована методика визначення достатності запасних частин у локомотивному господарстві залізниць. Класифіковано ситуації й розглянуті основні структури забезпечення запасними частинами в локомотивних депо, які найбільше часто використовуються на практиці. Запропоновано реалізацію кількісного визначення запасних частин по кожній виділеній структурі, що включає в себе номенклатуру, інтенсивність потоку заявок, середній час відновлення й доставки. Приведені аналітичні залежності дозволяють практично враховувати достатність обсягів запасних частин, їх споживання й терміни постачань для підвищення якості технічного обслуговування й ремонту локомотивів.

Ключові слова: достатність, запасні частини, запас, обмінний фонд, поповнення, ремонтний орган, сервіс, постачання, структура, тепловоз.

Kalabuxin U., Olxovskaya T. Perfection of the organization of material support at maintenance service and repair of locomotives in depot.

In clause the technique of definition of sufficiency of spare parts in a locomotive facilities of railways is offered. Situations are classified and the basic structures of maintenance by spare parts in locomotive depots which are most often used in practice are considered. Realization of quantitative definition of spare parts on each allocated structure including the nomenclature, intensity of a stream of applications, average time of restoration and delivery is offered. The resulted analytical dependences allow to consider practically sufficiency of volumes of spare parts, their consumption and terms of deliveries for improvement of quality of maintenance service and repair of locomotives.

Keywords: sufficiency, spare parts, stock, exchange collection, updating, repair body, service, supply, structure, diesel locomotive.

Калабухін Ю.Є. – д.т.н., професор, декан механічного факультету Української державної академії залізничного транспорту, e-mail: kalabuxin-fet@mail.ru.

Ольховська Т.О. – здобувач кафедри «Експлуатація та ремонт рухомого складу» Української державної академії залізничного транспорту.

Рецензент: д.т.н., проф. Жалкін Д.С.