

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

ЧЕПИК Ю. Г.

Белорусский государственный технический университет транспорта

Проблемой определения оптимальной величины времени эксплуатации подвижного состава до исключения из инвентарного парка или модернизации с продлением установленного срока службы является выработка системы, требующей применения оптимизационных экономико-математических методов. При замене либо модернизации с продлением срока службы вагонов приходится ответить на вопросы:

1. Существенно ли изменяются технические характеристики новых вагонов по отношению к существующим?

2. Как определить время замены или модернизации существующих вагонов новыми?

Задача состоит в определении границ эффективного использования существующих вагонов с точки зрения собственника основных фондов, а именно железной дороги. Определим экономический критерий замены использующихся типов вагонов новыми. В плановых расчетах эффективности замены вагонов будем руководствоваться минимумом затрат воспроизводства вагонов, т. е. только минимумом предстоящих затрат. В рассматриваемой модели предстоящие затраты состоят:

1. При использовании новых вагонов:

а) из капитальных вложений на покупку вагонов;

б) из эксплуатационных затрат, включая амортизацию.

2. При использовании действующих вагонов: из эксплуатационных расходов без затрат на реновацию, но с включением затрат на текущий ремонт, т. е. из состава затрат по использованию существующих вагонов исключаются первоначальные капитальные вложения и расходы на их реновацию.

3. При использовании модернизированных вагонов с продлением срока:

а) из капитальных вложений на модернизацию вагонов плюс остаточная амортизация до конца нормативного срока службы вагонов;

б) из эксплуатационных затрат без затрат на реновацию, но с включением затрат на текущий ремонт.

В [1] приводятся предложения по вычислению остаточного ресурса (технического износа) сложных технических изделий. В [2] на их основании сделан расчет остаточного ресурса для всех родов грузовых вагонов и контейнеров.

Для определения рациональной временной точки замены вагонов можно использовать формулу приведенных затрат

$$e_c \leq \min(C_n + K_n r_k); \quad V > 0, \quad (1)$$

где e_c – себестоимость перевозок на существующем роде транспортных средств (ТС) без затрат на реновацию; C_n – то же на новом типе ТС данного рода; K_n – капиталовложения в новый тип ТС (их первоначальная цена) данного рода; r_k – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений; V – объем перевозок.

Степень технического износа предлагается считать для каждого рода ТС по следующей формуле:

$$N_m(x_1) = 1 - \frac{K_m(x_1)}{K_c}, \quad (2)$$

где $x = x_1, x_2, \dots, x_m$ – время жизненного цикла ТС до года его технического износа x_m ; K_c – первоначальная цена ТС; $K_m(x_1)$ – оценка стоимости ТС в год эксплуатации x_1 , в предположении отсутствия морального износа в прошлом и будущем, без изменяющейся банковской ставки и инфляции, которую предлагаем считать по следующей формуле:

$$K_m(x_1) = \sum_{x=x_1}^{x_m} (C_c + r_k K_c - e_c(x)) (1 + r_k)^{x_1 - x}, \quad (3)$$

где C_c – первоначальные полные эксплуатационные затраты на данном роде ТС; $e_c(x)$ – эксплуатационные расходы на текущем роде ТС в год (x) без амортизации.

Рассчитанные по (1) точки технического износа для всех родов подвижного состава в количестве 25 наименований сугубо индивидуальны. Кривые, обозначающие технический износ всех родов грузовых вагонов и контейнеров по (2) и (3) на протяжении всего жизненного цикла, были хорошо аппроксимированы по-

линомами четвертой и пятой степеней с достоверностью аппроксимации в пределах 0,7...0,98.

Метод воспроизводства, использующий (1)...(3), позволяет оценить эффективность затрат по восстановлению остаточного ресурса грузовых вагонов и контейнеров. Этот метод показывает, на сколько лет достаточно затраченных ресурсов для восстановления эксплуатационной работоспособности подвижного состава.

В [3] проводятся исследования в основном только: полувагона, крытого вагона, вагона-минераловоза. Авторы пользуются традиционными методами: математической статистики с определением среднего значения остаточной толщины, стандартного отклонения и дисперсии для поля исходных данных, собранных за 10,4 года. Изложены также методика и результаты обследования грузовых вагонов на коррозионные повреждения. С помощью метода наименьших квадратов определены зависимости остаточной толщины металла для несущих конструкций различных родов вагонов в зави-

симости от срока их службы. В обследовании технического состояния вагонов важным моментом авторы [3] называют характер эксплуатационной работы и род перевозимого груза. В соответствии с программой-методикой (16.КО.661.01 ПМ) авторы детально обследовали техническое состояние грузовых вагонов с изменением остаточной толщины металла элементов кузовов. Места замеров приведены на рис. 1 и 2. Зависимости толщины металла от срока службы грузового вагона были получены с помощью метода наименьших квадратов. Общий вид аппроксимирующего многочлена для остаточной величины толщины металла авторы использовали линейный для всех вагонов. По результатам наблюдений составлены уравнения прямых для износа соответствующих конструкций полувагона, вагона-минераловоза, крытого вагона, позволяющих оценить величину коррозии элементов кузова и рамы за соответствующий срок их службы.

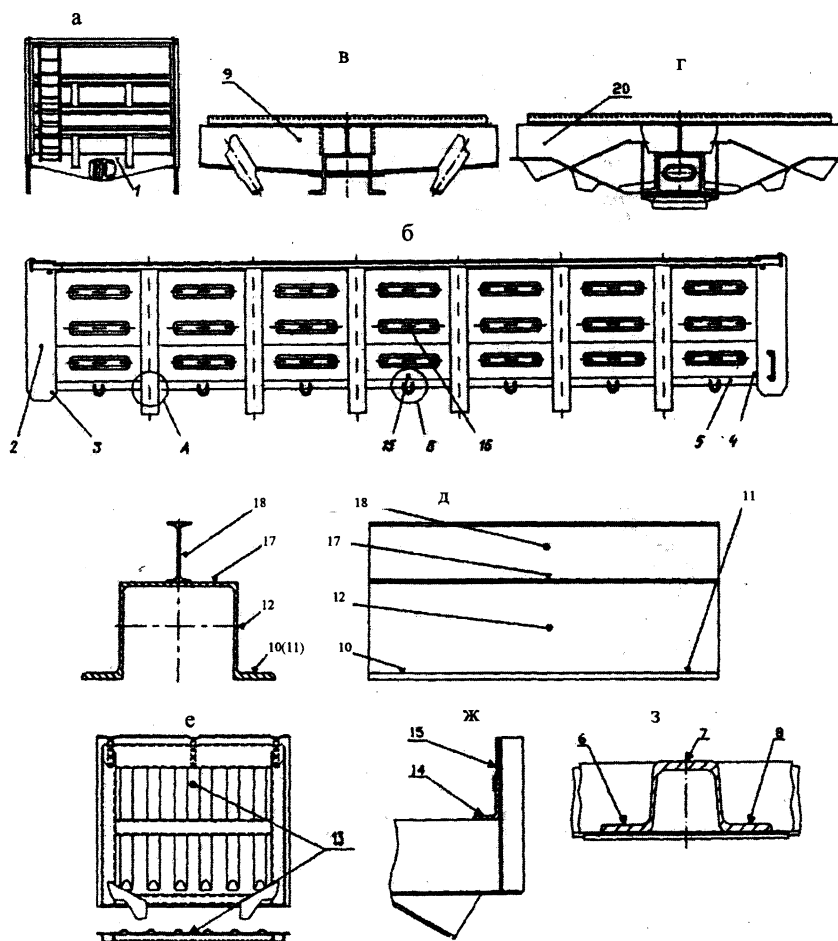


Рис. 1. Схема замеров остаточной толщины элементов полувагонов: 1-20 – точки замеров; А, Б – узлы; а – торцевая стенка; б – боковая стенка; в – промежуточная балка; г – шкворневая балка; д – сечение хребтовой балки; е – крышка люка; ж – узел Б; з – узел А

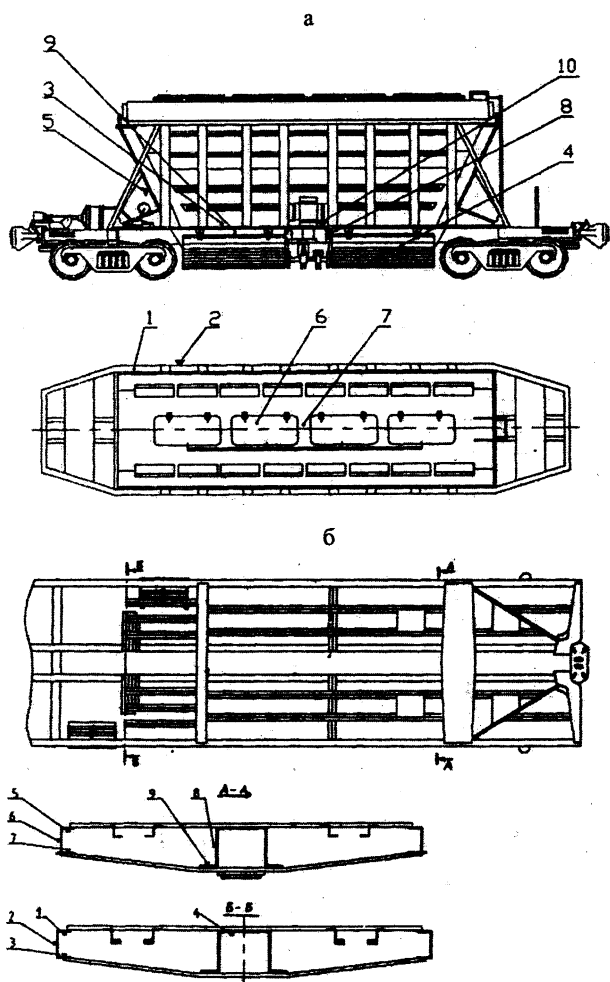


Рис. 2. Схема замеров остаточной толщины элементов: а – вагонов-минераловозов (1–10 – точки замеров); б – рамы крытых вагонов (1–9 – точки замеров)

Автор настоящей статьи сопоставил результаты определения технического износа по основным несущим элементам конструкций полувагона, крытого вагона, вагона-минераловоза, установленное посредством регрессионных уравнений в [3] и метода воспроизводства – уравнения (1)...(3). Метод воспроизводства определяет предельные сроки технического износа для данного рода грузового вагона и контейнера. В [3] авторы традиционно определяют средние сроки технического износа для данного рода грузового вагона. В табл. 1 приводится сопоставление полученных результатов для различных родов вагонов, рассчитанных методами математической статистики в [3] и методом воспроизводства для основных несущих элементов конструкции грузовых вагонов периода жизненного цикла.

Приведенные выше сравнительные результаты расчетов по техническому износу для различных родов вагонов, имеющих разные пре-

дельные сроки технического износа, показывают, что отклонения конечных результатов носят ступенчатый характер и заключены в абсолютных пределах от 1,65 до 7,19 %. Эти отклонения даются для прогнозных сроков от 11 до 20 лет. Подобные результаты для такого срока прогноза вполне допустимы и считаются приемлемыми.

Таблица 1
Технический износ основных несущих элементов грузовых вагонов

Вагон	Срок технического износа основных несущих элементов по [3], лет	Срок технического износа, предельный по методу воспроизводства для основных несущих элементов, лет	Величина отклонения по техническому износу основных несущих элементов, %
Полувагон	10,4	11	1,65
Вагон-минераловоз	10,4	14	7,19
Крытый вагон	14...18	19	4,12

ВЫВОД

Для прочих родов грузовых вагонов и контейнеров технический износ, рассчитанный по методу воспроизводства (1)...(3), дает такие же небольшие отклонения от расчетов технического износа (остаточного ресурса), проведенных путем замера реальных несущих конструкций различного рода вагонов и контейнеров на протяжении десятка лет в процессе их эксплуатации методами математической статистики.

Метод воспроизводства по трудоемкости и единовременным затратам во много раз меньше, чем традиционные методы математической статистики.

Данный подход может быть с успехом применен для оценки технического износа любых транспортных средств, которые используются массово.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новожилов В. В. Проблемы измерения затрат и результатов при оптимальном планировании. – М.: Экономика, 1967. – 375 с.
2. Сенько В. И., Чепик Ю. Г. Критерий определения временного интервала выбора грузовых вагонов для модернизации // Вестник БелГУТ. – 2002. – № 1 (4). – С. 4–8.
3. Коррозия элементов вагонов при перевозке минеральных удобрений: Обзор. информ. / А. В. Смольянинов, Н. С. Бачурин, В. Р. Лапшин, М. Г. Буткин / ЦНИИТЭИ МПС // Ж.-д. транспорт. Сер. Вагоны и вагонное хозяйство. Ремонт вагонов. – М., 1999. – Вып. 1. – 29 с.
4. Чепик Ю. Г. Оценка старения транспортных средств // Вестник ГТТУ им. П. О. Сухого. – 2002. – № 1. – С. 67–75.