

УДК 629.45.001.42

*Канд. техн. наук І.Д. Борзилов,
О.І. Лапатін,
канд. техн. наук О.С. Крашенінін*

ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДОВИХ ЩОДО АНАЛІТИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ

Представив д-р техн. наук, професор І.Е. Мартинов

Постановка проблеми. Надійна робота пасажирських вагонів в експлуатації забезпечується, у першу чергу, за рахунок науково обгрунтованого і економічно виправданого терміну їх служби. Залежно від терміну служби відбувається погіршення технічного стану пасажирських вагонів і знижується їх експлуатаційна надійність. Встановлений нормативний термін експлуатації пасажирських вагонів (28 років) не є граничним у сучасних економічних умовах залізниць. Через брак коштів для закупівлі нових вагонів терміни експлуатації вагонів постійно подовжується. Разом з тим саме економічна складова на підставі низки технічних чинників дозволяє встановити оптимальні терміни експлуатації пасажирських вагонів. Економічний вплив на необгрунтований термін експлуатації обумовлюється прогресуючим збільшенням додаткових витрат і втрат прибутків вкладених коштів на одиницю роботи пасажирського вагона по мірі його старіння. Яка б не була первісна вартість вагона й експлуатаційні витрати на його використання, а також втрати прибутків від інших можливостей використання вкладених коштів, пасажирський вагон повинен експлуатуватися доти, поки питомі витрати й втрати на одиницю виконаної роботи не досягнуть мінімального значення. Тому проблема дослідження складових аналітичного розрахунку терміну експлуатації пасажирських вагонів є на цей час актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми експлуатації пасажирських вагонів, у яких у результаті певної деградації властивостей розвиваються процеси старіння, що призводять до зниження міцності елементів конструкції та впливають на терміни їх служби, досліджувалися в роботах [1-3].

Однак слід зазначити, що на сьогодні ще не повністю досліджені складові аналітичного розрахунку терміну експлуатації пасажирських вагонів, хоча стосовно тягового рухомого складу такі публікації існують [4-5].

Постановка завдань. Метою даної статті є дослідження складових щодо аналітичного визначення терміну експлуатації пасажирських вагонів. Оскільки пасажирський вагон має змінюване конструктивне і поновлюване неконструктивне обладнання, визначення оптимального терміну служби розділяється на два етапи: на першому етапі необхідно знайти оптимальні терміни експлуатації всього конструктивного і неконструктивного обладнання, на другому – оптимальний термін експлуатації пасажирського вагона в цілому.

Виклад основного матеріалу дослідження. Використовування пасажирських вагонів супроводжується певними витратами і втратами, які можуть бути разовими (придбання вагона $Y_1 = A$), пропорційними часу використання (наприклад, витрати на технічне

обслуговування та ремонт, $Y_{II} = Bt$) і прогресуючими. При цьому доцільно заздалегідь прийняти $Y_I = A = Q_m - Q_I$, де $Q_m - Q_I$ - первісна вартість Q_m вагона, зменшена на вартість Q_I реалізованих залишків при знятті його з експлуатації.

Прогресуючі витрати і втрати за часом роботи вагона можуть бути врахованими найбільш універсальною ступеневою функцією вигляду

$$Y_{III} = Ct^\delta,$$

де C – постійний для даного вагона (обладнання) коефіцієнт, що визначає вихідну норму прогресуючих витрат і втрат;

δ – показник ступеня зростання витрат і втрат внаслідок старіння вагона.

Побудована в логарифмічній сітці ця функція перетворюється в пряму, а при відповідному доборі значень C і δ лінії, що задовольняють рівняння $Y = Ct^\delta$, можуть означати різноманітні випадки зміни прогресуючих витрат і втрат при експлуатації старіючого пасажирського вагона і його обладнання.

На рис. 1 наведено декілька графіків можливих варіантів оцінки прогресуючих витрат і втрат при експлуатації пасажирського вагона.

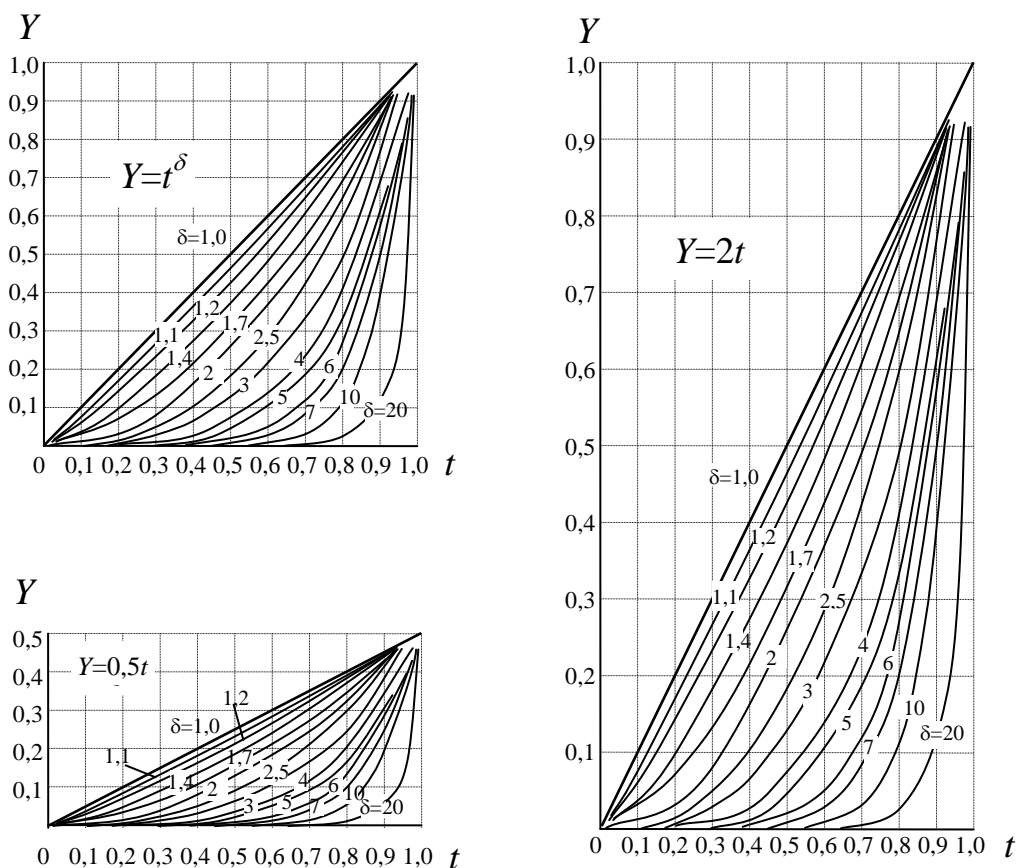


Рис. 1. Графіки оцінки ступеня δ прогресуючих витрат і втрат при врахуванні оптимальних термінів служби машин:
 а – при $C = 1$; б – при $C = 0,5$; в – при $C = 2$

Для розв'язання практичних задач, що систематизують дані дослідів, можна побудувати графік прогресуючих витрат і втрат і, порівнюючи його криві з кривими допоміжного графіка (рис. 1) шляхом добору значень C і δ , приблизно визначити оптимальний термін експлуатації.

Таким чином, сумарні витрати і втрати при експлуатації, пов'язані з використанням пасажирського вагона, можуть бути виражені функцією

$$Y = Y_I + Y_{II} + Y_{III} = A + Bt + Ct^\delta. \quad (1)$$

Якщо розділити сумарні витрати Y на всю виконану вагоном роботу, виражену через час t роботи, то отримаємо значення питомих витрат і втрат U .

За наявності функцій витрат і втрат, зазначених у рівнянні (1), визначення оптимального терміну служби пасажирського вагона зводиться до знаходження мінімуму функції $U = \frac{Y}{t}$, тобто мінімуму функції вигляду

$$U = \frac{A}{t} + B + t^{\delta-1}. \quad (2)$$

Прирівнюючи до нуля похідну функції (2), одержуємо вираз

$$t = \sqrt[\delta]{\frac{A}{(\delta-1)C}}. \quad (3)$$

З виразу (3) випливає, що оптимальний термін служби пасажирського вагона, як і будь-якого іншого технічного об'єкта, визначається зі співвідношення первісних витрат на придбання вагона (з урахуванням реалізації наступних його залишків), постійного коефіцієнта C , що враховує витрати і втрати від експлуатації

на одиницю наробітку, і показника δ , що визначає інтенсивність прогресуючого зростання цих витрат і втрат внаслідок старіння вагона.

З графіків (рис. 2, а) видно, що при одній і тій самій інтенсивності зростання витрат і втрат при використанні старіючого пасажирського вагона термін служби більш дорогого вагона повинен бути більшим, ніж менш дорогого.

А при одній і тій самій вартості вагона оптимальний термін служби знижується, якщо зростає інтенсивність прогресуючих витрат і втрат (рис. 2, б).

Висновки. Таким чином, для визначення оптимального терміну експлуатації пасажирського вагона необхідно визначити складові рівняння (1) сумарних витрат і втрат при використанні вагона; обсяг виконаної його роботи або час його використання і скласти рівняння (2) питомих витрат і втрат; оптимальний термін служби за рівнянням (3).

Для отримання необхідного результату необхідно побудувати графічні залежності за даними спостережень, визначити за ними величини A і B і далі знайти складові функції (рівняння (1)), що характеризують процес прогресуючих витрат і втрат $Y_{III} = Ct^{\delta III}$.

За статистичними або експериментальними даними, що встановлюють закономірність зростання сумарних витрат і втрат при використанні обладнання пасажирського вагона, визначають оптимальний термін експлуатації за допомогою графіків, наведених на рис. 1.

Алгоритм пошуку складається з таких етапів:

1. Будується графік, що характеризує зростаючі витрати.
2. Співставляючи цей графік з допоміжними графіками, знаходять криву (найбільш близьку за кривизною до побудованого графіка), характеристичні параметри якої відомі.

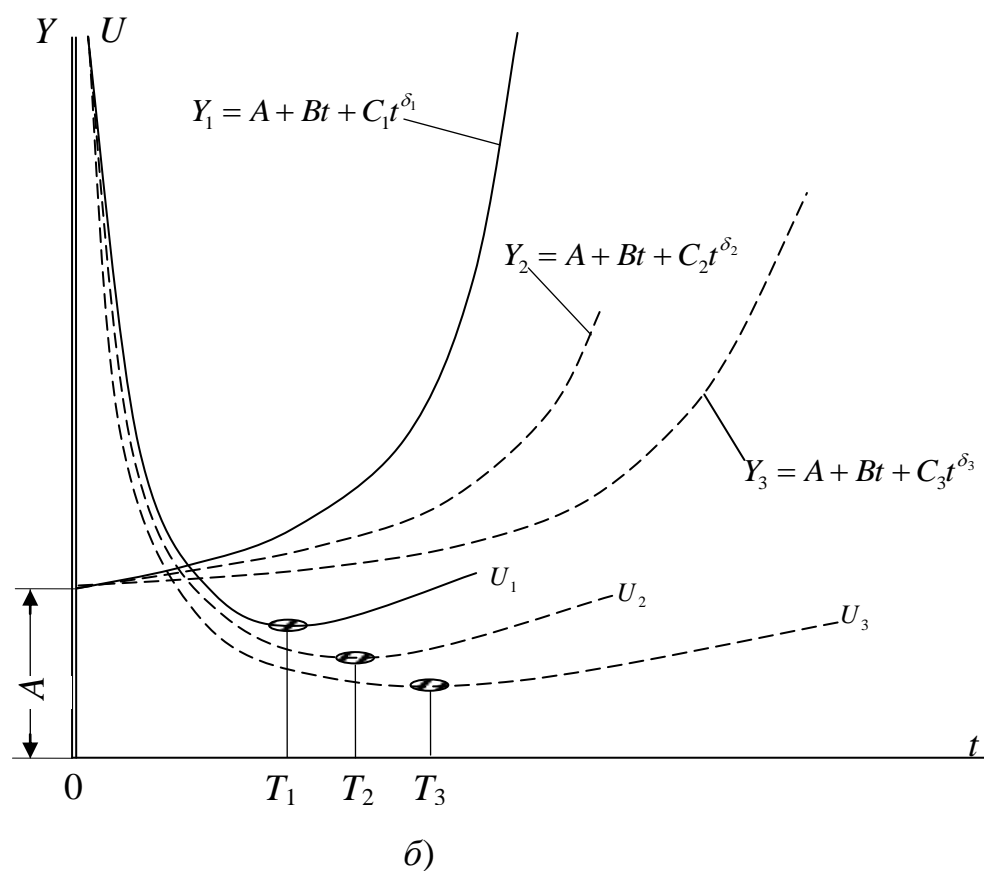
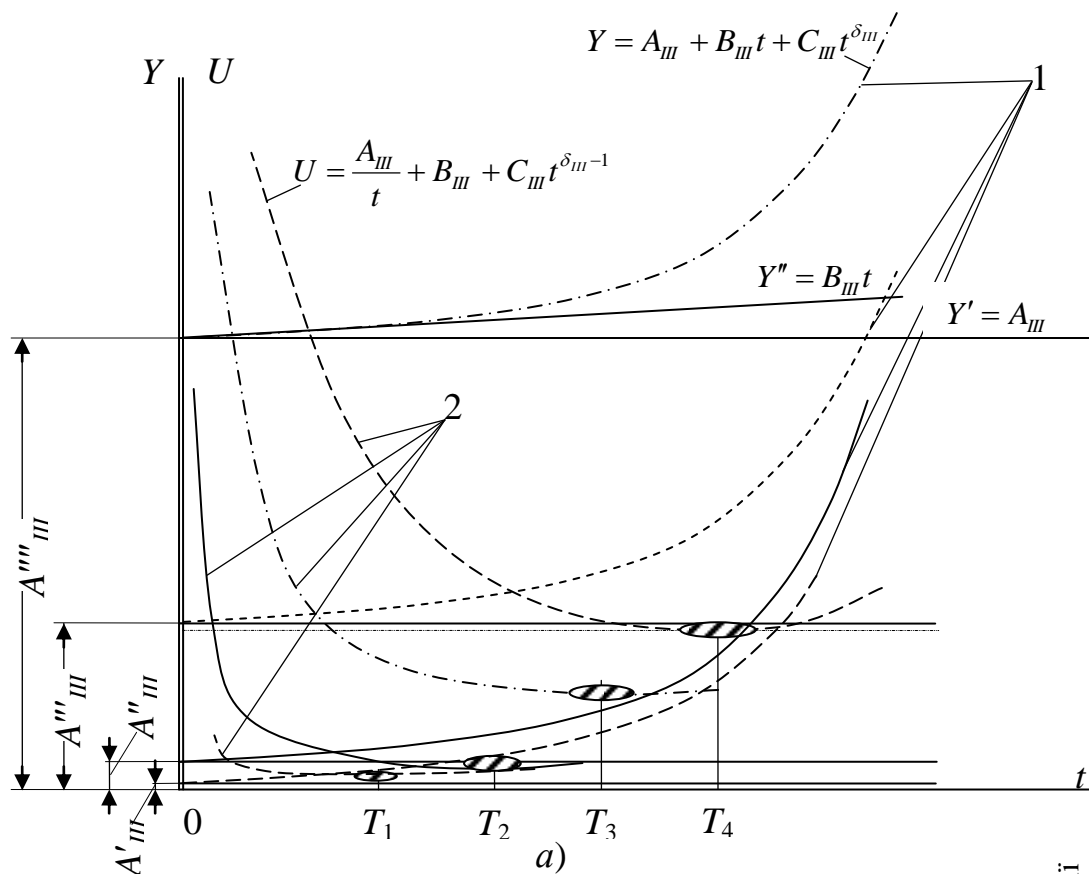


Рис. 2. Графіки сумарних питомих витрат і витрат від експлуатації пасажирського вагона по мірі його старіння:
 а – при однаковій інтенсивності зростання прогресуючих витрат і витрат; б – при різній інтенсивності зростання прогресуючих витрат і витрат; 1 – сумарні витрати і витрати; 2 – питомі витрати і витрати

3. Не порушуючи збігу графіка з допоміжною кривою, визначають на кресленні всі необхідні дані для складання повного рівняння сумарних витрат і втрат ($Y = A + Bt + ct^\delta$).

4. Виходячи з отриманих даних складають рівняння сумарних і питомих витрат і втрат і знаходять відповідні їм розв'язки щодо оптимального значення t .

Список літератури

1. Борзилов, І.Д. Оцінка параметрів витрат на ремонт вагона протягом його життєвого циклу [Текст] / І.Д. Борзилов // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2007. – Вип. 9. – С. 105-112.
2. Борзилов, І.Д. Наукові підходи до корегування існуючої системи технічного утримання вагонів за умов їх старіння [Текст] / І.Д. Борзилов // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 123. – С. 39–45.
3. Крашенінін, О.С. Обґрунтування оптимального терміну експлуатації тягового рухомого складу [Текст] / О.С. Крашенінін, Є.В. Щипак, С.А. Матвієнко, О.О. Шапатіна // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонДІЗТ, 2011. – Вип. 25. – С. 126-128.
4. Крашенінін, О.С. Визначення граничних термінів довговічності тягового рухомого складу [Текст] / О.С. Крашенінін, О.М. Обозний // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 122. – С. 134-140.

Ключові слова: пасажирський вагон, термін експлуатації, витрати і втрати, старіння.

Анотації

Запропоновано алгоритм аналітичного визначення оптимального терміну експлуатації пасажирського вагона на підставі розрахунку сумарних витрат і втрат під час експлуатації вагона і тривалості часу його використання.

Предложен алгоритм аналитического определения срока эксплуатации пассажирского вагона на основании расчета суммарных расходов и потерь во время эксплуатации вагона и продолжительности времени его использования.

The algorithm analytical determination term of exploitation passenger carriage is offered on the basis calculation total charges and losses during exploitation carriage and duration time his use.