

Flud L.O. Construction strength criterion for long wood

A synthesis of short-term strength criterion E.K. Ashkenazi long-term strength. The method of determining long-term strength tensor of orthotropic materials. It was used to set the functional dependence for calculating the tensor components, long-term strength of wood.

УДК 630.*36(100)

Асист. Н.В. Шевченко – НЛТУ України, м. Львів

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ МОДЕЛЮВАННЯ ПОСТУПАЛЬНОГО РУХУ ЛІСОВОЗНОГО АВТОМОБІЛЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ЙОГО ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ

Розглянуто результати моделювання поступального руху типовим маршрутом лісовозного автомобіля на I-V та на V передачах коробки передач. За результатами моделювання розв'язано часткові задачі багатокритеріальної оптимізації основних параметрів лісовозного автомобіля з різними наборами критеріїв та зроблено порівняльний аналіз результатів оптимізації.

Покращити тягово-швидкісні, паливно-економічні властивості чи транспортну продуктивність лісовозного автомобіля (ЛА), що є тягачем автопотяга, можна шляхом оптимального вибору його основних параметрів. За основні параметри автопотяга, які потрібно оптимізувати, прийнято: вантажність автопотяга m_Q і власну масу лісовозного автомобіля-тягача m ; максимальну теоретичну швидкість $V_{\max}$ автопотяга, що відповідає мінімальному загальному передатному числу $u_{mp \min}$; максимальну потужність $N_{e \max}$ і номінальну частоту обертання вала двигуна n_N .

Розглядаємо дві часткові задачі оптимізації для визначення цих параметрів за результатами моделювання розгону з місця автопотяга на I-V передачах та за результатами моделювання розгону до заданої швидкості на V передачі коробки передач, і з різними наборами критеріїв.

Отримати аналітичний опис критеріїв оптимізації можна шляхом математичного моделювання поступального руху, крутильних коливань у трансмісії та вертикальних коливань автомобіля з подальшою апроксимацією залежностей критеріїв з урахуванням параметрів автомобіля, дороги та водія. Прийнято один з ймовірних варіантів маршруту вивезення деревини на підприємствах лісового господарства, у якому усереднена частка доріг з асфальтовим покриттям становить 55 %, щебеневим – 35 %, ґрунтових – 10 % у загальному маршруті вивезення деревини автопотягами.

Для першої задачі багатокритеріальної оптимізації, беручи до уваги ДСТУ [1], взято такі критерії: $t_{roz \geq 60}$, с – час розгону до 60 км/год; t_{V_k} , с – час розгону до деякої кінцевої швидкості V_k ; G_{60c} , л/100 км – середня витрата пального за час розгону до $V=60$ км/год; G_{tk} , л/100 км – витрата пального на момент кінця розгону до V_k , км/год; G_{ck} , л/100 км – середня витрата пального за час розгону до V_k , км/год; W_{ck} , т·км/год – середня продуктивність для розгону до V_k км/год; W_{tk} , т·км/год – продуктивність на момент кінця розгону t_k , коли $V=V_k$ км/год; σ_{Mtr} , Н·м – середнє квадратичне відхилення динамічного крутного моменту у валах трансмісії, визначене для розгону тільки на V передачі.

За критерії оптимізації у другій задачі оптимізації прийнято: G_{100} – витрата пального, л/100 км; W – продуктивність лісового автопотяга, т·км/год;

V_{kA} – кінцева швидкість руху на дорозі з асфальтовим покриттям, км/год; V_{kS} – кінцева швидкість руху на дорозі зі щебеним покриттям, км/год; V_{kG} – кінцева швидкість руху на дорозі з ґрунтовим покриттям, км/год; $V_{сер}$ – середня швидкість руху за час розгону до 60 км/год.

Потреба у виборі кінцевих швидкостей руху на дорогах з різним покриттям за критерії оптимізації постала тому, що вивезення деревини відбувається дорогами різних типів, умови руху на яких істотно відрізняються.

Допустимі межі зміни кожного з оптимізованих параметрів вибирали так, щоб відмінність їх від параметрів серійних автомобілів не перевищувала 20-30 %. Числові експерименти моделювання поступального руху автопотяга проведено за допомогою розроблених проф. Б.В. Біликом та Н.В. Шевченко в програмному середовищі Delphi комп'ютерних програм "AnRoz6×6 V60-5KL-Asf-S-G" та "AnRozh6×6-Vp5" на підставі розрахункової та математичної моделей процесу розгону лісовозного автопотяга. Оптимізаційні розрахунки проведено за допомогою програм "OPT-AnRozh 6×6-5Kl" та "OPT-AnRozh6×6-Vp5", які розробив автор у програмному середовищі Algo.

Результати моделювання розгону автопотяга з місця до швидкості $V=60$ км/год з різними двигунами і різним рейсовим навантаженням показали, що для автопотягів з однаковими питомими потужностями показники розгону не так залежать від максимальної потужності $N_{e\max}$ двигуна, як від питомої потужності автопотяга N_{num} , максимальної теоретичної швидкості V_{max} та номінальної частоти обертання вала двигуна n_N . Зміна передатних чисел коробки передач (за умови, що $u_{mp\min}$ відповідає V_{max}) на показники розгону практично не впливає.

Аналіз отриманих залежностей показав, що зменшення V_{max} від 80 км/год до 60 призводить до зростання часу розгону приблизно на 19-35 % та середньої витрати пального під час розгону $G_{сер}$ на 14-18 % (залежно від N_{num}). Зі збільшенням V_{max} витрата пального на одиницю транспортної роботи зменшується на 3-10 %, однак, коли $V_{max} < 65$ км/год g_{mp} різко зростає на 11-12 %. Зі зміною N_{num} витрати пального на одиницю транспортної роботи g_{mp} змінюється незначно (± 3 %), однак для $V_{max} < 65$ км/год зростає до 10-12 %.

Для $V_{max}=70-85$ км/год та коли мала питома потужність N_{num} , розгін до 60 км/год неможливий. Для цього діапазону швидкостей розгін неможливий також коли $m_Q > 13$ т на щебеневій дорозі та для діапазону $V_{max}=75-85$ км/год та $m_Q > 13$ т на дорозі з асфальтовим покриттям.

Результати моделювання на ПК руху автопотяга на V передачі стали підставою, щоб стверджувати, що максимальній продуктивності P відповідають значення теоретичної швидкості V_{max} у межах 72-77 км/год [3]. Середня швидкість $V_{сер}$ та продуктивність набувають свого максимального значення за умови, що $N_{e\max}$ знаходиться в діапазоні 175-185 кВт. Зі збільшенням рейсового навантаження m_Q $V_{сер}$ спадає, однак зростає продуктивність P . Коли $m_Q > 17$ т, то $V_{сер}$ є максимальним для $V_{max} < 80$ км/год ($u_{mp\min} > 6,3$ при $n_N = 2200$ об/хв).

Результати моделювання істотно відрізняються залежно від покриття дороги. На ґрунтовій дорозі, порівняно з асфальтованою, зростає інтенсивність коливань моментів на валах трансмісії M_{tr} та карданному валу $M_{кард}$, а витрата

пального G у л/100км збільшується майже вдвічі, тому оптимізуючи параметри автомобіля треба скласти типовий для лісових підприємств маршрут, що охоплюватиме ділянки доріг, умови руху на яких істотно відрізняються.

Обидві часткові задачі оптимізації актуальні, бо за критерії у них взято показники динамічності, продуктивності, витрати пального. Характерною ознакою для цих двох задач є те, що показники динамічних якостей будуть кращими, коли витрата пального буде якомога меншою, а продуктивність якомога більшою. Згідно зі системним підходом, у математичних моделях поступального руху лісовозних автопотягів використано коефіцієнти, обмеження, залежності тощо, які описують властивості самого автопотяга, дороги і водія.

Отримані за першим набором критеріїв оптимальні значення основних параметрів лісовозних автомобілів 5-го класу го (з повною масою в діапазоні 8-16 т) неістотно відрізняються від параметрів за другим набором критеріїв. А саме, різниця між значеннями $N_{e \max}$ становить $< 1,1 \%$, між $n_N - < 1,8 \%$, між $V_{\max} - 3,4 \%$, лише вантажність m_Q у цих задачах різниться на $14,2 \%$. Тобто обидва набори критеріїв можна використовувати у задачах оптимізації основних параметрів лісовозних автопотягів.

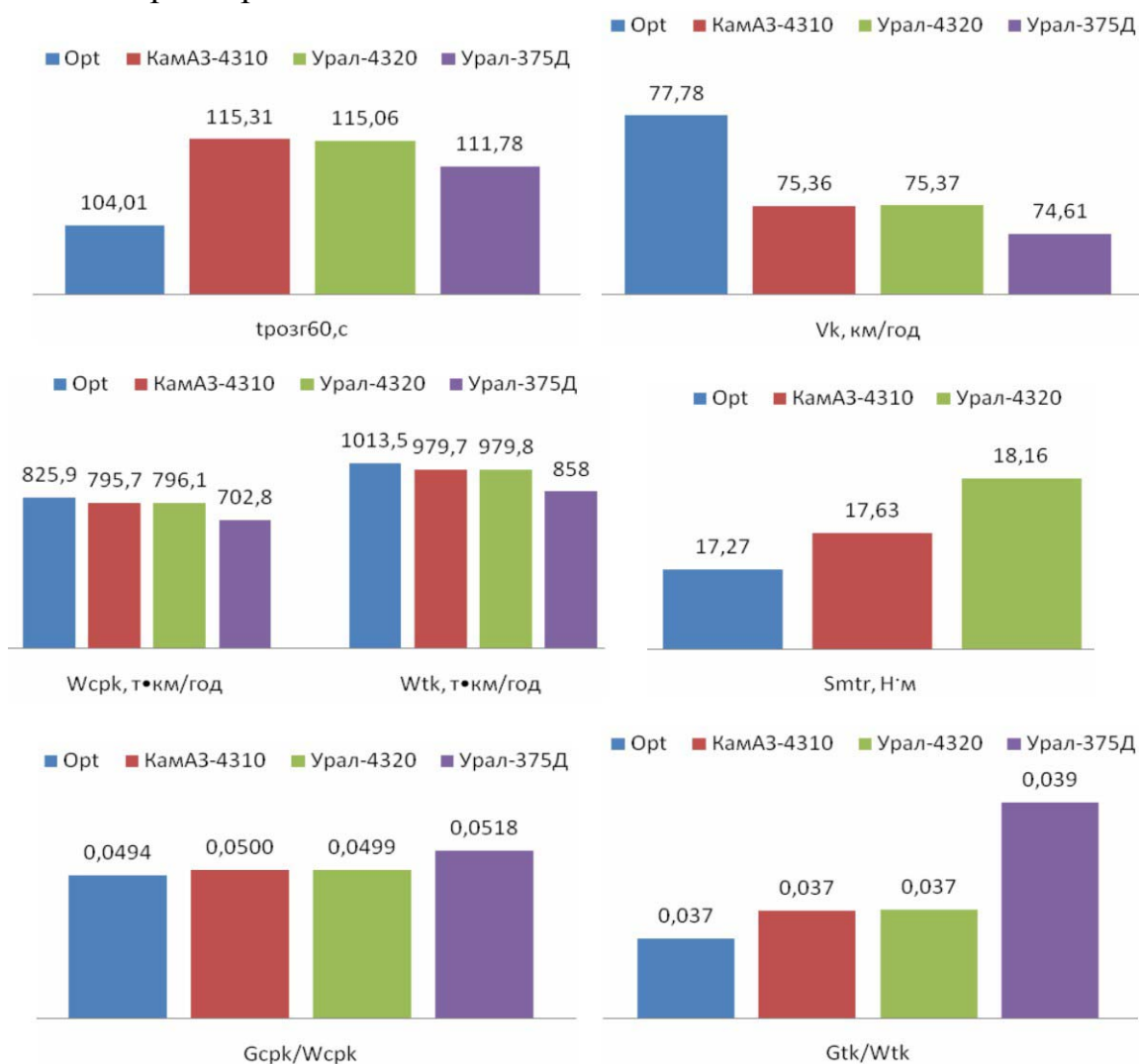


Рис. 1. Значення показників динамічності, продуктивності та витрати пального на дорозі з асфальтованим покриттям для автомобіля 5-го класу з оптимальними параметрами та серійних

Для перевірки адекватності знайдених оптимальних параметрів параметрам існуючих автомобілів, тягачів автопотягів, зроблено порівняльний аналіз. На рис. 1 наведено числові значення показників динамічності, продуктивності та витрати пального, що є критеріями оптимізації, для автопотяга з визначеними оптимальними параметрами та для існуючих автомобілів 5-го класу КамАЗ-4310, Урал-4320, Урал-375Д під час руху дорогою з асфальтовим покриттям на 5-й передачі КП. Оскільки показники витрати пального для автомобіля з оптимальними параметрами є дещо гіршими за ті ж показники для серійних машин, а показники продуктивності – навпаки є вищими, то доцільно ввести ще такі критерії, як годинні витрати пального, віднесені до одиниці транспортної роботи G_{ck}/W_{ck} та G_{tk}/W_{tk} , які, як видно з рис. 1, є на 1-5 % в автомобіля з оптимальними параметрами, кращими, ніж у серійних автомобілів.

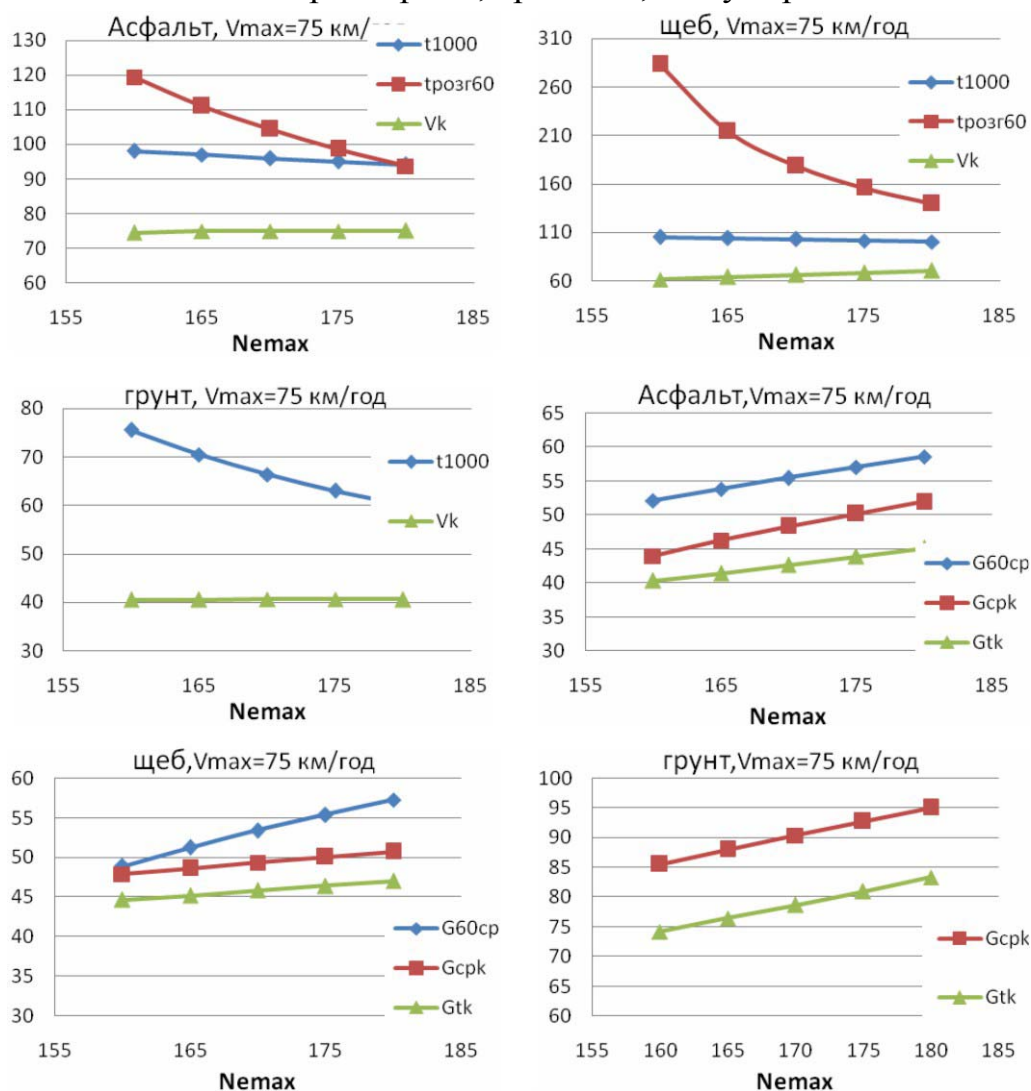


Рис. 2. Вплив максимальної потужності на показники динамічності, продуктивності та паливної економичності ($n_N=2400$ об/хв, $V_{max}=75$ км/год)

Результати такого порівняльного аналізу дають змогу зробити такі висновки: якщо за визначальні (пріоритетні) критерії брати продуктивність, час розгону та кінцеву швидкість руху, середнє квадратичне відхилення динамічного крутного моменту у валах трансмісії, то критерії є однозначно кращими, ніж в існуючих автомобілів цього класу (продуктивність на 3-15 %, час розгону до 60 км/год на 7-11 %, кінцева швидкість на 3-4 %, σ_{Mtr} на 2-

6 %); витрата пального є дещо більшою, ніж у машин-аналогів (на 2,5-10,9 %), проте на 1-5 % є кращими такі критерії як G_{ck}/W_{ck} та G_{tk}/W_{tk} .

Проведено аналіз впливу оптимальних параметрів ЛА як на показники динамічності, продуктивності та паливної економічності, що увійшли у задачі оптимізації, так і на ті, які не взято за критерії оптимізації (рис. 2).

З рис. 2 наочно видно потребу в багатокритеріальній оптимізації і знаходженні компромісу між критеріями, бо, наприклад, збільшення максимальної потужності двигуна N_{emax} підвищує витрату пального, але покращує динамічні властивості автомобіля. З рис. 2 також видно недоцільність у такому критерії, як час розгону на ділянці шляху 1000 м t_{1000} (особливо для доріг з асфальтовим і щебеневим покриттям), та V_k кінцева швидкість руху, а серед трьох показників паливної економічності можна взяти за критерії лише один, наприклад G_{60cp} середню витрату пального за час розгону до $V=60$ км/год.

Змінюючи типовий маршрут, вантажність автомобіля-тягача та вагові коефіцієнти критеріїв (пріоритети), з допомогою розроблених імітаційних моделей можна вибрати оптимальні параметри автопотягів того чи іншого класу.

На підставі аналізу результатів моделювання та оптимізації основних параметрів лісовозного автомобіля можна зробити такі висновки: для вибору оптимальних параметрів автомобіля однозначно варто використовувати розроблену автором методику багатокритеріальної оптимізації [2, 3]; суперечливий характер критеріїв оптимізації, коли одні зростають, а інші спадають, вимагає обґрунтування та введення нових критеріїв на етапі аналізу результатів оптимізації.

Література

1. ДСТУ 2942-94. Автотранспортні засоби. Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність. Терміни та позначення.
2. Шевченко Н.В. Методика вибору оптимальних параметрів двигуна та механічної трансмісії лісовозного автомобіля / Н.В. Шевченко // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.7. – 308 с.
3. Білик Б.В. Аспекти системного підходу в процесі вибору параметрів лісовозного автомобіля / Б.В. Білик // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 6. – С. 159-161.

Шевченко Н.В. Анализ результатов моделирования поступательного движения лесовозного автомобиля и оптимизации его основных параметров

Рассмотрены результаты моделирования поступательного движения типичным маршрутом лесовозного автомобиля на I-V и на V передачах коробки передач. По результатам моделирования развязаны частичные задачи многокритериальной оптимизации основных параметров лесовозного автомобиля с разными наборами критериев и сделан сравнительный анализ результатов оптимизации.

Schevchenko N.V. Study results of modeling the momentum of forest car and optimization of the basic parameters

The results simulation of translational motion typical of forest route and car I-V-and V-and on and gearbox. As a result of the partial simulation solved the problem of multicriteria optimization of key parameters of forest car with a different set of criteria and a comparative analysis of optimization.