УДК 629.113/.115; 534.836.2; 621.43.65

© **Федоров В. В.**, к.т.н., доцент;
© **Яновський В. В.**, к.т.н., доцент;
© **Ященко Д. М.**, к.т.н., доцент (НТУ)

ОДНОКАМЕРНИЙ РЕАКТИВНИЙ ГЛУШНИК ШУМУ ЗІ ЗМІННОЮ ЧАСТОТНОЮ ХАРАКТЕРИСТИКОЮ

Анотація. *З шумом відпрацьованих газів борються за допомогою глушників шуму, зокрема й реактивних. За величиною акустичної ефективності реактивні глушники поступаються лише резонансним, але при цьому мають порівняно з останніми значно ширший частотний діапазон. Але нерідко і його замало. Враховуючи специфіку спектру шуму ДВЗ, розроблений однокамерний реактивний глушник, який має змогу автоматично змінювати свою частотну характеристику залежно від зміни частоти обертання колінчастого валу двигуна.*

Ключові слова: *автомобіль, двигун внутрішнього згорання, відпрацьовані гази, шум, джерело шуму, акустична ефективність, шумоглушіння, реактивний глушник, резонансний глушник.*

Аннотация. *С шумом отработанных газов борються с помощью глушителей шума, в том числе и реактивних. По величине акустической эффективности реактивные глушители уступают только резонансным, но при этом имеют сравнительно с последними более широкий частотный диапазон. Но нередко и его не достаточно. Учиитывая специфику спектра шума ДВС, разработан однокамерный реактивный глушитель, который дает возможность автоматически менять свою частотную характеристику в зависимости от изменения частоты вращения коленчастого вала двигателя.*

Ключевые слова: *автомобиль, двигатель внутреннего сгорания, отработавшие газы, шум, источник шума, акустическая эфективность, шумоглушение, реактивный глушитель, резонансный глушитель.*

Abstract. *Silencers, including reactive ones, are used to compensate engine exhaust gases noise. The acoustic performance of reactive silencers concedes only to resonant ones. Although they have much wider frequency range. But often even this frequency range is not enough. Given the specificity of ICE noise spectrum, a single-chamber reactive silencer was developed. It can automatically change its frequency response depending on the rotation speed of the engine's crankshaft.*

Keywords: *vehicle, internal combustion engine, exhaust, exhaust gases, noise, noise source, acoustic efficiency, soundproofing, reactive silencer, resonant silencer.*

ВСТУП

Автомобільний транспорт має велике значення для народного господарства України. Проте йому притаманний і значний недолік – шум. Враховуючи той факт, що за останнє десятиліття в Україні відчутно зросла кількість автомобілів та щільність транспортних потоків, проблема шумового забруднення дедалі стає все більш актуальною. Особливо гострою вона є у містах. Тривала дія шуму викликає незворотну втрату слуху (туговухість), згубно впливає на нервову систему, шлунково-кишковий тракт, психіку людини, знижує гостроту зору, порушує діяльність серцево-судинної системи, знижує продуктивність праці, створює небезпеку нещасних випадків через невиразність звукових сигналів та нерозуміння усної мови. Тому боротьба з шумом автомобілів є нагальним питанням. Один зі способів зниження автомобільного шуму – підвищення акустичної ефективності глушників шуму відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згорання.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

На сучасних автомобілях використовуються різноманітні глушники шуму відпрацьованих газів. Досить часто застосовують комбінацію з двох глушників, причому один із них створений на базі реактивного глушника.

Реактивні глушники здобули широку популярність завдяки двом своїм характеристикам: по-перше, порівняно високій акустичній ефек-

тивності; по-друге, у широкому діапазоні частот. Хоча, як показує практика, і такого діапазону буває замало.

Нами розроблений реактивний глушник, що не має недоліку, про який було згадано вище. Його довжина є допустимою за достатньо високої акустичної ефективності. Принциповою відмінністю від сучасних реактивних глушників є можливість змінювати габаритну довжину, а отже, й ефективну частотну смугу.

Розроблений реактивний глушник має такі основні складові *(рис. 1)*: вхідний *1* та вихідний *6* патрубки, порожнина глушника *2*, поршень *3*, рухома вихлопна труба *4*, механізм приводу *5* рухомої вихлопної труби. Відмінністю від загально прийнятих глушників реактивного типу є те, що розроблений нами глушник має задню стінку у вигляді поршня. Ця стінка (поршень *2*), рухаючись за допомогою механізму приводу *5,* змінює робочу довжину глушника. Через поршень *2* проходить вихлопна труба, тим самим забезпечує роботу глушника. При цьому робоча довжина глушника може змінюватись від мінімального значення l_{kmin} до максимального l_{kmax} (*рис. 2)*. Такий рух задньої стінки керується блоком керування (*на рис. 1* не показаний).

Частотна характеристика розробленого реактивного глушника шуму відпрацьованих газів ДВЗ наведена на *рис. 3.*

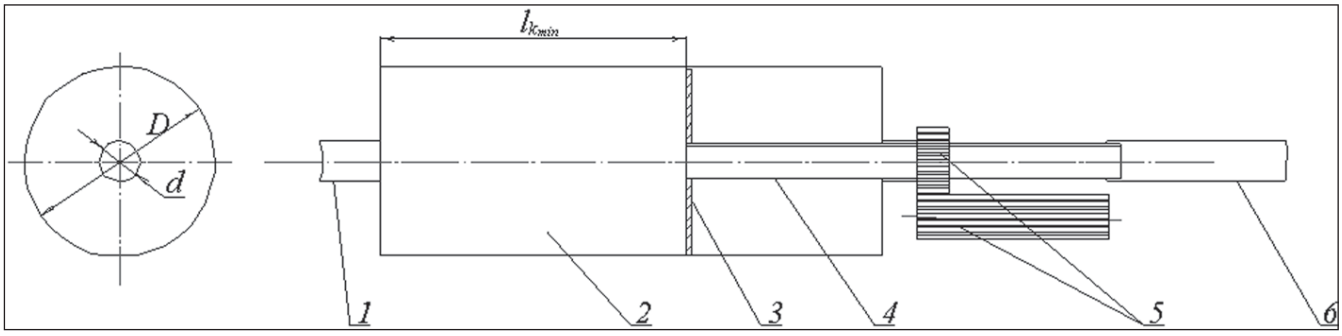

Рис. 1. ***Розроблений реактивний глушник шуму відпрацьованих газів ДВЗ*** *(мінімальна робоча довжина): 1, 6 – вхідний та вихідний патрубки відповідно; 2 – порожнина глушника; 3 – поршень; 4 – рухома вихлопна труба; 5 – механізм приводу рухомої вихлопної труби*

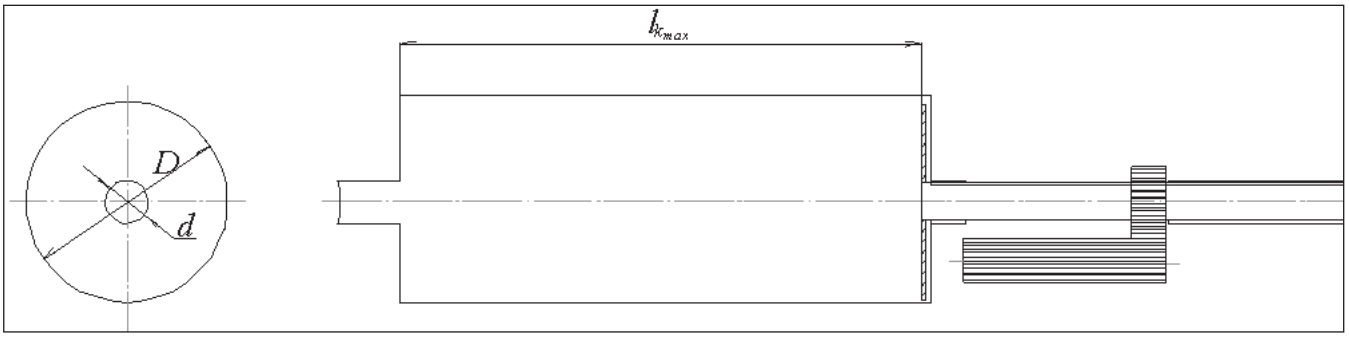

Рис. 2. ***Розроблений реактивний глушник шуму відпрацьованих газів ДВЗ*** *(максимальна робоча довжина)*

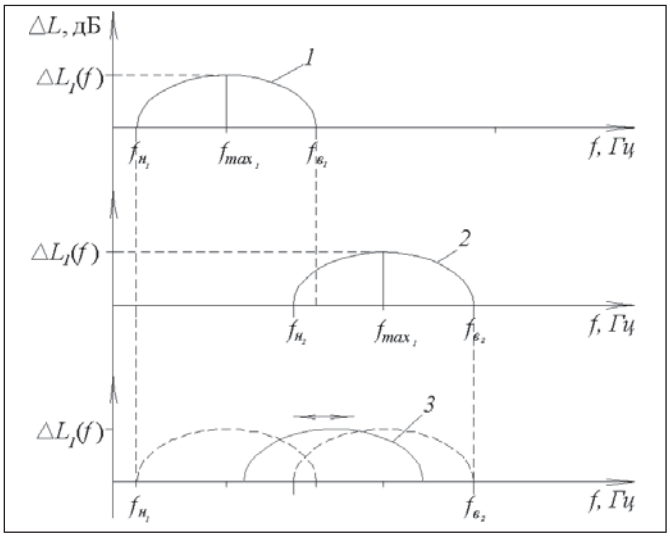

Рис. 3. ***Частотна характеристика розробленого реактивного глушника шуму відпрацьованих газів ДВЗ:***
1 – за мінімальної робочої довжини глушника l_{kmin};
2 – за максимальної робочої довжини глушника l_{kmax};
3 – частотна характеристика в процесі переміщення поршня

Розрахунок розробленого нами глушника має два етапи:

- розрахунок частотного діапазону дії глушника;
- розрахунок акустичної ефективності глушника.

1. Розрахунок частотного діапазону дії глушника

Зниження рівня шуму однокамерним глушником для першої гармоніки може бути визначене *за формулою [1]*:

$$\triangle L = 101\ g\left[1+\frac{(m-1/m)^2}{4}\sin^2 kl_k\right], \qquad (1)$$

де $m = \frac{S_{гл}}{S_{вихл}}$ – коефіцієнт розширення ($S_{гл}$– площа поперечного перерізу глушника, м^2;

$S_{вихл}$– площа поперечного перерізу вхідного патрубка);

$k = \frac{2\pi f}{c}$ – хвильове число, де f– частота випромінюваного шуму у відпрацьованих газах, Гц,

c – швидкість звуку в середовищі;

l_k– довжина камери розширення глушника, м.

Максимум акустичної ефективності глушника шуму настає *(див. фор-лу (1))* за частоти f_{max}:

$$\sin kl_k = 1 \Rightarrow kl_k = \frac{\pi}{2} + n\pi \Rightarrow \frac{2\pi f_{max}}{c} l_k =$$

$$= \frac{\pi}{2} + n\pi \Rightarrow f_{max} = \frac{1}{4}(\pi + 2n)\frac{c}{l_k}, \qquad (2)$$

де n = 0, 1, 2, 3 ... *N*.

Аналогічно, згідно з (1) мінімум акустичної ефективності глушника шуму настає за умови, що частоти $f_{min\,н}$ і $f_{min\,в}$ (для одного періоду):

$$\sin_{kl} = 0 \Rightarrow kl_k = 0 + n\pi \Rightarrow \frac{2\pi f_{min}}{c} l_k =$$

$$= n\pi \Rightarrow f_{min} = \frac{n}{2}\frac{c}{l_k}, \qquad (3)$$

Для $f_{min\,н}$ $n = 1$, тоді:

$$f_{min\,н} = \frac{1}{2}\frac{c}{l_k}, \qquad (4)$$

Для $f_{min\,в}$ $n = 2$, тоді:

$$f_{min\,в} = \frac{c}{l_k}, \qquad (5)$$

Частота, за якої мінімальна (теоретично дорівнює нулю) ефективність глушника, на *рис. 3* позначена як $f_{н1}$ та $f_{в1}$ ($f_{н2}$ та $f_{в1}$), оскільки такі позначення показують нижню та верхню межі частотного діапазону глушника.

Зробимо розрахунки для мінімальної та максимальної робочої довжин реактивного глушника.

Нехай мінімальна довжина глушника буде 0,5 м, а максимальна – 0,8 м: l_{kmin} = 0,5 м; l_{kmax} = 0,8 м.

Спочатку зробимо розрахунки для глушника з мінімальною довжиною робочої частини 0,5 м.

Згідно з *(4)* маємо:

$$f_{н\,0,5} = \frac{1}{2}\frac{c}{l_k} = \frac{1}{2}\frac{400}{0,5} = 400\ Гц.$$

Згідно з *(5)* маємо:

$$f_{в\,0,5} = \frac{c}{l_k} = \frac{400}{0,5} = 800\ Гц.$$

Згідно з *(2)* знаходимо частоту, при якій настає максимальна ефективність глушника:

$$f_{max\,0,5} = \frac{1}{4}(1+2n)\frac{c}{l_k} = \frac{3}{4}\frac{400}{0,5} = 600\ Гц.$$

Аналогічно зробимо розрахунки для глушника з довжиною робочої частини 0,8 м (l_{kmax} = 0,8 м).

Згідно з *(4)* маємо:

$$f_{н\,0,8} = \frac{1}{2}\frac{c}{l_k} = \frac{1}{2}\frac{400}{0,8} = 250\ Гц.$$

Згідно з *(5)* маємо:

$$f_{в\,0,8} = \frac{c}{l_k} = \frac{400}{0,8} = 500\ Гц.$$

Згідно з *(2)* знаходимо частоту, за якої настає максимальна ефективність глушника:

$$f_{max\,0,8} = \frac{1}{4}(1+2n)\frac{c}{l_k} = \frac{3}{4}\frac{400}{0,8} = 375\ Гц.$$

2. Розрахунок ефективності розробленого глушника шуму

Насамперед знаходимо значення *m (фор-ла (1))*. При цьому приймаємо: діаметр глушника *D* = 0,3 м, діаметр вхідного патрубка *d* = 0,06 м.

$$m = \frac{S_{гл}}{S_{вихл}} = \frac{D^2}{d^2} = \frac{0,3^2}{0,06^2} = 25.$$

Тоді маємо:

$$\triangle L_1 = 101\ g\left[1+\frac{\left(25-\frac{1}{}\right)^2}{4}\right] = 21,95 \approx 22\ дБ$$

З урахуванням вищенаведених розрахунків графік ефективності розробленого глушника *(рис. 3)* прийме конкретний вид *(рис. 4)*.

Ескіз розробленого реактивного глушника наведено на *рис. 5.*

Конструкцію розробленого реактивного глушника наведено на *рис. 6.*

Ця конструкція глушника була розроблена для автомобіля КрАЗ 5233НЕ «Шрек», багатоцільового броньованого автомобіля високої прохідності класу MPV (Mine Protected Vehicle) [2]. Він призначений для виконання завдань з оперативного транспортування особового складу, а

також вантажів та устаткування різного призначення *(рис. 7)*.

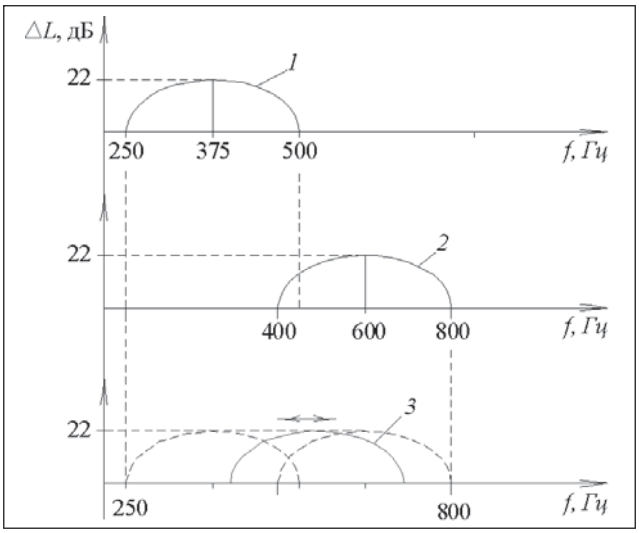

Рис. 4. ***Частотна характеристика розробленого реактивного глушника шуму відпрацьованих газів ДВЗ (діаметр глушника, діаметр вхідного патрубка):***
1 – за мінімальної робочої довжини глушника;
2 – за максимальної робочої довжини глушника;
3 – частотна характеристика глушника в процесі переміщення поршня

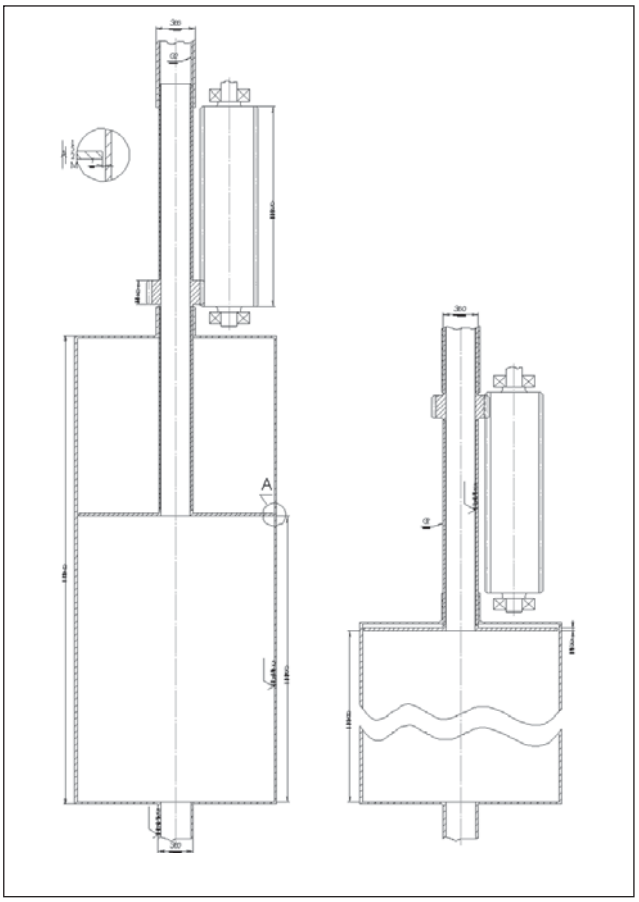

Рис. 6. ***Збірне креслення розробленого однокамерного реактивного глушника шуму відпрацьованих зазів ДВЗ***

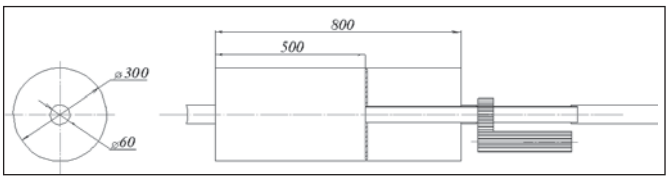

Рис. 5. ***Розроблений реактивний глушник шуму відпрацьованих газів ДВЗ***

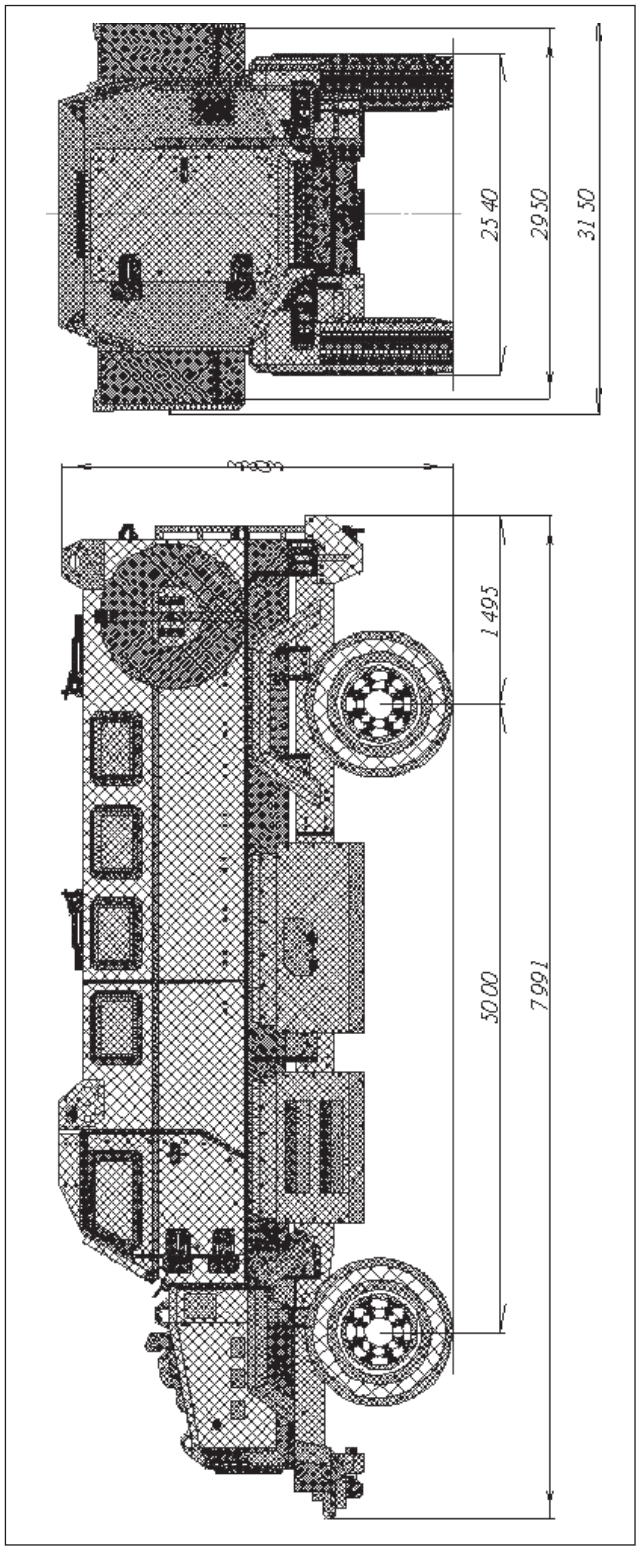

Рис. 7. ***Бронеавтомобіль КрАЗ 5233НЕ «Шрек»***

ВИСНОВКИ

Розроблений нами глушник має ефективність 22 дБ та частотний діапазон від 250 до 800 Гц. Такий широкий частотний діапазон за високої акустичної ефективності досягається за рахунок специфічної конструкції розробленого глушника: можливості змінювати робочу довжину глушника. Ця зміна відбувається синхронно зі зміною частоти обертання двигуна. Процес роботи глушника контролюється обчислювальною технікою. Завдяки такому глушнику можна значно знизити зовнішній шум автомобілів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Контроль шума в промышленности. Предупреждение, снижение и контроль промышленного шума в Англии. Под ред. Дж. Д. Вебба. Пер. с англ. под ред. канд. техн. наук Боголепова И.И. – Л.: Судостроение, 1981. – 312 с.
2. http://www.autokraz.com.ua/downloads/products/mil/armored/shrek.pdf.

УДК 629.3.016

© **Черняк Р. Е.** (ПрАТ «АвтоКрАЗ»)
© **Дунь С.В.,** канд. техн. наук (ПрАТ «АвтоКрАЗ»)
© **Павленко О.В.,** канд. техн. наук, доцент (КрНУ ім. М.Остроградського)

ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛІВ-САМОСКИДІВ КРАЗ ВЕЛИКОЇ ВАНТАЖНОСТІ

Анотація. *Проведено аналіз техніко-економічних показників автомобілів-самоскидів КрАЗ за результатами експлуатаційних випробувань та порівняно з аналогами. Обґрунтовано ефективність використання автомобілів-самоскидів КрАЗ у кар'єрах та в інших важких умовах експлуатації.*

Ключові слова: *автомобіль-самоскид, продуктивність автомобіля, техніко-економічні показники автомобіля.*

Аннотация. *Проведен анализ технико-экономических показателей автомобилей-самосвалов КрАЗ по результатам эксплуатационных испытаний и в сравнении с аналогами. Обоснована эффективность использования автомобилей-самосвалов КрАЗ в карьерах и других тяжелых условиях эксплуатации.*

Ключевые слова: *автомобиль-самосвал, продуктивность автомобиля, технико-экономические показатели автомобиля.*

Abstract. *The analysis of the technical and economic indicators dump trucks KrAZ the results of operational tests and compared to counterparts. The efficiency of the use of dump trucks KrAZ in quarries and other difficult conditions.*

Keywords: *dump truck, truck performance, technical and economic performance of the truck.*

ВСТУП

Розвиток автомобілебудування, зокрема вантажного, значною мірою визначає науково-технічний потенціал країни. Виробництво автомобілів створює робочі місця як в автомобілебудівній галузі, так і в суміжних галузях, що забезпечують виробництво необхідних матеріалів, заготівок, комплектуючих виробів тощо.