

ЗАСТОСУВАННЯ ТРВЗ У ПРОЦЕСІ ПРЕКТУВАННЯ МАЛОВАНТАЖНИХ КОМУНАЛЬНИХ АВТОМОБІЛІВ ЗІ ЗМІННИМИ КУЗОВАМИ

ТзОВ "Науково-технічний центр "Автополіпром"

Анотація

На основі застосування теорії рішення винахідницьких задач розроблена інноваційна компоувальна схема для створення маловантажних комунальних автомобілів зі змінними кузовами та робочими механізмами різного функціонального призначення. Визначені основні протиріччя, пов'язані з необхідністю забезпечення заміни кузовів, навантаження-розвантаження вантажів та приводу самоскидних кузовів і робочих механізмів. Наведені варіанти усунення основних протиріч у процесі компоування базового шасі.

Ключові слова: теорія рішення винахідницьких задач, маловантажний комунальний автомобіль, система заміни кузовів, коефіцієнт ефективності інноваційних рішень.

Abstract

Based on the application of the theory of solving inventive problems, an innovative assembly scheme was developed for the creation of light-duty utility vehicles with interchangeable bodies of various functional purposes. The main contradictions related to the need to ensure the replacement of bodies, the loading and unloading of goods and the drive of tipper bodies have been identified. Options for eliminating the main contradictions in the process of designing the basic chassis are given.

Keywords: theory of solving inventive problems, light-duty utility vehicle, body replacement system, coefficient of efficiency of innovative solutions.

Вступ

У багатьох галузях промисловості та суспільного життя доволі широко застосовуються автомобілі транспортно-технологічного призначення (ТТП), до яких, зокрема, належать комунальні автомобілі категорії N1, повна конструктивна маса яких не перевищує 3500 кг.

На початковому етапі проведення дослідного-конструкторських робіт (ДКР) зі створення і організації дрібносерійного виробництва таких автомобілів були сформовані наступні технічні вимоги:

- автомобілі повинні забезпечувати експлуатацію у якості автомобілів загального користування або автомобілів спеціального та спеціалізованого призначення за умов:

- обладнання їх кузовами різних типів;
- застосування різних навісних робочих механізмів – спереду та/або позаду;
- застосування системи швидкої заміни кузовів відповідного призначення.

З позицій теорії рішення винахідницьких задач (ТРВЗ) [1], основним завданням на етапі розроблення ескізних пропозицій (ЕП) щодо створення конкурентоспроможних конструкцій автомобілів ТТП, зокрема, комунального призначення, являються:

- визначення головної функції проектованої системи об'єктів виробництва та її позитивних і негативних функцій;

- формулювання ідеального кінцевого результату (ІКР);
- визначення технічних протиріч (суперечностей);

- розроблення концепцій формування системи проектування та функціонування автомобілів ТТП різного призначення;

- розроблення компоувальних схем автомобілів ТТП, які забезпечують досягнення зазначеного ІКР.

На етапі вибору розроблених компоувальних схем повинен виконуватися процес верифікації, який полягає:

- у виборі того варіанту, який максимально повно усуває відповідні протиріччя та у найбільшій степені відповідає ІКР;

- визначення напрямків робіт, пов'язаних з патентуванням результатів виконання ДКР на винаходи або, принаймні, на корисні моделі.

Результати дослідження

Головною функцією будь-якого автомобіля ТП у залежності від основного призначення являється:

- для автомобілів загального призначення – перевезення вантажів різних видів, окрім рідких та газоподібних;
- для автомобілів спеціалізованого призначення – перевезення вантажів тільки певних видів, наприклад, рідин;
- для автомобілів спеціального призначення – виконання різноманітних, переважно не транспортних робіт.

На основі визначених головних функцій автомобілів ТП ідеальний кінцевий результат передбачає застосування системи з кількох різних комплектувальних виробів, до яких, у мінімальному наборі, належать (рис. 1):

- основний виріб – базове автомобільне шасі з кабіною без будь-яких додаткових елементів та систем, достатнє для виробництва на його базі, наприклад, автомобілів з бортовим кузовом, з кузовом-фургоном промислового призначення або ізотермічним кузовом-фургоном;
- додаткові вироби і робочі системи базового автомобільного шасі з кабіною:
 - гідравлічна система приводу робочих механізмів, наприклад, насосної станції для заповнення кузовів-цистерн тощо;
 - гідравлічний телескопічний силовий циліндр;
 - пристрій відповідного розміщення (передній та/або задній) для навішування різноманітних робочих механізмів.

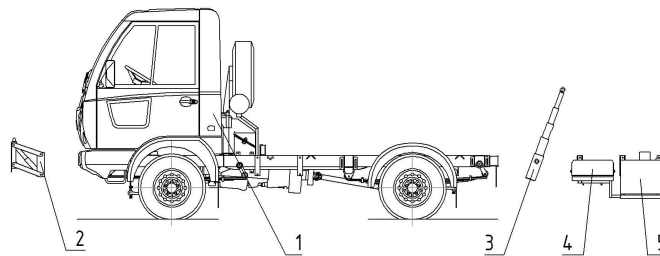


Рис. 1. Початкова компоновальна схема базового шасі та додаткових комплектувальних виробів автомобілів ТП: 1 – базове автомобільне шасі з кабіною; 2 – передній пристрій з гідравлічним циліндром для кріплення робочих механізмів; 3 – силовий телескопічний гідравлічний циліндр; 4 і 5 – складові частини гідравлічної системи приводу робочих механізмів, відповідно, блок акумуляторних батарей і бак для робочої рідини з вбудованим гідравлічним насосом

На основі застосування тільки базового шасі з кабіною можливе створення автомобілів загального призначення з бортовим кузовом (рис. 2а) та автомобілів спеціалізованого призначення, наприклад, з ізотермічним кузовом-фургоном, або спеціального призначення, наприклад, автомобілів швидкої медичної допомоги (рис. 2б), які не потребують застосування додаткових комплектувальних виробів.

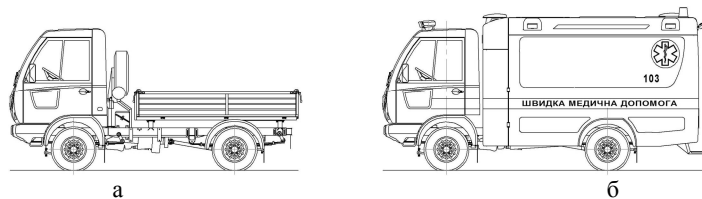


Рис. 2. Автомобілі загального (а) та спеціального (б) призначення, створені на основі початкової компоновальної схеми автомобілів ТП із застосуванням тільки базового шасі

На основі застосування базового шасі з кабіною та додаткової системи гідравлічного приводу робочих механізмів можливе створення автомобілів спеціалізованого призначення, наприклад, обладнаних самоскидним кузовом (рис. 3а). За умови застосування ще одного комплектувального виробу – пристрою для навіски робочих механізмів, можливе створення автомобілів спеціального призначення, наприклад, для прибирання скверів і парків від опалого листя, обладнаних фронтальною щіткою (рис. 3б).

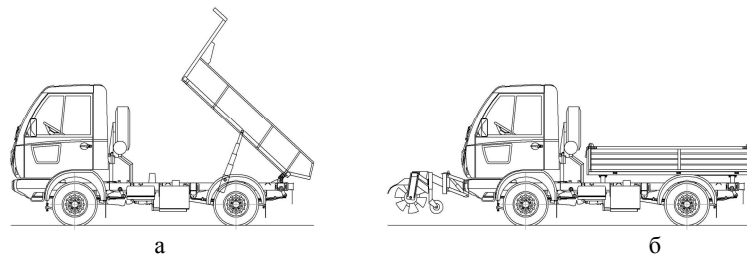


Рис. 3. Автомобілі спеціалізованого (а) та спеціального (б) призначення, створені на основі початкової компоновальної схеми автомобілів ТТП із застосуванням базового шасі, системи гідроприводу робочих механізмів і, додатково, силового гідроциліндра (а) або навісного пристрою (б)

Проте, з огляду на різне головне функціональне призначення кожної групи автомобілів ТТП можна сформулювати ряд відповідних протиріч, яким початкова компоновальна схема базового шасі та додаткових комплектувальних виробів не повністю відповідає, зокрема:

- з огляду на головну функцію автомобілів загального призначення вони повинні мати якомога меншу споряджену масу, тобто не повинні мати будь-яких зайвих складових частин;
- з іншого боку, автомобілі загального призначення для оперативного завантаження та розвантаження важких вантажів, повинні бути обладнані відповідними підймальними механізмами, наприклад, краново-маніпуляційною установкою (КМУ), заднім підйомним бортом з гідравлічним приводом тощо;
- з огляду на головну функцію автомобілів спеціалізованого призначення вони, окрім кузовів відповідного типу, повинні мати додаткові складові частини, наприклад, гідравлічну систему підймання самоскидних кузовів;
- з огляду на головну функцію автомобілів спеціального призначення, до яких належать комунальні автомобілі, вони повинні бути обладнані пристроями для навіски робочих механізмів та системою приводу їх робочих органів;
- за умови застосування концепції швидкозмінних кузовів комунальні автомобілі повинні бути оснащені відповідними пристроями для кріплення таких кузовів на рамі базового шасі та їх зняття з і зберігання у знятому стані.

Аналіз визначених основних протиріч стосовно конструкцій автомобілів ТТП різного функціонального призначення показує, що їх початкова компоновальна схема повинна бути доповнена ще кількома комплектувальними виробами, принаймні КМУ, а для автомобілів з кузовами-фургонами - заднім підйомним бортом з гідравлічним приводом (рис. 4).

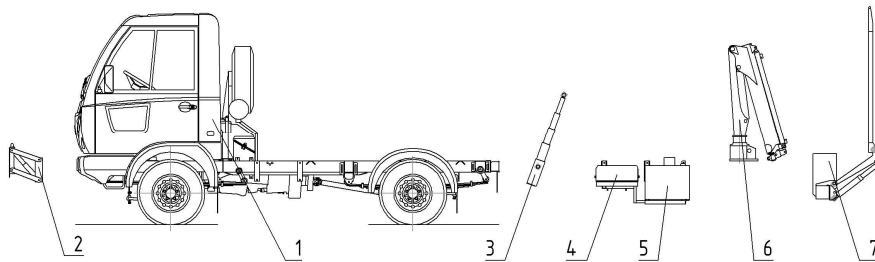


Рис. 4. Розширена компоновальна схема базового шасі та додаткових комплектувальних виробів автомобілів ТТП: 1 – базове автомобільне шасі з кабіною; 2 – передній пристрій з гідравлічним циліндром для кріплення робочих механізмів; 3 і 4 – складові частини гідравлічної системи приводу робочих механізмів, відповідно, блок акумуляторних батарей і бак для робочої рідини з вбудованим гідравлічним насосом; 5 – КМУ; 6 – завантажувальний механізм (гідроборт)

Проте, при створенні автомобілів загального призначення, наприклад, з бортовими, але самоскидними кузовами, обладнаними КМУ для завантаження-розвантаження важких вантажів, у їх конструкціях з'являється суттєве протиріччя – наявність двох систем з близьким призначенням – власне КМУ та силового гідроциліндра.

Усунення виявленого протиріччя на основі рекомендацій ТРВЗ можливе шляхом застосування "навігатора універсальності" [2], тобто, умови виконання одним із присутніх в системі об'єктів кількох різних необхідних функцій, завдяки чому відпадає необхідність у наявності інших об'єктів. У даному випадку, виконання функції силового телескопічного циліндра з гідравлічним приводом – підймання самоскидних кузовів для розвантаження вантажів, доцільно забезпечувати наявною у складі автомобілів КМУ (рис. 5).

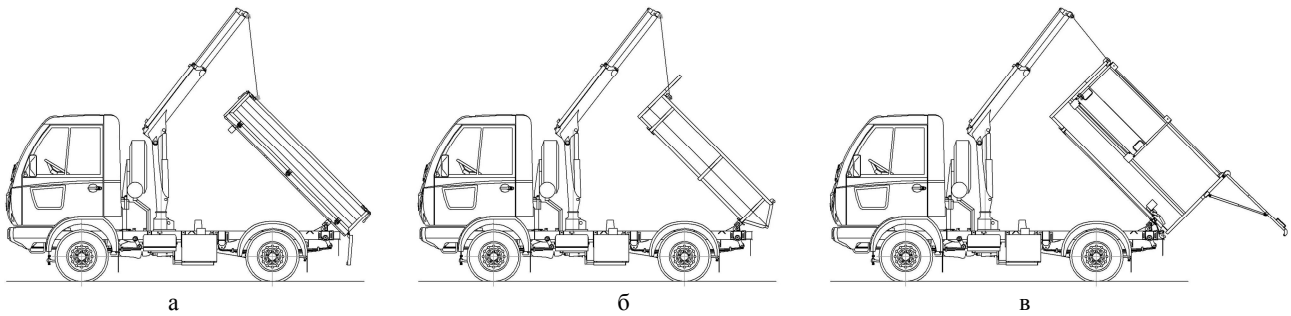


Рис. 5. Автомобілі загального та спеціального призначення:
 а) – з бортовим самоскидним кузовом; б) – із самоскидним кузовом для сипучих матеріалів;
 в) – з кузовом-бункером для збирання і транспортування сміття

Створення комунальних автомобілів зі змінними кузовами, як уже було зазначено вище, потребує додаткових механізмів у складі кожного кузова для їх кріплення до рами шасі та для зняття з рами і зберігання у знятому положенні. Один з варіантів конструктивного рішення зняття і заміни кузовів різного функціонального призначення полягає у застосуванні чотирьох поворотних телескопічних опор, розмішених по кутах каркасу основи кожного кузова, за допомогою яких кузов, попередньо роз'єднаний від рами базового шасі припідіймається над нею, шасі від'їжджає і направляється для установки необхідного кузова, який зберігається на таких же опорах (рис. 6).



Рис. 6. Система змінних кузовів автомобілів ТТП на основі поворотних телескопічних опор на кожному кузові

Проте, даній системі "базове шасі з кабіною – змінний кузов" притаманні власні відповідні протиріччя, а саме:

- автомобілі ТТП повинні мати мінімізовану споряджену масу для забезпечення якомога більшої вантажопідйомності з умови допустимої повної конструктивної маси;
- кожний кузов, обладнаний чотирма поворотно-висувними опорами з ручним механічним приводом, що збільшує споряджену масу кожного кузова та трудомісткість і собівартість їх виготовлення;
- вантажопідйомність автомобіля, обладнаного такими кузовами, зменшується, відповідно, на величину маси цих чотирьох опор.

Усунення наведених протиріч можливе виконанням рекомендацій "навігатора винесення" ТРВЗ, яке полягає у відділенні від об'єкта тих частин, які заважають виконанню його основної функції або, навпаки, у виділенні основної частини об'єкта відповідно до його основної функції. У даному випадку, висувні опори являються додатковою функцією кузовів – позитивною, з огляду на забезпечення їх заміни, та негативною, з огляду на збільшення маси кузовів та трудомісткості і собівартості їх виготовлення.

З огляду на наявність на базовому шасі автомобілів ТТП КМУ на основі виконання рекомендацій уже застосованого вище "навігатора універсальності" доцільним напрямком являється використання КМУ для заміни кузовів, що забезпечує:

- збільшення вантажопідйомності автомобілів ТТП, зокрема, комунальних, за рахунок зменшення спорядженої маси кузовів;
- швидшу і простішу заміну кузовів, особливо у другій фазі – встановлення кузова іншого типу на раму базового шасі з кабіною у відповідній комплектації.

Експлуатація автомобілів ТТП економічно доцільна за умови наявності не одного автомобіля якогось конкретного функціонального призначення, а навпаки, кількох різних призначень, наприклад, обладнаних бортовим кузовом, кузовом-цистерною, кузовом-фургоном тощо. З огляду на економічну ефективність експлуатації автомобілів ТТП, ідеальним кінцевим результатом відповідно до ТРВЗ являється система, яка передбачає:

- наявність базового повнопривідного (колісна формула 4x4.1) автомобільного шасі з кабіною, обладнаного КМУ, системою гідравлічного приводу КМУ та робочих механізмів, і елементами кріплення змінних кузовів;
- можливість обладнання базового шасі пристроями для навіски різних робочих механізмів, розміщених спереду, збоку або позаду шасі.

З огляду на наведене вище видається доцільним застосування "навігатора об'єднання" ТРВЗ, тобто, об'єднання КМУ і елементів кріплення змінних кузовів в окрему складову частину у вигляді, наприклад, надрамника (рис. 7а), та формування остаточної компоувальної схеми шасі (рис. 7б).

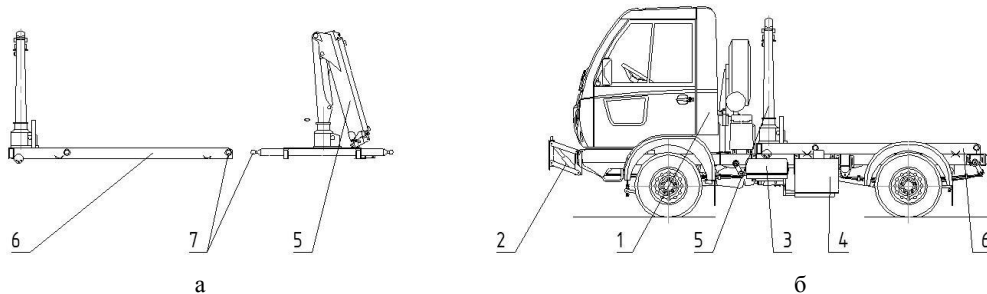


Рис. 7. Надрамник з КМУ (а) та остаточно компоувальна схема базового шасі (б)

для системи модульно-уніфікованих комунальних автомобілів зі змінними кузовами та робочими механізмами:

- 1 – базове автомобільне шасі з кабіною; 2 – передній пристрій з гідравлічним циліндром для кріплення робочих механізмів;
- 3 і 4 – складові частини гідравлічної системи приводу робочих механізмів, відповідно, блок акумуляторних батарей і бак для робочої рідини з вбудованим гідравлічним насосом; 5 – КМУ;
- 6 – надрамник з кульковими опорами (7) для кріплення змінних кузовів

Базове автомобільне шасі в остаточної комплектації забезпечує створення системи модульно-уніфікованих автомобілів ТТП, обладнаних кузовами різного функціонального призначення, для експлуатації підприємствами міських комунальних служб, зокрема:

- бортовим самоскидним кузовом із тристороннім розвантаженням (через задній та обидва бокові борти);
- самоскидним кузовом для перевезення сипучих вантажів;
- самоскидним кузовом-бункером для збирання і транспортування сміття;
- кузовом-цистерною для вологого прибирання тротуарів і пішохідних зон в центральних частинах міст та для поливання клумб і зелених насаджень (у сукупності з відповідними робочими механізмами);
- кузовом-бункером для посипання тротуарів та пішохідних зон піском або відповідними сумішами у періоди снігопадів;

а також робочими механізмами – плугом-відвалом, фронтальними горизонтальними циліндричними щітками для теплового та холодного періодів року, штангою для миття тротуарів і пішохідних зон водою під тиском, пристроєм для поливання клумб та зелених насаджень.

Наведений перелік типів кузовів та робочих механізмів забезпечує створення на основі одного базового шасі цілий ряд варіантів комунальних автомобілів для виконання різноманітних функцій. Їх кількість визначається за виразом

$$n_{вар} = \sum \left(n_{куз} + n_{куз}^{1рм} + 2n_{куз}^{2рм} \right), \quad (1)$$

де $n_{куз}$ – кількість типів кузовів різного призначення, од; $n_{куз}^{1рм}$ – кількість типів кузовів, з якими може застосовуватися тільки один тип робочого механізму, од; $n_{куз}^{2рм}$ – кількість типів кузовів, з якими може застосовуватися два різних типи робочих механізмів у залежності від виконуваної робочої операції, од.

До розробленої системи комунальних автомобілів, окрім базового повнопривідного шасі з кабіною, входять п'ять типів кузовів та п'ять типів робочих механізмів, два з яких – літня фронтальна щітка та плуг відвал можуть застосовуватися тільки з трьома типами кузовів – бортовим самоскидним, самоскидним та контейнером для збирання сміття. Автомобілі з двома іншими типами кузовів – бункером-піскорозкидачем та кузовом-цистерною можуть комплектуватися, відповідно, плугом-відвалом або зимовою фронтальною щіткою та або штангою з форсунками або набором для поливання зелених

насаджень. Отже, всього, при $n_{куз} = 5$, $n_{куз}^{1рм} = 3$ та $n_{куз}^{2рм} = 2$, доступно дванадцять варіантів комплектацій автомобілів різного призначення для виконання відповідних робочих операцій (табл. 1).

Таблиця 1 – варіанти комплектацій комунальних автомобілів різного призначення

Тип кузова	Тип робочого механізму				
	Фронтальна літня	циліндрична зимова	щітка	Плуг-відвал з штанга форсунками	Набір для поливання
Бортовий самоскидний	+			-	
Самоскидний		-			
Контейнер для збирання сміття	+		+	-	
Бункер-піскорозкидач	-	+	+		-
Цистерна		-		+	+

На різних етапах виконання ДКР зі створення системи модульно-уніфікованих маловантажних комунальних автомобілів зі змінними кузовами та робочими механізмами ряд конструкторських рішень були запатентовані і основними розробниками отримано 4 патенти України на корисні моделі [3-6] та 3 патенти України на промислові зразки, зокрема, на остаточний зовнішній вигляд базового шасі з кабіною водія [7].

Висновки

У процесі проектування маловантажних автомобілів транспортно-технологічного призначення категорії N1 з допустимою повною масою 3500 кг на основі застосування ТРВЗ шляхом виявлення та усунення основних протиріч розроблено базове повнопривідне автомобільне шасі з кабіною, яке у різних варіантах комплектації забезпечує створення автомобілів загального, спеціального та спеціалізованого призначення. Найповніша комплектація (рис. 7б) призначена для формування системи модульно-уніфікованих комунальних автомобілів зі змінними кузовами та робочими механізмами різних типів.

Пропонована система забезпечує високу експлуатаційну ефективність комунальних автомобілів, оскільки, завдяки змінним кузовам і робочим механізмам, вони можуть експлуатуватися у різних порах року для виконання більшості завдань з прибирання і обслуговування територій.

До того ж, придбання такої системи економічно вигідне і на етапі придбання, адже необхідні для цього фінансові ресурси значно менші, бо основна частина коштів витрачається лише одного разу на придбання базового шасі з кабіною. А придбання повного або необхідного набору додаткових складових частин, кузовів та робочих механізмів відповідного призначення може здійснюватися поступово, тобто, необхідні для цього кошти можуть спочатку акумулюватися і витрачатися по мірі накопичення достатніх сум на протязі значного періоду – від кількох місяців до одного-двох років.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Петров В. Теория решения изобретательских задач - ТРИЗ. Учебник по дисциплине "Алгоритмы решения нестандартных задач". М. : СОЛОН-ПРЕСС. 2018. 500 с.
- 2 Орлов М. А. Основы классической ТРИЗ. Практическое руководство для изобретательного мышления. М. : СОЛОН-ПРЕСС. 2006. 432 с.
- 3 Автомобільне шасі ТТП на базі агрегатів УАЗ. Войтків С. В., Харгелія Р. Р., Войтків З. В., Войтків О. С., Сіварт К. О. : пат. 73457 Україна : МПК В60R 16/00. № u 2012 02634 ; заявл. 05.03.2012 ; опубл. 25.09.2012, Бюл. № 18.
- 4 Автомобільне шасі спеціальне класу N1. Войтків С. В., Бубес Ю. Г., Ткаченко О. Ф. : пат. 85210 Україна : МПК В62D 31/00. № u 2013 06840 ; заявл. 31.05.2013 ; опубл. 11.11.2013, Бюл. № 21.
- 5 Автомобіль із самоскидним кузовом. Войтків С. В., Бубес Ю. Г., Ткаченко О. Ф. : пат. 85211 Україна : МПК В62D 31/00. № u 2013 06841 ; заявл. 31.05.2013 ; опубл. 11.11.2013, Бюл. № 21.
- 6 Система уніфікації арок коліс автомобільного шасі. Войтків С. В. : пат. 82832 Україна : МПК В60В 35/00. № u 2013 02184 ; заявл. 21.02.2013 ; опубл. 12.08.2013, Бюл. № 15.
- 7 Автомобільне шасі з кабіною ЕМ-Ш320 "Електрон". Войтків С. В., Бубес Ю. Г., Ткаченко О. Ф. : пат. 25646 Україна : МПК 12-08. № s 2012 01753 ; заявл. 14.12.2012 ; опубл. 25.10.2013, Бюл. № 20.

Войтків Станіслав Володимирович – канд. техн. наук, Заслужений машинобудівник України, генеральний конструктор, ТзОВ "Науково-технічний центр "Автополіпром", м. Львів, e-mail: voytkivsv@ukr.net.

Voytkiv Stanislav V. – Cand. Sc. (Eng), The deserved machine engineer of Ukraine, general designer "Scientific and technical center "Autopoliprom", e-mail: voytkivsv@ukr.net.