

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра транспортних технологій і технічного сервісу

02-02-169М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійного вивчення та виконання практичних робіт
з навчальної дисципліни «Транспортні засоби»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за
освітньо-професійною програмою 275.03 «Транспортні
технології (на автомобільному транспорті)»
спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» галузі
знань 27 «Транспорт»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою з
якості навчально-наукового
механічного інституту
Протокол № 1 від 07.09.2022 р.

Рівне – 2022

Методичні вказівки до самостійного вивчення та виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Транспортні засоби» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» галузі знань 27 «Транспорт» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Хітров І. О. – Рівне : НУВГП, 2022. – 95 с.

Укладач: Хітров І. О., доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, к.т.н., доцент.

Відповідальний за випуск – Никончук В. М., в.о. завідувача кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, д.е.н.

Керівник групи забезпечення спеціальності – Хітров І. О.

© І. О. Хітров, 2022
© НУВГП, 2022

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Методичні рекомендації для вивчення окремих питань тем силабусу, які виносяться на самостійне опрацювання для студентів денної форми навчання.....	5
2. Методичні рекомендації для вивчення тем силабусу, які виносяться на самостійне опрацювання для студентів заочної форми навчання.....	6
3. Тестові питання для самоконтролю.....	12
4. Методичні рекомендації до виконання індивідуальної роботи.....	22
4.1. Вибір варіанту індивідуального завдання	22
4.2. Коротка технічна характеристика транспортного засобу	23
4.3. Дослідження конструктивних особливостей транспортного засобу	24
4.4. Розрахунок і побудова зовнішньої швидкісної характеристики силової установки	26
4.5. Побудова динамічної характеристики транспортного засобу	29
Зразок самостійної (індивідуальної) роботи	32
Рекомендована література.....	94

ВСТУП

Метою вивчення навчальної дисципліни «Транспортні засоби» є формування у майбутніх фахівців знань щодо вибору типу, моделей і модифікацій транспортних засобів для здійснення різноманітних видів перевезень, функціонального складу, конструкції сучасних вітчизняних і закордонних автомобілів і причіпного складу, а також тенденції, закономірності і протиріччя їх розвитку, специфіку умов їх експлуатації із забезпеченням безпеки.

Навчальна дисципліна сприяє формуванню спеціальної (фахової) компетентності СК-9 «Здатність оцінювати експлуатаційні, техніко-економічні, технологічні, правові, соціальні, та екологічні складові організації перевезень» в рамках програмного результату навчання РН-23 «Розпізнавати якісні і кількісні показники експлуатації транспортних засобів. Оцінювати елементи конструкції транспортних засобів. Установлювати зв'язок між елементами конструкції транспортних засобів»

Після вивчення навчальної дисципліни студенти отримають теоретико-практичний досвід щодо самостійного вибору рухомого складу автомобільного транспорту відповідно до умов вантажних і пасажирських перевезень, формуванню обґрунтованих вимог до його технічних параметрів; досконало знати загальну будову різноманітних сучасних транспортних засобів; проводити аналіз і оцінювати різні конструкції систем, агрегатів і механізмів різних типів рухомого складу і їх відповідність передовому рівню транспортної техніки; визначати для транспортних засобів характеристики тягово-швидкісних, гальмівних і паливно-економічних властивостей, керованості та маневреності, плавності ходу, вібрації, шумності, прохідності і стійкості; оцінювати альтернативні транспортні засоби за критерієм можливості руху у конкретних умовах, швидкості та енергомісткості перевезень, безпеки.

1. Методичні рекомендації для вивчення окремих питань тем силябусу, які виносяться на самостійне опрацювання для студентів денної форми навчання

Питання для самостійного опрацювання

1. Охарактеризуйте маркування транспортних засобів
Література: [1], с. 29-32.
2. Опишіть конструктивні особливості багатовісних транспортних засобів
Література: [2], с. 6-46.
3. Опишіть способи управління причіпними ланками автопоїздів
Література: [3], с. 93-97.
4. Опишіть особливості конструкції електричних транспортних засобів
Література: [23], с. 4-10; 161-170; [26], с. 32-41.
5. Опишіть особливості конструкції активних підвісок транспортних засобів
Література: [1], с. 216-218.
6. Опишіть характер сил і моментів, що діють на автомобільний транспортний засіб, їх розрахунок.
Література: [5], с. 71-92.
7. Опишіть специфічні властивості транспортних засобів
Література: [6], с. 50-52; [7], с. 50-52.
8. Опишіть принцип роботи комбінованої силової установки (гібрида)
Література: [22], с. 52-68.
9. Охарактеризуйте тягові акумуляторні батареї, особливості конструкції і методи розрахунку
Література: [23], с. 121-129; [26], с. 102-132.
10. Від чого залежить довговічність транспортного засобу
Література: [9], с. 127-144.
11. Опишіть методи зниження шуму транспортних засобів
Література: [10], с. 74-76.
12. Охарактеризуйте пожежну безпеку транспортних засобів
Література: [11], с.17-20.

Підсумком індивідуальної роботи над самостійним опрацюванням окремих тем з навчальної дисципліни «Транспортні засоби» є написання письмового звіту.

Загальний обсяг звіту визначається з розрахунку 1 сторінка на 1 год. самостійної роботи. Звіт має складатися з плану, вступу, основної частини, висновків та списку використаної літератури і, за необхідності, додатків.

Оформлення звіту: аркуш – формат А4; поля: ліве, верхнє, нижнє – 20 мм, праве – 15 мм.

Захист звіту – в кінці семестру, або у інші спільно узгоджені терміни.

2. Методичні рекомендації для вивчення тем програми, які виносяться на самостійне опрацювання для студентів заочної форми навчання

Змістовий модуль 1. Загальні положення про транспортні засоби

Тема 1. Експлуатаційна характеристика транспортних засобів

- 1.1. Конструктивна досконалість транспортного засобу.
- 1.2. Експлуатаційні якості транспортного засобу.
- 1.3. Умови експлуатації транспортних засобів
- 1.4. Експлуатаційна надійність транспортного засобу
- 1.5. Види транспортних засобів.

Література: [3] с.14-17, 103-104, 141-142, 174-177, 224-233; [12] с. 4-7; [24] с.7-28.

Питання для самоконтролю

1. Які властивості характеризують автомобіль?
2. Які вимоги ставляться до конструкції транспортних засобів?
3. Що відносять до рухомого складу автомобільного транспорту?
4. Перерахуйте напрямки удосконалення конструкції спеціалізованого складу автомобільного транспорту.

5. Які бувають типи кузовів самоскидів?
6. Якими способами здійснюють термоізоляцію ізотермічного фургону?
7. Опишіть принцип роботи механізованого наповнення цистерн рідинною продукцією.
8. Яке призначення і конструктивні особливості коніків?
9. З яких основних частин складається автомобіль-тягач?

Тема 2. Огляд конструкцій транспортних засобів

- 2.1. Силова установка транспортних засобів.
- 2.2. Агрегати трансмісій транспортних засобів.
- 2.3. Підвіска і колеса транспортних засобів.
- 2.4. Рульове керування транспортних засобів.
- 2.5. Гальмівні системи транспортних засобів.
- 2.6. Несуча система транспортних засобів.

Література: [1] с. 36-120, 195-220, 241-274; [4] с. 6-17, 30-85, 139-177, 235-365; [12] с. 8-53, 142-152, 204-243; [13] с. 14-55, 134-277.

Питання для самоконтролю

1. Для чого призначене шасі автомобіля?
2. Як відбувається чергування тактів в багатociліндрових двигунах?
3. Які особливості закритої системи охолодження двигуна?
4. На яких транспортних засобах застосовують зчеплення і приводи керування різних типів?
5. Які бувають типи ступеневих коробок передач? Назвіть їх недоліки і переваги.
6. Які бувають типи карданних передач і шарнірів?
7. На який транспортних засобах і чому застосовують розвантажені напіврозвантажені півосі?
8. В чому полягають особливості камерної і безкамерної шин?
9. Якими параметрами оцінюється рульове керування?
10. Яке призначення АБС і що обмежує їх застосування на транспортних засобах?

Тема 3. Перевізні якості транспортних засобів

- 3.1. Ефективність транспортного засобу.
- 3.2. Місткість транспортного засобу.
- 3.3. Використання маси транспортного засобу.
- 3.4. Габаритні розміри і компактність транспортного засобу
- 3.5. Зручність використання транспортного засобу.

Література: [1] с. 32-33, 280-292; [13] с. 10-11; [14] с. 171-174; [15] с. 65-79, 154-172; [24] с.29-51.

Питання для самоконтролю

1. Які параметри включають в коротку технічну характеристику транспортних засобів?
2. Які типи рам застосовують на транспортних засобах? На яких транспортних засобах рама відсутня і чому?
3. На яких транспортних засобах і з якою метою застосовують надрамник?
4. Які відмінності між кузовом автобуса капотного і вагонного типу?
5. Зобразіть фактичну можливу вантажопідйомність автомобіля при перевезенні вантажів з різною об'ємною масою, застосувавши графічний метод.
6. Зробіть оцінку технічного рівня пасажирського транспортного засобу (автобуса) за коефіцієнтом пасажиромісткості.
7. Якими елементами конструкції транспортного засобу характеризується його пристосованість до навантажувально-розвантажувальних робіт?

Змістовий модуль 2. Властивості транспортних засобів

Тема 4. Конструктивні властивості транспортних засобів

- 4.1. Тягово-швидкісні властивості транспортного засобу.
- 4.2. Гальмівні властивості транспортного засобу.
- 4.3. Паливна економічність і запас ходу транспортного засобу.
- 4.4. Керованість транспортного засобу.
- 4.5. Маневреність транспортного засобу.
- 4.6. Прохідність транспортного засобу.
- 4.7. Стійкість транспортного засобу.
- 4.8. Плавність ходу транспортного засобу.

Література: [6] с. 67-89, 144-151; [7] с. 12-45, 87-91, 124-142, 164-170, 184-188, 193-211; [8] с. 39-53, 70-112; [24] с. 52-136.

Питання для самоконтролю

1. Які вихідні параметри входять в рівняння руху транспортного засобу?
2. Перерахуйте оціночні показники ефективності робочої і запасної гальмівної системи.
3. Зобразіть та проаналізуйте зв'язок витрати палива до умов руху транспортного засобу (паливо-економічна характеристика).
5. Перерахуйте основні вимірники опорної прохідності транспортного засобу.
6. Що таке курсова стійкість транспортного засобу?
7. Висвітліть і охарактеризуйте транспортний засіб як коливальну систему.
8. Як змінюються параметри руху транспортного засобу під дією випадкових зовнішніх сил?

Тема 5. Оцінка експлуатаційних властивостей транспортних засобів

- 5.1. Розрахунок швидкості руху при організації перевезень.
- 5.2. Розрахунок витрати палива.

Література: [6] с. 53-66; [8] с. 119-129; [15] с. 94-98.

Питання для самоконтролю

1. Виведіть рівняння швидкості руху транспортного засобу на маршруті імовірнісним способом.
2. Перерахуйте вимірники та показники паливної економічності.
3. Виведіть рівняння питомої шляхової витрати палива.
4. За якими нормами визначається витрата палива транспортним засобом?
5. Як нормується витрата палива автомобіля-самоскида?
6. Опишіть алгоритм вирішення задачі з обчислення нормативної витрати палива.

Тема 6. Оцінка безпеки транспортних засобів

- 6.1. Активна безпека.
- 6.2. Пасивна безпека.
- 6.3. Післяаварійна безпека.
- 6.4. Екологічна безпека.

Література: [16] с. 18-24, 38-51, 61-69, 74-78, 89-120, 138-187, 190-200, 204-231.

Питання для самоконтролю

1. Назвіть складові конструктивної безпеки транспортного засобу.
2. Перерахуйте методи забезпечення безпеки транспортних засобів.
3. Від чого залежить і якими властивостями визначається активна безпека транспортного засобу?
4. Які основні вимоги ставляться до пристроїв візуальної інформативності?
5. Яке призначення пасивної безпеки транспортного засобу?
6. Якій обов'язковій вимозі безпеки повинно відповідати рульове керування? Як це забезпечується конструктивно?
7. В чому полягають функції засобів і пристроїв після аварійної безпеки транспортного засобу?

8. Які елементи повинні бути передбачені в конструкції автобусів для забезпечення евакуації пасажирів?

9. Якими речовинами забруднює транспортний засіб атмосферне повітря?

10. Які системи і складові частини є джерелами зовнішнього шуму в працюючому транспортному засобі?

Тема 7. Комплексна оцінка пристосованості транспортних засобів до перевезень

7.1. Порівняльний аналіз за паливно-швидкісними властивостями.

7.2. Порівняльний аналіз за пристосованістю до умов експлуатації.

7.3. Порівняльний аналіз за конструктивною безпекою.

7.4. Обґрунтування вибору рухомого складу.

Література: [14] с. 168-170; [15] с. 57-64; [17].

Питання для самоконтролю

1. Які ознаки в найбільшій мірі визначають вибір типу транспортного засобу?

2. Узагальніть визначення «умови експлуатації». Охарактеризуйте їх визначеними факторами.

3. Наведіть динамічну характеристику двох вантажних автомобілів та проведіть їх аналіз. Зробіть висновки.

4. Як відрізняються конструктивні властивості від застосування вантажних автомобілів, які застосовуються в дорожніх умовах і бездоріжжі?

5. Наведіть паливну характеристику двох вантажних автомобілів та проведіть їх аналіз. Зробіть висновки.

6. Для яких транспортних засобів питома потужність найбільша?

7. Проведіть порівняльний аналіз двох легкових транспортних засобів за конструктивною безпекою. Який з варіантів кращий?

3. Тестові питання для самоконтролю

Оберіть дві правильні відповіді в кожному запитанні:

1. Що входить до трансмісії транспортного засобу?
зчеплення
головна передача
двигун
кузов
рульове керування
2. Що включає в себе ходова частина транспортного засобу?
раму
підвіску
коробку передач
карданну передачу
рульове керування
3. Що включає в себе система керування транспортного засобу?
рульове керування
гальмівна система
коробка передач
головна передача
карданна передача
4. Що об'єднує в себе шасі транспортного засобу?
трансмісію
систему керування
двигун
кузов
паливний бак
5. З яких конструктивних елементів можуть складатися пружні пристрої підвіски?
ресори
торсіони
амортизатори
колеса
шасі

6. Яку функцію виконує комбінований міст транспортного засобу?

- функцію ведучого мосту
- функцію керованого мосту
- підтримувальну функцію
- напряму функцію
- штовхаючу функцію

7. Для якого рухомого складу застосовуються підтримувальні мости?

- для причепів
- для напівпричепів
- для коліс автомобілів
- для рами автомобілів
- для шасі автомобілів

8. Для чого призначений стабілізатор поперечної стійкості транспортного засобу?

- зменшення бічного крену транспортного засобу
- зменшення поперечно кутових коливань кузова
- гасіння вертикальних коливань транспортного засобу
- зменшення поздовжніх коливань транспортного засобу
- забезпечення плавності руху

9. Як можуть розміщуватися листові ресори транспортних засобів?

- під балками рами
- збоку балок
- над рамою
- в середині рами

10. Що характеризує передаточне число шестерень?
відношення обертів ведучої і веденої шестерні
відношення кількості зубів веденої і ведучої шестерні
відношення обертів веденої і ведучої шестерні
відношення кількості зубів ведучої і веденої шестерні
добуток крутних моментів

11. Які навантаження сприймають виті пружини транспортного засобу та їх властивості?

тільки вертикальні навантаження

гасильні властивості

тільки поздовжні навантаження

тільки поперечні навантаження

напрявні властивості

12. Як змінюється швидкість руху поршня та тиск рідини в амортизаторі під час різкого ходу віддачі?

швидкість руху поршня збільшується

тиск рідини зростає

швидкість руху поршня зменшується

тиск рідини зменшується

параметри амортизатора не змінюються від руху амортизатора

13. Яке призначення маховика двигуна внутрішнього згоряння?

зменшення нерівномірності обертання колінчастого вала

накопичення енергії за час робочого ходу

зменшення коливань колінчастого вала

зменшення витрати палива під час холостого руху

збільшення потужності двигуна

14. Як здійснюється відведення тепла від двигуна?

за допомогою рідини

за допомогою повітря

відпрацьованими газами

згорянням пального

прокручування стартером

15. За допомогою якого конструктивного елементу контролюється покази температура та тиску рідини?

- термометром
- манометром
- датчиком тиску
- датчиком температури
- форсункою

16. Що є перевагою повітряного охолодження двигуна внутрішнього згоряння від рідинного?

- простота експлуатації
- неможливість її виходу з ладу в холодний період підтримання постійного об'єму рідини
- відсутність термостата
- переваг немає

17. Як змінюється площа прохідного отвору термостата з підвищенням температури та його пропускна здатність?

- площа прохідного отвору збільшується
- пропускна здатність збільшується
- площа прохідного отвору зменшується
- пропускна здатність зменшується
- пропускна здатність зменшується, а площа збільшується

18. Яке робоче гальмівне середовище застосовується в робочих гальмах транспортного засобу?

- гідравлічна рідина
- повітря
- електричний привід
- регулятор тиску
- анти блокувальна система

19. З яких конструктивних елементів складається пневматичний привід гальм?

- компресора
- гальмівної камери
- робочих гальмівних циліндрів
- головного гальмівного циліндра
- маховика

20. З яких конструктивних елементів складається гідравлічний привід гальм?

робочих гальмівних циліндрів
головного гальмівного циліндра
компресора
гальмівної камери
маховика

21. Основним конструктивними елементами гальмівної камери є...?

діафрагма
шток
поршень
розжимна втулка
обмежувач

22. Основним конструктивними елементами робочих гальмівних циліндрів є...?

поршень
розжимна втулка
діафрагма
шток
обмежувач

23. З яких конструктивних елементів складається гідровакуумний підсилювач гальм?

діафрагменного слідкуючого механізму
вакуумної камери
робочих гальмівних циліндрів
регулятора тиску
датчика АБС

24. Яке буває конструктивне виконання газорозподільчого механізму?

механізм з нижніми клапанами
механізм з верхніми клапанами
кулачковий механізм
важільний механізм
зворотно-поступальний механізм

25. За допомогою чого досягається плавність включення зчеплення?

поступовим опусканням педалі зчеплення
наявності пружного елемента на зчепленні
наявності двох дисків
наявності гідравлічного приводу зчеплення
наявності маховика

26. Яке призначення пружного елемента зчеплення?

пом'якшує зв'язок двигуна з силовою передачею
сприяє зростанню передачі крутного моменту
сприяє зростанню проковзування поверхонь тертя
збільшує виділення тепла при терті дисків
сприяє циркуляції охолоджувальної рідини

27. З яких конструктивних елементів складається ведений диск зчеплення

ступиці
фрикційного диску
маховика
корзини зчеплення
вижимного підшипника

28. На які групи поділяються деталі зчеплення?

ведені
ведучі
одно дискові і багатодискові
механічні
гідравлічні

29. Які конструктивні елементи відносяться до ведучої групи зчеплення?

маховик
натисний диск
вал зчеплення
фрикційний диск
ведений диск

30. Які конструктивні елементи відновіться до веденої групи зчеплення?

вал зчеплення

ведений диск

маховик

натисний диск

вал зчеплення

31. За допомогою чого забезпечується чистота виключення зчеплення?

примусовим відведення натисного диска

використанням пружин

забезпечення ефективності відведення тепла від тертьових поверхонь

меншою масою веденої частини

радіусу фрикційних накладок

32. Чим характеризується гідравлічний привід зчеплення порівняно з механічним?

більшим коефіцієнтом корисної дії

більш плавним включенням зчеплення

забезпечення ефективності відведення тепла від тертьових поверхонь

меншою масою веденої частини

радіусом фрикційних накладок

33. Яке призначення синхронізаторів коробки передач?

досягнення безшумності переключення шестерень

вирівнювання швидкості обертання шестерень перед їх з'єднанням

забезпечення ефективності відведення тепла від тертьових

поверхонь

меншою масою веденої частини

вирівнювання обертів основних передач

34. З яких конструктивних елементів складається синхронізатор коробки передач?

обойми
блокувальних кілець
шестерні
підшипника
осі

35. Що передбачається у конструкції карданної передачі?
зміну відстані між силовими елементами
передачу крутного моменту під змінним кутом
підвищення потужності двигуна
сприяє зростанню проковзування поверхонь тертя
зменшення маси веденої частини

36. З яких конструктивних елементів складається карданна передача?

хрестовини
вала
шестерні
осі
оправки

37. Яка може бути кількість сателітів в диференціалах транспортних засобів?

2
4
1
3
5

38. Які конструктивні елементи включає диференціал?

сателіти
півосьові шестерні
ведучий вал
ведучий вал
балку

39. Чи взаємозамінні і однакові колеса в транспортному засобі?

- однакові
- взаємозамінні
- невзаємозамінні
- неоднакові
- всі різні

40. З яких частин складається колесо?

- жорсткої
- пружної
- утримуючої
- передавальної
- підтримуючої

41. Що входить до жорсткої частини колеса?

- диск
- ступиця
- поворотний кулак
- шаровий палець
- шина

42. Що входить до пружної частини колеса?

- шина камерна
- шина безкамерна
- обід
- ступиця
- поворотний кулак

43. Як класифікуються підвіски за пружними ланками?

- ресорні
- пружинні
- залежні
- незалежні
- стабілізуючі

44. З яких конструктивних елементів складається рульовий привід транспортних засобів?

- рульових тяг
- важелів
- рульового механізму
- рульової колонки
- сошки

45. Які застосовуються гумові пружні елементи у підвісках транспортних засобів?

- обмежувачі
- буфери
- пружини
- ресори
- торсіони

46. Якого пристрою потребують пневматичні пружні елементи підвіски транспортних засобів?

- напрямого
- гасильного
- підтримуючого
- ведучого
- веденого

47. В якій площині для незалежної підвіски транспортного засобу може здійснюватися переміщення колеса при коливанні?

- поперечній або поздовжній
- поздовжньо-поперечній
- тільки в поперечній
- тільки в поздовжній
- тільки у вертикальній

Примітка: перші дві відповіді тестових запитань є правильними

4. Методичні рекомендації до виконання індивідуальної роботи

4.1. Вибір варіанту індивідуального завдання

Індивідуальну (самостійну) роботу студент виконує за варіантом (відповідає номеру за журналом викладача), і показує марку транспортного засобу та контрольні дорожні умови перевезень (табл. 1).

Таблиця 1
Варіанти завдань на індивідуальну роботу студенту

Варіант	Марка транспортного засобу	Коефіцієнт опору дороги, ψ	Варіант	Марка транспортного засобу	Коефіцієнт опору дороги, ψ
1	2	4	5	6	7
1	Mercedes-Benz Arocs	0,03	12	Mercedes-Benz Atego	0,04
2	HYUNDAI HD78	0,04	13	Tata 613	0,06
3	Tata 713	0,06	14	Jac N120	0,08
4	Jac N75	0,09	15	Iveco 35c	0,035
5	Iveco MLC 120	0,08	16	Iveco MLC 180	0,05
6	Isuzu NMR 85	0,035	17	Isuzu NQR 90	0,08
7	Renault Master L2-L4	0,05	18	Hyundai HD35	0,035
8	Ford Cargo 3536D	0,08	19	Ford Transit (L2-L5)	0,05
9	3A3 A10	0,025	20	Vectio U	0,03
10	КрА3-5401B2	0,04	21	КрА3-65053	0,04
11	КрА3-6322IK	0,05	22	КрА3-6443	0,06

продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
23	3A3 A08	0,08	27	Mercedes-Benz Sprinter	0,09
24	Mercedes-Benz Vario	0,035	28	IVECO Crossway	0,08
25	Isuzu A09620	0,05	29	Isuzu A09216	0,04
26	Атаман D093S2	0,06	30	Атаман А-092Н6	0,3

4.2. Коротка технічна характеристика транспортного засобу

Технічна характеристика транспортного засобу відображає сукупність параметрів, що характеризують дану конструкцію (її наводять в інструкціях з технічної експлуатації, сервісного обслуговування і ремонту транспортних засобів.

В індивідуальній роботі необхідно навести коротку технічну характеристику обраного транспортного засобу для досліджень і представити у вигляді табл. 2.

Таблиця 2

Технічна характеристика транспортного засобу

№ з/п	Параметр	Значення параметру
1	2	3
1.	Вантажопідйомність або пасажиромісткість, т, пас.	
2.	Власна маса, кг	
3.	Повна маса, кг	
4.	Розподіл сил ваги від повної маси по осях, Н - на задню - на передню	
5.	Габаритні розміри, м: - довжина - ширина - висота	

продовження табл. 2

1	2	3
6.	База транспортного засобу, м	
7.	Коля, м: - передніх коліс, - задніх коліс	
8.	Висота центра мас, м:	
9.	Марка і тип силової установки	
10.	Максимальна потужність, кВт	
11.	Частота обертання при максимальній потужності, об/хв	
12.	Максимальний крутний момент, Н·м	
14.	Передаточні числа коробки передач: - основний ряд - допоміжний ряд	
15.	Передаточне число головної передачі	
16.	Коефіцієнт корисної дії трансмісії	
17.	Шина: позначення розмірів Статичний радіус кочення колеса, м	
18.	Лобова поверхня транспортного засобу, м ²	
19.	Максимальна швидкість руху, км/год.	
20.	Контрольна витрата палива, л/100 км	

4.3. Дослідження конструктивних особливостей транспортного засобу

4.3.1. Зчеплення транспортних засобів

Зчеплення автомобіля – призначене для узгодження режимів роботи двигуна і ведучих коліс при його рушанні з місця, для короткочасного від'єднання двигуна від трансмісії та їх плавного з'єднання.

В індивідуальній роботі необхідно зобразити кінематичну схему зчеплення з відображенням його функціональних елементів, а також описати принцип дії.

4.3.2 Коробка передач

Коробка передач – це агрегат трансмісії транспортного засобу, що дає змогу узгоджувати навантажувальні режими роботи двигуна відповідно до умов руху, розширити діапазон зміни сили тяги та швидкостей руху транспортного засобу, змінювати в широкому діапазоні величину крутного моменту, а також від'єднувати двигун від трансмісії на тривалий час.

У роботі необхідно описати тип коробки передач, схематичне конструктивне виконання, опис її функціональних елементів, принцип роботи.

4.3.3. Головна передача

Головна передача забезпечує збільшення крутного моменту та зміну його напрямку під прямим кутом до поздовжньої осі транспортного засобу. В індивідуальній роботі необхідно описати тип головної передачі та призначення основних функціональних елементів.

4.3.4. Підвіска

Підвіска – це сукупність пристроїв, які забезпечують пружний зв'язок між несучою системою та мостами або колесами транспортного засобу, зменшення динамічних навантажень на несучу систему, швидке гасіння її коливань, а також регулювання положення кузова (платформи) під час його руху.

В індивідуальній роботі слід накреслити схеми передньої та задньої підвісок транспортного засобу, описати їх функціональні елементи – напрямний пристрій, пружний елемент, гасильний пристрій.

4.3.5. Гальмівна система

Гальмівна системи призначена для зниження швидкості руху, зупинки і утримання транспортного засобу на місці при

стоянці. Кожний транспортний засіб повинен мати такі гальмівні системи: робочу, стоянкову, запасну.

Крім цих систем, встановлюють

а) допоміжну гальмівну систему (призначену для гальмування транспортного засобу на затяжних спусках);

б) гальмівну систему причепа, що працює у складі автопоїзда (призначену як для зниженні швидкості руху причепа, так і для автоматичного його гальмування у випадку обриву з'єднання з тягачем).

Вивчаючи конструкцію гальмової системи, необхідно звернути увагу на пристрої, які забезпечують підвищення надійності та довговічності роботи системи, а також на пристрої, що полегшують роботу водія.

4.3.6. Рульове керування

Рульове керування – це сукупність механізмів, за допомогою яких водій визначає необхідний напрям руху транспортного засобу і складається з рульового механізму та рульового приводу.

Вивчаючи конструкції елементів рульового керування, необхідно звернути увагу на пристрої, які підвищують рівень надійності та довговічності роботи його деталей; на пристрої, які полегшують роботу водія при керуванні транспортним засобом.

4.4. Розрахунок і побудова зовнішньої швидкісної характеристики силової установки

Зовнішня швидкісна характеристика двигуна показує зміну потужності, крутного моменту та енергетичних витрат (палива, електричної енергії) від частоти обертання валу силової установки (в двигуні внутрішнього згоряння – колінчастого валу).

Для розрахунку і побудови характеристик двигуна внутрішнього згоряння використовуються наступні залежності

- для дизельних двигунів (Рудзінський 1993, Сахно 2004)

$$N_{ex} = N_n \left[a \cdot \frac{n_x}{n_n} + b \cdot \left(\frac{n_x}{n_n} \right)^2 - c \cdot \left(\frac{n_x}{n_n} \right)^3 \right], \text{ кВт}; \quad (1)$$

$$g_{ex} = g_{en} \left[a_1 - b_1 \cdot \frac{n_x}{n_n} + c_1 \cdot \left(\frac{n_x}{n_n} \right)^2 \right], \text{ г/кВт}\cdot\text{год.} \quad (2)$$

- для бензинових двигунів (Рудзінський 1993, Сахно 2004)

$$N_{ex} = N_{max} \left[a \cdot \frac{n_x}{n_N} + b \cdot \left(\frac{n_x}{n_N} \right)^2 - c \cdot \left(\frac{n_x}{n_N} \right)^3 \right], \text{ кВт}; \quad (3)$$

$$g_{ex} = g_{eN} \left[a_1 - b_1 \cdot \frac{n_x}{n_N} + c_1 \cdot \left(\frac{n_x}{n_N} \right)^2 \right] \text{ г/кВт}\cdot\text{год.} \quad (4)$$

де N_{ex} , N_n , N_{max} – відповідно, поточне значення потужності; потужність двигуна на номінальному режимі та максимальна потужність двигуна;

n_x , n_n , n_N – відповідно біжуче значення частоти обертання вала двигуна, частота обертання вала двигуна на номінальному режимі та максимальна частота обертання, яка відповідає максимальній потужності;

g_{ex} , g_{en} , g_{eN} – відповідно біжуче значення питомої витрати палива, витрати палива на номінальному режимі та питома витрата палива в режимі максимальної потужності;

a , b , c , a_1 , b_1 , c_1 – коефіцієнти апроксимації.

Розрахунки виконуються для швидкісних режимів роботи двигуна: від частоти холостого ходу $n_{x.x}$ двигуна (довідкові дані для конкретного транспортного засобу) через 100 (200) об./хв. до номінальної частоти обертання вала двигуна n_n (або максимальної частоти n_N – для дизелів).

Крутний момент на валу двигуна (Рудзінський 1993, Сахно 2004)

$$M_{ex} = 9554 \frac{N_{ex}}{n_x}, \text{ Н}\cdot\text{м.} \quad (5)$$

Годинна витрата палива (Рудзінський 1993, Сахно 2004)

$$G_{mx} = g_{ex} \cdot N_{ex} \cdot 10^{-3}, \text{ кг/год} \quad (6)$$

Результати розрахунку заносять у табл. 3.

Таблиця 3

Результати розрахунку характеристики двигуна

n_x , хв.-1	N_{ex} , кВт	g_{ex} , г/кВт·год.	M_{ex} , Н·м	G_{mx} , кг

За результатами розрахунку будують характеристику двигуна (рис. 1).

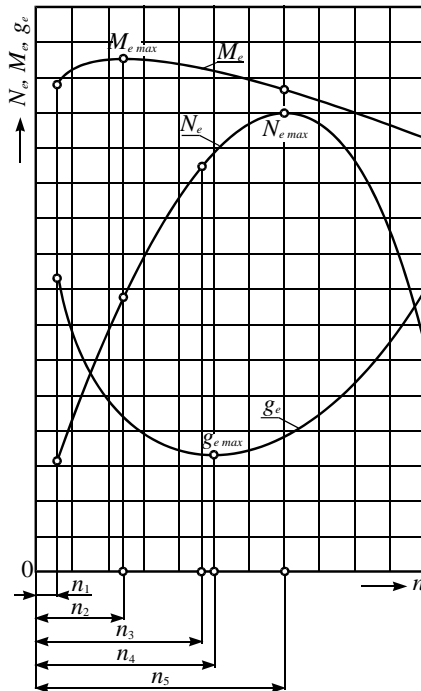


Рис. 1. Зовнішня швидкісна характеристика двигуна

Вона показує зміну ефективної потужності N_e , крутного моменту M_e і питомої витрати палива g_e в залежності від числа обертів колінчастого валу n при повному навантаженні двигуна (рис. 7). Її будують за даними результатів стендових випробувань. Крива потужності N_e показує, що при збільшенні n (до $n_1 = n_2$) потужність двигуна збільшується прямо пропорційно n . Потім, починаючи від $n = n_2$, потужність починає збільшуватися, досягаючи максимального значення при $n = n_4$. При подальшому збільшенні числа обертів відбувається падіння потужності двигуна. Число обертів n_1 є мінімальними, при якому двигун може працювати стійко і відповідає значенню $n_1 = 800-1000$ об/хв.

Крутний момент M_e має максимальне значення при невеликих оборотах двигуна $n = n_2$. Чим більше зростає M_e при зменшенні n , тим краща пристосованість двигуна до збільшення опору руху автомобіля без переходу на більш низьку передачу. Запас крутного моменту, який забезпечує стійку роботу двигуна, оцінюється коефіцієнтом пристосованості K (Рудзінський 1993, Сахно 2004)

$$K = \frac{M_{max}}{M_N}, \quad (7)$$

де M_{max} – максимальний крутний момент;

M_N – крутний момент при максимальній ефективній потужності

4.5. Побудова динамічної характеристики транспортного засобу

Динамічна характеристика транспортного засобу є графічним зображенням залежності динамічного фактору D від швидкості його руху на всіх передачах при повному завантаженні транспортного засобу (Рудзінський 1993, Сахно 2004)

$$D_i = \frac{P_{ki} - P_{wi}}{G_a}, \text{ кН} \quad (8)$$

де P_{ki} – дотична сила тяги під час руху на i -тій передачі, кН;

P_{wi} – сила опору повітря під час руху транспортного засобу, кН;

G_a – вага повністю спорядженого транспортного засобу, кН.

Дотична сила тяги на під час руху на i -тій передачі (Рудзінський 1993, Сахно 2004)

$$P_{ki} = \frac{M_{ei} \cdot U_{ki} \cdot U_{0i} \cdot \eta_{mp}}{r_{\partial}}, \text{ кН}, \quad (9)$$

де U_{ki} – передаточне число коробки передач i -тої передачі;

U_{0i} – передаточне число головної передачі;

η_{mp} – к.к.д. трансмісії, в розрахунках можна прийняти $\eta_{mp} = 0,92$;

r_{∂} – динамічний радіус кочення коліс.

Сила опору повітря (Рудзінський 1993, Сахно 2004)

$$P_{wi} = \frac{k_o \cdot F \cdot V_{ai}^2}{3,6^2}, \text{ кН} \quad (10)$$

де k_o – коефіцієнт обтічності транспортного засобу;

F – лобова поверхня транспортного засобу, м²;

V_{ai} – швидкість руху автомобіля на i -тій передачі, км/год.

Швидкість руху транспортного засобу V_{ai} на i -тій передачі (Рудзінський 1993, Сахно 2004)

$$V_{ai} = 0,377 \cdot \frac{n_{xi} \cdot r_{\partial}}{U_{mpi}}, \text{ км/год.} \quad (11)$$

Результати розрахунків за наведеними формулами слід занести в табл. 4 і побудувати динамічну характеристику транспортного засобу.

Таблиця 4

Результати розрахунків динамічної характеристики
транспортного засобу

Ряд передач КПП	Розрахункові величини	Частота обертання колінчастого валу двигуна				
		$n_{x,x}$	n_I	n_n
1-ша	V_a , км/ГОД.					
	P_k , Н					
	P_w , Н					
	D					
...	
4-та	V_a , км/ГОД.					
	P_k , Н					
	P_w , Н					
	D					

На динамічній характеристиці необхідно показати швидкість руху транспортного засобу V_a (див. рис. 2) із заданим сумарним коефіцієнтом опору дороги (згідно завданням).

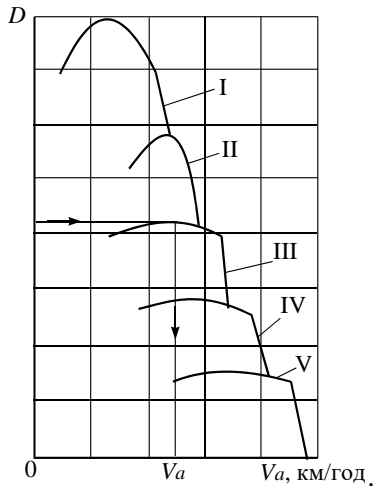


Рис. 2. Динамічна характеристика транспортного засобу
I, II, III, IV, V – передачі КПП

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет водного господарства та природокористування
Кафедра транспортних технологій і технічного сервісу

ОРІЄНТОВНИЙ ЗРАЗОК

Самостійна робота
з навчальної дисципліни „Транспортні засоби”

на тему: „Дослідження конструктивних особливостей
вантажного автомобіля ГАЗ-3307”



Виконав: студент ННМІ,
групи ТТз-11
Остапович П.В.

Перевірив: к.т.н., доцент
кафедри ТТіТС
Хітров І.О.

РІВНЕ 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра транспортних технологій і технічного сервісу

З А В Д А Н Н Я

на самостійну (практичну) роботу
з навчальної дисципліни „Транспортні засоби”
на тему „Дослідження конструктивних особливостей
вантажного автомобіля ГАЗ-3307”

1. Скласти технічну характеристику автомобіля.

Описати (з виконанням схем) конструкцію таких вузлів та агрегатів

1.1. По трансмісії

- накреслити кінематичну схему, описати функціональні елементи та принцип дії зчеплення;

- накреслити кінематичну схему коробки передач, описати функціональні елементи;

- накреслити кінематичну схему головної передачі.

1.2. По ходовій системі та органах керування:

- накреслити кінематичну схему, описати функціональні елементи передньої та задньої підвісок, робочої гальмівної системи та рульового керування автомобіля.

2. Побудувати швидкісну зовнішню характеристику двигуна та динамічну характеристику автомобіля та визначити:

- коефіцієнт пристосованості двигуна до збільшення навантаження;

- швидкість руху автомобіля по дорозі із сумарним коефіцієнтом опору дороги $\psi = 0,06$, передачу на якій відбуватиметься рух, та відповідну цій швидкості частоту обертання колінчастого валу двигуна.

Студент _____

Завдання видав – к.т.н., доцент кафедри
транспортних технологій і технічного сервісу

_____ Хітров І.О.

ЗМІСТ

стор.

ЗАВДАННЯ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ ГАЗ-3307

- 1.1. Призначення автомобіля ГАЗ-3307
- 1.2. Модифікації автомобіля ГАЗ-3307
- 1.3. Коротка технічна характеристика автомобіля

РОЗДІЛ 2. СИЛОВА ПЕРЕДАЧА

- 2.1. Зчеплення автомобіля ГАЗ-3307
 - 2.1.1. *Призначення зчеплення*
 - 2.1.2. *Будова зчеплення*
 - 2.1.3. *Принцип роботи зчеплення*
- 2.2. Коробка передач автомобіля ГАЗ-3307
 - 2.2.1. *Призначення коробки передач*
 - 2.2.2. *Будова коробки передач*
 - 2.2.3. *Принцип роботи коробки передач*
- 2.3. Карданна передача автомобіля ГАЗ-3307
 - 2.3.1. *Призначення карданної передачі*
 - 2.3.2. *Будова карданної передачі*
 - 2.3.3. *Принцип роботи карданної передачі*
- 2.4. Головна передача автомобіля ГАЗ-3307
 - 2.4.1. *Призначення головної передачі*
 - 2.4.2. *Будова головної передачі*
 - 2.4.3. *Принцип роботи головної передачі*

РОЗДІЛ 3. ХОДОВА ЧАСТИНА

- 3.1. Підвіска автомобіля ГАЗ-3307
 - 3.1.1. *Призначення підвіски*
 - 3.1.2. *Будова підвіски*
 - 3.1.3. *Принцип роботи підвіски*
- 3.2. Механізм керування автомобілем ГАЗ-3307
 - 3.2.1. *Призначення рульового керування*
 - 3.2.2. *Будова механізму керування*
 - 3.3.3. *Принцип роботи рульового керування*

3.3. Гальмівна система автомобіля ГАЗ-3307

3.3.1. *Призначення гальмівної системи*

3.3.2. *Будова гальмівної системи*

3.3.3. *Робота гальмівної системи*

РОЗДІЛ 4. ПОБУДОВА ШВИДКІСНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГУНА І ДИНАМІЧНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМОБІЛЯ ГАЗ-3307

4.1. Розрахунок і побудова зовнішньої швидкісної характеристики двигуна

4.2. Розрахунок і побудова динамічної характеристики автомобіля ГАЗ-3307

ЛІТЕРАТУРА

ВСТУП

Автомобільний транспорт є важливою складовою частиною єдиної транспортної системи нашої країни. У порівнянні з іншими видами транспорту ним перевозиться найбільша кількість вантажів. Автомобілі широко застосовуються в усіх галузях народного господарства.

Різностороннім став типаж спеціалізованих автотранспортних засобів. Автомобілі-тягача, автомобілі-самоскиди і автомобілі високої прохідності становлять тепер майже половину всього вантажного автотранспорту.

Основною особливістю нових марок автомобілів є підвищена продуктивність, висока надійність і довговічність, краща паливна економічність, до таких саме і відноситься вантажний автомобіль ГАЗ-3307, який розглянутий в роботі з навчальної дисципліни „Транспортні засоби”.

Область застосування транспортних засобів ГАЗ різного спрямування: для будівництва, дорожнього і комунального господарства, гірничодобувної і лісозаготівельної промисловості, нафтогазового комплексу.

Таким чином, транспортні засоби заслужили довіру, яка підтверджена надійністю і довговічністю роботи, практичністю, придатністю для технічного обслуговування і ремонту, відносною дешевизною, відповідають сучасним вимогам міжнародних стандартів з безпеки (екологічної та дорожньої). Саме ці автомобілі були обрані для дослідження їх конструктивного виконання.

Дана робота дозволить поглибити інженерні знання щодо основ конструкції та робочих процесів агрегатів, механізмів, вузлів і систем сучасних типів автомобілів, ознайомитись з техніко-експлуатаційними властивостями транспортних засобів.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ ГАЗ-3307

1.1. Призначення автомобіля ГАЗ-3307

Вантажний автомобіль ГАЗ-3307, виробництво якого почалося в 1990 році, є представником четвертого покоління вантажних автомобілів Горьковського автозаводу.



Під час розробки конструкції автомобіля передбачалася широка уніфікація за вузлами і агрегатами автомобілів діючого виробництва, що полегшило технічне обслуговування і ремонт автомобілів в експлуатації.

Вантажний автомобіль ГАЗ-3307 призначений для експлуатації по всіма видам доріг з твердим покриттям і характеризується високими техніко-експлуатаційними показниками.

Автомобіль має суцільнометалеву двомісну кабіну капотного типу, з панорамним склом, обладнану ефективною системою вентиляції і обігріву.

Кабіна має раціональне розміщення органів керування, сучасну за конструкцією панель приладів, м'яку оббивку дверей і внутрішніх панелей, регульовані сидіння, які оснащені ремнями безпеки.

На замовлення автомобіль може бути обладнаний передпусковим обігрівачем. Платформа – з дерево-металевою основою і трьома відкидними бортами, передбачена можливість встановлення надставних бортів і тенту.



1.2. Модифікації автомобіля ГАЗ-3307

В роботі розглянемо вантажний бортовий автомобіль зі стандартною базою (рис. 1.1).

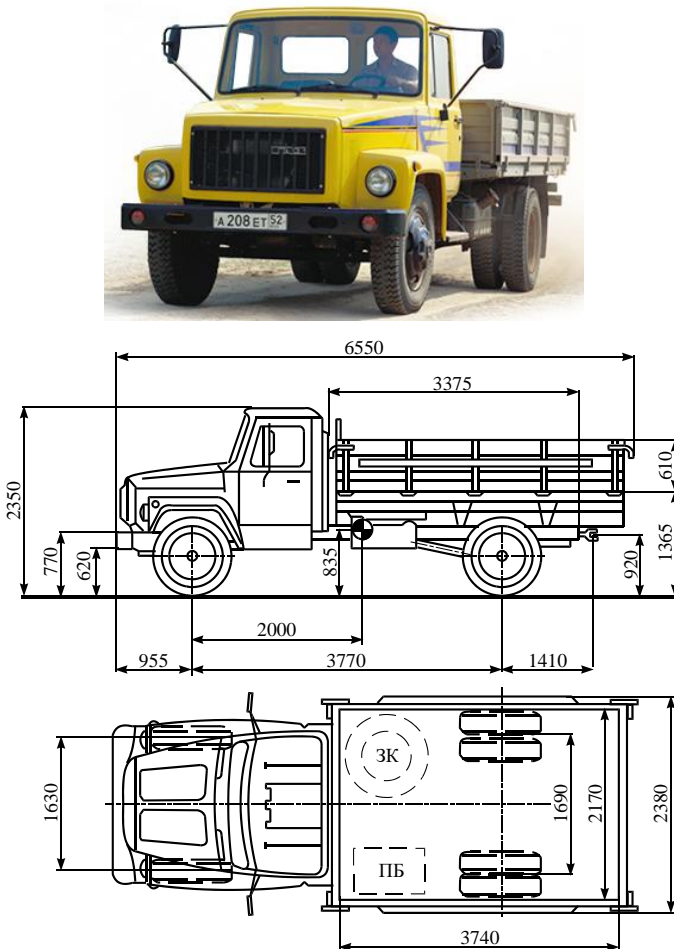


Рис. 1.1. Вантажний бортовий автомобіль ГАЗ-3307 зі стандартною базою (загальний вигляд та габаритні розміри) (Spectekhnika)

Існують наступні модифікації автомобіля ГАЗ-3307 (Spectekhnika):

ГАЗ-330701 – виконання „ХЛ” для холодного клімату;
ГАЗ-330706 – для країн з помірним кліматом

ГАЗ-330707 – для країн з тропічним кліматом;

ГАЗ-33073 – вантажопасажирське таксі;

ГАЗ-33075 и ГАЗ-33076 – газобалонні, які працюють відповідно на зрідженому нафтовому газі (пропан-бутані) і на стисненому природному газі;

ГАЗ-33072 – шасі для самоскидів;

ГАЗ-33074 – шасі для автобусів;

ГАЗ-3307 – шасі для спеціальних автомобілів.

Охарактеризуємо деякі модифікації автомобіля ГАЗ-3307.

Подовжений автомобіль ГАЗ-3307 (рис. 1.2). призначений для перевезення вантажів різними дорогами в умовах помірного клімату. Колісна база подовженого автомобіля збільшена на 800 мм у порівнянні з базовим, також збільшена задня частина на 600 мм.

Для нарощування габаритної ємності кузова борт даної модифікації ГАЗ-3307 подовжений до 5 м. Висота тенту в залежності від задач замовника варіюється від 1,8 до 2,5 м (ємність кузова – від 21 м³ до 28 м³ відповідно).

Автофургон промтоварний ГАЗ-3307 з подовженою базою призначений для перевезення промислових товарів, без дотримання особливого температурного режиму (рис. 1.3).

Фургон виготовлений із оцинкованої сталі з полімерним покриттям для підвищення корозійної стійкості. Фургон каркасного типу. Кузов автофургона має двостулкові двері з кутом відкривання кожної ступки 270°. Фургон оснащений внутрішнім освітленням.

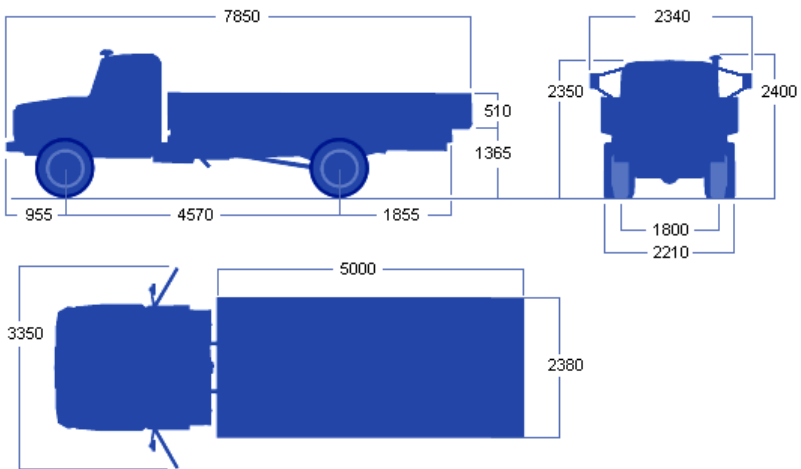


Рис. 1.2. Автомобіль ГАЗ-3307 з подовженою базою (загальний вигляд та габаритні розміри) (Спестехніка)

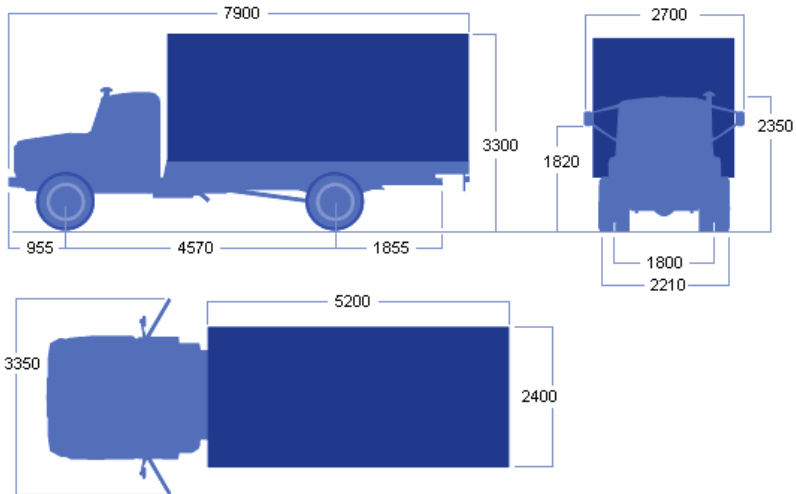


Рис. 1.3. Автофургон промтоварний/ізоtermічний з подовженою базою (загальний вигляд та габаритні розміри) (Spectekhnika)

Ізоtermічний фургон призначений для перевезення товарів, що вимагають особливого температурного режиму, обладнується виносним кондиціонером.

Автомобіль ГАЗ-3307 з подовженою базою і вмонтованим гідроманіпулятором (рис. 1.4).

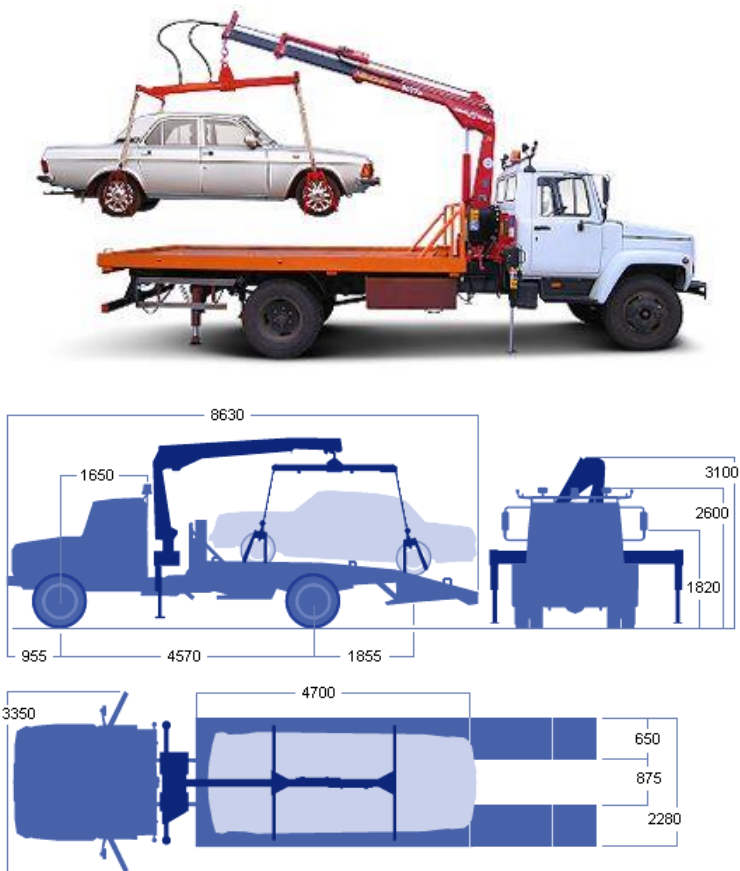


Рис. 1.4. Автомобіль ГАЗ-3307 з подовженою базою і гідроманіпулятором (загальний вигляд та габаритні розміри) (Спестехніка)

Для збереження довжини вантажної платформи рама подовжена на 800 мм. Забезпечення стійкості машини при навантаженні і розвантаженні передбачено гідравлічні висувні опори. Можливий монтаж іншого технологічного обладнання.

Дворядна кабіна на стандартній базі ГАЗ-3307 бортовий (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Дворядна кабіна на стандартній базі ГАЗ-3307 (Spectekhnika)

Автомобілі ГАЗ-3307 з дворядною кабіною призначені для перевезення вантажів і людей різними дорогами в умовах помірного клімату. Кабіна має п'ять пасажирських місць, виготовляється в двох- і чотирьох дверному варіантах для зручної посадки і висадки пасажирів і водія.

Автоевакуатор з лебідкою має подовжене на 800 мм шасі із суцільнометалевою платформою, закріпленою на рамі автомобіля (рис. 1.6). З правої сторони встановлений інструментальний ящик. Складені апарелі в складеному стані розміщуються під задньою частиною платформи. Кабіну водія від автомобіля, який евакуюється розділяє передня огорожа, яка установлена попереду платформи, яка також захищає водія при аварійному зсуві вантажу вперед. Автомобіль комплектується переднім упором східчастої фіксації (для оптимального розміщення перевезеного автомобіля залежно його від розташування), пробісковим маячком, фарою шукачем і комплектом кріпильних ременів з ручними натяжними пристроями. На платформу евакуатора встановлюється електрична лебідка.

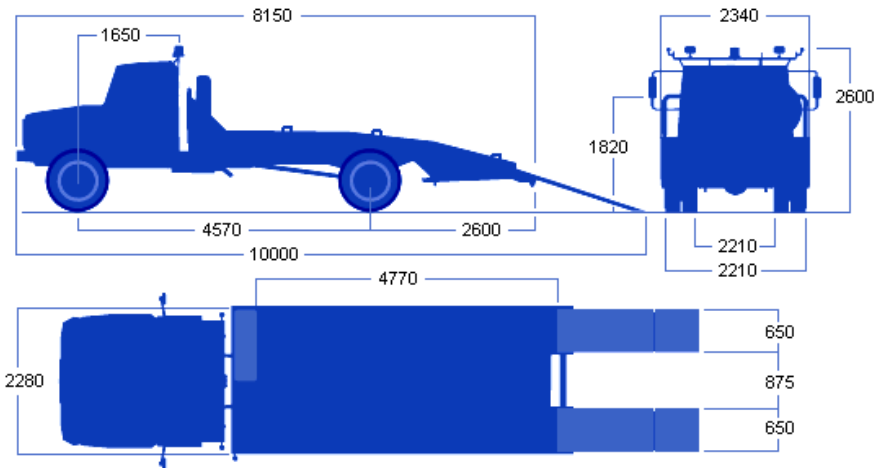


Рис. 1.6. Автоевакуатор (загальний вигляд та габаритні розміри) (Spectekhnika)

Сміттевоз на базі автомобіля ГАЗ-3307 з бічним завантаженням призначений для механізованого завантаження, ущільнення, транспортування і вивантаження твердих побутових відходів (рис. 1.7).



Рис. 1.7. Загальний вигляд сміттевоза КО-440-3 (Spectekhnika)

До складу спеціального устаткування входять: кузов із задньою кришкою, штовхаюча плита, бічний маніпулятор, гідравлічна й електрична системи.

Завантаження відходів у кузов здійснюють з контейнера бічним маніпулятором.

Ущільнення відходів у кузові здійснюють штовхаючою плитою. Вивантаження здійснюється перекиданням кузова і штовхання плити.

Вакуумна машина для очищення ям і транспортування фекальних рідин до місця утилізації (рис. 1.8).



Рис. 1.8. Загальний вигляд вакуумної машини КО-503-В (Spectekhnika)

Спеціальне устаткування складається з цистерни, вакуумного насоса з приводом, сигнально-запобіжного пристрою, прийомного лючка з усмоктувальним шлангом, кранів керування з трубопроводом, площадок і додаткового електроустаткування.

Заповнення цистерни здійснюється під дією вакууму, створюваного вакуумним насосом. Спорожнювання цистерни самопливом або тиском повітря від вакуумного насоса.

1.3. Коротка технічна характеристика автомобіля

Під технічною характеристикою автомобіля розуміють сукупність параметрів, які оцінюють його конструкцію. Технічна характеристика наводиться в інструкціях з експлуатації, які видає завод-виробник на кожен автомобіль. Наведемо у роботі коротку технічну характеристику (таблиця 1).

Таблиця 1

Коротка технічна характеристика автомобіля ГАЗ-3307

Параметр	Значення
1	2
Габаритні розміри автомобіля	
Довжина, мм	6550
Ширина, мм	2380
Висота по кабіні, мм	2350
Дорожній просвіт під балкою передньої вісі / заднім мостом, мм	347 / 265
Коля передніх/задніх коліс, мм	1630 / 1690
Габаритні розміри вантажної платформи	
Довжина, мм	3740
Ширина, мм	2170
Висота, мм	610
Технічні характеристики автомобіля	
Вантажопідйомність, кг	4500
Споряджена маса автомобіля, кг	3220

продовження табл. 1

<i>1</i>	<i>2</i>
В тому числі:	
на передню вісь	1435
на задню вісь	1765
Повна, кг	7850
В тому числі:	
на передню вісь, кг	1875
на задню вісь, кг	5975
Допустима маса причепа, кг	
з інерційно-гідравлічним приводом гальм	3500
не обладнаного гальмівною системою	750
Трансмiсія	
Зчеплення	однодискове з периферійними пружинами
Привід виключення	гідравлічний
Коробка передач	механічна чотирьох ступінчаста синхронізована
Передаточні числа	
I передача	6,55
II передача	3,09
III передача	1,71
IV передача	1,0
Задній хід	7,77
Підвіска коліс	
Передня	залежна, ресорна, с гідравлічними амортизаторами

продовження табл. 1

<i>1</i>	<i>2</i>
Задня	залежна, ресорна
Гальма	
робоча гальмівна система	двоконтурна, с гідравлічним приводом
Передні	барабанні
Задні	барабанні
Рульове керування	
Тип	«гвинт – гайка»
Передаточне число	21,3
Електрообладнання	
Напруга, В	12
Акумулятора батарея	6СТ-75
Генератор	Г250-Г2
Колеса	
Диски, розмірність	152Б-508
Шини, розмірність	8,25R20 (240R508)
Радіус повороту:	
по зовнішньому колесу, м	8
габаритний, м	9
Експлуатаційні показники	
Максимальна швидкість автомобіля, км/год	90
Те ж, автопоїзда, км/год	80
Мінімальна стійка швидкість на нищій передачі, км/год	5-6
Час розгону до 80 км/ч, с	64
Витрата палива, л/100 км (по ГОСТ 20306-90)	
при 60 км/ч	19,6
при 80 км/ч	26,4

продовження табл. 1

<i>1</i>	<i>2</i>
Максимальний підйом, %, не менше	25
Ге ж, автопоїзда, %, не менше	18
Ємність паливного бака, л	105
Маса агрегатів, кг	
Двигун з зчепленням і коробкою передач	330
Коробка передач	56
Карданний вал	25,5
Передній міст	138 (158)
Задній міст	270
Кузов	545
Кабіна в зборі	246 (352)
Колесо з шиною	84
Радіатор	25
Ресори: передня	27
задня	61
додаткова	16
Технічна характеристика двигуна	
Кількість циліндрів	8
Робочий об'єм циліндрів, л	4,25
Степінь стиску	7,6:1
Діаметр циліндрів, мм	92
Хід поршня, мм	80
Номінальна потужність при частоті обертання колінчастого валу, хв. ⁻¹ ; кВт	92 3200-3400
Максимальний крутний момент при частоті обертання колінчастого валу, хв. ⁻¹ ; Нм	294 2000-2500
Мінімальна питома витрата палива, г/кВт	286
Витрата масла на угар, % від витрати палива	0,4

РОЗДІЛ 2 СИЛОВА ПЕРЕДАЧА

2.1. Зчеплення автомобіля ГАЗ-3307

2.1.1. Призначення зчеплення. Зчепленням називається механізм трансмісії автомобіля, який передає крутний момент двигуні і дозволяє короткочасно від'єднати двигун від трансмісії і плавно їх з'єднати. Зчеплення зберігає трансмісію від перевантажень, обмежуючи максимальний крутний момент, який передається від двигуна (Бортницький 1980, Родичев 2005).

Під час короткого проміжку часу роз'єднання колінчастого валу двигуна з ведучим валом коробки передач, зчеплення забезпечує можливість шестерням коробки передач легко ввійти в зачеплення між собою або вийти з нього в момент включення, виключення та переключення передач. Крім того, зчеплення дозволяє виконувати повільне наростання крутного моменту на деталях трансмісії при зрушення автомобіля з місця, що сприяє збільшенню їх довговічності та надійності, бо зменшує динамічні навантаження.

На автомобілі ГАЗ-3307 застосовано фрикційне зчеплення, яке працює з використанням сил тертя. Воно називається однодисковим, оскільки має плоскі робочі поверхні ведучого і веденого елементів. Кількість дисків визначається крутним моментом, який приймається таким, щоб обмежувати момент інерції ведучих частин границями, достатніми для забезпечення без ударного переключення шестерень коробки передач.

За робочим циклом зчеплення виконано постійно замкнутим, його ведений диск затиснений між ведучими дисками і може передавати повний крутний момент. Лише при потребі в короткі проміжки часу ведучі диски розводять і звільняють ведений диск від передачі крутного моменту.

Ведучі частини зчеплення розміщуються на маховику двигуна. При цьому обернена до них поверхня маховика служить одним з ведучих дисків. Велика маса маховика сприяє доброму охолодженню деталей зчеплення, його компактності. При цьому

зменшується витрата металу на маховик, оскільки деталі зчеплення доповнюють його масу до необхідної.

Ведучі диски, щоб їх маса, а відповідно, і момент інерції були невеликі, роблять з тонкої, пружної листової сталі і облицьовують (на заклепках) накладками з фрикційного матеріалу. Фрикційний матеріал забезпечує високий коефіцієнт тертя при підвищеному нагріванні, великих питомих тисках і швидкостях ковзання.

Пружна властивість тонкого сталюого диска підвищує плавність включення і виключення зчеплення. Для отримання достатньо великої сили стиску дисків використовуються пружини.

Зчеплення складається з власно зчеплення і його приводу, призначеного для керування зчепленням. Привід – гідравлічний.

2.1.2. Будова зчеплення. Зчеплення автомобіля ГАЗ-3307 (рис. 2.1) складається з кожуха 5, який прикручений болтами до маховика 2, ведучого диска 3, який встановлений на шліцах первинного валу 17 коробки передач і розміщеного між площиною маховика і натискним диском, натискного диска 4, який притиснутий до диска 3 силою дванадцяти пружин. Ведучий диск сталевий 3 сталевий, до нього приклепано шість хвилястих пружинних пластин і дві фрикційні накладки (Анисимов 2001, Борисов 1983). Це забезпечує плавне включення зчеплення.

Гаситель крутильних коливань складається з восьми пружин, які поміщені у вікна ступиці ведучого диска 3, пластин, двох фрикційних шайб, які затиснені між диском і пластиною. Необхідне зусилля стиснення шайб підбирається за допомогою сталевих регульованих прокладок, які встановлюються під фрикційні шайби.

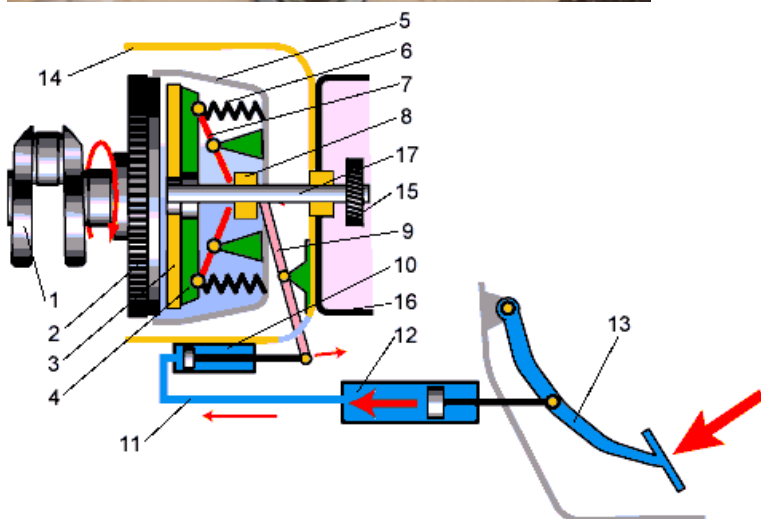
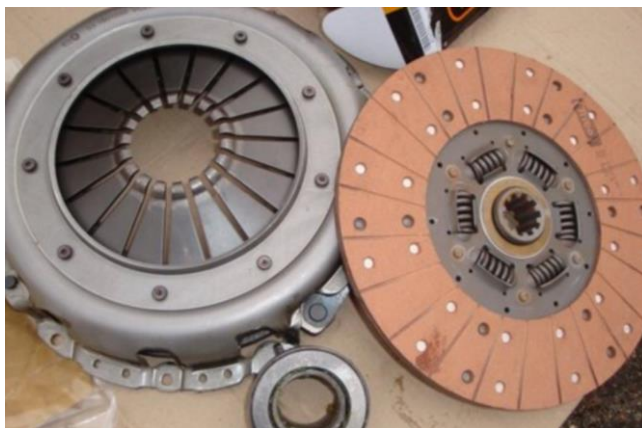


Рис. 2.1. Загальний вигляд зчеплення та схематичне зображення гідравлічного приводу ГАЗ-3307: 1 – колінчастий вал; 2 – маховик; 3 – ведучий диск; 4 – натискний диск; 5 – кожух зчеплення; 6 – натискні пружини; 7 – віджимні важелі; 8 – натискний підшипник; 9 – вилка виключення зчеплення; 10 – робочий циліндр; 11 – трубопровід; 12 – головний циліндр; 13 – педаль зчеплення; 14 – картер зчеплення; 15 – шестерня первинного валу; 16 – картер коробки передач; 17 – первинний вал коробки передач

Для виключення зчеплення служать три віджимних важелі 7, натискний підшипник 8, вилка 9 з гідравлічним приводом керування.

Привід виключення зчеплення (гідравлічного типу) складається з (див. рис. 2.1):

- педалі зчеплення 13,
- головного циліндра 12,
- робочого циліндра 10,
- вилки виключення зчеплення 9,
- натискного підшипника 8,
- трубопроводів 11.

2.1.3. Принцип роботи зчеплення. При натисканні на педаль зчеплення 13, зусилля ноги водія, через шток і поршень, передається рідині, що, у свою чергу, передає тиск від поршня головного циліндра 12 на поршень робочого циліндра 10. Далі шток робочого циліндра 10 переміщає вилку виключення зчеплення 9 і натискний підшипник 8 і передає зусилля на механізм зчеплення. Коли ж водій відпустить педаль, то під впливом пружин усі деталі привода займуть вихідні положення.

Ведучий диск 3, зв'язаний з первинним валом коробки передач і постійно притиснутий до маховика 2 натискним диском 4.

2.2. Коробка передач автомобіля ГАЗ-3307

2.2.1. Призначення коробки передач. Коробка передач перетворює крутний момент за величиною і напрямком і впливає на тягові та швидкісні показники автомобіля – його динамічні якості.

Крутний момент коліс і швидкість руху автомобіля перетворюють, змінюючи передаточне число трансмісії, для чого в зачеплення вводять відповідні шестерні. Ця основна функція ступеневої коробки передач характеризується числом передач і їхніми передаточними числами.

На автомобілі ГАЗ-3307 встановлена чотириступенева коробка передач з синхронізатором 3 передачі.

Приведемо характеристику ступеневої (шестеренної) коробки передач за основними ознаками.

1. Тип шестеренної передачі – з нерухомими осями валів.
2. Кількість валів – трьохвальна (ведучий, проміжний, ведений).
3. Спосіб зачеплення шестерень – з рухомими шестернями і з шестернями постійного зачеплення.
4. Процес переключення передач – з переключенням на ходу.
5. Тип механізму переключення передач – механічний.
6. Монтажні якості – виконана в окремому агрегаті (корпусі).
7. Тип передач – нижчі і вищі.

Вищу передачу використовують при русі в хороших дорожніх умовах. На автомобілі вища четверта передача – пряма, з передаточним числом $i = 1$).

Нижчі передачі (перша, друга) служать для рушання автомобілем з місця, подолання підйомів і важких ділянок дороги.

На автомобілі передбачено передачу заднього ходу для маневрування при розворотах.

2.2.2. Будова коробки передач. Коробки передач складається з (рис. 2.4):

- картера,
- первинного, вторинного і проміжного валів із шестернями,
- додаткового валу і шестерні заднього ходу;
- синхронізатора,
- механізму переключення передач із замковим і блокувальним пристроями;
- важеля переключення.

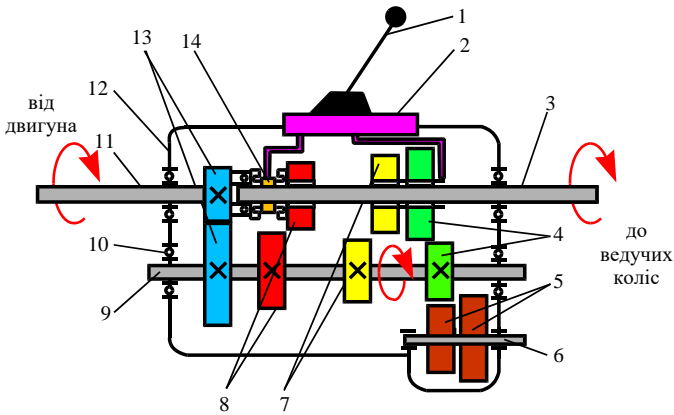


Рис. 2.4. Загальний вигляд та схематичне ображення коробки передач автомобіля ГАЗ-3307: 1 – важіль переключення передач; 2 – механізм переключення передач; 3 – ведений вал; 4 – блок шестерень першої передачі; 5 – блок шестерень заднього ходу; 6 – вісь блоку шестерень заднього ходу; 7 – блок шестерень другої передачі; 8 – блок шестерень третьої передачі; 9 – проміжний вал; 10 – підшипники; 11 – ведучий вал; 12 – картер; 13 – блок шестерень постійного зачеплення; 14 – синхронізатор

Картер містить у собі всі основні вузли і деталі коробки передач. Він кріпиться до картера зчеплення, що, у свою чергу, закріплений на двигуні. Оскільки при роботі, шестерні коробки передач зазнають великих навантажень, то вони повинні добре змащуватися. Тому картер наполовину свого об'єму залитий трансмісійною оливою.

Вали коробки передач обертаються в підшипниках, встановлених у картері, і мають набори шестерень з різним числом зубів.

Синхронізатори необхідні для плавного, безшумного і без ударного включення передач, шляхом врівноваження кутових швидкостей обертових шестерень.

Механізм переключення передач служить для зміни передач у коробці і керується водієм за допомогою важеля із салону автомобіля. При цьому замковий пристрій не дозволяє включатися одночасно двом передачам, а блокувальний пристрій утримує передачі від самовільного вимикання.

Механізм коробки передач встановлений в литий чавунний картер, який прикріплений до картера зчеплення за допомогою чотирьох шпильок. Центрування коробки відносно зчеплення забезпечується фланцем кришки первинного валу.

Первинний (ведучий) вал *11* коробки встановлений на двох підшипниках. Передній підшипник змонтований у гнізді колінчатого валу двигуна, задній – у передній стінці картера коробки передач і закріплений гайкою. Первинний вал коробки передач за допомогою шліців з'єднаний з ведучим диском зчеплення.

На задньому кінці первинного валу є конус і два зубчатих вінці: один з косими зубами, що знаходиться в постійному зачепленні з зубами великого вінця блоку шестірень *13* проміжного валу *9*, і інший вінець із прямими зубами, що при включенні прямої передачі входять у зачеплення з муфтою синхронізатора *14*.

Такий же вінець із прямими зубами і конус є на шестірні *8* третьої передачі; конічні поверхні цих шестерень притираються на заводі з кільцями, що блокують, і встановлюються в коробці передач комплектно.

На конусі і зубчатому вінці первинного валу передбачена виїмка, що необхідна для монтажу зібраного первинного валу в картері коробки передач після установки в ньому блоку шестерень проміжного валу.

Від осьового переміщення вперед первинний вал стопориться кришкою, а від переміщення назад – упорним кільцем, вставленим у канавку шарикопідшипника.

Вторинний вал 3 встановлений на двох підшипниках: на циліндричному роликотпідшипнику, розташованому в гнізді первинного валу, і на шарикотпідшипнику, розміщеному в задній стінці картера. Роликотпідшипник складається з вільних самозамикаючих роликів (без сепаратора). В осьовому напрямку передні кінці роликів фіксуються буртиком первинного валу, а задні – упорною шайбою, яка вільно вставлена в гніздо підшипника і застопорена розрізним пружинним кільцем, яке встановлено в напівкруглій канавці.

На задньому кінці валу за шарикотпідшипником встановлені і затягнуті гайкою ведуча шестерня привода спідометра, фланець карданного шарніра і шайба.

У середній частині вал має евольвентні шліци, по внутрішній шліфованій поверхні яких центрується шестерня 4 першої передачі, На гладкій шийці вторинного валу вільно посаджена шестерня 7 другої передачі, що має два зубчатих вінці: один з косим зубом для постійного зачеплення з відповідним вінцем проміжного валу і другий з прямим зубом для зачеплення з шестернею 7 при включенні другої передачі.

На передньому кінці вторинного валу встановлені і затягнуті гайкою: маточина синхронізатора (з'єднана з валом за допомогою шліців), сталева загартована розпірна втулка і шайба, яка упирається в торець шийки, на якій обертається шестерня другої передачі. Розпірна втулка посаджена на вал щільно і стопориться від провертання стопорним штифтом, один кінець якого запресований у втулку, а другий утоплений у шліцьовий паз вторинного валу. На розпірній втулці вільно встановлена шестерня 8 третьої передачі. Для змащення тертьових поверхонь на шестерні є радіальні канали і канавки на торцях, а на зовнішній поверхні розпірної втулки нарізані спіральні канавки. Для

запобігання задирок шестерні третьої і другої передач мають бронзові втулки. Втулки розточуються в зборі із шестернями.

Від осевого переміщення вторинний вал стопориться задньою кришкою і упорним кільцем, який встановлений у канавці шарикопідшипника.

Проміжний вал 9, виконаний у вигляді блоку чотирьох шестерень, обертається на роликовому і кульковому підшипниках.

Проміжний вал фіксується від переміщення кришкою і упорним кільцем шарикопідшипника, що закріплений на валу гайкою. Передній підшипник проміжного валу закритий заглушкою, яка запресована у гніздо врівень з передньою стінкою картера.

Передній кінець осі 6 блоку шестерень заднього ходу вільно вставлений в отвір внутрішнього приливу картера, а задній кінець запресований у його задню стінку. Вісь застопорена штампованою стопорною пластиною, яка закріплена болтом, а також краєм приливу на задній кришці проміжного валу, що закриває частину торця осі. Різьбовий отвір у задньому торці вісі може бути використано для виймання її з картера.

На осі вільно обертається двох вінцевий блок 5 шестерень заднього ходу, що має бронзову втулку.

Усередині картера в нижній частині з лівої сторони відлиті два приливи з виїмками, у які вставлений штампований з листової сталі брудовловлювач і закріплений із правої сторони гвинтом. В ньому передбачені похилі пази, за допомогою яких утримуються на дні картера продукти зносу.

Пробка маслосливного отвору (вона ж контрольна) розташована на лівій стінці картера, а маслосливного – унизу, у задній стінці.

Для утримання оливи в коробці передач у її задній кришці встановлений сальник. Крім того, на внутрішній поверхні задньої кришки нарізана маслосгінна різьба, яка, сполучаючись із шийкою фланця вторинного валу, відводить оливу від сальника. Аналогічна маслосгінна різьба є на внутрішній поверхні кришки первинного валу. З внутрішньої сторони цієї кришки на фланці відлитий масляний канал, по якому олива відводиться з

порожнини кришки до стічного отвору в передній стінці картера і далі в картер.

Вгорі задньої кришки встановлений сапун, що запобігає утворенню всередині картера надлишкового тиску, що викликає витікання оливи з коробки передач.

2.2.3. Принцип роботи коробки передач. Опишемо зміну величини крутного моменту (числа обертів) на різних передачах на прикладі рис. 2.5.

Візьмемо дві шестерні і підрахуємо число їхніх зубів. Перша шестерня має 20 зубів, а друга 40. Значить при двох обертах першої шестерні, друга зробить тільки один оберт (передаточне число дорівнює 2).

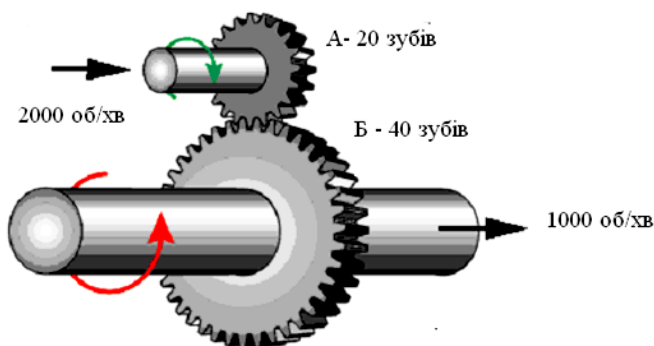


Рис. 2.5. Визначення передаточного відношення однієї пари шестерень

Оскільки в коробці передач реального автомобіля мається великий набір шестерень, то, вводячи в зачеплення різні їхні пари, ми маємо можливість змінювати і загальне передатне відношення коробки.

Для включення другої передачі (див. рис. 2.4) на вінці шестерні 7 з прямим зубом нарізані такі ж шліци, як на вторинному валу для шестерні 4. Тому при переміщенні шестерні 4 вперед її шліци зачіплюються з вінцем шестерні 7, що забезпечує включення другої передачі; з її вінцем також

зачіплюється малий вінець блоку 5 шестерень при включенні заднього ходу.

Для включення третьої і четвертої передачі служить муфта, яка переміщується по шліцам ступиці синхронізатора 14. При переміщенні ковзаючої шестерні і муфти первинний вал через блок шестерень проміжного валу з'єднується з вторинним валом, що забезпечує передачу обертів від колінчастого валу двигуна до карданного валу. Наприклад, при русі шестерні 4 назад вона увійде в зачеплення з малою шестернею 4 проміжного валу, і обертання на вторинній (ведений) вал буде передаватися через блок шестерень 13 і 4.

2.3. Карданна передача автомобіля ГАЗ-3307

2.3.1. Призначення карданної передачі. Карданною передачею називається механізм трансмісії автомобіля, який призначений для передачі крутного моменту між агрегатами, осі валів яких не співпадають і можуть змінювати своє положення.

Коробка передач встановлена на рамі автомобіля, а задній міст підвішений до рами на пружних ресорах. При коливанні навантаження на автомобіль під час його руху положення заднього мосту відносно рами і осі вторинного валу коробки передач постійно змінюється. Відповідно, для того, щоб передати крутний момент від вторинного валу коробки передач до валу заднього мосту, необхідний вал, який міг би змінювати свою довжину і кут нахилу відносно поздовжньої осі автомобіля.

2.3.2. Будова карданної передачі. Карданна передача складається з (рис. 2.6):

- переднього і заднього валів;
- проміжної опори з підшипником;
- шарнірів з вилками і хрестовинами;
- шліцьового з'єднання.

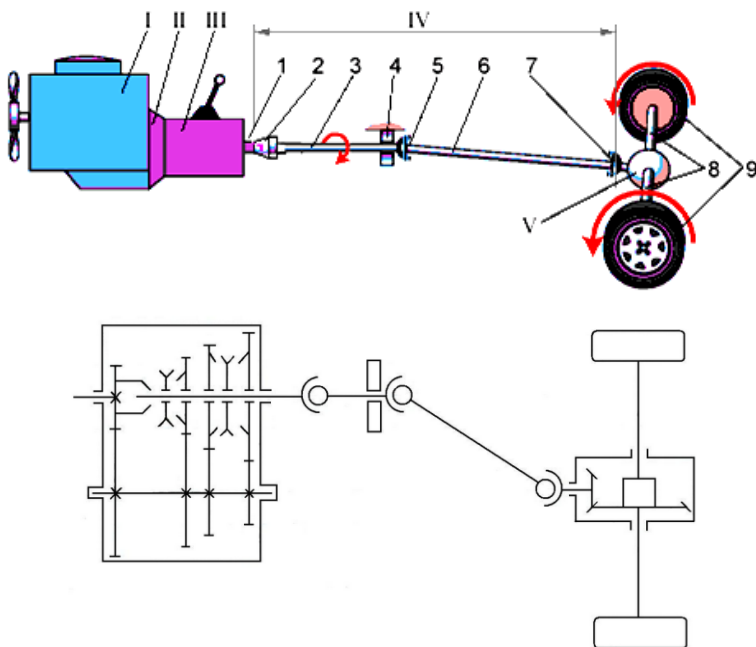


Рис. 2.6. Кінематична схема трансмісії автомобіля ГАЗ-3307: I – Двигун; II – Зчеплення; III – Коробка передач;

IV – Карданна передача

1 – фланець коробки передач; 2 – фланець переднього карданного валу; 3 – передній карданний вал; 4 – підвісний підшипник; 5 – задній карданний шарнір (хрестовина); 6 – задній карданний вал; 7 – задній карданний шарнір; V – Задній міст с головною передачею і диференціалом; 8 – піввісь; 9 – ведучі (задні) колеса.

Передній 3 і задній 6 карданні вали – відкритого типу, трубчасті з трьома шарнірами нерівних кутових швидкостей. Передній карданний вал 3 має додаткову опору 4 з кріпленням на поперечині рами автомобіля.

Передній 3 карданний вал – трубчастий, з одного кінця якого запресована і приварена вилка карданного шарніра, а з другого – шліцьова втулка. Вилка карданного шарніра – кована,

сталева; шліцьова втулка виготовлена з безшовної сталеві труби.

Рухоме шліцьове з'єднання переднього валу необхідне для забезпечення зміни довжини переднього валу, яке пов'язано з переміщенням заднього мосту.

Від забруднення шліцьового з'єднання і для утримання мастила в шліцах на торці шліцьової втулки встановлене спеціальне ущільнення.

На передньому кінці переднього валу розташований карданний шарнір, фланець якого з'єднаний з муфтою фланця коробки передач чотирма болтами. Карданний шарнір складається з двох вилок і хрестовини, на шипах якої знаходяться голчасті підшипники. Голчасті підшипники входять в отвори вушок вилок і утримуються в них кришками, які прикріплені до вилок двома болтами.

Кожен підшипник має 26 голчастих роликів, які в стакані підшипника утримуються шайбою і ковпачком, напресованим на стакан.

Задній карданний вал 6 виконаний у вигляді тонкостінної труби однакового перетину з трубою переднього валу, по обидва боки якого запресована і приварені однакові вилки карданних шарнірів. Вилки розташовані в одній площині, чим забезпечується рівномірне обертання валів (відхилення, що допускається, від розташування в одній площині не більш 2 °). Фланець заднього шарніра карданної передачі кріпиться чотирма болтами до фланця ведучої шестерні заднього мосту.

Проміжна опора карданного валу 4 розташована на зовнішній поверхні шліцьової втулки і складається з радіально-упорного шарикопідшипника, який встановлений в гумову подушку, що, у свою чергу, знаходиться в штампованому кронштейні, прикріпленому ботами до поперечини рами. Для запобігання попадання в підшипник бруду і води, а також для утримання в ньому змащення проміжна опора по обидва боки підшипника має два сальники, які розташовані в спеціальних штампованих обоймах, напресованих на поверхню зовнішньої обойми підшипника. Обойми сальників утримуються на підшипнику чотирма сухарями. Внутрішні поверхні сухарів

охоплюють зовнішні поверхні обойм сальників, а зовнішні входять у спеціальні пази гумової подушки.

Гумова подушка, у якій розташований шарикопідшипник, поглинає вібрації обертових мас. Спеціальні прорізи, які розташовані в тілі подушки проміжної опори, забезпечують їй необхідну жорсткість у всіх напрямках.

2.3.3. Принцип роботи карданної передачі. Крутний момент (див. рис. 2.6) від веденого валу коробки передач через фланець 1, що закріплений на ньому, передається фланцю 2 карданної передачі, а з ним і усій передачі. На протилежному кінці карданної передачі є карданний шарнір 5 з фланцем, подібний до фланця 1, який і з'єднується з ведучим валом головної передачі.

2.4. Головна передача автомобіля ГАЗ-3307

2.4.1. Призначення головної передачі. Головною передачею називається механізм трансмісії автомобіля, який перетворює крутний момент і розміщений перед ведучими колесами.

На автомобілі встановлена одинарна гіпоїдна головна передача з диференціалом. Диференціал дозволяє півосям автомобіля, які з'єднують головну передачу безпосередньо з ведучими колесами, мати різні кутові швидкості, що необхідно при перекошування коліс по нерівностях дороги та при поворотах автомобіля.

Піввісь призначена для передачі крутного моменту від півосевої шестерні диференціала безпосередньо колесу. На автомобілі крутний момент передається безпосередньо колесу, яке кріплять фланця півосі. Таку піввісь називають напіврозвантаженою, бо, крім крутного моменту, їй передається частина навантаження коліс радіальними та осьовими силами.

2.4.2. Будова головної передачі. Головна передача складається (рис. 2.7) з корпус 6, в якому розмішені ведучий вал 2 з фланцем 1, блок гіпоїдних шестерень (ведуча і ведена) 4 і 5,

диференціал 8, півосі 7 та ведучі колеса 3. В свою чергу редуктор у зборі встановлюється в картер заднього мосту.

Зубчатий вінець ведучої шестерні 4 виготовлений заодно з ведучим валом 2. На задній кінець шестерні напресований до упору в торець зубчатого вінця циліндричний роликопідшипник. Зовнішнє кільце підшипника встановлюють в отвір приливу корпусу 6 редуктора.

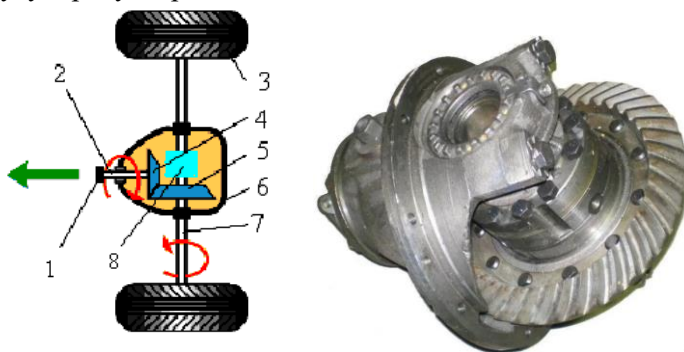


Рис. 2.7. Принципова схема головної передачі та загальний вигляд редуктора ГАЗ-3307: 1 – фланець; 2 – ведучий вал; 3 – ведучі колеса; 4 – ведуча шестерня; 5 – ведена шестерня; 6 – корпус; 7 – піввісь; 8 – диференціал

Внутрішнє кільце середнього конічного роликопідшипника запресоване на гладку шийку валу 2 до упору в передній торець зубчатого вінця, а внутрішнє кільце переднього роликопідшипника встановлене на шийку шестерні з невеликим натягом.

На шліці ведучого валу-шестерні 2 встановлюється маслозгінне кільце і фланець 1 карданного валу. Через шайбу за допомогою гайки затягують деталі, які встановлені на ведучій шестерні і стопоряться за допомогою шплінта.

Фланець веденої шестерні 4 має 12 рівномірно розміщених отворів для болтів кріплення шестерні до коробки сателітів (диференціал).

Диференціал складається з чотирьох сателітів 5, двох шестерень півосей 4, коробки сателітів, опорних шайб відповідно сателітів і шестерень на півосей і маслловловлювача (рис. 2.8).

Хрестовина має чотири цапфи, на яких вільно встановлені сателіти. Зуби сателітів 5 знаходяться у постійному зачепленні з вінцями шестерень півосей 4, які встановлені вільно в отвори коробки сателітів.

Коробка сателітів складається з двох половинок, які відлиті з ковкого чавуну і з'єднані болтами. Коробка сателітів обертається на двох конічних роликотпідшипниках.

На автомобілі встановлені повністю розвантажені півосі. Зовнішній кінець півосі має фланець, який десятьма шпильками і гайками з пружинними шайбами жорстко з'єднаний зі ступицею заднього колеса.

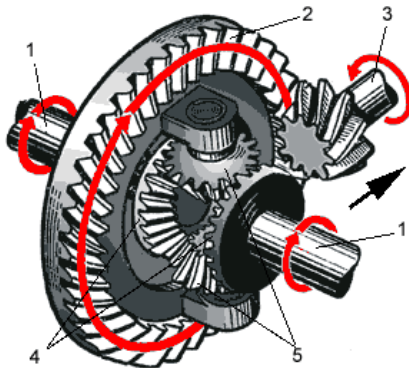


Рис. 2.8. Схема диференціала: 1 – півосі; 2 – ведена шестерня; 3 – ведучий вал-шестерня; 4 – шестерні півосей; 5 – шестерні-сателіти

Внутрішній шліцьовий кінець півосі 1 з'єднаний з шестернею півосі 4. Півівсь виготовлена з вуглецевої сталі і термічно оброблена.

2.4.3. Принцип роботи головної передачі. Принцип роботи головної передачі (див. рис. 2.7) полягає у наступному. Крутний момент від карданної передачі передається ведучий вал-шестерню 2. Остання знаходиться у зачепленні з веденою шестернею 5, разом з якою обертається коробка диференціала з диференціалом 8. З півосьовими шестернями диференціала з'єднують півосі 7, які і обертають ведучі колеса автомобіля.

РОЗДІЛ 3 ХАДОВА ЧАСТИНА

3.1. Підвіска автомобіля ГАЗ-3307

3.1.1. Призначення підвіски. Підвіскою називається система пристроїв для пружного зв'язку несучої системи з мостами або колесами автомобіля. Автомобільна підвіска регулює положення кузова під час руху автомобіля. На автомобілі встановлена залежна підвіска, оскільки задній міст і передня балка підвішуються до рами на поздовжніх пластинчатих напівеліптичних ресорах і переміщення одного колеса сприймається іншим. Передня підвіска, крім ресор, має амортизатори, а задня – підресорники.

У підвісці виділяють три такі пристрої: пружний, напрямний і гасильний.

Пружний елемент призначений зменшувати до допустимих величин дію сил на автомобіль при його наїзді на нерівності дороги. На автомобілі використовуються як металеві (листові ресори) та неметалеві пружні елементи (гумові подушки, гумові буфери).

Напрямні пристрої (важелі) призначені для передачі поздовжніх і поперечних сил, а також моментів на раму автомобіля. Крім цього вони визначають характер руху колеса автомобіля.

Гасильні пристрої (амортизатори) забезпечують необхідне затухання коливань несучої системи та коліс автомобіля.

3.1.2. Будова підвіски. Підвіска автомобіля реалізована на поздовжніх напівеліптичних ресорах. Передня підвіска, крім ресор, має амортизатори, а задня – підресорники.

Ресори широко використовуються як елементи підвіски автомобіля. Вони встановлені на всіх вантажних вітчизняних автомобілях, в тому числі і на всіх автомобілях ГАЗ. Перевагою листових ресор є те, що вони одночасно виконують пружні і напрямні функції підвіски.

Ресори складаються з окремих листів, виготовлених з спеціальної ресорної сталі. Листи мають неоднакову довжину: верхні – довші, а нижні – коротші. Ресори у складеному стані з'єднані центровим болтом. Для того щоб листи не зміщалися один відносно другого, їх стягують хомутиками. Кривизна листів ресори неоднакова. Нижні листи мають більшу кривизну, ніж верхні. Це дає можливість їм щільніше прилягати один до одного у складеному стані. Для зменшення тертя між листами їх поверхню змащують графітним мастилом. Ресори до балок мостів кріплять стрем'янками. Ресори розміщуються над балкою мосту. Як правило, верхні два листи ресор називають корінними.

Передні ресори автомобіля ГАЗ-3307 (рис. 3.1) мають 12 листів, із яких два верхніх корінні. Ресори встановлюють на балку переднього мосту і кріплять до нього стрем'янками. Зверху ресор встановлюють гумовий буфер 5, через отвори у вушках якого проходять стрем'янки 4. Буфер при надмірних прогинах ресори ударяється у лонжерони рами, зм'якшуючи цей удар і запобігаючи дальшому прогину ресор. Кінці корінних листів ресор відігнуті. Цими кінцями ресори закріплюють на гумових подушках 2 у кронштейнах 1 і 3 рами. Гумові подушки дозволяють міняти довжину ресори при прогині, а також зм'якшувати передачу штовхаючих сил.

Задні ресори вантажних автомобіля, на відміну від передніх, мають додаткову ресору, яку називають підресорником. Необхідність підресорника пояснюється тим, що маса автомобіля на задній міст міняється у великому діапазоні. Тому, якщо використати тільки одну ресору, то жорсткість підвіски не навантаженого автомобіля буде великою, що негативно впливатиме на рух його. Підресорник має вільні кінці, які не кріплять до рами. Це дає можливість підресорнику включатися в роботу тільки при навантаженому автомобілі. При цьому жорсткість, підвіски збільшується, прогин зменшується. Але збільшення жорсткості ресор при навантаженому автомобілі не позначається негативно на плавності його руху.

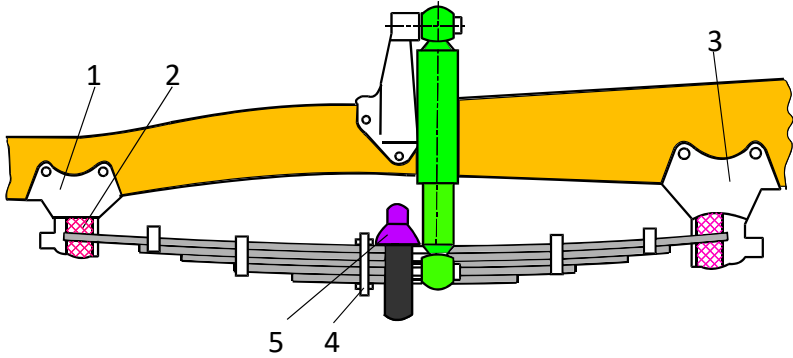


Рис. 3.1. Схема передньої підвіски автомобіля ГАЗ-3307: 1, 3 – кронштейни; 2 – гумові подушки; 4 – стрем'янка; 5 – гумовий буфер

На рисунку 3.2. зображено задню ресору автомобіля ГАЗ-3307. Головна ресора має 16 листів, а підресорник – 9. До рами задня ресора кріпиться так, як і передня. Кінці підресорника при навантаженому автомобілі впираються у кронштейни 2 і 6, при не навантаженому вони вільні.

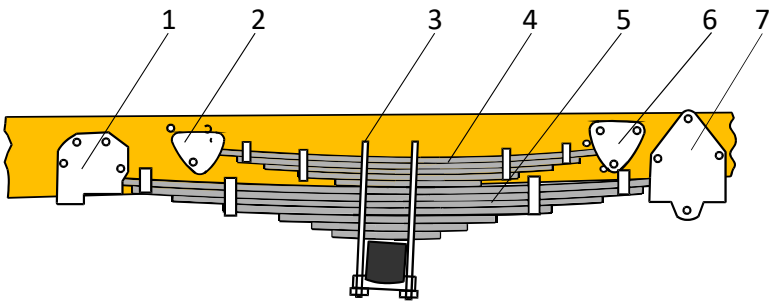


Рис. 3.2. Схема задньої підвіски автомобіля ГАЗ-3307: 1, 7 – кронштейни ресори; 2, 6 – кронштейни підресорника; 3 – стрем'янка; 4 – підресорник; 5 – основна ресора

На автомобілі встановлені амортизатори телескопічного типу і тільки на передній підвісці. У зв'язку з тим, що амортизатори гасять коливання як при ході передньої вісі вгору, так і при ході вниз, вони є амортизаторами двохсторонньої дії.

Гідравлічний амортизатор являє собою металевий циліндр, в якому знаходиться поршень з отворами, які закриті дисковим клапаном.

За допомогою проушини, в які вставлені дві гумові втулки, верхній кінець закріплений на пальці литого кронштейна, а нижній – на пальці, який прикручений до балки передньої вісі.

3.1.3. Робота підвіски. Розглянемо роботу передньої підвіски. Під час руху завантаженого автомобіля навантаження від коліс передається на передню підвіску автомобіля. У свою чергу верхні опорні подушки переднього і заднього кронштейнів ресор сприймають масу, яка приходить на підвіску, а нижні подушки кронштейнів – додатково масу передньої вісі при відриву передніх коліс від дороги під час руху автомобіля. Крім того, на верхню і нижню подушки переднього кронштейна діє горизонтальна реакція, яка виникає від опору кочення передніх коліс. Верхні і нижні подушки одночасно сприймають гальмівний момент від передніх гальм.

Відбувається поздовжнє переміщення ресори (зміні її довжини) під час прогинання внаслідок того, що її задній кінець розміщений між двома (верхньою і нижньою) подушками, які дозволяють йому переміщуватися вздовж осі автомобіля.

Для погашення коливань при русі (під час переміщення ресори) на ході стиску поршень амортизатора переміщується вниз і рідина, яка знаходиться під поршнем, відтискує перепускний клапан і через отвори зовнішнього ряду перетікає у порожнину циліндра над поршнем. Внаслідок того, що вся рідина, яка стискується з під поршня не може перетекти у порожнину над поршнем, то частина її перетікає через клапан стиску у резервуар.

При ході віддачі рідина з порожнини циліндра над поршнем перетікає через отвори внутрішнього ряду в поршні і

через щілину між тарілкою і внутрішньою втулкою клапана віддачі в порожнину під поршень.

Під час різкого переміщення поршня внаслідок малих розмірів прохідного перерізу щілини між тарілкою клапана і втулкою швидко перепускання рідини неможливе. Чим і досягається погашення коливань.

При роботі задньої підвіски зі збільшенням навантаження у роботу головної ресори включається і підресорник.

3.2. Механізм керування

3.2.1. Призначення рульового керування. Рульове керування призначене для того, щоб змінювати та підтримувати вибраний напрям руху автомобіля, а також для маневрування.

Воно повинно забезпечувати рух керованих коліс без проковзування при повороті. Внутрішнє колесо повертається на більший кут, ніж зовнішнє, що забезпечує конструкція рульової трапеції. Проковзування коліс при повороті може призвести до заносу автомобіля, а також до підвищення спрацювання шин.

Класифікація рульових керувань проводиться за принципом дії, розміщенням і типом рульового механізму та приводу.

Приведемо класифікацію рульового керування автомобіля ГАЗ-3307:

- за принципом дії – механічне;
- за розміщенням рульового механізму – рульове керування з лівим розміщенням;
- за типом рульового механізму – черв'ячний з роликом;
- залежно від розміщення рульової трапеції відносно керованого моста – рульовий привід з переднім розміщенням;
- тип рульової трапеції – нерозчленована.

Рульове керування складається з рульового механізму та рульового приводу.

Рульовий привід призначений для передачі зусилля від рульового механізму до керованих коліс автомобіля та забезпечення правильної кінематики їх повороту.

Рульовий механізм збільшує зусилля, яке прикладається до рульового колеса. Він призначений також для зменшення сили ударів і поштовхів від нерівностей дороги і забезпечує відповідність зусиль на керованих колесах і рульовому колесі.

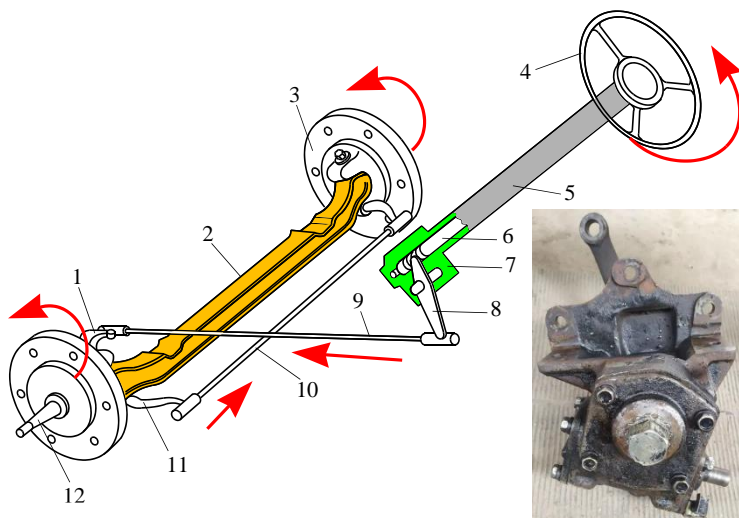


Рис. 3.3. Схема механізму керування та загальний вигляд рульового механізму ГАЗ-3307: 1 – важіль поздовжньої тяги; 2 – передня балка; 3 – поворотний кулак; 4 – рульове колесо; 5 – рульова колонка; 6 – рульовий вал; 7 – рульовий механізм; 8 – сошка; 9 – поздовжня тяга; 10 – поперечна тяга; 11 – важіль поперечної тяги; 12 – вісь рульового колеса

3.2.2. Будова механізму керування.

3.2.2.1. Будова рульового механізму. Картер рульового механізму 7 закріплений на лівому лонжероні рами п'ятьма болтами. Верхній кінець рульової колонки 5 прикріплений до розпірки панелі приладів за допомогою штампованого кронштейна, двома болтами. Між штампованим кронштейном і колонкою руля встановлена гумова подушка, що компенсує

відносно переміщення кабіни і кермової колонки при русі автомобіля.

Рульовий механізм 7 з глобоїдальним черв'яком і трьохребневим роликом. Подовжня кермова тяга 9, що з'єднує сошку 8 з важелем поворотного кулака 3 передньої осі, розташована уздовж лонжерона рами з лівої сторони, а рульова трапеція – позаду балки передньої осі.

Всередині картера знаходиться робоча пара механізму, що складає з черв'яка і ролика, що знаходиться в зачепленні з черв'яком.

Черв'як рульового механізму 7 напресований на пустотілий вал і встановлений у картері на двох конічних роликопідшипниках. Внутрішніми робочими поверхнями підшипників є конічні поверхні кінців черв'яка. Зовнішні кільця підшипників запресовані в гнізда картера й утримуються чавунними кришками, що прикріплені до картера рульового механізму чотирма болтами з пружинними шайбами.

Між нижньою кришкою і картером рульового механізму 7 встановлено декілька прокладок, за допомогою яких регулюють підшипники черв'яка. Під кришку верхнього підшипника встановлена одна ущільнювальна прокладка. У місці виходу валу черв'яка встановлений сальник.

Ролик посаджений на вісь на голчастих підшипниках, що складаються з двох рядів голок, які розділені розпірною втулкою. Вісь ролика встановлена в щічках головки валу 8 сошки; кінці осі розклепані. Між торцями ролика і щічками головки валу сошки розташовані упорні шайби.

Вал сошки працює в двох підшипниках: у бронзовій втулці, яка запресована у картер, і в циліндричному роликопідшипнику, встановленому в бічній кришці рульового механізму. У місці виходу з картера валу сошки розташований сальник.

Кут повороту валу сошки 8 від середнього положення до будь-якого крайнього положення становить 45° і обмежується упором ролика у виступи картера рульового механізму. Але на автомобілі кут повороту валу сошки трохи менше (мається запас ходу сошки), тому що максимальний поворот керованих коліс

визначається упором у балку передньої осі болта-обмежувача, який закручений у важелі кермової трапеції.

Робоча пара рульового механізму 7 має зачеплення з перемінним зазором. При положенні ролика, що відповідає рухові автомобіля по прямій, зазор у зачепленні практично дорівнює нулеві. В міру повороту рульового колеса в ту або іншу сторону зазор поступово збільшується. У крайніх положеннях ролика зазор має найбільше значення.

Збільшений зазор у зачепленні при поверненому положенні ролика забезпечує можливість регулювання зачеплення пари в міру її зносу. Зачеплення регулюють за допомогою регульовального гвинта, який закручений в бічну кришку картера. У паз гвинта щільно входить циліндричний хвостовик валу сошки. При обертанні гвинта вал сошки разом з роликом переміщається відносно черв'яка. Тому, що вісь ролика зміщена відносно площини, що проходить через вісь черв'яка і перпендикулярна до осі валу сошки, тому при переміщенні валу сошки буде мінятися відстань між осями ролика і черв'яка, чим і досягається регулювання зазору в зачепленні робочої пари. Регульовальний гвинт фіксується стопорною шайбою, штифтом і гайкою.

Рульовий вал вставлений в трубу (рульову колонку 5), нижній кінець якої надітий на верхню кришку картера і закріплений стяжним хомутом. У верхній частині кермової колонки встановлений радіально-упорний шарикопідшипник рульового валу. Внутрішнє кільце підшипника постійно підтиснуте пружиною через розрізну втулку, що сидить на рульовому валові (досягається зменшення зазорів і стуків в підшипнику при русі автомобіля).

Конічний верхнім кінець валу рульового механізму має дрібні шліци для встановлення рульового колеса. Рульове колесо 4 закріплене гайкою, що накручується на різьбовий кінець валу. Для зручності керування автомобілем одна з трьох спиць рульового колеса 4 при положенні рульового механізму 7, що відповідає рухові по прямій, обернена вниз. Таке положення рульового колеса забезпечується установкою його на шліцах кінця рульового валу.

Під ступицею рульового колеса на верхньому кінці кермової колонки 5 є механізм перемикача покажчиків поворотів. Всередині валу рульового механізму проходить провід звукового сигналу.

Зверху картера рульового механізму 7 встановлена різбова пробка, що закриває отвір для заливання оливи в картер рульового механізму.

Оливу з картера рульового механізму 7 зливають через нижній отвір кріплення бічної кришки картера рульового механізму, для чого необхідно вивернути нижній болт кріплення кришки.

3.2.2.2. Будова рульового приводу. Рульовий привід складається з подовжньої тяги 9, поперечної тяги 10 і їх важелів 1, 11.

Подовжня 9 і поперечні 10 рульові тяги – трубчасті. Шарові головки пальців і сошки рульового механізму і верхнього важеля лівого поворотного кулака входять в отвори, що знаходяться на кінцях подовжньої кермової тяги і затискуються пружинами між сухарями. Пружини утримуються в стиснутому стані пробками. Пружини запобігають утворенню зазору в шарнірах подовжньої тяги і зм'якшують ударне навантаження кермовому механізму.

Для запобігання поломки пружин при сильних ударах і випадання тяги в шарнірі подовжньої тяги є обмежувачі стиснення пружин. Для змащення шарнірів подовжньої кермової тяги на обох кінцях установлені прес-масльонки. Шарніри подовжньої тяги ущільнені спеціальними гумовими муфтами.

Поперечна рульова тяга 10 являє собою трубу з обтиснутими різбовими кінцями, на які наварнені наконечники з шарніром у зборі. У головці наконечника шарнірно закріплений палець, який з'єднує кінець тяги з важелями поворотних кулаків.

Шарнір поперечної рульової тяги 10 не вимагає регулювання, тому що зазори, що утворюються при зносі його деталей, автоматично вибираються пружиною.

Ущільнення шарніра поперечної кермової тяги забезпечується спеціальним торцевим гумовим ущільнювачем,

який затиснений між торцем головки наконечника і торцем головки важеля.

Шарніри поперечної рульової тяги 10 змазуються через прес-масльонку, які закручені в наконечники. Наконечники поперечної кермової тяги закріплені у визначеному положенні двома стяжними болтами, що стискають розрізну різьбову частину наконечника. Один кінець тяги має різьблення з правою нарізкою, а інший кінець – ліву нарізку.

3.2.3. Принцип роботи рульового керування. Він полягає в тому, що при повороті рульового колеса 4 (див. рис. 3.3) повертається рульовий вал 6, на нижньому кінці якого кріпиться черв'як. Зусилля через рульовий механізм 7 передається на вал рульової сошки 8, яка передає зусилля через шаровий палець на шарнірно зв'язану з нею поздовжню тягу 9. Далі через важіль 1 поздовжньої тяги рух передається поворотному кулаку й осі 12 керованого колеса. Через важіль 11 поперечної тяги і поперечну тягу 10 повертається на відповідний кут і другий кулак 3 з встановленим на його цапфі колесом. Так здійснюється поворот або маневрування автомобілем.

3.3. Гальмівна система

3.3.1. Призначення гальмівної системи. Гальмівна система являє собою сукупність пристроїв для гальмування автомобіля і є однією з найголовніших систем, що гарантує безпеку руху і призначена для зменшення швидкості руху і зупинки автомобіля. Вона також дозволяє утримувати автомобіль від мимовільного руху під час тривалої зупинки.

Розрізняють наступні види гальмівних систем, які встановлені на автомобілі ГАЗ-3307:

- робочу (для регулювання швидкості машини і її зупинки з необхідною ефективністю). Застосовують на всіх режимах руху, приводять в дію від педалі і вона гальмує всі колеса;

- стоянкову (для того, щоб утримувати автомобіль на місці, приводять в дію ручним важелем).

Застосовують два способи гальмування: гальмування з від'єднаним двигуном і гальмування двигуном. В першому випадку основним джерелом додаткових опорів руху машини є її гальмівна система.

При гальмуванні двигуном останній залишається з'єднаний з трансмісією і приводиться в обертання від коліс. Таке гальмування може застосовуватися окремо або поєднано з гальмівною системою. Гальмування двигуном використовується з метою збереження швидкості руху або невеликого сповільнення, для короткочасного гальмування під час руху в міських умовах і пригальмовуванні машини, яка рухається на спуск.

На автомобілі ГАЗ-3307 встановлені колодкові гальма з гідравлічним приводом і включеним у систему гідровакуумним підсилювачем.

3.3.2. Будова гальмівної системи. Гальма передніх і задніх коліс відрізняються лише розмірами і вибираються в залежності від навантаження, яке припадає на передній і задній міст (75,5 % від повної маси автомобіля).

Робоча гальмова система складається з:

- гальмівного приводу;
- гальмівних механізмів коліс.

На рис. 3.4. показано барабанный гальмівний механізм переднього колеса. На сталюму штампованому щиті 2 у верхній частині встановлений колісний циліндр 3, який прикріплений до щита двома болтами. В нижній частині щита 2 встановлені опорні пальці колодок гальм 7, а в середній частині – ексцентрики.

Переднє гальму в зборі із щитом 2 прикріплений шістьма болтами до фланця поворотного кулака, а заднє гальмо – до фланця кожуха піввісі.

Гальмівний барабан 1 – комбінований: сталюий штампований диск залитий у чавунний обід барабана.

Кожний колісний робочий гальмівний циліндр 3 має два поршні, дві ущільнюючі манжети, дві розпірні чашки і пружину.

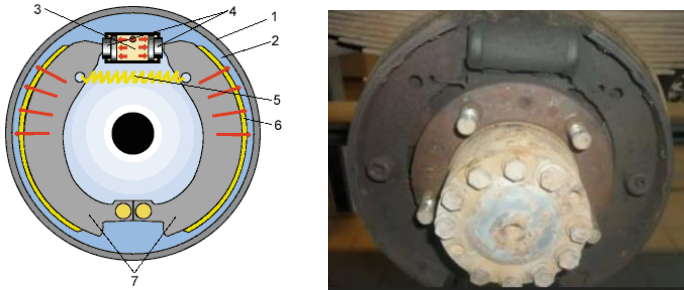


Рис. 3.4. Барабанный гальмівний механізм: 1 – гальмівний барабан; 2 – гальмівний щит; 3 – робочий гальмівний циліндр; 4 – поршні робочого гальмівного циліндра; 5 – стяжна пружина; 6 – фрикційні накладки; 7 – гальмівні колодки

Система гідравлічного приводу гальм (рис. 3.5) складається:

- педалі гальма 1;
- головного гальмівного циліндра 4;
- робочих гальмівних циліндрів 10;
- гальмівних трубок 6;
- гідровакуумного підсилювача 7.

Педаль гальма 1 – сталева кована, являє собою двохплечий важіль, вісь обертання якого розміщена разом з віссю обертання педалі зчеплення на лівому лонжероні рами. До верхнього кінця педалі гальма прикручена площадка педалі.

Нижній кінець педалі гальма 1 з'єднаний за допомогою пальця з регульованою тягою, є штовхачем поршня головного циліндра приводу гальм.

Картер головного циліндра 4 прикріплений до кронштейну педалей трьома болтами. Головний циліндр 4 гальма має дві порожнини: порожнина циліндра і порожнина-резервуар для робочої рідини 5. Зверху резервуара розміщена кришка з отвором для заливання гальмівної рідини. В середині циліндра розміщені поршень 3 з ущільнюючими манжетами, випускний і впускний клапани. Зворотна пружина одним кінцем постійно відтискує поршень головного циліндра з ущільнюючими манжетами в

крайне заднє положення, тобто до упору поршня в кришку циліндра, а другим кінцем притискує до сідла впускний клапан.

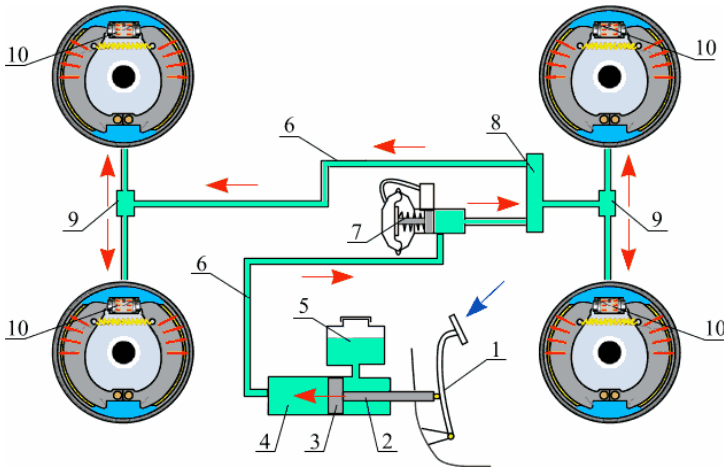


Рис. 3.5. Схема гідравлічного приводу гальм: 1 – педаль гальма; 2 – шток; 3 – поршень головного гальмівного циліндра; 4 – головний гальмівний циліндр; 5 – бачок головного гальмівного циліндра; 6 – з'єднувальні трубопроводи; 7 – гідровакуумний підсилювач; 8, 9 – перехідники; 10 – робочі колісні гальмівні циліндри

Головний циліндр 4 з'єднаний з колісними циліндрами 10 гальм системою трубопроводів 6, які складаються з металевих трубок, гнучких шлангів, трійників і штуцерів. Герметичність з'єднання забезпечується щільним затягуванням розвальцьованого кінця трубки на конічну поверхню сідла трійника або штуцера. Трійники і штуцери ущільнені шайбами з м'якої міді.

Трубки гідравлічного приводу – сталеві двошарові, згортні з обмідненою внутрішньою поверхнею. Трубки вакуумного приводу – мідні.

Гнучкі шланги гідравлічного приводу складаються з внутрішньої гумової трубки, двох шарів міцного каркасу з

бавовняного корду і зовнішнього гумового шару. Шланги закінчуються сталевими різьбовими наконечниками.

Для зменшення зусилля на педаль при гальмуванні в систему гідравлічного приводу гальм включений гідровакуумний підсилювач 7, який складається з камери підсилювача, циліндра і клапана керування.

В камері підсилювача між двома штампованими тарілчастими корпусами затиснута діафрагма. Діафрагма і штамповані корпуси камери щільно стягнуті двома хомутами. У центрі діафрагма жорстко з'єднана зі штовхачем 4 поршня. У камері встановлена конічна пружина, яка віджимає діафрагму в ліву порожнину корпусу камери. Права порожнина камери з'єднана трубопроводом через зворотний клапан впускною трубою двигуна.

Всередині циліндра підсилювача знаходиться поршень (див. рис. 3.4) з ущільнювальною манжетою. В поршні є кульковий клапан з пружиною. Поршень з'єднаний зі штовхачем за допомогою штифта. У прорізі поршня входить пластинчастий штовхач клапана, що вільно може переміщатися в осьовому напрямку відносно поршня.

На корпусі циліндра зверху закріплений корпус клапана керування з кришкою. Всередині корпусу знаходиться клапан керування, діафрагма якого затиснута між корпусами циліндра і клапана керування. Пружина клапана керування постійно прагне відтиснути клапан у крайнє нижнє положення. Поршень клапана керування входить в отвір у корпусі циліндра, який з'єднується з основною порожниною циліндра; ущільнення поршня забезпечується двома манжетами.

Всередині корпусу клапана керування знаходиться вакуумний клапан і повітряний клапан. У корпусі циліндра підсилювача є три отвори, в одне з яких вкручений перепускний клапан для прокачування гальмівної системи, а два інших служать для приєднання трубопроводу від головного циліндра гальм і трубопроводу, що йде до колісних циліндрів.

3.3.3. Робота гальмівної системи. При натисканні на педаль гальма *1* зусилля (див. рис. 3.4) передається на штовхач *2* і на поршень *3*. Пересуваючись з поршнем *3*, манжета спочатку перекриває компенсаційний отвір і, таким чином, роз'єднує робочу частину циліндра *4* і резервуара *5*; при подальшому русі поршня *3* в робочій частині головного циліндра *4* створюється тиск, під дією якого відкривається випускний клапан, і гальмівна рідина з головного циліндра *4* через трубопроводи *6* надходить у гідровакуумний підсилювач *7*, а потім у колісні циліндри *10*. Одночасно рідина тисне на поршень клапана керування гідровакуумного підсилювача *7*. При невеликих зусиллях на педалі гальмівної системи тиск у всій гідравлічній системі однаковий і рівний тиску, який створює головний циліндр *4*.

В міру збільшення зусилля на педалі *1* росте тиск у системі. Під впливом зростаючого тиску клапан керування гідровакуумного підсилювача піднімається вгору, переборюючи зусилля своєї пружини, закриває вакуумний клапан і відкриває повітряний клапан. При відкритті повітряного клапана повітря з атмосфери через фільтр надходить у порожнину клапана керування і через гнучкий шланг починає заповнювати порожнину вакуумної камери. Під впливом різниці тисків у порожнинах вакуумної камери діафрагма, штовхач і поршень переміщуються вперед збільшуючи тиск в системі гальмування.

Таким чином, на поршень циліндра підсилювача *7* діють дві сили: сила тиску рідини, що надходить з головного циліндра *4*, і зусилля, передане штовхачем від діафрагми камери підсилювача *10*. Внаслідок цього в гідравлічній системі за поршнем підсилювача утвориться тиск, що значно перевищує тиск, створюваний головним циліндром. В одержанні цього підвищеного тиску і складається підсилювальний ефект гідровакуумного підсилювача гальмівної системи.

Під дією цього тиску поршні колісних циліндрів *10*, переборюючи зусилля стяжних пружин колодок, переміщують гальмівні колодки, притискаючи фрикційні накладки колодок до гальмівних барабанів, які обертаються і загальмовуючи, таким чином, автомобіль. При знятті зусилля з педалі гальма *1* штовхач *2* головного циліндра *4* разом з педаллю *1* під дією відтяжної

пружини повертається у вихідне положення. При цьому поршень головного циліндра 3 під дією зворотної пружини також повертається в крайнє заднє положення.

Рідина з колісних циліндрів гальм під тиском, які створені стяжними пружинами колодок, відкриває впускний клапан і перетікає в головний циліндр, і тиск у системі плавно падає. Коли тиск упаде настільки, що зворотна пружина зможе перебороти його і закрити впускний клапан, то перегікання рідини припиниться. Це відбувається при тиску в системі 1,0-1,4 кгс/см². Таким чином, у системі гальм завжди є надлишковий тиск, що забезпечує щільне прилягання манжет колісних циліндрів до поверхонь циліндрів, тим самим виключаючи потрапляння повітря в гідравлічну систему.

При зворотному ході поршня головного циліндра 4 під дією зворотної пружини заповнення робочої порожнини циліндра рідиною з гідросистеми відбувається повільніше, ніж переміщення поршня внаслідок опору трубопроводів і впускного клапана. Тому в робочій порожнині головного циліндра створюється розрідження. Під дією цього розрідження рідина з резервуара через отвір і через отвори в головці поршня перетікає в робочу порожнину циліндра, віджимаючи сталеву шайбу і кромку внутрішньої манжети. Надлишок рідини в робочій порожнині головного циліндра, що утворився в результаті перетікання її із системи під впливом стяжних пружин колодок гальм, надходить у резервуар головного циліндра.

Таким чином, після кожного ходу поршня (гальмування) робоча порожнина головного циліндра швидко заповнюється рідиною, і гідравлічний привід готовий до повторного гальмування. Постійний обсяг робочої рідини в системі гідроприводу підтримується клапанами головного циліндру. При підвищенні тиску в системі через нагрівання відкривається впускний клапан, й надлишок рідини через робочу порожнину головного циліндра і компенсаційний отвір витікає в резервуар. При зниженні тиску в системі внаслідок зниження температури відкривається клапан, і рідина надходить у систему з робочої порожнини циліндра, у яку вона перетікає з резервуара через компенсаційний отвір.

РОЗДІЛ 4
ПОБУДОВА ШВИДКІСНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ДВИГУНА І ДИНАМІЧНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ
АВТОМОБІЛЯ ГАЗ-3307

4.1. Розрахунок і побудова зовнішньої швидкісної характеристики двигуна

Зовнішня швидкісна характеристика двигуна – це сукупність залежностей потужності N_i , крутного моменту M_i та питомої витрати палива g ; від частоти обертання n_i колінчастого валу двигуна при повній подачі пального у циліндри.

Для побудови швидкісної характеристики двигуна найчастіше використовується наступні залежності параметрів двигуна:

$$M_e = f(n_e); \quad N_e = f(n_e); \quad G_e = f(n_e); \quad g_e = f(n_e).$$

Для розрахунку і побудови характеристик двигуна використовуються його дані за технічною характеристикою на номінальному режимі (див. табл.) і описуються наступними залежностями (Рудзінський 1993)

$$N_{ex} = N_{max} \cdot \left[a \cdot \frac{n_x}{n_N} + b \cdot \left(\frac{n_x}{n_N} \right)^2 - c \cdot \left(\frac{n_x}{n_N} \right)^3 \right], \text{ кВт};$$

$$g_{ex} = g_{eN} \cdot \left[a_1 - b_1 \cdot \frac{n_x}{n_N} + c_1 \cdot \left(\frac{n_x}{n_N} \right)^2 \right], \text{ г/кВт}\cdot\text{год.}$$

де N_{ex} , N_{max} – відповідно розрахункове (біжуче) значення потужності двигуна на номінальному режимі та в режимі максимальної потужності двигуна, кВт;

n_{ex}, n_N – відповідно біжуче значення частоти обертання валу двигуна та частоти обертання валу двигуна на номінальному режимі, об/хв;

g_{ex}, g_{eN} – відповідно біжуче значення питомої витрати палива та витрата палива на номінальному режимі, г/кВт·год;

a, b, c, a_1, b_1, c_1 – коефіцієнти апроксимації (коефіцієнт апроксимації a, b, c, b_1 рівні одиниці; $a_1 = 1,2$; $c_1 = 0,8$).

Розрахунки виконуємо для швидкісного режиму роботи двигуна від холостого ходу $n_{x,x} = 800$ об/хв. через 200 об/хв. до номінальної частоти обертання валу двигуна $n_N = 3400$ об/хв.

Крутний момент M_{ex} на валу двигуна (Рудзінський 1993)

$$M_{ex} = 9554 \frac{N_{ex}}{n_x}, \text{ Н·м.}$$

Годинна витрата палива G_{mx} визначається за формулою (Рудзінський 1993)

$$G_{mx} = g_{ex} \cdot N_{ex} \cdot 10^{-3}, \text{ кг/год.}$$

Для автомобіля ГАЗ-3307 з бензиновим двигуном питома витрата палива становить $g_{eN} = 286$ г/кВт·год.

Наприклад, для біжучого значення частоти обертання колінчастого валу двигуна $n_x = 800$ об/хв

$$N_{ex} = 92 \cdot \left[1,0 \cdot \frac{800}{3200} + 1,0 \cdot \left(\frac{800}{3200} \right)^2 - 1,0 \cdot \left(\frac{800}{3200} \right)^3 \right] = 27,31$$

кВт;

$$g_{ex} = 286 \cdot \left[1,2 - 1,0 \cdot \frac{800}{3200} + 0,8 \cdot \left(\frac{800}{3200} \right)^2 \right] = 286 \text{ г/кВт·год;}$$

$$M_{ex} = 9554 \frac{27,31}{800} = 326,18 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$G_{mx} = 286 \cdot 27,31 \cdot 10^{-3} = 7,81 \text{ кг/год.}$$

Результати розрахунків проводимо в табличній формі (табл. 2).

Таблиця 2

Результати розрахунків для побудови швидкісної характеристики двигуна автомобіля ГАЗ-3307

Частота обертання колінчатого валу n_x , об/хв	Потужність двигуна N_{ex} , кВт	Крутний момент на валу M_{ex} , Н·м	Питома витрата палива g_{ex} , г/кВт·год	Годинна витрата палива G_{mx} , кг
800	27,31	326,18	286,00	7,81
1000	34,93	333,69	276,17	9,65
1200	42,59	339,06	268,13	11,42
1400	50,16	342,27	261,87	13,13
1600	57,50	343,35	257,40	14,80
1800	64,49	342,27	254,72	16,43
2000	70,98	339,06	253,83	18,02
2200	76,84	333,69	254,72	19,57
2400	81,94	326,18	257,40	21,09
2600	86,14	316,52	261,87	22,56
2800	89,30	304,72	268,13	23,94
3000	91,30	290,77	276,17	25,22
3200	92,00	274,68	286,00	26,31
3400	91,26	256,44	297,62	27,16

Побудову характеристик двигуна слід починати з вибору масштабів, виходячи з максимальних значень ефективної

потужності N_{ex} , крутного моменту M_{ex} , питомої витрати палива g_{ex} , частоти обертання валу двигуна n_x та нанесення координатних осей (рис. 4.1).

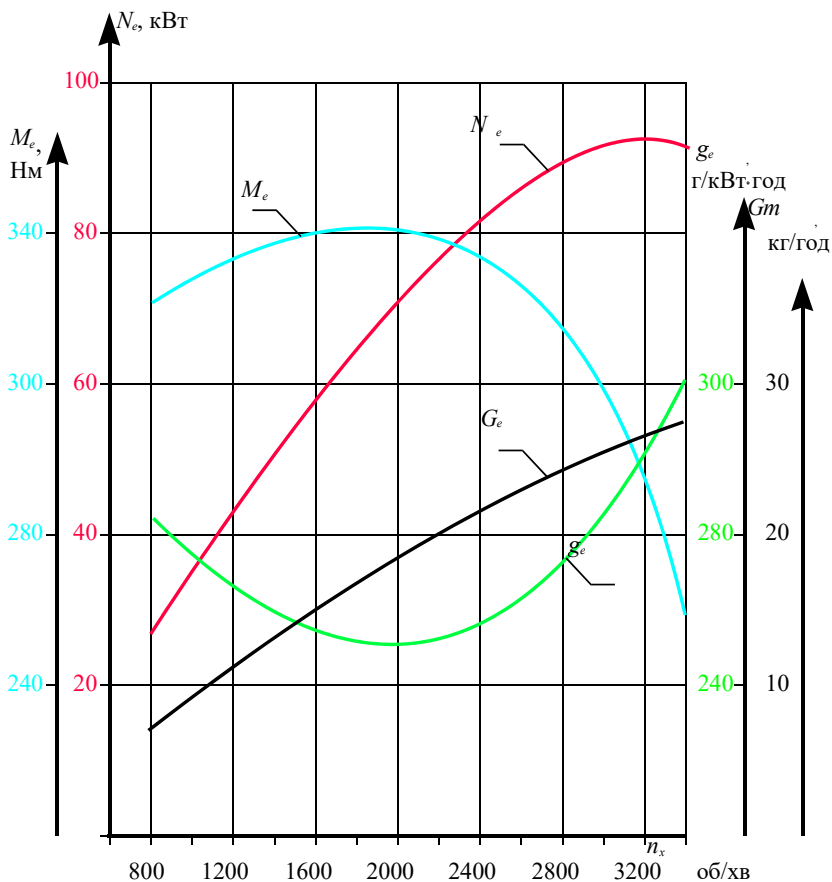


Рис. 4.1. Швидкісна характеристика бензинового двигуна вантажного автомобіля ГАЗ-3307

За графіком визначимо коефіцієнт пристосування двигуна до збільшення навантажень, який дорівнює відношенню максимального моменту M_{max} до моменту при максимальній потужності M_N , тобто (Рудзінський 1993)

$$K_M = \frac{M_{max}}{M_N} = \frac{343,35}{274,68} = 1,25$$

Розрахуємо швидкісну характеристику у випадку заміни двигуна внутрішнього згоряння на електричний двигун тієї ж потужності. Прийемо за вихідні дані розрахункову потужність двигуна, необхідну для забезпечення максимальної швидкості руху ГАЗ-3307 в заданих умовах експлуатації, яка складає 94 кВт.

Для побудови зовнішньої швидкісної характеристики асинхронного електродвигуна потрібно визначити параметр s – ковзання при різних частотах обертання електродвигуна. Асинхронний двигун працює з частотою обертання, яка характеризується навантаженням на його валу (Уланов 2018)

$$n_2 = n_1 \cdot (1 - s)$$

де n_1 – частота обертання поля статора, об/хв;

n_2 – частота обертання ротора (валу електродвигуна), об/хв;

s – ковзання.

Величина ковзання для номінального режиму роботи електродвигуна $s_{ном}$ (Уланов 2018)

$$s_{ном} = \xi \cdot (\lambda + 12),$$

де ξ – коефіцієнт ковзання;

λ – коефіцієнт кратності критичного моменту (коефіцієнт навантаження).

Для асинхронних електродвигунів потужністю до 1000 кВт діапазон зміни коефіцієнта ковзання ξ знаходиться в межах 0,02...0,1. Коефіцієнт кратності критичного моменту 0,5...3,0.

Враховуючи лінійний характер зміни ковзання від частоти обертання магнітного поля асинхронного електродвигуна та

визначивши проміжні значення ковзання залежно від обертів двигуна, представимо результату розрахунків на рис. 4.2.

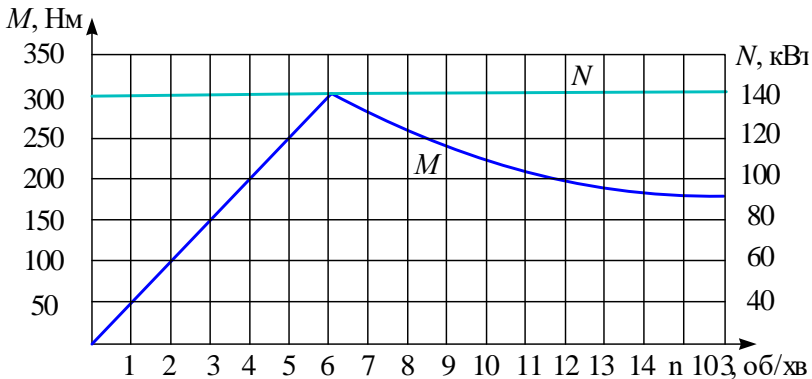


Рис. 4.2. Зовнішня швидкісна характеристика електричного двигуна

4.2. Розрахунок і побудова динамічної характеристики автомобіля ГАЗ-3307

Динамічна характеристика автомобіля є графічним зображенням залежності динамічного фактора D автомобіля від швидкості його руху на всіх передачах при повній подачі палива в циліндри двигуна та повному завантаженні автомобіля. Визначають її на основі залежності $M_i = f(n_i)$ зовнішньої характеристики двигуна, а необхідні обчислення виконують за такими формулами:

- динамічний фактор D_i автомобіля (Рудзінський 1993)

$$D_i = \frac{P_{ki} - P_{wi}}{G_a};$$

де P_{ki} – дотична сила тяги на під час руху на i -тій передачі, кН;

P_{wi} – сила опору повітря під час руху автомобіля, кН;

G_a – вага повністю спорядженого автомобіля, кН.

- дотична сила тяги на під час руху на i -тій передачі, P_{ki}

$$P_{ki} = \frac{M_{ei} \cdot i_{knni} \cdot i_{zni} \cdot \eta_{mp}}{r_{\partial}} ;$$

де i_{knni} – передаточне число коробки передач i -тої передачі;
 i_{zni} – передаточне число головної передачі;
 η_{mp} – к.к.д. трансмісії, $\eta_{mp} = 0,92$;
 r_{∂} – динамічний радіус кочення коліс.

Динамічний радіус кочення коліс r_{∂} визначається за формулою (Рудзінський 1993)

$$r_{\partial} = 0,98 \cdot r_{cm} = 0,98 \cdot \left(\frac{d}{2} + H \right), \text{ м}$$

де d – посадочний діаметр обода колеса, м;
 H – висота профіля шини, $H = k_p \cdot B$, де B – ширина профіля шини, а k_p - коефіцієнт ширини профіля і рівний 0,9-1,05.
 - сила опору повітря (Рудзінський 1993)

$$P_{wi} = \frac{k_o \cdot F \cdot V_{ai}^2}{3,6^2}$$

де k_o – коефіцієнт обтічності автомобіля, $k_o = 2,9$;
 F – лобова поверхня автомобіля (див. рис. 1.1), м²; $F \cong 4,87$ м²;
 V_{ai} – швидкість руху автомобіля на i -тій передачі, км/год.

Швидкість руху автомобіля V_{ai} на i -тій передачі визначається за формулою (Рудзінський 1993)

$$V_{ai} = 0,377 \cdot \frac{n_{xi} \cdot r_{\partial}}{i_{mpi}} ;$$

Максимальне значення динамічного фактору D_{max} визначає найбільше значення коефіцієнта ψ_{max} опору дороги, який переборюється під час рівномірного руху на першій передачі. З переходом від нижчої передачі на вищу різниця $P_{ki} - P_{wi}$ і

динамічний фактор D зменшується, оскільки сила P_{ki} зменшується, а сила P_{wi} збільшується.

На автомобілі ГАЗ-3307 встановлюються шини розміром 8,25R20 (ширина профіля шини 240 мм, а посадочний діаметр обода колеса 508 мм). Тоді динамічний радіус кочення коліс r_{∂} становить:

$$r_{\partial} = 0,98 \cdot r_{cm} = 0,98 \cdot \left(\frac{0,508}{2} + 0,240 \right) = 0,484 \text{ м}$$

Передаточне число трансмісії для першої передачі $i_{mp1} = 6,55 \cdot 6,83 = 44,737$.

Визначимо швидкість руху автомобіля на першій передачі при частоті обертання колінчастого валу двигуна $n_{ex} = 1000$ об/хв

$$V_{a1} = 0,377 \cdot \frac{1000 \cdot 0,484}{44,737} = 4,08 \text{ км/год.}$$

$$\begin{aligned} \text{Сила опору повітря } P_{w1} &= \frac{k_o \cdot F \cdot V_{ai}^2}{3,6^2} = \\ &= \frac{2,9 \cdot 4,87 \cdot 4,08^2}{3,6^2} = 18,13 \text{ Н.} \end{aligned}$$

Дотична сила тяги на під час руху на 1-шій передачі

$$P_{k1} = \frac{M_{ei} \cdot i_{кппi} \cdot i_{зпi} \cdot \eta_{mp}}{r_{\partial}} = \frac{333,69 \cdot 44,737 \cdot 0,92}{0,484} = 28376,11$$

Н.

Динамічний фактор D_i автомобіля

$$D_1 = \frac{P_{ki} - P_{wi}}{G_a} = \frac{28376,11 - 18,13}{7850 \cdot 9,81} = 0,368 .$$

Подальші розрахунки зведемо у табличній формі аналогічно змінюючи частоту обертання колінчастого валу двигуна та передаточні числа передач (табл. 3)

Таблиця 3

Результати розрахунків для побудови динамічної характеристики автомобіля

Частота обертання колінчатого валу n_x , об/хв	швидкість руху автомобіля, V_a , км/год	сила опору повітря P_w , Н	сила тяги P_k , Н	динамічний фактор, D
1	2	3	4	5
перша передача, $i_{mp1} = 6,55 \cdot 6,83 = 44,737$				
800	3,26	11,60	27737	0,360
1000	4,08	18,13	28376	0,368
1200	4,89	26,11	28832	0,374
1400	5,71	35,53	29106	0,377
1600	6,53	46,41	29197	0,379
1800	7,34	58,74	29106	0,377
2000	8,16	72,51	28832	0,373
2200	8,97	87,74	28376	0,367
2400	9,79	104,42	27737	0,359
2600	10,60	122,55	26916	0,348
2800	11,42	142,13	25913	0,335
3000	12,24	163,16	24726	0,319
3200	13,05	185,64	23358	0,301
3400	13,87	209,57	21807	0,280
друга передача, $i_{mp2} = 3,09 \cdot 6,83 = 21,105$				
800	6,92	52,13	13085,14	0,17
1000	8,65	81,46	13386,44	0,17
1200	10,38	117,30	13601,66	0,18
1400	12,10	159,66	13730,79	0,18
1600	13,83	208,53	13773,83	0,18
1800	15,56	263,93	13730,79	0,17
2000	17,29	325,83	13601,66	0,17
2200	19,02	394,26	13386,44	0,17

Продовження табл. 3

1	2	3	4	5
2400	20,75	469,20	13085,14	0,16
2600	22,48	550,66	12697,75	0,16
2800	24,21	638,64	12224,27	0,15
3000	25,94	733,13	11664,71	0,14
3200	27,67	834,14	11019,06	0,13
3400	29,40	941,66	10287,33	0,12
третя передача, $i_{mp3} = 1,71 \cdot 6,83 = 11,679$				
800	12,50	170,23	7241,291	0,09
1000	15,62	265,99	7408,031	0,09
1200	18,75	383,02	7527,131	0,09
1400	21,87	521,34	7598,591	0,09
1600	25,00	680,93	7622,411	0,09
1800	28,12	861,80	7598,591	0,09
2000	31,25	1063,95	7527,131	0,08
2200	34,37	1287,38	7408,031	0,08
2400	37,50	1532,09	7241,291	0,07
2600	40,62	1798,08	7026,91	0,07
2800	43,74	2085,34	6764,89	0,06
3000	46,87	2393,89	6455,23	0,05
3200	49,99	2723,72	6097,929	0,04
3400	53,12	3074,82	5692,988	0,03
четверта передача, $i_{mp4} = 1,0 \cdot 6,83 = 6,83$				
800	21,37	308,96	4534,673	0,05
1000	26,72	482,76	4632,182	0,05
1200	32,06	695,17	4701,831	0,05
1400	37,40	946,20	4743,621	0,05
1600	42,75	1235,86	4757,55	0,05
1800	48,09	1564,13	4743,621	0,04
2000	53,43	1931,03	4701,831	0,04
2200	58,77	2336,54	4632,182	0,03
2400	64,12	2780,68	4534,673	0,02

2600	69,46	3263,44	4409,304	0,01
2800	74,80	3784,81	4256,076	0,01
3000	80,15	4344,81	4074,988	0,00
3200	85,49	4943,43	3866,04	-0,01
3400	90,83	5580,67	3629,233	-0,03

На основі результатів розрахунків побудуємо динамічну характеристику вантажного автомобіля ГАЗ-3307 (рис. 4.3)

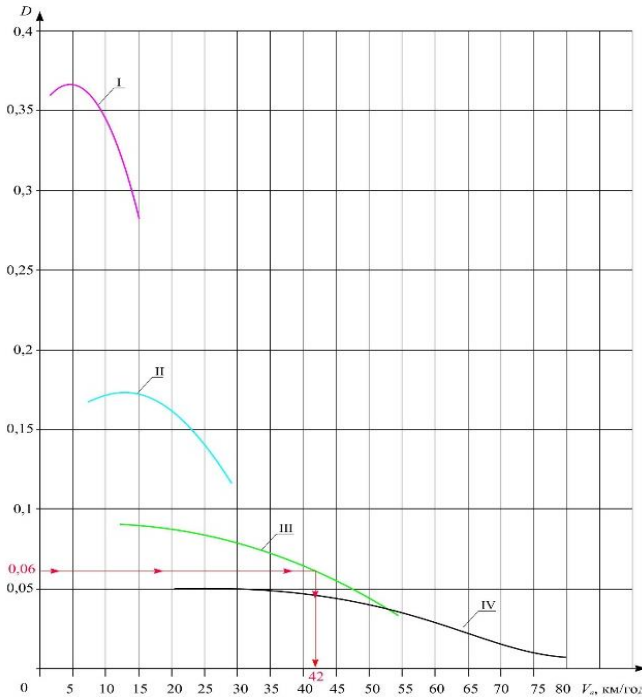


Рис. 4.3. Динамічна характеристика вантажного автомобіля ГАЗ-3307: I, II, III, IV – відповідно, перша, друга, третя і четверта передачі

Користуючись цією характеристикою, для визначеного максимального опору дороги (згідно завдання $\psi = 0,6$) рух можна здійснювати на третій передачі зі швидкістю $V_a = 42$ км/год з частотою обертання колінчастого валу двигуна $n_x = 2710$ об/хв.

Література до самостійної роботи

1. Бортницкий П. И., Вакуленко Б. П., Дзюбан А. М. Автомобили. Київ : «Урожай», 1980. 168 с.
2. Родичев В. А. Грузовые автомобили. Москва : Академия., 2005. 216 с.
3. Кудрявцев Ю. В. Грузовой автомобиль ГАЗ-3307: Руководство по ремонту, эксплуатации и техническому обслуживанию. Москва : «Колесо», 2002. 192 с.
4. Каталог деталей ГАЗ-3307. Москва : Колесо, 2000. 144 с.
5. Анисимов Г. Ф., Бержигалов В. П., Жадаев В. Ф. Грузовой автомобиль ГАЗ-3307: Устройство, ремонт, эксплуатация и техническое обслуживание. Москва : «Колесо», 2001. 184 с.
6. Борисов В. И., Гуткин С. Г., Ирхин И. В. Автомобиль ГАЗ-53А. Москва : «Машиностроение», 1983. 384 с.
7. ГАЗ 3307. Spectekhnika : веб-сайт. URL: <https://spectekhnika.info/samosval-gaz-3307/>.
8. ГАЗ 3307 – технічні характеристики. Ladamaster : веб-сайт. URL: <https://ladamaster.com/gaz-3307-tekhnicheskie-kharakteristiki>.
9. Уланов А. Г. Теория наземных транспортных средств. Тяговый расчет электромобиля. Челябинск : ЮУрГУ, 2018. 389 с.
10. Рудзінський В. В. Автомобілі: Техніко-експлуатаційні властивості, аналіз конструкцій. Київ : ІСДО, 1993. 163 с.

Рекомендована література

1. Основы конструкции автомобиля / Иванов А. М. и др. Москва : ООО «Книжное издательство «За рулем», 2007. 336 с.
2. Аксенов П. В. Многоосные автомобили. Москва : Машиностроение, 1989. 280 с.
3. Автомобили. Специализированный подвижной состав / под ред. М. С. Высоцкого, А. И. Гришкевича. Минск : Выш. шк., 1989. 240 с.
4. Конструкция автомобиля. Шасси / Под общ. ред. А. Л. Карунина. Москва : МАМИ, 2000. 528 с.
5. Кошарний М. Ф. Основи механіки та енергетики автомобіля. Київ : Вища шк., 1992. 220 с.
6. Рудзінський В. В. Автомобілі: Техніко-експлуатаційні властивості, аналіз конструкцій. Київ : ІСДО, 1993. 163 с.
7. Литвинов А. С., Фаробин Я. Е. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств. Москва : Машиностроение, 1989. 240 с.
8. Автомобілі: Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність / Сахно В. П., Безбородова Г. Б., Маяк М. М., Шарай С. М. Київ : В-во «КВІЦ», 2004. 174 с.
9. Автомобильные транспортные средства / Под ред. Д. П. Великанова. М.: Транспорт. 326 с.
10. Філіпов А. З. Промислова екологія (транспорт). Київ : Вища школа, 1995. 82 с.
11. Исхаков Х. И., Пахомов А. В., Каминский Я. Н. Пожарная безопасность автомобиля. Москва : Транспорт, 1987. 87 с.
12. Вахламов В. К. Автомобили: Конструкция и элементы расчета. Москва : Изд. центр «Академия», 2006. 480 с.
13. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів. Київ : Арістей, 2005. 280 с.
14. Вельможин А. В. Грузовые автомобильные перевозки Москва : Горячая линия - Телеком, 2006. 560 с.
15. Автомобильные транспортные средства / Д. П. Великанов, В. И. Бернацкий, Б. Н. Нифонтов, И. П. Плеханов. Москва : Транспорт, 1987. 326 с.

16. Гудков В. А. и др. Безопасность транспортных средств (автомобили). Москва : Горячая линия - Телеком, 2010. 431 с.
17. Заводські інструкції на транспортні засоби: технічні характеристики, техніко-експлуатаційні властивості.
18. Волков В. П., Вільський Г. Б. Теорія руху автомобіля. Суми : Університетська книга, 2010. 320 с.
19. Босняк М. Г. Вантажні автомобільні перевезення. Київ : Видавничий дім «Слово», 2010. 408 с.
20. Bertsche B. Reliability in Automotive and Mechanical Engineering : Determination of Component and System Reliability. Germany : Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008. p. 492.
21. Mashadi B., Crolla D. Vehicle powertrain systems United Kingdom: John Wiley & Sons, 2012. p. 538.
22. Chris Mi, M. Abul Masrur. Hybrid Electric Vehicles : Principles and Applications with Practical Perspectives. USA : John Wiley & Sons, 2018. p. 580.
23. John G. Hayes, G. Abas Goodarzi. Electric Powertrain : Energy Systems, Power Electronics and Drives for Hybrid, Electric and Fuel Cell Vehicles. USA : John Wiley & Sons, 2018. p. 546.
24. Хітров І. О., Кристопчук М. Є., Никончук В. М. Експлуатаційні властивості транспортних засобів. Рівне : НУВГП, 2022. 176 с.
25. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика / Бажинов О. В. та ін. Харків : ХНАДУ, 2011. 236 с.