TISHLI POG'ONALI UZATMALAR QUTISIGA SERVIS XIZMAT KO'RSATISH VA JORIY TA'MIRLASH

Nizomov Shahboz Abror o‘g‘li.
Romitan tuman 1-son texnikumining
maxsus fan oqituvchisi
https://doi.org/10.5281/zenodo.24308762

Annotatsiya

Maqolada avtomobillarning tishli pog'onali (mexanik) uzatmalar qutisining tuzilishi, ishlash prinsipi, asosiy nosozliklari va ularni bartaraf etish usullari ko'rib chiqilgan. Qutiga servis xizmat ko'rsatish (tekshirish, moy sathi va sifatini nazorat qilish, moyni almashtirish, mahkamlash va sozlash) hamda joriy ta'mirlash (ajratish, yuvish, defektovka, detallarni almashtirish, yig'ish va sinash) texnologiyasi tizimlashtirilgan. Nosozlik belgilari, sabablari va tuzatish choralari jadval ko'rinishida umumlashtirilgan; ta'mirdan keyingi sinov tartibi va xavfsizlik talablari keltirilgan. Natijalar avtomobillarga texnik xizmat ko'rsatish korxonalarida qutining resursini oshirish, ta'mir xarajatlarini kamaytirish va ta'mir sifatini nazorat qilishda qo'llanilishi mumkin.

Kalit so'zlar: uzatmalar qutisi, tishli pog'onali quti, texnik xizmat, joriy ta'mirlash, sinxronizator, podshipnik, defektovka, transmissiya moyi.

Аннотация. В статье рассмотрены устройство, принцип работы, основные неисправности и способы их устранения ступенчатой (механической) зубчатой коробки передач автомобиля. Систематизирована технология технического обслуживания (контроль, проверка уровня и качества масла, замена масла, крепёжные и регулировочные работы) и текущего ремонта (разборка, мойка, дефектовка, замена деталей, сборка и испытания). Признаки неисправностей, причины и способы устранения сведены в таблицу, приведены порядок испытаний после ремонта и требования безопасности.

Ключевые слова: коробка передач, ступенчатая зубчатая коробка, техническое обслуживание, текущий ремонт, синхронизатор, подшипник, дефектовка, трансмиссионное масло.

Abstract. The article examines the design, operating principle, typical faults and repair methods of a stepped (manual) gear transmission of a vehicle. The technology of maintenance (inspection, oil level and quality control, oil change, fastening and adjustment) and routine repair (disassembly, cleaning, defect inspection, parts replacement, assembly and testing) is systematized. Fault symptoms, causes and remedies are summarized in a table, and the post-repair test procedure and safety requirements are given.

Keywords: gearbox, stepped gear transmission, maintenance, routine repair, synchronizer, bearing, defect inspection, transmission oil.

Kirish

Uzatmalar qutisi transmissiyaning asosiy agregati bo'lib, dvigatel burovchi momentini avtomobilning harakat sharoitiga mos ravishda o'zgartirish va uzatish, harakatni teskari yo'nalishga o'tkazish hamda dvigatelni transmissiyadan vaqtincha ajratish vazifalarini bajaradi [4, 5]. Yengil va yuk avtomobillarining ko'pchiligida tishli pog'onali (mexanik) quti qo'llanadi, chunki u konstruksiyasining soddaligi, yuqori FIKi (foydali ish koeffitsiyenti) va ta'mirga yaroqliligi bilan ajralib turadi [6, 12].

Quti ish jarayonida o'zgaruvchan yuklama, tebranish va ishqalanish sharoitida ishlaydi. Tishli g'ildiraklar, podshipniklar, sinxronizatorlar va o'qlar asta-sekin yeyiladi, moy esa ishlov

berish va qizishi natijasida o'z xossalarini yo'qotadi [3, 9]. Agar texnik xizmat o'z vaqtida o'tkazilmasa, qutining shovqini oshadi, uzatmalar qiyin ulanadi yoki o'z-o'zidan o'chadi, oxir-oqibat quti to'liq ishdan chiqadi va uni kapital ta'mirlash yoki almashtirish zarur bo'ladi [1, 2].

Amaliyotda qutining kapital ta'miri qimmat va murakkab, joriy ta'mirlash va rejali servis ishlari esa nisbatan arzon bo'lib, agregat resursini sezilarli uzaytirishi mumkin [1, 10]. Shu bois servis xizmat ko'rsatish va joriy ta'mirlash texnologiyasini tizimlashtirish, ishlarning tarkibi va ketma-ketligini asoslash dolzarb masala hisoblanadi.

Tadqiqotning maqsadi – tishli pog'onali uzatmalar qutisiga servis xizmat ko'rsatish va joriy ta'mirlash texnologiyasini tizimlashtirish va uni samarali amalga oshirish tartibini asoslash.

Tadqiqotning vazifalari:

- qutining tuzilishi va ishlash prinsipini ko'rib chiqish;
- asosiy nosozliklar, ularning belgilari va sabablarini aniqlash;
- servis xizmat ko'rsatish ishlari tarkibini asoslash;
- joriy ta'mirlash texnologik ketma-ketligini ishlab chiqish;
- ta'mirdan keyingi sinov va xavfsizlik talablarini belgilash.

Tishli pog'onali qutining tuzilishi va ishlash prinsipi

Tishli pog'onali quti uzatishlar sonini bosqichma-bosqich (pog'onali) o'zgartiradi. Asosiy qismlari: korpus (karter) va qopqoqlar, birlamchi (yetaklovchi), oraliq va ikkilamchi (yetaklanuvchi) vallar, tishli g'ildiraklar bloki, sinxronizatorlar, orqaga yurish uzatmasi, podshipniklar, salniklar hamda uzatmalarni boshqarish mexanizmi [4, 5, 7].

Vallarning joylashuviga ko'ra ikki asosiy turi mavjud:

- **uch valli quti** (orqa yetaklovchi avtomobillarda): birlamchi va ikkilamchi vallar bir o'qda, oraliq val ularga parallel joylashadi; to'g'ridan-to'g'ri uzatmada moment bevosita birlamchidan ikkilamchi valga beriladi;
- **ikki valli quti** (old yetaklovchi va dvigateli ko'ndalang joylashgan avtomobillarda): birlamchi va ikkilamchi vallar parallel, bosh uzatma odatda quti korpusiga birlashtirilgan [5, 6].

Zamonaviy qutilarda tishli g'ildiraklar doimiy ilashishda bo'ladi. Uzatmani ulash sinxronizator orqali bajariladi: muftani siljitganda konus halqasi (blokirovkalovchi halqa) val va g'ildirak aylanish tezliklarini tenglashtiradi, shundan keyingina tishli mufta g'ildirak tojiga ilashadi. Shu tufayli uzatmalar zarbasiz va shovqinsiz ulanadi [5, 8]. Sinxronizatorning yeyilishi uzatmaning qiyin ulanishining asosiy sabablaridan biridir.

Uzatish nisbati tishlar soni orqali aniqlanadi. Ikki juft g'ildirak orqali uzatilganda quti uzatish nisbati:

$$i = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_4}{z_3}, \qquad M_{chiq} = M_{kir} \cdot i \cdot \eta$$

bu yerda z – tishlar soni, M_kir va M_chiq – kirish va chiqish momentlari, η – quti FIKi [4, 6]. Uzatish nisbati qancha katta bo'lsa, chiqish momenti shuncha katta, aylanish tezligi esa shuncha kichik bo'ladi, shuning uchun past uzatmalar joydan qo'zg'alish va qiyin yo'l sharoitlari uchun xizmat qiladi.

Quti korpusidagi moy (transmissiya moyi) tishli g'ildiraklarning bir qismi moyga cho'milib aylanishi natijasida sachratilib, podshipniklar, sinxronizatorlar va tishlarga yetkaziladi. Moy ishqalanishni kamaytiradi, issiqlikni olib ketadi va korroziyadan saqlaydi [7, 8]. Shu sababli moy sathi va sifatini nazorat qilish qutining resursini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi.

Qutining ishonchliligi tishli g'ildiraklar va podshipniklarning hisobiy chidamliligiga bog'liq: ularning yuklama ko'taruvchanligi va resursi xalqaro standartlar (ISO 6336, ISO 281) bo'yicha baholanadi [13, 14]. Amaliyotda esa resurs yo'l sharoiti, haydash uslubi va xizmat sifati ta'sirida sezilarli o'zgaradi [1, 3].

Asosiy nosozliklar, ularning belgilari va sabablari

Tishli pog'onali qutining nosozliklari asosan yeyilish, moy sathi va sifatining buzilishi, sozlash va mahkamlashning buzilishi hamda charchoq shikastlanishlaridan kelib chiqadi [3, 9,

10]. Haydovchi ularni shovqin, tebranish, uzatmalarni ulash qiyinligi yoki moy oqishi sifatida sezadi. 1-jadvalda eng ko'p uchraydigan nosozliklar keltirilgan.

1-jadval. Uzatmalar qutisining asosiy nosozliklari

Nosozlik belgisi	Ehtimoliy sabab	Bartaraf etish
Ishlayotgan qutida bir tekis gumburlash yoki uvillash	Podshipniklar yeyilgan; moy sathi past yoki moy yaroqsiz	Moy sathini tekshirish, moyni almashtirish, podshipniklarni almashtirish
Ma'lum uzatmada shovqin, o'zgaruvchan yuklamada kuchayadi	Tishli g'ildirak tishlari yeyilgan yoki ishlov sirti shikastlangan (pitting, tishning sinishi)	Shikastlangan g'ildirak(lar)ni juftligi bilan almashtirish
Uzatmani ulash qiyin, qirsillash eshitiladi	Sinxronizator konus yuzasi yeyilgan; mufta to'liq ajralmayapti; moy mos emas; yuritma sozlanmagan	Mufta yuritmasini tekshirish, sinxronizatorni almashtirish, yuritmani sozlash
Uzatma harakat paytida o'z-o'zidan o'chadi	Vilka yoki muftaning ulash tishlari yeyilgan; fiksator prujinasi zaiflashgan; val o'qi bo'ylab tirqish oshgan; tayanchlar yemirilgan	Vilka, mufta, fiksatorni tekshirib almashtirish; podshipniklar tirqishini tiklash; tayanchlarni almashtirish
Ikkita uzatma bir vaqtda ulanadi yoki uzatma ulanmaydi	Blokirovka qurilmasi yeyilgan yoki sozlanmagan; shtok shikastlangan	Blokirovkani tekshirish, sozlash va almashtirish
Quti korpusidan moy oqadi	Salniklar, qistirmalar yeyilgan; korpus yoki qopqoq mahkamlash bo'shashgan; sapun (ventilyatsiya) tiqilgan	Salniklar va qistirmalarni almashtirish, mahkamlashni tortish, sapunni tozalash
Moy tarkibida metall zarralari	Ichki detallar yeyilishi; podshipnik yoki sinxronizator shikastlanishi	Qutini ajratib, defektovka qilish; moyni almashtirish
Quti qizib ketadi	Moy sathi past yoki yopishqoqlik mos emas; podshipniklarning ortiqcha tortilishi	Moy sathi va markasini tuzatish, podshipniklar tirqishini sozlash

Nosozlikni aniqlashda avval tashqi omillar (moy sathi, tayanchlar, mufta va yuritma sozlanishi) tekshiriladi, faqat undan keyin qutining ichki qismini ajratishga o'tiladi. Bu keraksiz ajratishdan saqlaydi va xarajatlarni kamaytiradi [1, 3]. Sinov yurishida shovqin qaysi uzatmada va qaysi yuklamada paydo bo'lishini aniqlash (tezlanishda, tormozlanishda, bo'sh yurishda) nosozlik joyini toraytirishga yordam beradi [9, 10].

Servis xizmat ko'rsatish ishlari

Servis xizmat ko'rsatish nosozliklarning oldini olish va qutining resursini saqlashga qaratilgan rejali ishlar majmuasi [1, 2]. Ishlarning davriyligi va hajmi avtomobil ishlab chiqaruvchisining texnik xizmat qo'llanmasida belgilanadi; quyida ularning umumiy tarkibi keltirilgan [7, 10].

Kundalik va davriy tekshiruv. Haydovchi harakat paytida shovqin, tebranish, uzatmalar ulanishining aniqligi va qiyinligiga e'tibor beradi, to'xtab turgan joyda esa quti ostida moy izlarini tekshiradi. Davriy texnik xizmat vaqtida:

- quti korpusi, qopqoqlar, salniklar va qistirmalarning germetikligi ko'zdan kechiriladi;
- quti va dvigatel tayanchlari, mahkamlash bolt-gaykalari holati nazorat qilinadi;

- mufta yuritmasining erkin yurishi va uzatmalarni boshqarish mexanizmining sozlanishi tekshiriladi;
- sapun (ventilyatsiya klapani) tiqilmaganligi aniqlanadi;
- sinov yurishida barcha uzatmalarning ulanishi, shovqin va o'z-o'zidan o'chish tekshiriladi [8, 9].

Moy sathi va sifatini nazorat qilish. Moy sathi quti to'ldirish teshigi orqali tekshiriladi: moy odatda teshikning pastki chetiga qadar yetishi kerak. Moy rangi, hidi va tarkibidagi zarralar baholanadi; qoramtir, kuygan hidli yoki metall zarrali moy qutining ortiqcha yeyilishini ko'rsatadi [7, 8]. Moyning markasi (yopishqoqlik sinfi va API/SAE bo'yicha sinfi) ishlab chiqaruvchi tavsiyasiga mos bo'lishi shart, chunki moyni noto'g'ri tanlash sinxronizatorlar ishiga va podshipniklar chidamliligiga salbiy ta'sir qiladi [7, 8].

Moyni almashtirish. Moy odatda ishlab chiqaruvchi belgilagan masofa yoki muddat bo'yicha, og'ir sharoitda (tog'li yo'l, tez-tez yuk tortish, chang) esa qisqaroq oraliqda almashtiriladi [8, 9]. Tartib:

1. Qutini ish haroratigacha qizdirish, avtomobilni tekis maydonda ko'tarish va kozlalarga o'rnatish.
2. To'ldirish teshigi tiqinini ochish, so'ng to'kish teshigi tiqinini ochib, moyni idishga to'kish.
3. Magnitli tiqin bo'lsa, undagi metall chang miqdorini baholash va tozalash (ko'p miqdorda yirik zarralar topilsa, qutini ajratib tekshirish zarur).
4. Yangi qistirma yoki shayba bilan to'kish tiqinini ishlab chiqaruvchi momentida tortish.
5. Yangi moyni to'ldirish teshigining pastki chetigacha quyish, tiqinni o'rnatish va moy oqishini tekshirish [7, 10].

Ushbu ishlarda dinamometrik kalit, sathni ko'rsatuvchi shpris yoki nasos kabi asboblar qo'llanilishi to'g'ri hajmga erishish va ortiqcha quyilib ketishning (sapun va salnik orqali oqish xavfi) oldini oladi [8, 10]. Ishlatilgan moy ekologik talablarga muvofiq yig'ilishi va yo'q qilinishi kerak.

Joriy ta'mirlash texnologiyasi

Joriy ta'mirlash agregatning ishlash qobiliyatini alohida detal yoki tugunlarni almashtirish va tiklash orqali qaytarishga qaratilgan [1, 11]. Quti ta'mirlanganda ishlar quyidagi texnologik ketma-ketlikda bajariladi.

1. Qutini olish. Akkumulyator klemmasi ajratiladi, moy to'kiladi, uzatmalarni boshqarish yuritmasi, mufta yuritmasi, kardan val (yoki yarim o'qlar), spidometr yuritmasi va elektr ulanishlari ajratiladi. Quti dvigateldan va tayanchlardan bo'shatilib, maxsus domkrat yoki ko'targich yordamida avtomobil ostidan olinadi [9, 10]. Muftani (ilashishni) tekshirish bu bosqichda maqsadga muvofiq, chunki quti olinganda mufta diski, bosim diski va chiqarish podshipnigi ochiladi.

2. Tashqi yuvish va ajratish. Quti tashqi tomondan tozalanadi, so'ng ishlab chiqaruvchi ko'rsatmasidagi tartibda ajratiladi: qopqoqlar, boshqarish mexanizmi, vallar va g'ildiraklar paketi. Detallarning o'zaro joylashuvi (qaysi val, qaysi g'ildirak, tirqish tarelkalari, to'xtatuvchi halqalar tartibi) belgilab yoki suratga olib qo'yiladi, chunki yig'ishda xato uzatmalar ishlamasligiga olib keladi [5, 9].

3. Yuvish va defektovka. Detallar yuvish suyuqligida yuviladi va siqilgan havo bilan quritiladi. Defektovka ko'zdan kechirish va o'lchash orqali bajariladi:

- **tishli g'ildiraklar:** tishlarning yeyilishi, sinishi, sirtida pitting (mayda chuqurchalar), yirtilish izlari; shikastlangan g'ildirak uning juftligi bilan almashtiriladi;

- **sinxronizator:** konus halqasining ichki ishchi yuzasi va tishlari, halqa va g'ildirak konusi orasidagi tirqish; mufta va gupchak tishlari, siljish erkinligi; chegaraviy qiymatlar ishlab chiqaruvchi hujjatidan olinadi;
- **podshipniklar:** aylantirilganda shovqin, tirqish va qiyshayish; odatda ta'mirda barcha podshipniklar almashtiriladi [13];
- **vallar:** egilish (urilish), shlitsalar va podshipnik o'tqazish yuzalari yeyilishi;
- **vilka va shtoklar:** vilka panjalarining yeyilishi, fiksator chuqurchalari va prujina holati;
- **korpus va qopqoqlar:** yoriqlar, podshipnik uyalarining yeyilishi, tekislik sirtlarining egriligi [3, 10].

4. Detallarni almashtirish va tiklash. Yaroqsiz detallar yangisiga almashtiriladi. Salniklar, qistirmalar, to'xtatuvchi halqalar hamda bir martalik mahkamlagichlar odatda har bir ta'mirda yangilanadi. Tishli g'ildiraklar faqat bir-biriga mos juft holda almashtiriladi, chunki tishlar kontakt izi va shovqin darajasi juft sifatiga bog'liq [5, 6]. Korpusdagi yeyilgan uyalar maxsus vtulkalar yoki epoksid kompozitlar yordamida tiklanishi mumkin, biroq ishlab chiqaruvchi buni ruxsat etgan bo'lishi kerak.

5. Yig'ish. Yig'ish ajratishning teskari tartibida bajariladi. Detallar toza moy bilan moylanadi, podshipniklar maxsus o'qlama tortish bilan o'rnatiladi (konussimon podshipniklarda), o'qlama tirqish yoki oldindan tortish tarelkalar yoki halqalar yordamida sozlanadi, mahkamlash elementlari ishlab chiqaruvchi ko'rsatgan moment bilan tortiladi. Qopqoqlar germetikligi uchun tavsiya etilgan germetik moddasi yoki yangi qistirma qo'llanadi [5, 6, 10]. Yig'ilgan qutida vallar qo'lda aylantirilib, barcha uzatmalar ulanishi, aylanishning erkinligi va tiqilib qolish yo'qligi tekshiriladi.

6. Qutini o'rnatish. Quti avtomobilga teskari tartibda o'rnatiladi, mufta yuritmasi va boshqarish mexanizmi sozlanadi, yangi moy quyiladi, akkumulyator ulanadi.

Ta'mirlash sifati ko'p jihatdan toza ish joyi, maxsus asboblar (tortuvchilar, press, dinamometrik kalit, indikator) va ishlab chiqaruvchi ma'lumotlariga rioya etishga bog'liq. Ishlab chiqarish uchastkasini tashkil etishda ta'mirlash hajmi va avtomobil turlari hisobga olinadi [10, 11].

Ta'mirdan keyingi sinov va xavfsizlik talablari

Ta'mirlangan quti avtomobilga o'rnatilgach, nazoratdan o'tkaziladi. Sinov ikki bosqichda bajariladi [1, 3, 9].

Statik tekshiruv:

- moy to'g'ri sathda, korpus, salnik va qopqoqlardan oqish yo'q;
- mufta yuritmasi to'g'ri sozlangan, uzatmalar dvigatel ishlab turganda va o'chiq holatda to'liq ulanadi;
- uzatmalarni boshqarish mexanizmi erkin va aniq ishlaydi, orqaga harakat uzatmasi ulanadi;
- mahkamlash elementlari belgilangan momentda tortilgan.

Sinov yurishi (dinamik tekshiruv):

- barcha uzatmalar ketma-ket ulanadi va qayta ulanadi, ulanish yengil va zarbasiz bo'lishi kerak;
- tezlanishda, tormozlanishda va bo'sh yurishda shovqin, vibratsiya va o'z-o'zidan o'chish kuzatiladi;
- yuklama ostida qutining qizishi va moy oqishi nazorat qilinadi [9, 10].

Yangi yoki ta'mirlangan quti uchun dastlabki yurish davrida (ishlab chiqaruvchi ko'rsatgan masofa) keskin yuklamalardan va yuqori aylanishlardan saqlanish tavsiya etiladi, chunki bu

davrda tishli g'ildiraklar va podshipniklarning ishlab ketishi sodir bo'ladi [8, 9]. Shu davrdan keyin moyni yangilash va metall zarralari miqdorini tekshirish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Xavfsizlik talablari:

- avtomobilni ko'targanda faqat ishonchli tayanchlar (kozlalar) qo'llash, faqat domkratga tayanib ishlamaslik;
- qutini olish va o'rnatishda maxsus ko'targich va mahkamlash vositalaridan foydalanish, chunki quti og'ir va og'irlik markazi siljuvchan;
- ishlayotgan dvigatel va aylanayotgan kardan vali yonida sinash, ayniqsa, qo'l va kiyimni harakatlanuvchi qismlardan uzoq tutish;
- yuvish suyuqliklari va moy bilan ishlaganda himoya qo'lqop va ko'zoynak ishlatish, yong'in xavfsizligiga rioya etish;
- ishlatilgan moy va yuvish suyuqliklarini ekologik talablarga muvofiq yig'ish va yo'q qilish [8, 10].

Sinov natijalari, bajarilgan ishlar va almashtirilgan qismlar texnik xizmat varaqasiga yoziladi: bu keyingi xizmatda nosozlik tendensiyasini baholash va kafolat majburiyatlarini asoslash imkonini beradi [2, 11].

Xulosa

Tadqiqot natijalariga ko'ra:

1. Tishli pog'onali quti dvigatel momentini o'zgartirish va uzatishning ishonchli agregati bo'lib, uning resursi moy sathi va sifati, sozlash holati hamda ish sharoitiga bog'liq.

2. Asosiy nosozliklar tishli g'ildiraklar, podshipniklar va sinxronizatorlarning yeyilishi, moy oqishi, boshqarish mexanizmi va fiksatorning buzilishidan kelib chiqadi; nosozlikni aniqlashda avval tashqi omillar tekshirilishi kerak.

3. Servis xizmat ko'rsatish ko'zdan kechirish, moy sathi va sifatini nazorat qilish, moyni almashtirish, mahkamlash va yuritmani sozlash ishlarini o'z ichiga oladi; moy markasi va miqdori ishlab chiqaruvchi talabiga mos bo'lishi shart.

4. Joriy ta'mirlash qutini olish, ajratish, yuvish, defektovka, almashtirish, yig'ish va o'rnatishdan iborat; tishli g'ildiraklar juft holda, podshipnik va salniklar to'plam sifatida almashtiriladi.

5. Ta'mirdan keyingi statik va dinamik sinov hamda xavfsizlik talablariga rioya etish ta'mir sifatini ta'minlaydi va takroriy murojaatlarni kamaytiradi.

Kelgusida mahalliy ekspluatatsiya sharoitida (yo'l holati, iqlim, yuk ko'tarish rejimi) qutining asosiy detallari yeyilish qonuniyatlarini va xizmat qilish muddatini aniqlash maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Кузнецов Е.С., Болдин А.П., Власов В.М. и др. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов. – 4-е изд. – М.: Наука, 2001.
2. Авдонькин Ф.Н. Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей. – М.: Транспорт, 1985.
3. Ананьин А.Д., Михлин В.М., Габитов И.И., Неговора А.В., Родионов Г.К. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник. – М.: Академия, 2008.
4. Осепчугов В.В., Фрумкин А.К. Автомобиль: Анализ конструкций, элементы расчета. – М.: Машиностроение, 1989.
5. Fischer R., Küçükay F., Jürgens G., Najork R., Pollak B. The Automotive Transmission Book. – Cham: Springer, 2015.
6. Naunheimer H., Bertsche B., Ryborz J., Novak W. Automotive Transmissions: Fundamentals, Selection, Design and Application. – 2nd ed. – Berlin: Springer, 2011.
7. Robert Bosch GmbH. Bosch Automotive Handbook. – 10th ed. – Hoboken: Wiley, 2018.

8. Halderman J.D. Automotive Technology: Principles, Diagnosis, and Service. – Pearson Education.
9. Туревский И.С. Техническое обслуживание автомобилей: учебное пособие. – М.: ИД «Форум» – ИНФРА-М.
10. Суханов Б.Н., Борзых И.О., Бедарев Ю.Ф. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: пособие по курсовому и дипломному проектированию. – М.: Транспорт, 1985.
11. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания. – М.: Транспорт, 1993.
12. Heisler H. Advanced Vehicle Technology. – 2nd ed. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002.
13. ISO 281. Rolling bearings — Dynamic load ratings and rating life. – Geneva: ISO.
14. ISO 6336-1. Calculation of load capacity of spur and helical gears — Part 1: Basic principles, introduction and general influence factors. – Geneva: ISO.