SHLITSALI BIRIKMALARDAN FOYDALANISH SHAROITIDA SODIR BO‘LADIGAN NUQSONLAR TAHLILI

A. Irgashev
Toshkent davlat texnika universiteti t.f.doktori prof.
E-mail: irgashevamirkul@mailru
F.I.Barakayev
Toshkent davlat texnika universiteti doktoranti
E-mail: ismatovichfazliddin28@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada avtotraktorlarning transmissiyasida ishlatiladigan shlitsali birikmalarning turlari, profil shakllari, ularga tushadigan yuklanishlar, tayyarlanishdagi texnologik talablar, nuqsonlarning paydo bo‘lishi, shlitsa sirtiga beriladigan ishlovlar, hamda ularni ishlab chiqarishda aniqlik darajari, uzoq muddat ishonchlilik bilan ishlashi uchun tavsiyalar berilgan.

Kalit so‘zlar: Yeyilish, g‘ildirak, shlitsa, silindrsimon, texnologik parametr, vtulka, yeyilishbardoshlilik, o‘yiqcha, aniqlik darajasi, yuklanish, tig‘izlik.

Аннотация. В статье рассмотрены типы шлицевых соединений, применяемых в трансмиссиях тракторов, формы их профилей, воспринимаемые нагрузки, технологические требования к их изготовлению, возникновение дефектов, виды обработки шлицевых поверхностей, а также даны рекомендации по обеспечению их точности изготовления и длительной надежной эксплуатации.

Ключевые слова: Износ, колесо, шлицевое соединение, цилиндрический, технологический параметр, втулка, допуск износа, канавка, класс точности, нагружение, натяг.

Abstract. This article examines the types of splined connections used in tractor transmissions, their profile shapes, loads they can withstand, manufacturing requirements, defect occurrence, and spline surface treatment methods. Recommendations are also provided for ensuring precision manufacturing and long-term reliable operation.

Key words: Wear, wheel, splined connection, cylindrical, technological parameter, bushing, wear tolerance, groove, accuracy class, loading, tension.

I. Kirish.

Mashinalarda muftalar yetaklovchi vallardan yetaklanuvchi vallarga burovchi momentlarni uzatishda keng foydalaniladi. Muftalarning turlari keng tarqalgan bo‘lib, ular orasida shlitsali muftalar o‘zlarining konstruksiyasi soddaligi, ishonchliligi va ixchamligi, shuningdek ajratish-yig‘ish osonligi bilan ajralib turadi. Boshqa birikmalar bilan taqqoslaganda, shlitsali muftalarda tutashuvchi sohaning kengligi, katta kuch uzatuvchanligi, yuqori ishonchlilik, past kuchlanish konsentratsiyasiga, val va stupitsalarda kuch yuqotilishining kamligi farqlanadi.

ISSN 3030-3907

Shlitsalardan foydalanishda markazlashtirish va yo‘naltirish funksiyalarini sodda bo‘lib, bu esa yig‘ish, rostlash ishlarini, soddalashtiradi. Natijada shlitsalar doimiy buralishda ishlaydigan mashinalar va transmissiyalarda qo‘llaniladi.[1]

II. Shlitsa turlari va ularning xarakteristikasi

2.1 Shlitsali birikmalarning tish profili bo‘yicha tasnifi.

Shlitsalar tishlarining profil shakliga ko‘ra evolventali, to‘g‘ri burchakli, uchburchakli, dumaloq yoyli bo‘ladi (1-rasm). Evolventali shlitsalarning tish profilida evolventa egri chizig‘iga ega bo‘ladi (1a-rasm). Bunday tishli shlitsalar doim radial kuchkar ta’siri ostida ish bajaradi. Bu esa avtomatik ravishda o‘z-o‘zini markazlashtiradi, hamda harbir tishga birxil yuklanish tushishini ta’minlaydi. Evolventali shlitsalar yuqori yuklanish sharotida ishlash qobiliyatiga ega. Shuning uchun to‘plangan yuklama va yuqori aniqlikdagi markazlashtirish talab qilinadigan birikmalarda evoventali shlitsalar keng qo‘llaniladi.

To‘g‘ri burchakli tishli shlitsalar (1b-rasm), kichik diametr va tashqi diametr yoki yon tomonlari bilan markazlashtiriladi. To‘g‘ri burchakli shlitsalar statik va yoki nisbatan kam yuklanish tushadigan birikmalarda ishlatiladi.

Uchburchakli shlitsalar ichki tish profili uchburchak shaklga ega, tashqi shlitsa esa 45° bog‘lanish burchagi bilan evolvent shaklga ega. Uchburchak shaklli shlitsalar asosan yengi yuklanish va kichik diametrli statik birikmalarda, ayniqsa yubqa devorli detallarda foydalaniladi.

Dumaloq yoyli shlitsaning tish profili dumaloqdir. Uning tutashuv maydoni va tish qalinligi evolventali shlitsalarga qaraganda ancha katta bo‘lib, bu fretting-kuchlanish kontsentratsiyasidan yeyilishni samarali ravishda kamaytiradi va yuklanishga qarshilik qobiliyatini yaxshilaydi. Dumaloq yoyli shlitsa asosan katta o‘qdoshmas birikmalarida ishlatiladi. [2]



1-rasm. Shlitsalarning tish profil shakllari,

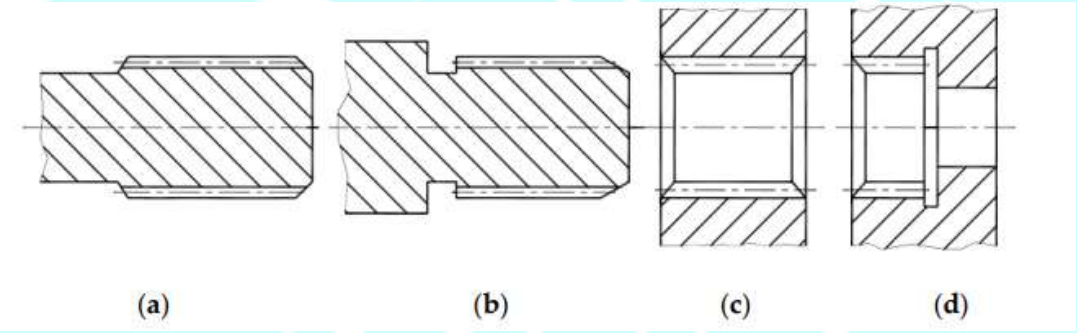
(a) evolventali, (b) to‘g‘ri burchakli, (c) uchburchakli, (d) dumaloq yoyli.

2.2 Shlitsaning detal yuzasiga joylashishi bo‘yicha tasnifi

Shlitsalar detal yuzasiga joylashishi bo‘yicha tashqi ikki uchi ochiq (ikki tomonlama kirishimli) 2a-rasm, tashqi bir uchi ochiq (bir tomonlama kirishimli) 2b-rasm, ichki ikki uchi ochiq (ikki tomonlama kirishimli) 2c-rasm, ichki bir uchi ochiq (bir tomonlama kirishimli) 2d-rasm. Shlitsalarning yuza shakllari turlicha bo‘lishi, mexanik ishlov berishning harxil bo‘lishiga ta’sir ko‘rsatadi. Bundan tashqari shlitsa o‘q yo‘nalishi bo‘ylab konus qilib loyihalanshi mumkin, odatda

ISSN 3030-3907

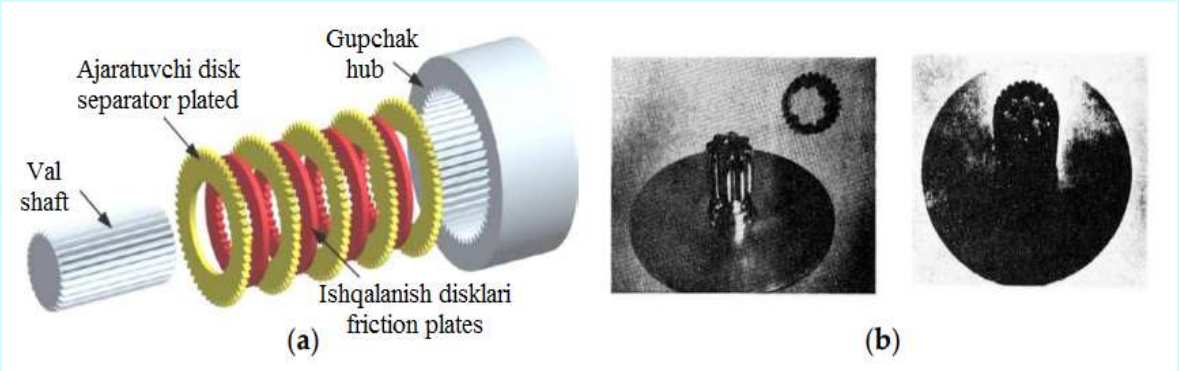
0.54° ga konuslanadi. Bunday konstruksiyali shlitsalar qo‘shni valning maksimal kuchlanishini 15% kamaytirishi, boshqacha qilib aytganda birikmaning charchashga qarshilik qilish qobiliyatini 15% oshiradi.



2-rasm. Shlitsalarning detal yuzasidagi shakllari, (a) tashqi ikki uchi ochiq, (b) tashqi bir uchi ochiq, (c) ichki ikki uchi ochiq, (d) ichki bir uchi ochiq[3].

2.3 Shlitsalarning joylashish rejimi va funksiyasi bo‘yicha sinflanishi.

Bajaradigan funksiyasiga qarab shlitsali birikmalar bir bosqichli va ko‘p bosqichli birikmalarga ajratiladi. Ko‘p bosqichli shlitsali birikmalar burovchi moment tebranishlarini oz miqdorda pasaytirish va ma’lum darajada o‘qdoshmaslikni kompensatsiyalaydi. 3-rasmda ko‘p bosqichli shlitsali birikmalarning 2 turi keltirilgan (ishqalanish diskli ko‘p bosqichli shlitsali birkma, hamda val vtulka o‘rtasida gilzali yoki neylonli shlitsali birikma). Ishqalanish diskli (friction plate) ko‘p bosqichli shlitsali birikmalarning valida aylanuvchi kuch rejimi qo‘llanilganda, ichki va tashqi shlitsalar oralig‘ida tutashuv yuzasi va ishqalanish paydo bo‘ladi, bu esa shlitsali val hamda shlitsali vtulga o‘rtasida tutashuv yuzasi va ishqalanishga qo‘shimcha ravishda burovchi moment uzatadi (3-a rasm)[4]. Val vtulka o‘rtasida gilzali (uzukli) ko‘p bosqichli shlitsali birikmada ichki va tashqi shlitsa oralig‘iga turli xil materialdan tayyorlangan gilza-qatlam kiritiladi (3-b rasm), masalan metall va neylondan (inglizcha-nylon) tayyorlanadi[5].



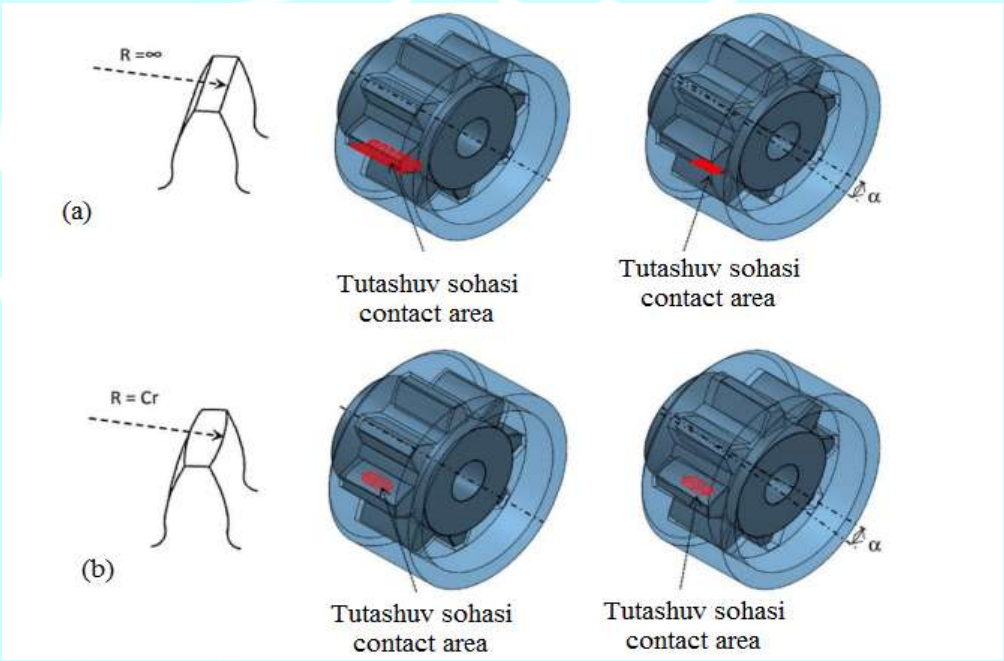
3-rasm. Ko‘p bosqichli shlitsali birikmalar. (a) ishqalanish diskli [4], (b) neylon qatlamli[5].

Yuqorida shlitsali birkmalarning eng ko‘p tarqalgan turi bu evolventa tishli shlitsa ekanini ta’kidlab o‘tdik. Ular ham o‘z nabatida oddiy va tojsimon evolventa tishli shlitsalarga bo‘linadi. Bu shlitsali birikmalarning ham o‘q bo‘yicha

ISSN 3030-3907

markazlashtirilgan va markazlashtirilmagan modifikatsiyalari mavjud. Mexanizmlarda o‘qdosh bo‘lmagan shlitsali birikmalarning tutashuv yuzalari xususiyatlarini yaxshilash maqsadida o‘q bo‘yicha markazlashtirilgan tishli modifikatsiyali shlitsalar tez-tez uchrab turadi. Bunday modifikatsiyali tishli shlitsalarda kushlanish konsentratsiyasini (to‘planishini) oldini olishi mumkin. Har ikkala modifikatsiyada tashqi shlitsada markazlashtirish bajariladi, ichki shlitsa esa o‘zgartirishsiz qoldiriladi. Oddiy modifikatsiyali shlitsalarda tish cho‘qqilari bilan yuqori o‘q yo‘nalishida markazlashtiriladi. Bunday shlitsalarning qaysi biri tish tomonlari va tish o‘qlari bilan markazlashtirilsa o‘shanda evolventa profili saqlanib qolinadi.

Ikkinchi modifikatsiyali tojsimon shaklga ega bo‘lgan evolventa tishli shitsalar, tojli evolventa shlitsa yoki qisqacha toj shlitsalar deb yuritiladi [6]. Toj yuzali shlitsalar oddiy yuzali shlitsalar bilan taqqoslanganda, toj shlitsalar ishqalanish va yeyilishga bardoshli, shuningdek shovqinning pastligi bilan ajralib turadi. Shuningdek qirralarning ezilishi va o‘qdoshmaslik holatida noto‘g‘ri foydalanishdan kuchlanish konsentratsiyasining oldini oladi. Bundan tashqari ichki va tashqi shlitsalar tashqi uchining o‘rta qismi kengaygan shakli tufayli birikma qulay tarzda ajratiladi va yig‘iladi 4-rasm.



4-rasm. Oddiy va tojsimon evolventa tishli shlitsalar. (a) oddiy shlitsa va uning markazlashtirilmagan holatidagi tutashuv yuzasi, (b) toj shlitsa, hamda uning markazlashtirilmagan holatidagi tutashuv sohasi [6].

Oddiy tishli evolventa shlitsalar o‘q bo‘yicha markazlashtirilganda juda katta tutashuv yuzasiga ega bo‘ladi. Bu esa kuchlanish konsentratsiyalanishiga yo‘l qo‘ymaydi. Shuningdek yuklanish tish ichchi yuzasi bo‘ylab bir xil tarqalishiga olib keladi. Xulosa qilib aytish mumkinki oddiy tishli evolventa shlitsalarni

ISSN 3030-3907

markazlashtirish orqali yuqori yuklanish, kam energiya yuqotilishi, shuningdek iqtisidiy samaradorlikka erishiladi.

Toj tishli evolventa shlitsalarning o‘q bo‘yicha markazlashgan va markazlashmagan modifikatsiyalari kuchlanish konsentratsiyasi, tutashuv yuzasi va ishlash muddati bo‘yicha bir-biriga nisbatan katta farq qilmaydi.

Mexanizmlarning detallarini qanchalik puxtalik bilan tayyorlashimizdan qat’iy nazar ularga ta’sir etadigan omillarning asta-sekinlik bilan ko‘rsatadigan zararlarini bartaraf etib bo‘lmaydi.

O‘rganishlar natijasida 18 ta TTZ-60 va 24 ta TTZ-80 markali traktorlarning ekspluatatsiya jarayonida transmissiya agregatlarining buzilishlarining asosiy sabablari uzatmalar qutisining ichki va atmosfera ta’siridagi g‘ildiraklarning haddan ziyod yeyilishi, hamda tishlarining sinishi, sharikli va rolikli dumalash podshipniklanining ishdan chiqishi, hamda shlitsali birikmalarda to‘g‘ri kelmoqda.

Transmissiya agregatlarining ishdan chiqishiga asosan undagi shlitsali birikma vallarining nuqsonlari-shlitsa tishlarining qalinligi bo‘yicha yeyilishi, kamdan-kam uchraydigan tishlarning sinishi kirsa, orqa o‘q va differensialda konus juft, yarim o‘q va satelitlar tishlarining ishchi yuzalarining yeyilishi va ishqalanishdan ortib boradigan tishlarning yeyilishi kuzatiladi 1-jadval.

1-jadval

Yuk ko‘tarish qobiliyati 6-8 t bo‘lgan transport vositalarining ekspluatatsiya davrida ta’mirlararo transmissiya agregatlarining almashtiriladigan qismlarida nuqsonlarning taqsimlashi

Detal ishchi yuzalarining nuqsonlari	Nuqsonlar bo‘yicha transmissiya agregatlarining almashtiriladigan detallari, %			
	Tishli g‘ildiraklar	Shlitsali vallar	Dumalash podshipniklari	Ilashish muftalari
Chegaraviy yeyilish	47,8	9,8	40,4	10,3
plastik deformatsiya yoki mikro qirqilish	9,1	41,9	13,6	69,7
Tishlashib qolish	19,5	-	8,9	-
Toliqish-yuza chuqurlashishi	13,1	3,5	22,3	-
Buralishdan deformatsiyalanish	1,5	18,5	-	-
Mo‘rt sinish	5,2	13,0	10,4	20,0
Buzilishning boshqa ko‘rinishlari	3,8	13,3	4,4	-
Jami	100	100	100	100

ISSN 3030-3907

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki shlitsali birikmalarda eng ko‘p tarqalgan nuqsonlardan biri bu shlitsa tishining yeyilishi – 9,8 %, plastik deformatsiya va mikroqirqilish – 41,9 %, buralishdan deformatsiyalanish – 18,5 % va mo‘rt sinish – 13,0 % hisoblanadi.

Ekspluatatsiya jarayonida avtotraktorlarning agregat va uzellarida yuzaga kelayotgan nuqson va buzilishlarni tahlil qilishdan quydagicha xulosalarga kelish mumkin.

1. G‘ildirakli mashinalarning transmissiya agregatlari eng og‘ir sharoitlarda, yuqori darajali chanli muhitda ishlaydi, bu esa agregatlarning texnik holatini belgilab beradi.
2. Avtomobil va traktorlar transmissiya agregatlarining tishli g‘ildiraklari, dumalash podshipniklari, shlitsali birikmalar va tishli muftalarida ishonchlilik nuqtai nazaridan eng ko‘p cheklovlar mavjud. [7]

Birikma buzilishning parametrik modeli kuchlanish bilan ishlagan vaqtida o‘z alomatlari bilan namoyon bo‘ladi [8] va [9], hamda teshik va valning bardoshlilik qiymatiga, birikmadagi shovqin bilan ishlashiga alohida e’tibor berish kerakligi isbotlangan. Aniqlik me’yorlariga rioya qilmaslik ham birikmaning tez ishdan chiqishiga olib keladi, amma qishloq xo‘jaligi mashinasozligida va ta’mirlash ishlab chiqarishida val uchun 6- hamda teshik uchun 7-sifat darajalariga erishish mushkul hisoblanadi [10].

Aylanishda yuzalarda **kontaktlanish** jarayoni sodir bo‘ladi. Teshik va valning aylanasi uzunligi teng bo‘lmaganligi sababli **g‘adir-budurlik**ning **plastik deformatsiyalanishi** sodir bo‘ladi, shponka nisbiy siljishiga qarshilik qiladi. Har bir aylanish siklida bir – biri bilan tutashuvda bo‘lgan sirtlar to‘qnashadi. Ishqalanish sohasida moyda abraziv zarrachalarning mavjudligi, shuningdek tirqish miqdori eskirishdan yeyilishga ta’sir ko‘rsatadi. Bundan tashqari tirqish qanchalik katta bo‘lsa, **tutashuvda** bo‘lgan yuza shuncha kichik bo‘ladi, sohaga ta’sir ko‘rsatuvchi bosim ortadi, **plastik deformatsiyalanish** tezligi ortadi, yeyilish mahsulotlarining miqdori ortadi, **tutashuv sohasida** yeyilish jarayoni tezlashadi. radial kuchlar va konsolli yuklama natijasida birikmada tirqish paydo qiladi.

Bundan tashqari radial kuchlardan bosimning tekis taqsimlanishiga olib kelsa, konsolli zo‘riqishlar esa notekis taqsimlanishiga olib keladi. “Shponka – val uyasi – vtulka uyasi” birikmalarida burchak-yuzali zaif elementlarda eskirish va ezilish yuzalarini oshirib borish bilan birga paydo bo‘lgan mikroparchalanish oqibatida to‘lqin-zarbali yuklanishlarni keltirib chiqaradi. Shponka qiyshayib uyachada yumaloq shakl egallay boshlaydi[11].

Birikmada radial kuchlar harakatlanishidan ochiq yoriqlar kuchlanish hisobidan qoplanib borad, uning oldini olish uchun yuzalari ko‘chayotgan va ishqalanayotgan hududlarga abraziv zarrachalning kirib borishiga yo‘l qo‘ymaslik

ISSN 3030-3907

kerak. Ammo bu yerdaa katta kuchlanish qabul qilinmaydi, chunki bunday birikmalarning xususiy konstruksiyasi bir necha marotaba ta’mirlash maqsadida ajratish-yig‘ishlarni ta’minlashi zarur.

Birkmalarning bevosita ishonchliligiga ta’sir ko‘rsatadigan asosiy sirt parametrlariga alohida e’bor berish zarur [12].

Birikmalarni uzoq muddat ishonchliligini saqlab qolish vazifasi qo‘yilganda, belgilangan muddatda texnik xizmat ko‘rsatish ishlarini bajarish, tushadigan yuklanishlarni, kuchlanishlarni, tasodifiy holatlarni-tirqishlarni, ya’ni aniqlik va texnologik parametrlarni to‘g‘ri tanlash muhidir. Bularga quydagi ussullar orqali erishish mumkin: val va vtulka yuzalarining yeyilishbardoshliligini oshirish, shponka va uning o‘yiqchasining yeyilishbardoshliligini oshirish, birikmaning aniqlik darajasini va yuklanish kuchlarini, hamda qabul qilingan tig‘izlikni optimal tanlash [13].

Shlitsali birikmalar o‘ziga xos sharoitlar ta’sirida ishlatiladi, ya’ni moylash imkoni bo‘lmagan, bevosita tashqi muhit ta’sir etadigan, yuqori tezlik va yuklanish bilan aylanadigan vallarda, abraziv zarrachalar mavjud bo‘lgan mexanizmlarda, bumalash padshipniklarida o‘rnatilgan va o‘rnatilmagan uzatmalarda, shuningdek moyga botirilgan karterlarda o‘rnatiladi.

Bunday birikmalani uzoq muddat ishonchli ishlashi uchun ularning ishlash sharoitlarini to‘g‘ri tahlil etgan holda, birikma “teshik val shponka” detallarini tayyorlanish jarayonlariga to‘g‘ri texnik yechim tanlab, zagatovkani saqlash,

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Wang, Y.L.; Zhao, G.; Sun, X.C.; Shengxiang, L.I. Review on Research of Aviation Spline. Aeronaut. Manuf. Technol. 2017, 60, 91– 100.
2. Coss, R.A.; Gantschnigg, G.K. Aircraft Electric System and System Component Study (F-4 Type Aircraft); Interim Report; ARINC Research Corporation: Annapolis, MD, USA, 1967.
3. Endoy, R. Gear Hobbing, Shaping, and Shaving: A Guide to Cycle Time Estimating and Process Planning; Society of Manufacturing Engineers: Dearborn, MI, USA, 1990; pp. 63–74.
4. Chase, K.W.; Sorensen, C.D.; De Caires, B. Variation Analysis of Tooth Engagement and Load Sharing in Involute Splines. Gear Technol. 2010, 7, 54–62.
5. Brown, H.W. A Reliable Spline Coupling. J. Eng. Ind. 1979, 101, 421.
6. Zhao, G.; Wang, M.R.; Feng, Z.F.; Wang, Y.Q.; Guo, M.; Su, C.Q. Design method and its misaligned contact characteristic of aviation crowned spline. J. Aerosp. Power 2022, 37, 694–703.
7. Иргашев А., Иргашев Б.А. Неисправности агрегатов колесных машин, возникающих в условиях эксплуатации // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2021

ISSN 3030-3907

8. Ерохин М.Н., Леонов О.А. Взаимосвязь точности и надежности соединений при ремонте сельскохозяйственной техники // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2006. № 2. С. 22-25.
9. Леонов О.А. Теоретические основы расчета допусков посадок при ремонте сельскохозяйственной техники // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2010. №2. С. 106-110.
10. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Алгоритм выбора средств измерений для контроля качества по техникоэкономическим критериям // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2012. №2. С. 89-91.
11. Леонов О.А., Вергазова Ю.Г. Расчет посадок соединений со шпонками для сельскохозяйственной техники // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2014. № 2. С. 13-15.
12. Леонов О.А., Киселева Е.Н., Вергазова Ю.Г. Влияние шероховатости поверхности деталей на долговечность соединений при ремонте сельскохозяйственной техники // Международный техникоэкономический журнал. 2014. № 5. С. 47-51.
13. Вергазова Юлия Геннадьевна Процесс изнашивания цилиндрических соединений со шпонкой // Символ науки. 2015. №9-1. С. 50

ISSN 3030-3907