

MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

№12

2025
dekabr

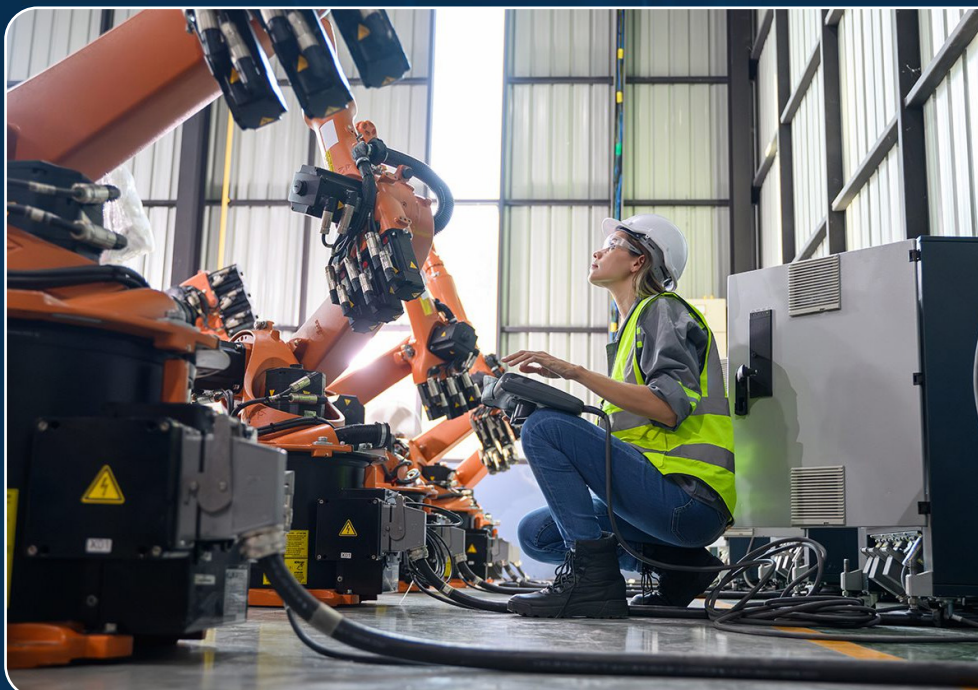


Milliy nashrlar

OAK: <https://oak.uz/pages/4802>

05.00.00 – Texnika fanlari

08.00.00 – Iqtisodiyot fanlar



Google Scholar

OPEN ACCESS

ULRICHSWEB[™]
GLOBAL SERIALS DIRECTORY

Academic
Resource
Index
ResearchBib

ISSN
INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INTERNATIONAL CENTRE

CYBERLENINKA

OpenAIRE

ROAD

INDEX
COPERNICUS
INTERNATIONAL

BASE

Crossref

НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА
LIBRARY.RU



ISSN: 3060-463X

РЭУ.РФ
РОССИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Г.В. ПЛЕХАНОВА
ТАШКЕНТСКИЙ ФИЛИАЛ



muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Elektron nashr, 96 sahifa.
2025-yil, dekabr

Bosh muharrir:

Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:

Shakarov Zafar G'afarovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori, PhD, dotsent

Tahrir hay'ati:

Abduraxmanov Kalandar Xodjayevich, O'z FA akademigi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Sharipov Kongratbay Avezimbetovich, texnika fanlari doktori, professor

Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shaumarov Said Sanatovich, texnika fanlari doktori, professor

Turayev Bahodir Xatamovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Allayeva Gulchexra Jalgasovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Arabov Nurali Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Maxmudov Odiljon Xolmirzayevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Xamrayeva Sayyora Nasimovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bobonazarova Jamila Xolmurodovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Irmatova Aziza Baxromovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bo'taboyev Mahammadjon To'ychiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shamshiyeva Nargizaxon Nosirxuja kizi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor,

Xolmuxamedov Muhsinjon Murodullayevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Xodjayeva Nodiraxon Abdurashidovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Amanov Otabek Amankulovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Toxirov Jaloliddin Ochil o'g'li, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Qurbonov Samandar Pulatovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Zikriyoyev Aziz Sadulloyevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tabayev Azamat Zaripbayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sxay Lana Aleksandrovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Ismoilova Gulnora Fayzullayevna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Djumaniyazov Umrbek Ilxamovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kasimova Nargiza Sabitdjanovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kalanova Moxigul Baxritdinovna, dotsent

Ashurzoda Luiza Muxtarovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sharipov Sardor Begmaxmat o'g'li, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sharipov Botirali Roxataliyevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, professor

Tursunov Ulug'bek Sativoldiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent

Bauyetdinov Majit Janizaqovich, Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti dotsenti, PhD

Botirov Bozorbek Musurmon o'g'li, Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sultonov Shavkatjon Abdullayevich, Kimyo fanlari doktori, (DSc)

Jo'raeva Malohat Muhammadovna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor.

muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

- 05.01.00 – Axborot texnologiyalari, boshqaruv va kompyuter grafikasi
- 05.01.01 – Muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi. Audio va video texnologiyalari
- 05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash
- 05.01.03 – Informatikaning nazariy asoslari
- 05.01.04 – Hisoblash mashinalari, majmualari va kompyuter tarmoqlarining matematik va dasturiy ta'minoti
- 05.01.05 – Axborotlarni himoyalash usullari va tizimlari. Axborot xavfsizligi
- 05.01.06 – Hisoblash texnikasi va boshqaruv tizimlarining elementlari va qurilmalari
- 05.01.07 – Matematik modellash
- 05.01.11 – Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt
- 05.02.00 – Mashinasozlik va mashinashunoslik
- 05.02.08 – Yer usti majmualari va uchish apparatlari
- 05.03.02 – Metrologiya va metrologiya ta'minoti
- 05.04.01 – Telekommunikatsiya va kompyuter tizimlari, telekommunikatsiya tarmoqlari va qurilmalari. Axborotlarni taqsimlash
- 05.05.03 – Yorug'lik texnikasi. Maxsus yoritish texnologiyasi
- 05.05.05 – Issiqlik texnikasining nazariy asoslari
- 05.05.06 – Qayta tiklanadigan energiya turlari asosidagi energiya qurilmalari
- 05.06.01 – To'qimachilik va yengil sanoat ishlab chiqarishlari materialshunosligi
- 05.08.03 – Temir yo'l transportini ishlatish
- 05.09.01 – Qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlar
- 05.09.04 – Suv ta'minoti. Kanalizatsiya. Suv havzalarini muhofazalovchi qurilish tizimlari
- 10.00.06 – Qiyosiy adabiyotshunoslik, chog'ishtirma tilshunoslik va tarjimashunoslik
- 10.00.04 – Yevropa, Amerika va Avstraliya xalqlari tili va adabiyoti
- 08.00.01 – Iqtisodiyot nazariyasi
- 08.00.02 – Makroiqtisodiyot
- 08.00.03 – Sanoat iqtisodiyoti
- 08.00.04 – Qishloq xo'jaligi iqtisodiyoti
- 08.00.05 – Xizmat ko'rsatish tarmoqlari iqtisodiyoti
- 08.00.06 – Ekonometrika va statistika
- 08.00.07 – Moliya, pul muomalasi va kredit
- 08.00.08 – Buxgalteriya hisobi, iqtisodiy tahlil va audit
- 08.00.09 – Jahon iqtisodiyoti
- 08.00.10 – Demografiya. Mehnat iqtisodiyoti
- 08.00.11 – Marketing
- 08.00.12 – Mintaqaviy iqtisodiyot
- 08.00.13 – Menejment
- 08.00.14 – Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari
- 08.00.15 – Tadbirkorlik va kichik biznes iqtisodiyoti
- 08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya
- 08.00.17 – Turizm va mehmonxona faoliyati

Ma'lumot uchun, OAK

Rayosatining 2024-yil 28-avgustdagi 360/5-son qarori bilan "Dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxati"ga texnika va iqtisodiyot fanlari bo'yicha "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali ro'yxatga kiritilgan.

Muassis: "Tadbirkor va ishbilarmon" MChJ

Hamkorlarimiz:

1. Toshkent shahridagi G.V.Plexanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti
2. Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti
3. Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" milliy tadqiqot universiteti
4. Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
5. Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
6. Toshkent davlat transport universiteti
7. Toshkent arxitektura-qurilish universiteti
8. Toshkent kimyo-texnologiya universiteti
9. Jizzax politexnika instituti



MUNDARIJA

RASMIY RIVOJLANISH YORDAMI (OFFICIAL DEVELOPMENT ASSISTANCE, ODA) ORQALI O'ZBEKISTONDA DAVLAT MOLIYASINI BOSHQARISH (PUBLIC FINANCIAL MANAGEMENT, PFM) TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISH	24
Pulatov Dilshod Haqberdiyevich, Ulug'ova Maftunabonu To'liqinovna	
INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN LEADING WHEAT-PRODUCING COUNTRIES.....	28
Turayeva Gulizahro	
BLOKCHEYN TIZIMLARI UCHUN XESH FUNKSIYALARNI TANLASH MEZONLARI VA SAMARADORLIK KO'RSATKICHLARI TAHLILI	32
Abduraximov Baxtiyor, Allanov Orif, Turdibekov Baxtiyor	
RIVOJLANGAN DAVLATLAR TAJRIBASI ASOSIDA KICHIK KORXONALARDA ISHLAB CHIQARISHNI SAMARALI TASHKIL ETISH MODELLARI: NAMANGAN VILOYATI MISOLIDA	39
Xonto'rayev Obbosxon Kamolxon o'g'li	
ISSIQLIK AKKUMULYATORINING RAZRYADLANISH JARAYONIDA SUYUQLIK QATLAMLARIDA HARORAT TAQSIMLANISHINING BIR O'LCHOVLI MODELI	43
B.A. Hikmatov, M.S. Mirzayev	
ISLOM MOLIYASI TAMOYILLARI ASOSIDA YASHIL LOYIHALARNI MOLIYALASHTIRISH IMKONIYATLARI.....	49
Safarova Nasiba Gulmurod qizi	
ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ В ОБУЧЕНИИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ.....	54
Даниярова Улбосын Куатбаевна	
YANGI TURDAGI IKKI QATLAMLI TRIKOTAJ TO'QIMALARI KO'RSATKICHLARINI KOMPLEKS BAHOLASH	58
Ergasheva Rashida Abdug'aniyevna	
HALQALI YIGIRISH MASHINASIDA BURAM UCHBURCHAGINING IP UZILISHIGA BOG'LIQLIGINI TADQIQI.....	62
Soliyev Azizbek Kamoldinovich	
НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ТУРИЗМА 2030: СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ОРИЕНТИРЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ УЗБЕКИСТАНА	69
Голышева Елена Вячеславовна	
STRATEGIK JARAYONNING MODELLARI	76
Musayeva Dilnoza Dilshatovna	
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ КВАРТИР В МНОГОЭТАЖНЫХ ДОМАХ.....	81
Уринов Адхамжон Акбарович	
MATERIALLARNI MURAKKAB YASSI TRAEKTORIYALAR BO'YICHA DEFORMASIYALANTIRISHDA PLASTIK DEFORMASIYALANISH JARAYONLARI	88
A.Xakimov, X.Xakimov	



MATERIALLARNI MURAKKAB YASSI TRAEKTORIYALAR BO'YICHA DEFORMASIYALANTIRISHDA PLASTIK DEFORMASIYALANISH JARAYONLARI

A.Xakimov

Namangan Davlat texnika universiteti t.f.n., dotsent

X.Xakimov

magistrant

Annotatsiya. Materiallarni murakkab traektoriyalar bo'yicha deformasiyalantirish jarayonida skalyar va vektor xususiyatlarning kechikishini ifodalovchi bog'lanish materialning universal xarakteristikasi sifatida qaralishi mumkinligi tajriba natijalari asosida ilmiy jihatdan tasdiqlandi. O'tkazilgan tahlillar shuni ko'rsatdiki, bunday bog'lanishlar deformasiya jarayonining aniq tavsifini berishda hamda materiallarning murakkab yuklanish sharoitidagi xatti-harakatini bashorat qilishda yuqori aniqlikni ta'minlaydi. Tadqiqot natijalari murakkab yassi traektoriyalar bo'yicha deformasiya jarayonlarini modellashtirishda qo'llaniladigan nazariy asoslarni yanada takomillashtirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: murakkab yuklanish; izotrop material; anizotrop material; oquvchanlik chegarasi; deformasiya; vektor xossalari; kuchlanish; deformasiya traektoriyasi.

Abstract. Experimental results demonstrate that the relationship expressing the delay of scalar and vector properties during deformation along complex trajectories can be regarded as a universal characteristic of the material. Analytical evaluation confirms that such relations enhance the accuracy of describing the deformation process and provide reliable predictions of material behavior under complex loading conditions. The findings contribute to the further development and refinement of theoretical foundations for modeling plastic deformation processes along complex planar trajectories.

Keywords: complex loading; isotropic material; anisotropic material; yield point; deformation; vector properties; stress; deformation trajectory.

Аннотация. Экспериментальные исследования показали, что связь, описывающая запаздывание скалярных и векторных свойств при деформировании материалов по сложным траекториям, может рассматриваться как универсальная характеристика материала. Проведённый анализ подтвердил, что такие зависимости повышают точность описания процесса деформации и позволяют надёжно прогнозировать поведение материалов при сложных режимах нагружения. Полученные результаты способствуют дальнейшему совершенствованию теоретических основ моделирования процессов пластического деформирования по сложным плоским траекториям.

Ключевые слова: сложное нагружение; изотропный материал; анизотропный материал; предел текучести; деформация; векторные свойства; напряжение; траектория деформации.

KIRISH

Qurilish va mashinasozlik sohalarida qo'llaniladigan qurilmalar hamda ularning konstruktiv elementlari ekspluatatsiya jarayonida murakkab kuchlanish holatlarida bo'ladi. Shu bois bunday qurilmalarda ishlatiladigan materiallarning turli kuchlanganlik va deformasiya sharoitlarida o'zini qanday tutishini ilmiy asosda baholash zarur hisoblanadi. Bunday baholashni amalga oshirish uchun esa yetarli miqdordagi eksperimental natijalar hamda ularning chuqur tahliliy ishlanmalari talab etiladi.



Mazkur maqolada materiallarning murakkab deformasiyalanish jarayonlaridagi mexanik xossalarni tavsiflovchi nazariy ma'lumotlar, shuningdek o'tkazilgan eksperimental tadqiqotlarning asosiy natijalari bayon etiladi. Ushbu yondashuv murakkab yuklanish sharoitlarida materiallarning xatti-harakatini yanada aniqroq tahlil qilish va modellashtirish imkonini beradi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Kuchlanishlar σ_{ij} va deformasiyalar ε_{ij} tenzorlari komponentlari quyidagi ko'rinishda keltirilgan

$$\sigma_{ij} = \sigma_0 \cdot \delta_{ij} + S_{ij}, \quad \varepsilon_{ij} = \varepsilon_0 \cdot \delta_{ij} + E_{ij}, \quad (i, j = 1, 2, 3) \quad (1)$$

Bu erda $S_{ij} = \sigma S_{ij}^*$, $E_{ij} = E \cdot E_{ij}^*$ ularni tenzorlarining deviatorlari, S_{ij}^* , E_{ij}^* - yo'naltiruvchi tenzorlar tuzuvchilari.

$$\sigma_0 = \frac{1}{3} \sigma_{ij} \delta_{ij}; \quad \varepsilon_0 = \frac{1}{3} \varepsilon_{ij} \delta_{ij}, \quad \sigma = \sqrt{S_{ij} S_{ij}}, \quad E = \sqrt{E_{ij} E_{ij}} \quad (2)$$

- mos ravishda ularning tenzori va tenzor –deviatorlarini modullari; δ_{ij} -Kroneker simvoli. O d d i y proporsional yuklanishda kuchlanish va deformasiyalar yo'naltiruvchi tenzorlari mos tushadi, ya'ni oddiy yuklanishda ($S_{ij}^* = E_{ij}^*$) va kichik elastoplastik deformasiyalar nazariyasining bog'lanishlari quyidagi ko'rinishga ega [1,3]

$$\sigma_0 = 3K\varepsilon_0, \quad S_{ij} = \frac{\sigma}{E} E_{ij}, \quad (i, j = 1, 2, 3) \quad (3)$$

Bu erda $\sigma = F(E)$ (4)

-ixtiyoriy murakkab kuchlanganlik-deformasiya holatida material skalyar hosalarini belgilovchi yagona puxtalanish diagrammasini universal funktsiyasi; K-hajmiy deformasiya elastiklik moduli; $\sigma/E = 2G_p$ - ikkilangan siljish elastiklik moduli. Murakkab yuklanishda yo'naltiruvchi tenzorlar mos tushmaydi, ya'ni ($S_{ij}^* \neq E_{ij}^*$). Demak, (3) va (4) bog'lanishlarda materialni faqat skalyar hossalarni e'tiborga olish etarli bo'lmaydi. Shuning uchun material plastik deformasiyalanishini tenzor ifodalanishi materialni vektor xususiyatlarini uch o'lchovli fazoda yaqqol geometrik tavsiflay olmaydi.

A.A.Ilyushin ishlarida jarayon E_6 kuchlar va deformasiyalar fazosida taqdim etilgan. Ushbu E_6 fazosida kuchlanishlar σ_{ij} va deformasiyalar ε_{ij} tenzorlariga muvofiq kuchlanishlar va deformasiyalar vektorlari keltirilgan

$$\bar{S} = \bar{S}_0 + \bar{\sigma}, \quad \bar{\varepsilon} = \bar{E}_0 + \bar{E}, \quad (5)$$

Bu erda $\bar{S}_0 = S_0 \cdot \bar{t}_0$, $\bar{E}_0 = E_0 \bar{t}_0$ - har tomonlama yuklanish va kengayish vektorlari;

$$\bar{\sigma} = S_k \cdot \bar{t}_k, \quad \bar{E} = E_k \bar{t}_k \quad (k = 1, 2, 3, 4, 5) \quad (6)$$

— E_5 besh o'lchamli deviator yarim fazosida kuchlanish va deformasiyalar vektorlari. S_k , E_k vektorlar kordinatalari tenzorlar va deviatorlar tuzuvchilari A.A.Ilyushin ifodalari bilan bog'langan [1,5]

$$S_0 = \sqrt{3}\sigma_0, \quad S_1 = \sqrt{\frac{3}{2}}S_{11}, \quad S_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}(S_{22} - S_{33}),$$

$$S_3 = \sqrt{2}S_{12}, \quad S_4 = \sqrt{2}S_{23}, \quad S_5 = \sqrt{2}S_{13},$$

$$E_0 = \sqrt{3}\varepsilon_0, \quad E_1 = \sqrt{\frac{3}{2}}E_{11}, \quad E_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}(E_{22} - E_{33}), \quad E_3 = \sqrt{2}E_{12},$$

$$E_4 = \sqrt{2}E_{23}, \quad E_5 = \sqrt{2}E_{13}.$$

E_5 yarim fazosida deformasiyalar vektori $\bar{E} = E \cdot \bar{E}$ uchi yoyini uzunligi s bo'lgan deformasiya traektoriyasini tasvirlaydi, bu erda $\bar{E}$ -birlik vektor. Ushbu traektoriya har bir nuqtasida Frene-Ilyushin repere $\{\bar{p}_k\}$, bu erda $k=1,2,\dots,5$ hamda kuchlanishlar vektorlari $\bar{\sigma} = \sigma \cdot \bar{\sigma}$, $\frac{d\bar{\sigma}}{ds}$ quriladi, bunda $\bar{\sigma}$ -birlik vektor. $\bar{E}(s), \bar{\sigma}(s), d\bar{\sigma}/ds$ vektorlar, temperatura $T(s)$ va nuqtagacha o'rtacha deformasiya bilan E_5 deviator yarimfazosida jismoniy jarayon geometrik shaklini hosil qiladi.

Birlik vektorlar $\bar{\sigma}$ va $\bar{E}$ E_5 da kuchlanishlar (S_{ij}^*) va deformasiyalar (E_{ij}^*) yo'naltiruvchi tenzorlariga ekvivalent. Shuning uchun oddiy yuklanishda ($S_{ij}^* = E_{ij}^*$) va (3) bog'lanish o'rniga E_6 da

$$\bar{S}_0 = 3K\bar{E}_0, \quad \bar{\sigma} = \frac{\sigma}{E}\bar{E}, \sigma = F(E) \quad (8)$$

$$\{\bar{p}_k\} \text{ reperda } \bar{\sigma} \text{ va } \bar{E} \text{ birlik vektorlar quyidagicha ifodalanadi}$$

$$\bar{\sigma} = \cos \beta_k \cdot \bar{p}_k, \quad \bar{E} = \cos \alpha_k \cdot \bar{p}_k \quad (9)$$

Zamonaviy qurilmalar va ularning elementlari murakkab kuchlanish holatida kombinasiyalashgan yuklanish va deformasiyalanish sharoitlarida ishlashadi. Qurilmalarning chekli holatga erishishi va emirilishidan oldin ular murakkab elastoplastik deformasiyalanish jarayonlaridan o'tishadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Murakkab kuchlanish holati va murakkab deformasiyalanish traektoriyalari bo'ylama kuch, burovchi moment hamda ichki bosimning turli kombinasiyalari ta'sirida shakllanadi. Izlanishlarda fizik modellardan sifatida yupqa devorli, dastlab izotrop metall va metall qotishmalaridan tayyorlangan silindrik namunalardan foydalaniladi. Namunalarning radiuslari ularning qalinligiga nisbatan yetarlicha katta bo'lganida, devorlarida tekis kuchlanish holati yuzaga keladi.

Eksperimental tadqiqotlarni o'tkazish metodikasi A.A. Ilyushinning elastoplastik jarayonlar nazariyasi [2–5]ga asoslanadi. Ushbu nazariyada kuchlanish va deformasiya vaqt davomida o'zgarib boruvchi jarayonlar sifatida qaraladi hamda besh o'lchovli vektorlar fazosida tegishli traektoriyalar orqali tahlil qilinadi. Bunda kuchlanish va deformasiyalar orasidagi munosabatlar ularning deviator invariantlarini bog'lovchi skalyar xossalar yordamida tavsiflanadi; kuchlanish va deformasiya orttirmalarining mos kelmasligi esa materialning vektor xossalarini aniqlashga imkon beradi.

Har bir tajribada materiallarning skalyar va vektor xossalariga xos bo'lgan qonuniyatlar aniqlanadi, o'rganilayotgan fizik kattaliklar orasidagi eksperimental bog'lanishlar quriladi. Olingan natijalar materiallarning murakkab yuklanish sharoitlaridagi mexanik xatti-harakatini chuqurroq anglash va ilmiy modellashtirishni takomillashtirishga xizmat qiladi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Murakkab yuklanish sharoitida deformasiya jarayoniga ta'sir ko'rsatuvchi har bir parametrlarning rolini aniqlash uchun markaziy nurli traektoriyalar bo'yicha o'tkaziladigan tajribalar muhim ahamiyat kasb etadi. Bunday tajribalar konstruktiv materialning dastlabki izotropligini baholash, shuningdek materialning universal diagrammasini qurish imkonini beradi.

Ishora almashuvchi yuklash-yuksizlanish traektoriyalari bo'yicha o'tkaziladigan tajribalar esa Baushinger effektini o'rganish hamda aksariyat plastik oquvchanlik nazariyalarining matematik modellarida sferik shakl ko'rinishida qabul qilinadigan oquvchanlik sirtining chegaralarini aniqlashga xizmat qiladi. Bunday tadqiqotlar materialning murakkab yuklanishlarga nisbatan javob reaksiyasini chuqurroq anglash va uning plastiklik xossalarini yuqori aniqlik bilan tavsiflash imkonini yaratadi.

Oquvchanlik sirtining o'zgarishini tadqiq etish yaxshi deformasiyalanuvchi va puxtalanuvchi po'lat st 45 dan tayyorlangan yupqa devorli tsilindrik namunalarda amalga oshirildi. Materiallar oquvchanlik chegarasi

$\sigma_i = \sigma_i(\varepsilon_i)$ deformasiyalanish diagrammalaridan 0.2% ε_i^p qoldiq deformasiyasiga mos kuchlanish sifatida,

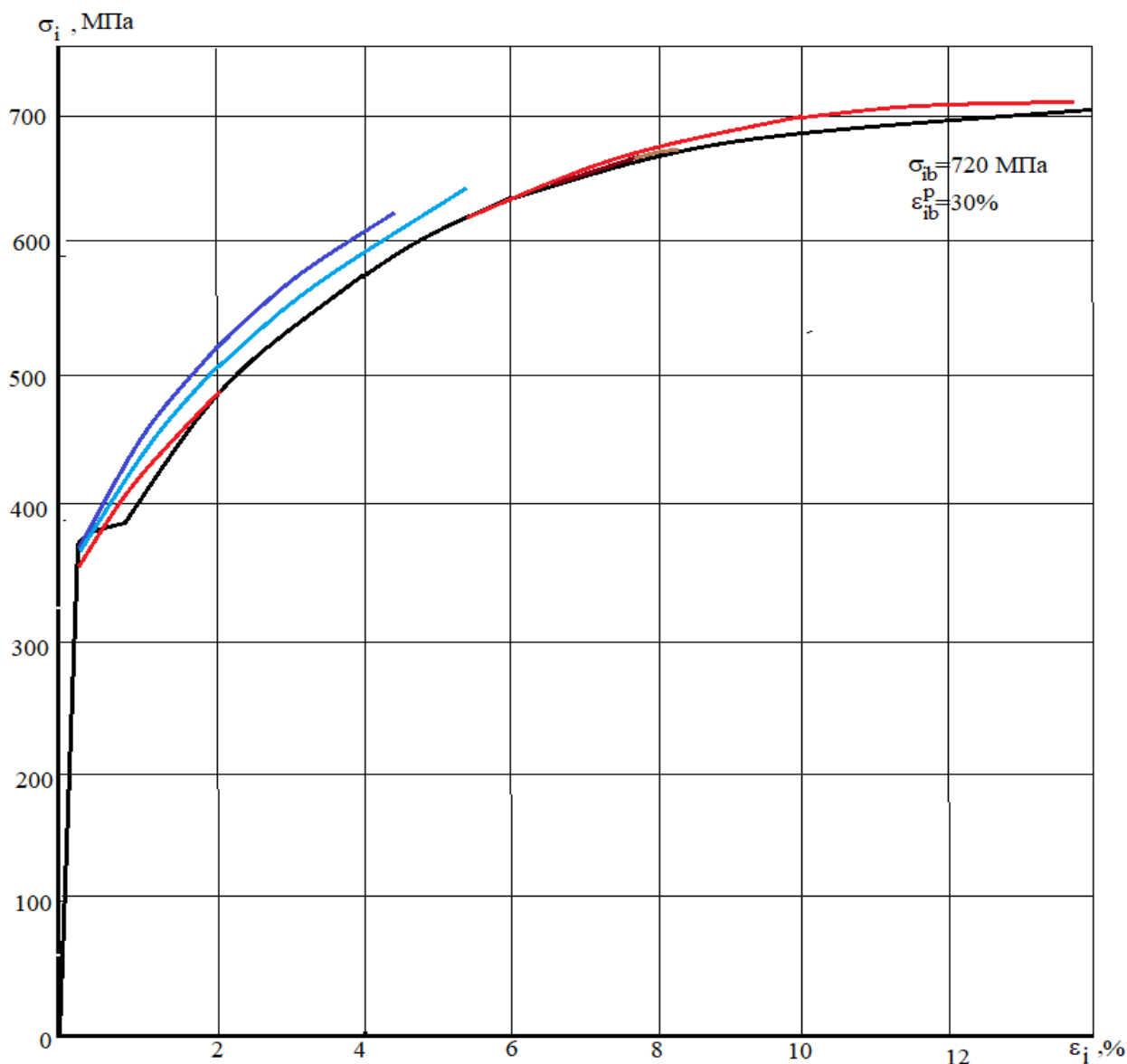
mustahkamlik chegarasi esa- σ_b plastik deformasiyalanishi jarayonining ustivorligini yo'qotilishiga mos kuchlanish sifatida aniqlanadi.

Shu tarzda olingan materiallarning chekli kuchlanish diagrammalari oddiy tajribalar natijalari asosida



bosh kuchlanishlarning ixtiyoriy nisbatlaridagi murakkab kuchlanish holatlarida materialning oquvchanligi yoki emirilishiga mos keluvchi chekli o'tish kriteriyalarini aniqlash imkonini beradi.

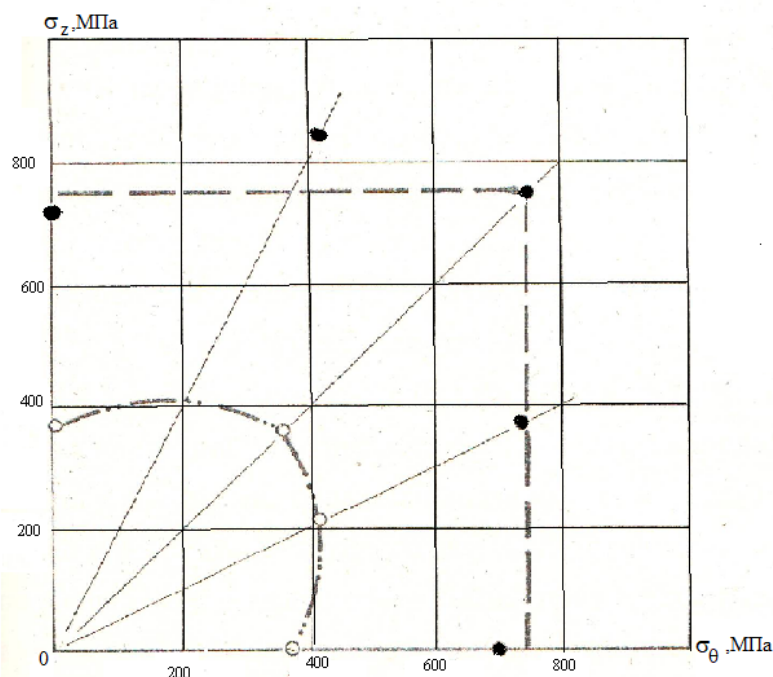
Chekli kuchlanishlar diagrammalari yangi texnika elementlarini mustahkamlikka hisoblashda katta amaliy ahamiyatga ega bo'lishi bilan birga, murakkab kuchlanish holatlarida materiallar xossalariga ekspluatatsiya sharoitidagi temperaturaviy omillar, material tuzilmasidagi strukturaviy o'zgarishlar va yuklanish traektoriyalarining ta'sirini tahlil etishda ham ishonchli tayanch ma'lumot sifatida xizmat qiladi. Ushbu yondashuv materiallarning mexanik xatti-harakatini chuqur o'rganish va ularning ekspluatatsiya ishonchligini oshirish bo'yicha ilmiy izlanishlarga mustahkam asos yaratadi (1-rasm).



1-rasm. Umumlashgan deformatsiya jarayonining σ - ε diagrammalari

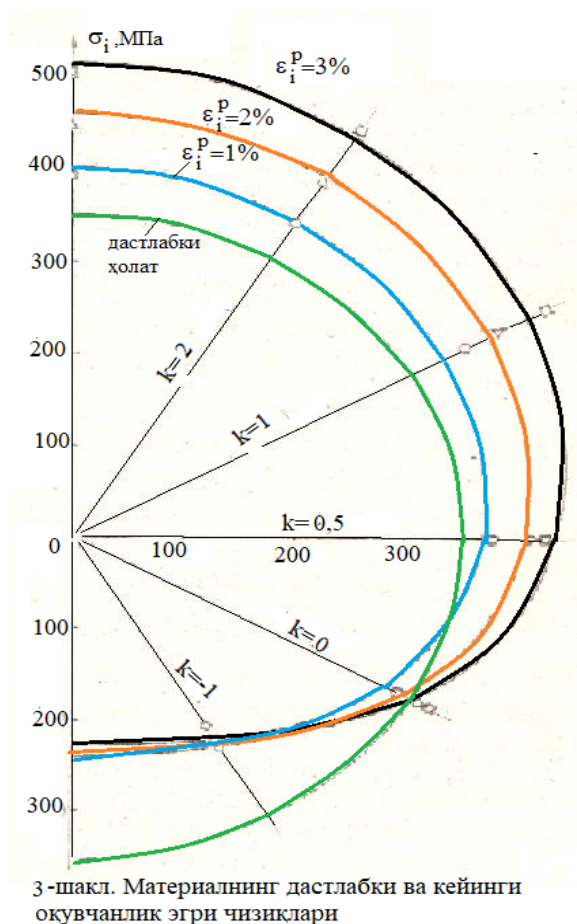
Bosh kuchlanishlar tekisligida oquvchanlik va mustahkamlikning chekli kuchlanish diagrammalari 2-rasmda keltirilgan. Ushbu diagrammalar tahlili shuni ko'rsatadiki, material oquvchanlik nuqtai nazaridan yuqori darajadagi izotropik xususiyatlariga ega. Bu esa materialning murakkab kuchlanish holatlariga barqaror javob berishini va deformatsiya jarayonida uning mexanik xatti-harakati izchil saqlanishini tasdiqlaydi. Eksperimental natijalar $\sigma_i = \text{const}$ bo'lganida deyarli ideal ko'rinishida Guber-Mizes-Genki nazariyasi bilan ifodalanadi.

$$\sigma_z^2 + \sigma_\theta^2 + \sigma_z \sigma_\theta = \sigma_s^2 \quad (1)$$



2-rasm. Oquvchanlik va mustahkamlik chekli kuchlanishlar diagrammalari

Agar S_1 - S_2 kuchlanishlar tekisligida to'g'ri chiziqli-nurli traektoriyalarda oquvchanlik chegaralari $\sigma_{i0,2}$ miqdorlari belgilansa, boshlang'ich oquvchanlik chizig'i aylana shaklida bo'ladi (3-rasm).



3-rasm. Bosh kuchlanishlar tekisligida turli plastik deformatsiya darajalari ($\epsilon_i^p = 1-3\%$) uchun oquvchanlik sirtlarining tajriba asosida qurilgan diagrammalari



Namunalarning ayrim to'plamlarida quyidagi dastlabki deformasiyalanishlar amalga oshirildi.

a) cho'zish $\varepsilon_i^p = 1,0\% \ 2,0\% \ 3,0\%$ gacha,

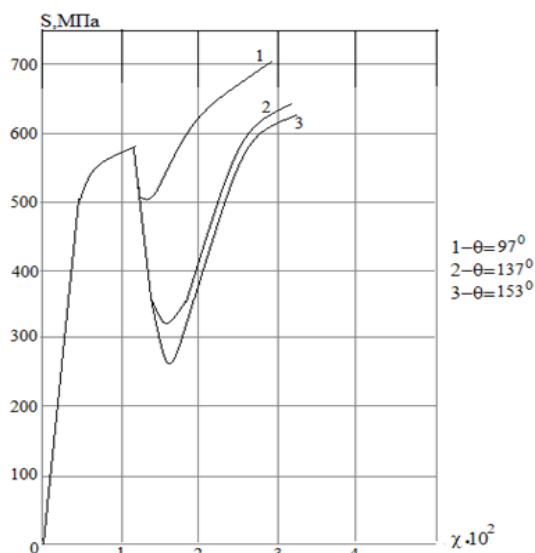
b) $\varepsilon_i^p = 2\%$ gacha cho'zish, yuksizlantirish va $\varepsilon_i^p = 1\%$ gacha siqish,

d) $\varepsilon_i^p = 2\%$ gacha cho'zish va deformasiyalash trektoriyalarni 65° , 90° va 140° ga sindirishi hamda ikkinchi pog'onada 1% deformasiyalantirish.

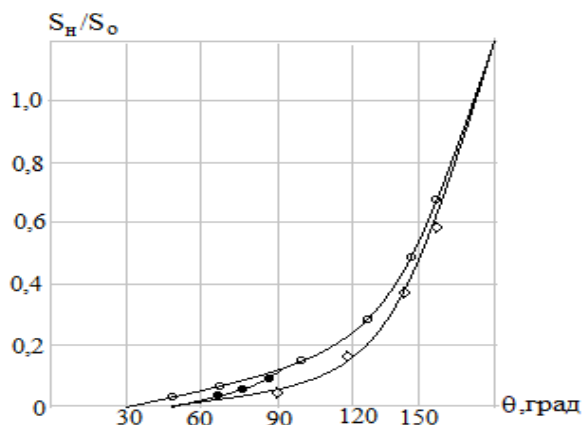
Namunalar yuksizlantirilgandan so'ng ularning parametrlari o'lchab olingan. Yuklash jarayonida esa deformasiyalanish holati tenzometrlash orqali nazorat qilib boriladi.

Tadqiqotlar natijasi shuni ko'rsatadiki, po'latni plastik deformasiyalantirish, oquvchanlik sirtlarini murakkab transformasiyasiga olib keladi. 3-rasmdan ko'rinib turibdiki dastlabki $\varepsilon_i^p = 1\%$ gacha bo'ylama chizilish natijasida oquvchanlik sirtining dastlabki yuklash yo'nalishida surilishi, o'lchamlarini ortishi kuzatilsa, qarama-qarshi tomonning tortilishi yuzaga keladi. Bu esa materialning bo'ylama siqilishi zonasida qarshilik ko'rsatish qobiliyatini nisbatan kamayishi bilan bog'liq. Dastlabki deformasiyalantirish darajasini 2 va 3% gacha oshirilishi natijasida oquvchanlik sirtlari frontal qismining bir tekisda kengayishi, bo'ylama siqilish sohasida esa material qarshilik ko'rsatishi deyarli o'zgarmaydi.

4-shaklda siniq o'qli traektoriyalar uchun $S(s)$ bog'lanishlar tasvirlangan bo'lib, undan ko'rinib turibdiki deformasiyalanish traektoriyasining sinish nuqtasidan so'ng, kuchlanish moduli miqdorining keskin kamayishi kuzatiladi. Bu xodisani tajribalardan olingan va 5-shaklda tasvirlangan S_n/S_0 va sinish burchagi θ orasidagi bog'lanish va ayrim adabiyotlardan olingan ma'lumotlar namoyon etmoqda (4-5-rasmlar).



4-rasm. Turli yo'nalish burchaklarida ($\theta = 97^\circ, 137^\circ, 153^\circ$) o'lchangan kuchlanish–deformasiya (σ – χ) egri chiziqlari



5-rasm. Burchak θ o'zgarishiga nisbatan S_n/S_0 nisbatining eksperimental va tahliliy bog'lanishi

XULOSA VA TAKLIFLAR

Izotrop materiallarda o'tkazilgan tadqiqotlarda [8.9.10] ta'kidlanishicha sinish nuqtasidan keyingi deformatsiyalanishda skalyar xossalar kechikishi izining bartaraf etilishi kuzatiladi, ya'ni $S(s)$ egri chizig'i oddiy yuklanishdagi $F(s)$ egri chizig'iga yaqinlashadi. 4-shakldan ko'rinib turiptiki, $S(s)$ bog'lanishi kuchlanish modulini kamayishidan so'ng keskin ortib boshlaydi va keyingi yuklanishdan so'ng uning grafigi $F(s)$ grafikidan ancha yuqorida o'tadi. Bunday xodisa anizotrop materiallarda amalga oshirilgan r - M –tajribalarda [9,10] ham kuzatilgan. Bunday xodisa anizotrop materiallarda r - M tajribalar o'tkazish mobaynida [9,10] ham namoyon bo'lgan. Ushbu tadqiqotlarda mualliflar $S(s)$ bog'lanishlar sof cho'zilish va sof buralishda olingan $F(s)$ bog'lanishlar bilan taqqoslangan. Dastlabki cho'zilishdan so'ng buralishdan xosil bo'lgan $S(s)$ bog'lanish sof bog'lanishdan olinadigan egri chiziqqa asta-sekin yaqinlashib boradi. Dastlabki buralishdan so'ng cho'zilishdan xosil bo'lgan bog'lanish sof cho'zilishdan olingan egri chiziqqa yaqinlashib boradi.

Kuchlanish holati o'zgarishi bilan $\sigma_i - \varepsilon_i$ egri chiziqlari va puxtalash koeffisienti turlicha bo'luvchi anizotrop materiallar uchun $S(s)$ egri chiziqlari plastik sohaga o'tgach doimiy puxtalanish koeffisientiga ega bo'lmasdan notekis bo'lish ehtimoli bor.

Mavjud tadqiqotlar natijalariga tayangan holda, kelgusida materiallarning murakkab traektoriyalar bo'yicha deformatsiyalanish jarayonlarini chuqurroq o'rganish uchun eksperimental bazani kengaytirish, turli izotrop va anizotrop konstruksion materiallarda $s(s)$ va $\sigma(s)$ bog'lanishlarini taqqoslash tavsiya etiladi. Bosh kuchlanishlar tekisligida oquvchanlik sirti transformatsiyasini aniqlovchi yangi analitik modellarning ishlab chiqilishi esa nazariy yechimlarning aniqligini oshiradi. Shu bilan birga, yuqori temperatura, tsiklik yuklanish va real ekspluatatsion muhit omillarining deformatsiya traektoriyalariga ta'sirini baholovchi kompleks tadqiqotlar olib borilishi maqsadga muvofiq. Olingan natijalar zamonaviy qurilmalarni mustahkamlikka hisoblash usullarini takomillashtirishda amaliy ahamiyatga ega bo'ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. А.А. Ильющин. Пластичность. Основы общей математической теории. (Изд. АН СССР, М., 1963).
2. А.А. Ильющин. Труды (1946–1966). Т. 2. Пластичность. (Физматлит, М., 2004).
3. А.А. Ильющин. Пластичность. Упругопластические деформации. (Гостехиздат, М., 1948).
4. А.А. Ильющин. Механика сплошной среды. (Изд. МГУ, М., 1990).
5. В.Г. Зубчанинов. Механика процессов пластических сред. (Физматлит, М., 2010).
6. Hakimov A.F., Hakimov X. Effect of heat treatment process on mechanical properties of titanium alloy. Journal of Pharmaceutical Negative Results, 2022, vol. 13, pp. 282–290.
7. Лебедев А.А., Ковальчук Б.И., Кульчицкий Н.М., Хакимов А.Ф. Экспериментальное исследование процессов деформирования стали по двухзвенным траекториям. Проблемы прочности, 1988, №3, с. 7–10.
8. Hakimov A.F., X. Ismoilov. Murakkab traektoriyalar bo'yicha deformatsiyalanishda konstruksion materiallarning deformatsion puxtalanishi. Mexanika va texnologiya ilmiy jurnali, 2021-yil, 2-son, 100–104-b.
9. Hakimov A.F., Hakimov X. Effect of heat treatment process on mechanical properties of titanium alloy. Journal of Pharmaceutical Negative Results, 2022, vol. 13, pp. 282–290. (Eslatma: 6- va 9-bandlar bir xil manba.)
10. Hakimov A.F., Daminov J. Transversal izotrop materiallarning oquvchanlik sharti to'g'risida. Mexanika muammolari, O'zbekiston jurnali, 2017-yil, 2–3-sonlar, 155–157-betlar.

muhandislik **& iqtisodiyot**

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Ingliz tili muharriri: Feruz Hakimov

Musahhih: Zokir Alibekov

Sahifalovchi va dizayner: Iskandar Islomov

2025. № 12

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar ma'sul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelamasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

"Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali 26.06.2023-yildan
O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi
Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan
№S-5669245 reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan.
Litsenziya raqami: №095310.

**Manzilimiz: Toshkent shahri Yunusobod
tumani 15-mavze 19-uy**





+998 93 718 40 07



<https://muhandislik-iqtisodiyot.uz/index.php/journal>



t.me/yait_2100