



SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI

«MEXANIKA» KAFEDRASI

5140300 - Mexanika

«MATERIALLAR QARSHILIGI»

O'QUV USLUBIY MAJMUA



Samarqand – 2017

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA TA'LIM VAZIRLIGI**

**ALISHER NAVOIY NOMIDAGI
SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI**

**MEXANIKA-MATEMATIKA FAKULTETI
MEXANIKA KAFEDRASI**

MATERIALLAR QARSHILIGI

O'QUV USLUBIY MAJMUA

(MEXANIKA TA'LIM YO'NALISHI TALABALARI UCHUN)

Samarqand - 2017

«Materiallar qarshiligi» fanidan o'quv – uslubiy majmua («5140300 - Mexanika» ta'lim yo'nalishi talabalari uchun. SamDU nashri, 2013. – bet.

«Materiallar qarshiligi» fanidan ushbu o'quv – uslubiy majmua Samarqand davlat universitetining «Mexanika» kafedrasida tayyorlangan.

Ushbu o'quv-uslubiy majmua shu fanni o'rganish jarayonida talabaning mustaqil ishlashini tashkil etishga mo'ljallangan bo'lib, u talabaning mustaqil ishlashini ta'minlovchi o'quv-uslubiy materiallarni o'z ichiga olgan hamda talaba olgan bilimining sifatini doimo nazorat qilishni ta'minlaydi.

Mazkur majmua bir necha bo'limlardan iborat: annotatsiya; muallif haqida ma'lumot; normativ hujjatlar; ta'lim texnologiyasi; nazorat materiallari; o'quv materiallar; ishlanmalar va tarqatma materiallar; mustaqil ishlar, kurs ishlari va BMI mavzulari; glossariy hamda ilovalar (majmua tuzilmasiga e'tibor qiling).

Ushbu fanni o'rganish ana shu mantiqiy ketma-ketlikka rioya qilishni talab etadi. Shuning uchun shu bandlarga asoslanib, har bir mavzuni chuqur o'rgangandan so'ng yangi mavzuga o'tish mumkin bo'ladi. Bunda talabaga mavjud o'quv uslubiy qo'llanma va ko'rsatmalar hamda tavsiyalar, ishlanma va tarqatma materiallar, foydalanish uchun tavsiya etilgan adabiyotlar yaqindan yordam beradi.

Nazorat turlari (JN, ON, YaN) topshiriqlari (ular namuna tarzida keltirilgan) asosida ularni topshirish va qavul qilish ishchi o'quv dasturda keltirilgan talabalar bilimini reyting tizimi asosida baholash mezonini va "Oily ta'lim muassasalarida talabalar bilimini nazorat qilish va baholashning reyting tizimi to'g'risida Nizom" talablaridan kelib chiqib amalga oshiriladi.

Ushbu o'quv - uslubiy majmua «5140300 - Mexanika» ta'lim yo'nalishi uchun mo'ljallangan.

Taqrizchilar:

texnika fanlari doktori, prof. X.Xudoynazarov

fizika-matematika fanlari nomzodi, dots. A.Tilavov

FANNING O'QUV-USLUBIY MAJMUASI TUZILMASI (Mundarija)

1. Titul varag'i (OTM nomi, ta'lim yo'nalishi shifri va nomi, fan nomi, "Samarqand - 2013")	
2. Mundarija.....	
3. Fanning annotasiyasi	
4. Mualliflar haqida ma'lumot.....	
5. Normativ hujjatlar:.....	
5.1. Davlat ta'lim standarti.....	
5.2. O'quv reja.....	
5.3. Ishchi o'quv reja.....	
5.4. O'quv dasturi.....	
5.5. Ishchi o'quv dasturi.....	
5.6. Kalendar- tematik reja.....	
6. Ta'lim texnologiyasi:.....	
6.1. Mashg'ulotlarning pedagogik texnologiyasi.....	
6.2. Mashg'ulotlarning texnologik xaritasi.....	
7. Nazorat materiallari:	
7.1 Topshiriqlar mazmuni.....	
7.2 ON, YaN uchun testlar.....	
7.3 Yozma ish va og'zaki nazoratlar savollari (variantlar).....	
8. O'quv materiallari:	
8.1. Ma'ruza matni.....	
8.2. Masala va mashqlar to'plami.....	
9. Amaliyot (seminar va laboratoriya) mashg'ulotlarining ishlanmalari, ularni o'tkazish va qo'llash bo'yicha uslubiy tavsiyalar.....	
10. Tarqatma materiallar (referat mavzulari, adabiyotlar ro'yxati, baholash mezonlari, horijiy manbalar).....	
11. Mustaqil ish mavzulari va uni bajarish bo'yicha uslubiy tavsiyalar.....	
12. Kurs ishlari mavzulari va ularni bajarish bo'yicha tavsiyalar.....	
13. BMI mavzulari banki va uni bajarish bo'yicha uslubiy tavsiyalar.....	
14. Glossariy.....	
15. Ilova:.....	
15.1. Ishchi o'quv rejada ko'rsatilgan darsliklar, o'quv qo'llamalar.....	
15.2. Uslubiy qo'llanmalar, uslubiy ko'rsatmalar.....	
15.3. Elektron darsliklar va boshqa elektron o'quv materiallari.....	

O'quv-uslubiy boshqarma boshlig'i

Pedagogik innavatsiyalar markazi boshlig'i

H. Qurbonov

X. Keldiyorov

«TASDIQLAYMAN»
SamDU o'quv ishlari bo'yicha
prorektori _____ prof. N.Eshqobilov
« ____ » _____ 2013 y.

«MATERIALLAR QARSHILIGI» FANINING ANNOTATSIYASI

1. FANNING NOMI	MATERIALLAR QARSHILIGISI
2. TA'LIM YO'NALISHI	5140300 Mexanika
3. IXTISOSLIK	Mexanika
4. KLASSIFIKATSIYA (DARAJA)	Bakalavr
5. FANNI TA'MINLOVCHI BO'LIM	«Mexanika» kafedrası
6. FAN O'QITUVCHISI	Berdiyev Sh., Ismoilov E.
Тел.: (+99891) – 521 – 39 – 27 : she_Berdiyev@mail.ru	
7. FANNI O'QITISHNING MAQSADI VA VAZIFALAR	

Fanni o'qitishdan maqsad – talabalarning mexanik bilimlarini oshirishga mo'ljallangan. Bu fan bakalavrlar tayyorlashning o'quv jarayonida talabalarning yuqori darajadagi umummatematik tayyorgarligi va ko'pgina maxsus fanlar bo'yicha chuqur bilimlar egasi bo'lishida asosiy o'rin tutadi.

Materiallar qarshiligi fani vazifasi quyida keltirilgan dastur doirasida talabalarga chuqur nazariy bilim berish va muayyan ko'nikmalar hosil qilish hamda maxsus fanlar bloki tarkibida o'qitiladigan kurslarni o'zlashtirishlari uchun yetarli bilim berish hisoblanadi.

8. TA'LIMDAN OLINADIGAN NATIJA

Fanni o'zlashtirish uchun talabaga qo'yiladigan talablar:

Fanni o'qitishdan maqsad – talabalarning mexanik bilimlarini oshirishga mo'ljallangan. Bu fan bakalavrlar tayyorlashning o'quv jarayonida talabalarning yuqori darajadagi tayyorgarligi va ko'pgina maxsus fanlar bo'yicha chuqur bilimlar egasi bo'lishida asosiy o'rin tutadi.

Fanning vazifasi – talabalar turli muhandislik sohalariga oid sodda amaliy masalalar uchun hisoblash modellarini tuzish, hisob natijalarini tahlil qila oladigan va ularning natijalarini ola biladigan mutaxassis bo'lib yetishadilar.

Mazkur fan mashina va inshootlarning qismlari tashqi kuchlar ta'siri ostida buzilishga yoki yemirilishga nisbatan ko'rsatadigan qarshilik xususiyatlari: mustahkamlik, chidamlilik, bardoshlik va ustivorliklarni aniqlash kabi vazifalarni bajaradi.

9. FANNING QISQACHA MAZMUNI

Materiallar qarshiligi fani deformatsiyalanuvchi qattiq jismlar mexnikasining tatbiqiy masalalariga bag'ishlangan bo'lib, unda tashqi kuchlar a'siri ostida jismlarda hosil bo'ladigan ichki zo'riqish va deformatsiyalari o'rganiladi. Bu fan mashina yoki inshootlarning qismlaridagi zo'riqish va deformatsiyalarini aniqlash usullarini va materiallarning ba'zi mexanik xossalarini tajriba yordamida tekshirish yo'llarini o'rgatadigan fandır.

10. КУРС 3 СЕМЕСТР 6, КУРС 4 СЕМЕСТР 7

11. OLDINDAN O'RGANILISHI ZARUR BO'LGAN FANLAR – Oliy algebra, analitik geometriya, matematik analiz, differensial tenglamalar, differensial geometriya, nazariy mexanika, tutash muhit mexanikasi

12. BU FAN MATERIALLARI QO'LLANILADIGAN FANLAR: -tutash muhitlar mexanikasi, elastiklik nazariyasi, suyuqlik va gazlar mexanikasi, plastiklik nazariyasi, plastinka va qobiqlar nazariyasi.

13. O'QUV FAOLIYATI TURLARI VA VAQT TAQSIMOTI:

MA'RUZA MASHG'ULOTLARI	- 46 soat.
AMALIYOT MASHG'ULOTLARI	- 48 soat.
MUSTAQIL ISH MASHG'ULOTLARI	- 76 soat.
JAMI	- 170 soat.

14. NAZORATLAR : JORIY – 2 marta , ORALIQ – 2 marta, YAKUNIY (6,7-semestrlarda)

15. ASOSIY ADABIYOTLAR

1. Ўрозбоев М.Т. Материаллар қаршилиги асосий курси.-Тошкент: Ўқитувчи, 1973.
2. Беляев Н.С. Сопротивление материалов.-Москва: Наука, 1976.
3. Роботнов Ю.Н. Сопротивление материалов.-Москва: Физматгиз, 1962.
4. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов. Мирослюбов И.И. и др.-Москва: Высшая школа, 1976.
5. Дарков А.Б., Шпиро Т.С. Сопротивление материалов М.-1989 г.

Mualliflar _____ Berdiyev Sh.
_____ Ismoilov E.

Kelishilgan:
Kafedra mudiri _____ dots. Berdiyev Sh.

O'quv-uslubiy kengash raisi _____ prof. Eshqobilov N.B.

Mualliflar haqida ma'lumot

Berdiyev Shavkat Davronovich – Samarqand Davlat Universiteti “Mexanika” kafedrası mudiri, t.f.n

- **Ish joyi** – SamDU mexanika-matematika fakulteti «Mexanika» kafedrası.
- **Ilmiy darajasi va ilmiy unvoni** – texnika fanlari nomzodi, dotsent.
- **Lavozimi** – SamDU mexanika-matematika fakulteti «Mexanika» kafedrası mudiri.
- **Uy manzili** – Samarqand sahar, Beruniy ko’chasi 64/16-xonadon.
- **Tug’ilgan yili** – 24 yanvar 1970 yil
- **Telefon** – (+99891) 521 –39 – 27
- **E-mail:** she_Berdiyev@mail.ru.
-
- Ismoilov Elbek – Samarqand Davlat Universiteti “Mexanika” kafedrası assistenti
- **Ish joyi** – SamDU mexanika-matematika fakulteti «Mexanika» kafedrası.
- **Ilmiy darajasi va ilmiy unvoni** – yo’q.
- **Lavozimi** – SamDU mexanika-matematika fakulteti «Mexanika» kafedrası assistenti.
- **Uy manzili** – Samarqand sahar, Sattepo maskani, 20-uy 87-xonadon.
- **Tug’ilgan yili** – 11 aprel 1987 yil
- **Telefon** – (+99898) 273 – 86 – 73
- **E-mail:** e_ismoilov1987@mail.ru, e_ismoilov1987@ramler.ru

MUNDARIJA

1. MATERIALLAR QARSHILIGI FANIGA KIRISH

1. Materiallar qarshiligi fanining rivojlanishi tarixi.
2. Materiallar qarshiligi fani. Asosiy tushunchalar va ta'riflar.
3. Qurilmalar qismlarining hisob sxemalari.
4. Ichki va tashqi kuchlarni tasniflash.
5. Kesish usuli. Deformatsiya va surilishlar.

2. CHO'ZILISH VA SIQILISH

1. Kuchlanish va deformatsiyalar
2. Guk qonuni
3. Puasson koeffitsiyenti
4. Jism hajmining o'zgarishi
5. Mustahkamlik va bikirlik shartlari

3. CHO'ZILISH VA SIQILISHNING STATIK ANIQMAS HOLLARI

1. Statik aniqmaslik.
2. Statik aniqmas masalalar

4. TEKIS KESIMLARNING GEOMETRIK XARAKTERISTIKALARI

1. Umumiy tushunchalar.
2. Kesimning statik momenti

5. ZO'RIQQAN HOLAT DIAGRAMMASI

1. Chiziqli zo'riqish holatida qiya yuzachalar bo'yicha kuchlanishlar.
2. Tekis kuchlanganlik holatida qiya tekisliklar bo'yicha kuchlanishlar.
3. Hajmiy zo'riqqan holatdagi qiya yuzachalar bo'yicha kuchlanishlar.
4. Hajmiy va tekis zo'riqish holatidagi deformatsiyalar va kuchlanishlar orasidagi bog'liqlik.

6. EGILISH

1. Umumiy tushunchalar
2. To'sinlardagi zo'riqish kuchlarini aniqlash
3. Sof egilish va normal kuchlanishlarni aniqlash
4. To'sinlarning normal kuchlanish bo'yicha mustahkamlikka tekshirish
5. Ko'ndalang egilishdagi urinma kuchlanishlarni aniqlash
6. To'sinning mustahkamligini urinma kuchlanishlarga nisbatan tekshirish
7. Egilishdagi potensial energiya
8. To'sinlarning salqiligi va kesimlarning og'ish burchagi
9. Egilgan o'qning taqribiy differensial tenglamasi

7. BURALISH

1. Buralish, uning hosil bo'lishi va ta'rifi
2. Burovchi moment uning ishorasi va epyuralari.
3. Buralishda brusning deformatsiyalanishi.

8. MURAKKAB QARSHILIK

1. Qiyshiq egilish
2. Markaziy bo'lmagan siqilish yoki cho'zilish
3. Siqilgan sterjenlarning ustivorligi

9. MUSTAHKAMLIK NAZARIYALARI

1. Eng katta normal kuchlanishlar nazariyasi. (birinchi mustahkamlik nazariyasi)
2. Eng katta chiziqli deformatsiyalar nazariyasi. (ikkinchi mustahkamlik nazariyasi)
3. Eng katta urinma kuchlanishlar nazariyasi. (uchinchi mustahkamlik nazariyasi)
4. Shakl o'zgarishi energiyasi nazariyasi. (to'rtinchi mustahkamlik nazariyasi)

5. Chegaraviy zo'riqqanlik holati nazariyasi. (beshinchi mustahkamlik nazariyasi).
Mualliflar haqida ma'lumot

Berdiyev Shavkat Davronovich – Samarqand Davlat Universiteti “Mexanika” kafedrası mudiri, t.f.n

- **Ish joyi** – SamDU mexanika-matematika fakulteti «Mexanika» kafedrası.
- **Ilmiy darajasi va ilmiy unvoni** – texnika fanlari nomzodi, dotsent.
- **Lavozimi** – SamDU mexanika-matematika fakulteti «Mexanika» kafedrası mudiri.
- **Uy manzili** – Samarqand sahar, Beruniy ko'chasi 64/16-xonadon.
- **Tug'ilgan yili** – 24 yanvar 1970 yil
- **Telefon** – (+99891) 521 –39 – 27
- **E-mail:** she_Berdiyev@mail.ru.
-
- Ismoilov Elbek – Samarqand Davlat Universiteti “Mexanika” kafedrası assistenti
- **Ish joyi** – SamDU mexanika-matematika fakulteti «Mexanika» kafedrası.
- **Ilmiy darajasi va ilmiy unvoni** – yo'q.
- **Lavozimi** – SamDU mexanika-matematika fakulteti «Mexanika» kafedrası assistenti.
- **Uy manzili** – Samarqand sahar, Sattipo maskani, 20-uy 87-xonadon.
- **Tug'ilgan yili** – 11 aprel 1987 yil
- **Telefon** – (+99898) 273 – 86 – 73
- **E-mail:** e_ismoilov1987@mail.ru, e_ismoilov1987@ramler.ru

Fanning annotatsiyasi

Kadrlar tayyorlash **Milliy dasturining** asosiy maqsadlaridan biri talabalarni kerakli o'quv adabiyotlari, ma'ruza matnlari va hokozolar bilan ta'minlash bo'lib, bu masala hozirgi davrning dolzarb masalalaridan biri hisoblanadi

Hozirgi kunda bu masalani hal qilish uchun bir qancha chora tadbirlar amalga oshirilgan bo'lib bu'ar muammoni to'liq yechish uchun yetarli emas. Shuning uchun ushbu o'quv uslubiy majmua "Materiallar qarshiligi" o'rganayotgan talabalar uchun yetarli ma'lumotlar berish niyatida tayyorlangan.

"Materiallar qarshiligi" fanidan o'quv uslubiy majmua Mexanika ta'lim yo'nalishida bilim olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan bo'lib, 30 soat ma'ruza, 24 soat amaliy mashg'ulotni o'z ichiga olgan.

"Materiallar qarshiligi" fani deformatsiyalanuvchi qattiq jismlar mexnikasining tatbiqiy masalalariga bag'ishlangan bo'lib, unda tashqi kuchlar a'siri ostida jismlarda hosil bo'ladigan ichki zo'riqish va deformatsiyalari o'rganiladi. Bu fan mashina yoki inshootlarning qismlaridagi zo'riqish va deformatsiyalarini aniqlash usullarini va materiallarning ba'zi mexanik xossalarini tajriba yordamida tekshirish yo'llarini o'rgatadigan fandır.

"Materiallar qarshiligi" fanidan o'quv uslubiy majmua Mexanika ta'lim yo'nalishida bilim olayotgan 3-4 kurs talabalar uchun mo'ljallangan.

Meyoriy hujjatlar
Davlat ta'lim standarti

ЎЗБЕКИСТОН ДАВЛАТ СТАНДАРТИ

Ўзбекистон узлуксиз таълимнинг
Давлат таълим стандартлари

Олий таълимнинг Давлат таълим стандарти

5140300 – *Механика* таълим йўналиши бўйича бакалаврларнинг
тайёргарлик даражаси ва зарурий билимлар мазмунига қўйиладиган

ТАЛАБЛАР

Расмий нашр

Ўзбекистон Республикаси
Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги

Тошкент

G'IZTANULAT AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI
BOSHQARMASI

1

СЎЗ БОШИ

1 ИШЛАБ ЧИҚИЛГАН ВА КИРИТИЛГАН:

- Олий ва ўрта махсус, касб-хунар таълимини Ривожлантириш маркази;
- Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети.

2 ТАСДИҚЛАНГАН ВА АМАЛГА КИРИТИЛГАН:

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 201_ йил «__» _____ даги ____ - сонли буйруғи.

Мазкур стандарт Ўзбекистон Республикаси ҳудудида амалга киритилиши (амал қилишнинг тўхтатилиши) ва унга ўзгартиришлар киритилиши тўғрисидаги маълумотлар «Ўзстандарт» агентлиги томонидан нашр этилувчи кўрсаткичларда чоп этилади.

Мазкур стандартни Ўзбекистон Республикаси ҳудудида расмий чоп этиш ҳукуки Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигига тегишлидир

МУНДАРИЖА

	бет
1 Қўлланилиш соҳаси	1
2 Атамалар, таърифлар, кискартмалар	2
3 Таълим йўналишининг тавсифи	2
4 5140300 – <i>Механика</i> таълим йўналиши бўйича бакалаврлар касбий фаолиятининг тавсифи	3
5 Бакалаврнинг тайёргарлик даражасига қўйиладиган талаблар	4
6 Таълим дастурининг мазмуни ва компонентлари	10
7 Бакалавриятнинг асосий таълим дастурларини ўзлаштириш бўйича амалга ошириладиган шаронтларга белгиланган талаблар	23
7.1 Бакалавриятнинг асосий таълим дастурлари ўзлаштирилишига белгиланган умумий талаблар	23
7.2 Таълим дастурларининг тадбиқ этилиши	24
7.3 Малакавий амалиётларни ташкил этиш талаблари	24
7.4 Ўқув жараёнини педагогик кадрлар билан таъминлаш бўйича талаблар	25
7.5 Таълим жараёнини ўқув-методик ва ахборот ресурслари билан таъминлаш талаблари	25
7.6 Ўқув жараёнининг моддий-техника базаси бўйича талаблар	26
8 Бакалавр тайёрлаш сифатини баҳолаш	26
9 Эслатма	27
10 Давлат таълим стандартининг амал қилиш муддати	28
11 Илова	29
12 Библиографик маълумотлар	30

ЎЗБЕКИСТОН ДАВЛАТ СТАНДАРТИ

Ўзбекистон узлуksиз таълимининг
Давлат таълим стандартлари

Олий таълимининг Давлат таълим стандарти

**5140300 – Механика таълим йўналиши бўйича бакалаврларнинг тайёр-
гарлик даражаси ва зарурий билимлар мазмунига қўйиладиган
ТАЛАБЛАР**

Государственные образовательные стандарты
непрерывного образования Узбекистана

Государственный образовательный стандарт высшего образования
ТРЕБОВАНИЯ

к необходимому содержанию и уровню подготовленности бакалавра по
направлению **5140300 – Механика**

State Educational Standards of Continuous Education of Uzbekistan

State Educational Standards of Higher Education

REQUIREMENTS

Necessary for content and level of Bachelors in **5140300 – Mechanics**

Амал қилиш муддати «19» 11 2012 йилдан
« » 2012 йилгача
тўқилмаган

I Қўлланиш соҳаси

1.1 Олий таълимининг мазкур давлат таълим стандарти (ОТ ДТС) **5140300 – Механика** таълим йўналиши бўйича олий таълим олувчи бакалаврлар тайёрлашнинг асосий таълим дастурлари ўзлаштирилишини амалга оширишда Ўзбекистон Республикаси ҳудудидаги барча олий таълим муассасалари учун талаблар мазмунини ифодалайди.

1.2 Олий таълим муассасаси мазкур таълим йўналиши бўйича кадрлар тайёрлаш ваколатига эга бўлганда ДТС асосида таълим дастурларини амалга ошириш ҳуқуқига эга деб ҳисобланади.

1.3 ОТ ДТСнинг асосий фойдаланувчилари:

- мазкур таълим йўналиши ва тайёргарлик даражаси бўйича фан, техника ва ижтимоий соҳа ютуқларини ҳисобга олган ҳолда асосий таълим дастурларини сифатли ишлаб чиқиш, самарали амалга ошириш ва янгиланиш учун масъул олий таълим муассасаларининг профессор - ўқитувчи жамоалари;
- таълим йўналишининг асосий таълим дастурларини ўзлаштириш бўйича ўқув-тарбия фаолиятини самарали амалга оширувчи барча ходимлари ва талабалари;
- ўз ваколат доирасида битирувчиларнинг тайёргарлик даражасига жаъоб берадиган олий таълим муассасаларининг бошқарув ходимлари (ректор, проректорлар, ўқув бўлими ва деканат);
- битирувчиларнинг тайёргарлик даражасини баҳолашни амалга оширувчи Давлат аттестация комиссиялари;
- олий таълим муассасасини молиялаштиришни таъминловчи органлар;

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI
BOSHQARMASI

O'ZSTANDART AGENTLIGI
3165 son bilan
«19» 11 2012 yilda
Davlat to'yxatiga o'lingi

- олий таълим тизимини аккредитация ва сифатини назорат қилувчи ваколатли Давлат органлари;
- таълим йўналишини ихтиёрий танлаш ҳуқуқига эга бўлган абитуриентлар ва бошқа манфаатдорлар.

2 Атамалар, таърифлар, қисқартмалар

Мазкур стандартда Ўзбекистон Республикасининг «Таълим тўғрисида»ги Қонуни, Кадрлар тайёрлаш Миллий дастури ҳамда олий таълим соҳасидаги халқаро ҳужжатларга мос равишда атамалар ва таърифлардан фойдаланилган:

касбий фаолият тури – таълим йўналишига ўзгаришлар киритиш мақсадида касбий фаолият объектига таъсир қилишнинг методлари, усуллари, услублари ва тавсифи;

компетенция – маълум соҳада муваффақиятли фаолият юритиш учун билимлар, амалий малакалар ва шахсий сифатларни қўллаш қобилияти;

модул – тарбиялаш ва ўқитишга йўналтирилган мақсадлар ва натижаларга нисбатан муайян маънавий тугалланганликка эга бўлган ўқув фани (курси) ёки ўқув фанлари (курслари) қисмларининг мажмуаси;

таълим йўналиши – майян касбий касбий фаолият доирасидаги турли даражадаги таълим дастурларининг мажмуи;

касбий фаолият объекти – предметлар, воқеликлар, жараёнлар ва фаолият доирасида ҳаракатга йўналтирилган тизимлар;

касбий фаолият соҳаси – илмий, ижтимоий, иқтисодий, ишлаб чиқаришда намоён бўладиган касбий фаолият объектларининг мажмуи;

бакалавриятнинг асосий таълим дастурлари (бакалаврият дастури) – талабаларнинг тарбияси ва тайёргарлик даражаси сифатини таъминлашга йўналтирилган ўқув режаси, ўқув курслари, предметлари, фанлари (модуллари)нинг дастурлари, малакавий амалиётлар дастурлари, ўқув жараёни жадвали ва мос равишдаги таълим технологияларини амалга оширилишини таъминловчи ўқув-услубий мажмулари методик материаллар;

профиль – асосий таълим дастурининг аниқ касбий фаолиятнинг муайян тури ёки объектига йўналганлиги;

ўқув-ўрганиш натижалари – ўзлаштирилган билимлар, амалий малакалар, кўникмалар мажмуи;

ўқув цикли – мос илмий ёки касбий фаолият доирасидаги билимлар ва амалий малакаларни ўзлаштириш ва кўникмаларни шакллантиришни таъминловчи асосий таълим дастурларидаги фанларнинг мажмуи.

АРМ - ахборот ресурс маркази;

ИТИ - илмий тадқиқот ишлари;

ОТМ - олий таълим муассасаси;

ЎУМ - ўқув-услубий мажмуа.

3 Таълим йўналишининг тавсифи

3.1 Ушбу таълим йўналишини қамраб олувчи олий таълимнинг асосий таълим дастурлари амалга оширилади, уни назарий ва амалий машғулотларини тўлиқ ўзлаштирган, яқиний давлат аттестациясидан муваффақиятли ўтган шахсга «бакалавр» малакаси (даражаси) ҳамда олий маълумот тўғрисидаги давлат намунасидаги расмий ҳужжат(лар) берилади.

3.2 Асосий таълим дастурининг меъёрий муддати ва мос малака(даража)си 1-жадвалда келтирилган.

Асосий таълим дастурининг муддати ва битирувчиларнинг малакаси

Таълим дастурининг номи	Малака (даража)	Таълим дастурининг узлаштиришнинг меъёрий муддати
Бакалаврият таълим дастури	Бакалавр	4 йил

4 5140300 – Механика таълим йўналиши бўйича бакалаврлар касбий фаолиятининг тавсифи

4.1 Бакалаврлар касбий фаолиятининг соҳаси

5140300 – Механика таълим йўналиши – илм-фан ва техника соҳасининг йўналиши бўлиб, унга инсон фаолиятида табиат жараёнлари, ҳодисалар қонуниятларини математик моделларини яратиш йўли билан ўрганиш ва соҳа истиқболини белгилаш, касбий кўникма – инсон фаолиятининг билим воситалари ва услублари мажмуасини ўз ичига олади, шунингдек, уни техника тараққиёти учун қўллаш воситалари, усуллари ва йўллари мажмуаларини яратиш киради.

Бакалаврларнинг касбий фаолияти қуйидагиларни камраб олади:

– Касблар ва лавозимлар миллий классификаторига мувофиқ олий маълумотли шахс эгаллини лозим бўлган лавозимлар бўйича мустақил фаолият кўрсатиш;

– Табиат ҳодисаларини механика нуқтаи-назардан ўрганиш методларини тадқиқот қилиш;

– Механик жараёнларни таҳлил қилиш, синтезлаш, оптимallashtirish ва уларнинг математик моделларини яратиш;

– Қаттиқ jisim, сувоқтик ва газларда кечадиган ички жараёнларнинг математик моделини қўллаш;

– Муҳандислик масалаларининг математик таъминотини ишлаб чиқиш, алгоритмларини қуриш, ечимларини олиш ва уларни механик нуқтаи-назардан таҳлил этиш;

– Компьютер технологиялари ва дастурлаш;

– Ўқитишнинг дидактик воситалари;

– Таълимнинг электрон воситалари;

– Ўрта махсус, касб-ҳунар таълим тизимидаги ўрни ва роли.

4.2 Бакалаврларнинг касбий фаолияти объектлари

5140300–Механика таълим йўналиши бакалаврларнинг касбий фаолияти объектлари –илмий текшириш марказлари, ишлаб чиқариш корхоналарида математика, механика фанларининг қонуниятлари ва услубларини қўллаш; табиатдаги физик жараён ва ҳодисаларни математик моделлаштириш йўли билан ўрганиш, умумий ўрта, ўрта махсус ўқув, касб-ҳунар муассасалари, коллеж ва лицейларда математика, механика, информатика фанлар бўйича таълим бериш.

4.3 Бакалаврларнинг касбий фаолияти турлари

- Илмий тадқиқот;
- Лойиҳа – изланиш;
- Ишлаб чиқариш технологик;
- Педагогик.

Бакалавр тайёрланадиган касбий фаолиятнинг муайян турлари таълим жараёнининг манфаатдор иштирокчилари билан ҳамкорликда олий таълим тизими томонидан аниқланади.

ЎЗСТАНДАРТ АГЕНТЛИГИ
STANDANTLASHTIRISH
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI
BOSONGARMU...

б) касбий компетенциялар, жумладан:

Умумкасбий компетенциялар:

Таълим соҳасида:

- умумий, ўрта махсус, касб-хунар таълим муассасаларида математика ва информатика фанларидан маълумот ва амалий дарсларни олиб бориш, замонавий педагогик ва ихборот технологияларини эгаллаш ҳамда тадбиқ этиши;

Илмий фаолиятда:

- илмий, амалий тадқиқотлар олиб бориш, тажриба натижаларини таҳлил қилиш;
- интернет тармоғида энг янги илмий маълумотларни мақсадга йўналтириб ҳолда қилириш ва тиниш қобилиятига эга бўлиши;

Тадбиқий соҳада:

- корхона, ишлаб чиқариш, конструктор лойиҳалаш муассасаларида механика ва математика усулларини қўлани қобилиятига эга бўлиши;

Тадқиқот соҳада:

- табиий жараён, ҳодисаларни ўрганишнинг илмий асосланган математик моделларини танлай билиши;

Касбий маҳорат бўйича ўз билими ва қўникмаси билан эгаллаган лаёзимида мураккаб фаолият кўрсатиш талабларига жавоб бериши ва муайян профессионализмга эга бўлиши керак.

5.2 Таълим дастурлари бўйича бакалаврларнинг билим, маъна ва қўникмаларига қўйиладиган талаблар

5.2.1 Гуманитар ва ижтимоий-иқтисодий фанлар бўйича талаблар

Гуманитар ва ижтимоий-иқтисодий фанлар қисми бўйича талаблар Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги тасдиқлаган «Гуманитар ва ижтимоий-иқтисодий фанлар» бўйича бакалаврлар тайёрларлик даражаси ва зарурий билимлар мазмунига қўйилган талаблар асосида белгиланади.

5.2.2 Математик ва табиий-илмий фанлар бўйича талаблар

Бакалавр:

- маълумотлар, уларни сақлаш, улар билан ишлаш ва ошириш ҳақида;
- фан ва ишлаб чиқаришда шахсий электрон ҳисоблаш машиналаридан фойдаланиш усуллари ҳақида;
- яхлит, физик объект сифатида олам ва унинг эволюцияси ҳақида;
- табиий фанларнинг назарий жиҳатдан берилиги, тугалланмаганлиги ва ривожланиш мумкинлиги ҳақида;
- табиатдаги тартиб ва тартибсиз ҳолатлар, уларнинг ўзаро бир-бирига ўтиши ҳақида;
- билимдаги эмпириклик ва назарийлик иннобати ҳақида;
- жосистемалар ҳақида;
- матрицалар алгебраси; чизикли алгебралик тенгламалар системаси, комплекс сонлар майдонини, рақсонал касрлар, симметрик қўнҳадлар, чизикли фазо ҳақида, квадратик қўнҳад, чизикли фазода чизикли алгебралирини;
- алгебралик чизиклар, алгебралик сиртлар, эгри чизикли координаталар системаси;
- ҳақида тасаввурга эга бўлиши;
- турли функцияларни элементар ва баъзи махсус функциялар орқали тақрибий ифодалиш усуллари;
- физик жараёнлар (ҳаракатлар, электром, магнитлик, квант физикаси, термодинамикаси);
- асосий экологик тушунчалар, қонунчалар ва моделларини;
- табиий билимлар назарий асосларини;
- атроф муҳит ва инсонини табиий ҳодисалар зарарларидан муҳофиза қилиш усулларини;

- tabiatdan samarali foydalanishning ekologik tamoyillari;
- determinantlarning taarifi, asosiy xossalari va hisoblash usullari; Крамер формуласи; матрицалар алгебраси, чизикли тенгламалар системасини ечиш (умумий назарий); комплекс сонлар майдони, кўпхадлар ва уларнинг илдизлари, алгебранинг асосий теоремалари, рационал касрларга ажратиш; квадратик формалар ва уларнинг каноник кўриниши; чизикли фазо ва чизикли алмаштириш. Евклид фазоси;
- векторлар алгебраси; аффиин координаталар системаси; тўғри чизик ва текислик тенгламалари; иккинчи тартибли чизиклар ва сиртлар; координаталар системасини алмаштириш *билан ва улардан фойдалана олиши*;
- тажрибавий маълумотларни йиғиш, улар билан ишлаш усуллари билан;
- ҳисобlash техникаси имкониятларидан фойдаланиб, дастурлаш ва дастурий таъминотлардан фойдаланиш;
- физик, экологик моделларни таъкик этиш бўйича;
- ишлаб чиқариш жароҳиларини маълум физик моделлардан фойдаланиш бўйича;
- каҳори тартибли determinantларни ҳисобlash; чизикли тенгламалар системасини ечини; матрицалар билан амаллар; кўпхал илдизларини аниқlash; нуқтаи турли геометрик ўрнларини аниқlash тенгламалари; турли координата системалари; чизик ва сирт тенгламалар таъкикоти;
- яратилган технологияларнинг экологик таъсирини ўрганиш ва атроф муҳит табиатга етказилиши мумкин бўлган зарарининг олдини олишга интилиш *қўнакмаларига ва бўлиши керак*.

5.2.3 Умумий фанлар бўйича талаблар

Бакалавр:

- сонлар системаси, функция лимити, функция узлуксизлиги, функцияни дифференциалланувчилиги ва уни дифференциал ҳисобга қўллаш; бошланғич функциялар, интеграллар, сонлар катори; кўп ўзгаришчан функцияларнинг дифференциалланувчилиги, мутлақ ва шартли экстремум;
- функциялар кетма-кетлиги, каторларнинг текис яқинлашишлиги, осри чизикли ва кривали интеграллар, сирт интеграллари, Стокс формулалари, майдон назарияси элементлари, Фурье каторлари;
- Риман метрикаси; тензорлар ва уларнинг компоненталари, инвариантлари;
- ечин усуллари, вариация усуллари, мавжудлик ва ягоналик теоремаси;
- ечимлар хossalari, Лагранж, Клеро ва Эйлер тенгламалари, дифференциал тенгламалар, улар ечимининг мавжудлиги ва ягоналиги ҳақида теоремалар;
- чизиксиз системаси; ечимнинг бошланғич шартларга, ўнг тарафдаги функцияга билан ҳамда параметрга узлуксиз боғлиқлиги;
- хусусий хossalari дифференциал тенгламалар ва уларнинг классификацияси;
- масаланинг коррект қўйилиши; бошланғич ва чегаравий шартлар;
- гиперболлик, параболлик ва эллиптик тенгламаларга оид теоремаларни исботlash усуллари; ечин усуллари; Фурье ва Грин функцияси усуллари, потенциаллар назарияси; интеграл тенгламалар;
- функциялар назарияси ва функционал анализ ҳақида;
- метрик фазолар, көзкартириб акселантиринг принципи, компакт метрик фазолар, топологик фазолар, вектор фазолар, нормалаган ва банах фазолар, чизикли операторлар, чизикли функционаллар; сингуляр интеграл тенгламалар, Вольтерра ва Фредгольм тенгламалари ҳақида;
- комплекс сонлар, комплекс функцияни дифференциалланувчилиги, конформ акселантириш; Коши интеграл формулалари ва уни қўлланилиши; голоморф функция махсус нуқталари; Лоран катори, чегирма ва унинг қўлланилиши;
- ҳадисалар ва улар билан амаллар; экстремумларни ҳисобlashга турли ёндашмиш; таъсирлий микдорлар ва уларни таъкимоти;

- тасодифий миқдорларни оғовий характеристикаси, тасодифий миқдорлар кетма-кетлигини яқинлаштириш турлари, катта сон қонуни ва марказий лимит теорема. Номалар тақсирмотли функционални баҳолаш усуллари, қўзғатувлар орасидаги корреляцион муносабатлар, статистик гипотезаларни текшириш;

- математик масалаларни мукаммаллаштириш усуллари, чизикли ва чизиксиз программалар; шартли ва шартсиз минимизлаштириш. Ўйинлар назарини ҳақида тушунча;

- асосий кинематик ва динамик миқдорлар;

- моддий нукта, жисм ва механик системанинг мувозинат ҳолати, ҳаракати ҳамда моддий нукталар, жисм ва механик системанинглар ўзаро таъсири;

- муайян механик системаларнинг математик моделларини танлаш ва қуриш;

- механик система ҳаракат тенгламаларини тузиш усуллари ва талқиқоти;

- туташ муҳит механикасининг асосий гипотезалари;

- тензор миқдор, тензор ҳисоб элементларининг асосий тушунчалари;

- туташ муҳит кинематикасининг асосий тушунчалари;

- туташ муҳит ҳаракатини ўрганишни Лагранж ва Эйлер нуктаи назарлари;

- қўчиш вектори;

- туташ муҳит деформацияси, деформация ва деформация тезлиги тензорлари, уларни ҳисоблаш усуллари;

- зичлик, массаинг сакланиш қонуни; узлуксизлик тенгламаси;

- қўчлар классификацияси; ички қўчланиш қўчлари;

- чекли ҳажмин туташ муҳит учун ҳаракат миқдори тенгламаси ва ички қўчланишнинг асосий хоссаси; туташ муҳитнинг ҳаракат миқдори ва ҳаракат миқдори моменти тенгламалари;

- термодинамиканинг асосий тушунчалари, икков параметрли муҳитлар; энергиянинг сакланиш қонуни ва иссиқлик оғовий тенгламаси;

- термодинамик потенциаллар;

- термодинамиканинг иккинчи қонуни ва энтропия тушунчаси ҳақида тасаввурга эла бўлиши;

- ҳақиқий сонлар назарияси; функция лимити хоссалари, узлуксиз функцияларни локал ва глобал хоссалари; функцияни дифференциалланувчанлиги ҳақида асосий теоремалар, аниқмас интегралларни ҳисоблаш усуллари; аниқ интеграл хоссалари; сонли каторларни яқинлаштириш аломатлари; дифференциалланувчи қўп ўзгариувчан функциялар хоссалари; ошқормас функциялар назарияси ва улардан келиб чиққан натижалар; тежас яқинлаштириш аломатлари, функционал каторлар йиғиндисининг хоссалари, интеграллар хоссалари, параметрга боғлиқ интеграллар, эгри чизикли интеграллар, жордан ўлчови; Фубини теоремаси, каррели интегралда ўзгариувчи алмаштириш; сирт юзаси ва сирт интеграллар хоссалари, Грин интеграллари, Гаусс- Остроградский, Стокс формуллари; майдон назарияси элементлари, Фурье катори хоссалари, Фурье алмаштириши;

- чизикли бериш усуллари; эгри чизик эришлиги ва бураллини;

- Френе формуллари; сиртнинг таъсирлаш усуллари; сиртнинг биринчи ва иккинчи квадратик формалари; сиртнинг нормал эришлиги; сиртнинг бош ва ўрта эришлиги; Менье, Эйлер формуллари; тензорлар билан амаллар ва уларни механикада қўллан.

- Риман сирти, элементар конформ акалантиришлар; Коши интеграл теоремаси ва формуллари; Коши теңгенлиги ва Лиувил теоремаси;

- Голломорф функциялар махсус нукталар синфи; Лоран катори ва унинг хоссалари; аналитик давом эттириш ҳақида, аналитик функция чегаравий масалалари;

- метрик фазолар; компакт метрик фазода ҳискартириб акалантириш принципи; топология фазолар; вектор фазо; нормаланган ва Банах фазолари; чизикли операторлар, уларнинг нормалари, чизикли функционаллар, уларнинг нормалари; сингуляр интеграллар, Вольтерра ва Фредгольм(I, II, тур) тенгламалари;

- дифференциал тенглама масалаларини қўйиш усуллари, оддий дифференциал тенгламаларини интеграллаш усуллари, ўзгармас коэффициентли, махсус ўнг тарафли ва умумий қўринишдаги дифференциал тенгламаларини ечишнинг ўзгармас миқдорни қарашлаш усули; Лагранж, Клеро, Эйлер тенгламаларини ечиш усуллари; дифференциал тенгламалар системасини ечиш усуллари; Коши интеграл формуласини дифференциал тенгламалар системасига қўллаш усуллари; турғунлик теоремаларини қўллаш усуллари; *

- эҳтимоллик назарияси аксиомалари; шартли эҳтимоллик формуллари;
- эҳтимолликни қўнайитириш ҳақида теорема; тасодифий миқдорларнинг сонли характеристикалари; характеристик функция усуллари; эҳтимоллик тенгензликлари ва кита сон теоремалари; марказий лимит теорема; назарий моментларни баҳолаш учун эҳтисрэк моментлар; статистик баҳолашнинг таққослаш ҳоссалари. Гипотезани текшириш учун ме-
зонларнинг турли классификацияси.

- хусусий ҳосилалар дифференциал тенгламалар;
- масалани қўйиш ва уни ечини; масаланинг қорректлиги;
- чегаравий масалани ечини усуллари;
- потенциалларнинг асосий ҳоссалари; Грин функцияси, функционал қаторларни баҳолаш ва яқинлашувчанлиги;

- оддий дифференциал ва хусусий ҳосилалар дифференциал тенгламалар билан тавсифлашувчи масалаларни ечишга сонли усуллари қўллаш;

- бақалар ўқув дастурлари доирасида механика масалаларини ечиш ва уни сонли ҳисобини амалга оширишнинг;

- чекли ўлчовли фазоларда мукаммаллаштириш масалаларининг назарий асослари, асосий сонли усуллар; шартли ва шартсиз минималлаштириш масалалари; максимумнинг асосий принциплари; динамик дастурлаш усуллари; дифференциал ўйин масалаларининг қўйилишини;

- механиканинг асосий қонунлари ва аксиомаларини;
- қаттиқ жисмга таъсир этувчи қучлар системаси билан асосий амалларни;
- ихтиёрий қучлар системаси учун мувозанат шартлари;
- боғлашни реакция қучларини топиш усуллари;
- турли координаталар системасида моддий нукта ва қаттиқ жисм ҳаракатининг кинематик таъсифлари;

- инерциал ва инерцион бўлмаган координаталар системасида нукта ҳаракат тенгламалари;

- моддий нуктанинг марказий Ньютон майдонидаги ҳаракати қонунлари;
- динамиканинг умумий теоремалари;
- мумкин бўлган қўйиш принципи;
- вариаццион принциплар;
- голоном ва неголоном механик системалар ҳаракат тенгламаларининг асосий турлари;

- системани мувозанат ҳолат атрофидаги ҳаракати;
- қаттиқ жисмнинг қўзғолмас нукта атрофидаги ҳаракатининг асосий ҳослари;
- туташ мухитлар механикасида турли координаталар системаси, координаталар системасини алмаштириш;

- базис векторлар. Ёўлдон координаталар системаси;
- туташ мухитда деформация, деформация тезлиги;
- деформация тензор ва унинг компонентлари; уларнинг механик маънолари;
- деформация тензор сирти, деформация тензор бош ўқлари ва бош (қийматлари) компоненталари;

- деформация тензор компоненталарини қўйиш вектор компоненталари орқали ифодалаш;

- туташ мухит заррачаларининг тезлик ва тезланишлари. Туташ мухит заррачалари ҳаракати ҳақида Гельмголт теоремаси;
- деформация тезлиги тензори ва унинг компонентларини тезлик вектори орқали ифодалаш;
- деформация тезлиги тензори компонентларининг механик маънолари, бош ўқлари ва бош қийматлари;
- туташ мухитда кучланишлар, кучланишлар орасидаги муносабатлар;
- кучланиш тензори ва унинг компонентларининг механик маънолари;
- кучланиш тензори сирти, Кучланиш тензори бош ўқлари ва бош компонентлари;
- зичлик, чекли ҳажмли туташ мухит массаси; туташ мухит ҳаракат миқдори ўзгаришининг интеграл ва дифференциал кўринишдаги тенгламалари;
- туташ мухит ҳаракат миқдори моментини ўзгариши ҳақидаги теорема ва классик ҳолда унинг натижаси;
- туташ мухитнинг классик моделлари; идеал суюқлик модели; идеал суюқлик ҳаракат тенгламаси (Эйлер тенгламаси). Эластик жием ва ёпишқоқ суюқлик моделлари. (Наве-Стокс ва Гук қонуллари); Наве-Стокс ва Ламе тенгламалари;
- чекли ҳажмли туташ мухитда иссиқлик оқими тенгламаси;
- термодинамик жараёнлар;
- икки параметрли мухитлар; термодинамик потенциаллар ҳолат тенгламалари;
- иссиқлик ўтказувчан идеал ва ёпишқоқ суюқликлар ва термоэластик жием моделларини;
- иссиқлик ўтказувчан мухитлар учун тўла тенгламалар системаси;
- гидростатиканинг асосий формуласи; Архимед қонуни;
- мукамил газ, уларнинг ҳаракат тенгламалари;
- ёпишқоқ суюқлик ҳаракат тенгламасини аниқ ечимлари; Стокс формуласи;
- ламинар ва турбулент оқимлар; Прандтль тенгламалари;
- эластиклик назарияси масалаларининг қўйилиши;
- Бельтрами-Митчел тенгламалари;
- эластик стерожен қўйилиши, эгилиши ва буралиши бўйича содда масалалар; Ламе масаласини қўйилишини *бизнинг ва фойдалана оламиз*;
- функция ливитини ҳисоблаш; функция узлуксизлиги, текис узлуксизлигини ўрганиш; функцияни ўрганиш учун дифференциал ҳисобни қўлаш; бошланғич функцияни ҳисоблаш; юз, чизик узлуксизлиги ҳисоблашга аниқ интегралларни қўлаш; сонли каторларни яқинлаштиришни ўрганиш; хусусий ҳосилани ҳисоблаш; қўп ўзгаришчан функция экстремумини ўрганиш; функционал кетма-кетлик ва каторларнинг текис яқинлаштиришни ўрганиш; Параметрга боғлиқ ҳосмак интегралларни интеграллаш; эри чизикли ва катрали интегралларни ҳисоблаш; Грин, Гаусс-Остроградский, Стокс формулаларини қўлаш; функцияларни Фурье каторига ёйиш; Фурье алмаштиришини қўлаш;
- чизик ва сиртларни параметрлаштириш; эрилик ва буралиш; сиртнинг нормал эгрилигини ҳисоблаш;
- баъзи оддий сиртлар геодезик чизикларини аниқлаш; деформация тензори бош қийматлари ва бош йўналишларини аниқлаш;
- оддий соҳаларни координат айлантириш; Коши-Риман шартининг қўлланилиши; контурли интегралларни ҳисоблаш; функция чегирмасини ҳисоблаш; чегирмалар назариясини аниқ интегралларни ҳисоблашга қўлаш;
- ҳискартириб айлантириш принципини қўлаш; Гильберт фазосида ортогонал базислар куриш; функционал ва операторлар билан амаллар;
- функционал ва оператор нормаларини аниқлаш; баъзи чизикли оператор спектрларини ҳисоблаш; баъзи интеграл тенгламаларни ечиш;
- оддий дифференциал тенгламаларда масалани тўғри қўлаш;

- биринчи тартибли чизикли максус ўнг тарафли ва умумий ҳолда оддий дифференциал тенгламаларни интеграллаш; дифференциал тенгламаларни интеграллашнинг турли усулларини қўллаш; тенглама тартибини тушириш; бир жинсли, бир жинсли бўлмаган ўзгармас коэффициентли тенгламаларни ечиш усуллари; дифференциал тенглама системаларини ечишда турғунлик назарияси усулларини қўллаш; Коши интеграл формуласини қўллаш;

- ҳодисалар билан амаллар;
- эҳтимолиликни ҳисоблаш; эҳтимолилик фазосини куриш; сонли характеристикани ҳисоблаш; Чебышев тенгсизлигини қўллаш; тавланган маълумотларни моделлаштириш; эмпирик тақсимотни, гистограммани куриш. Моментлар усули ва ҳақиқатта максимал ўқашлик усулида баҳолашни аниқлаш;

- хусусий ҳосилани дифференциал тенгламаларда шартларни тўғри қўйиш;
- алгебраик тенгламаларни аналитик ва сонли ечинини қўллаш;
- дифференциал ва муайян хусусий ҳосилани дифференциал тенгламаларни сонли ечиш;

- максимум теоремаси, ягоналик ва энергия интеграл теоремаларини исботлаш; потенциаллар назариясини қўллаш; ечимни тўғри танлай олиш; интеграл тенгламалар усулини қўллаш; ҳосил интегралларни ҳисоблаш ва баҳолаш; функциялар назарияси ва функционал таҳлилни қўллаш;

- мукаммаллаштириш масалаларини ечиш, мукаммал босқарини; дифференциал ўйин назарияси ва турли масалаларни ечиш;

- вариацион принциплар ва теоремалар исботлари;
- механик система ҳаракат тенгламаларини тузиш ҳамда уларнинг биринчи интегралларини олиш;

- муайян механик масалаларни ечиш учун назарий маълумотларни қўлай олиш;
- компьютер ва ахборот технологиялари имкониятларидан фойдаланиш;
- қўндаланг ва бўйлама тўлқинлар;
- эластик жисмнинг текис масаласини қўйиш;
- кучланиш ва деформация тензори компонентларини биргаликда бўлиш тенгламалари;

- товуш теълиги; Мах сон. Сиклувчан гаининг бир ўлчамли ҳаракати;
- Лавал найчаси;
- потенциалли ва узормали окимлар;
- Гаусс-Остроградский формулалари қўлай билиш қўйишларига эга бўлиш керак.

5.2.4 Ихтисослик фаълари бўйича талаблар

бакалавр ихтисослигига қўйиладиган муайян талаблар кадрлар буюртмачиларининг талаблари ва бакалаврлар тайёрлашнинг ушбу йўналиши бўйича фан, техника ва технологияларнинг замонавий ютуқлари ҳисобга олинган ҳолда олий таълим муассасаси томонидан белгиланади.

6 Таълим дастурининг мазмуни ва компонентлари

6.1 5140300 – Механика таълим йўналиши бўйича бакалаврларни тайёрлашнинг таълим дастури таълимнинг қундузли шакли бўйича 4 йил ўқнишга мўлжалланган бўлиб, қуйидаги вкст тақсимотига эга:

Назарий ва амалий таълим	136 ҳафта
Малакавий амалиётлар	16 ҳафта
Битирув малакавий иш	5 ҳафта
Жорий ва давлат аттестациялари	19 ҳафта
Таътиллар	28 ҳафта
Жами	204 ҳафта

Q-ZZAMBAK AGENTLIS
BYNDANTLASHTIRISH
MUDOFISLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI
BOSQARMASI

6.2 Татаба ҳафталик ўқув юкламасининг максимал ҳажми 54 соат, шундан аудиториядаги ўқув юкламаси – 32 соат, қолган соатлар ҳажми мустақил таълим учун ажратилади.

6.3 Жорий, оралик ва якуний аттестацияларни ҳисобга олган ҳолда таълим дастурининг умумий ҳажми 4 йиллик ўқув даври учун ҳафталик ўқув юкламалардан келиб чиққан ҳолда белгиланади.

6.4 Таълим дастурини ўзлаштиришда бир қатор масалалар ёки интеграллаштирилган курслар муаммолари бўйича талабаларнинг мустақил таълими кўзда тутилади.

6.5 3140300 – *Механика* таълим йўналиши бўйича таълим дастурининг зарурий мазмуни

6.5.1 Гуманитар ва иқтисодий-иқтисодий фанлар

Гуманитар ва иқтисодий-иқтисодий фанларнинг зарурий мазмуни «Гуманитар ва иқтисодий-иқтисодий фанлар» бўйича баъзиларлар тайёрловчи даражаси ва зарурий билимлар мазмунига қўйилган талаблар» асосида белгиланади.

6.5.2 Математик ва табиий-илмий фанлар

6.5.2.1 Информатика:

Информатика. Ахборот ва ахборот технологиялари. Информатика турлари: узлуксиз ва дискрет информация. Информатика, компютерни ривожланиш тарихи ва қўллан соҳалари, компютер алоқлари, компютернинг асосий қурилмалари, компютерда масала ечиш босқичлари, Санок системалари. Маълумотларнинг компютер хотирасидаги қўрилиши. Математик логик элементлари.

Алгоритмлар. Алгоритм тушунчаси, унинг хоссалари ва тасвирлаш усуллари. Блок-схема. Чизикли алгоритмлар, тармоқланувчи алгоритмлар ва такрорланувчи алгоритмлар. Бирор синф масаласи ёки синфлар композицияси учун алгоритмлар яратилиши.

C++ программалаш тили. C++ тили синтаксиси. Берилганлар турлари. Ўзгартувчилар ва ифодалар. Операторлар - "ифода", тармоқланувчи, такрорлаш ва бошқарувни узатиш операторлари. Қўрастгичлар ва массивлар. Сатрлар билан ишлаш. Функциялар эълон қилиш ва аниқлаш. Локал ва глобал параметрлар. Рекурсив функциялар. Стандарт кутубхона функциялари. Препроцессор директивалари. Структуралар ва бирлашмалар. Оқимли ўқиш ва ёзиш. Матн ва бинар файллар. Модулли программалаш.

C++ Builder муҳитида ишлаш. Консол ва диалог иловалари. Қўшарчилик ва бир дарчали иловалар. Диалог дарчалар ва оддий бошқаруш элементлари. Компонентнинг хоссаси ва ҳодисаси. Илова яратилишда визуал компоненталардан фойдаланиш. Ҳисоблаш натижаларини жадвал ва график кўринишида яратилиш. Берилганларни файлларда сақлаш.

Windows операция тизимидаги офис ва maxuse программа воситалари. Windows операция тизимида ишлаш, MS Word матн муҳаририда ишлаш, MS Excel электрон жадвали, Power Point программалари. Локал ва глобал тармоқлар, Internet, электрон почта, илмий ҳужжатларни тайёрловчи Latex матн муҳарири.

Математик пакетлар билан ишлаш.

6.5.2.2 Физика:

Механика: Ньютон қонуни, Импульс моменти, қаттиқ jismlarнинг эластик хоссалари, суяклик ҳаракатиға механика қонуниларини қўллаш, тебранишлар, тўлқинлар.

Молекуляр физика: газларнинг молекуляр-кинетик назарияси, идеал газлар, газ қонунилари, реал газ тенгламалари, термодинамика қонунилари, элиабатик жараён, Карно цикли, энтропия ва энгилитик, суякликлар, фазавий мувозанат.

Электр ва магнетизм: электр зери, электр сизими, конденсаторлар, тармоқланган хижжарлар, магнит майдони, Фарадей қонуни, Максвелл тенгламалари, ўзгартувчан ток, термоэлектрон эмиссия.

Кинетик моментнинг ўлчови ҳақидаги теорема: нусхалар қозғовчи.

Нукта ва система кинетик энергетиканинг ўзгариши ҳақидаги теорема; энергия интеграли.

Ўзгаришчан массага нуктанинг ҳаракат дифференциал тенгламалари; Мешерский тенгламалари.

Марказий куч таъсирдаги нукта ҳаракати дифференциал тенгламалари; Бөксә формуласи; планеталар ҳаракати; Кеплер қонунилари; бутун олам тортилиш қонуни; икки жисм чегараланган масаласининг интеграллари; Ньютон масаласи.

Нуктанинг нисбий ҳаракати; нисбий ҳаракат дифференциал тенгламалари; нисбий мувозанат тенгламаси; ер сиртига яқин жойда нисбий мувозанат; Фуко маятниги.

Қўзғалмас ўх атрофида айланувчи жисм дифференциал тенгламалари; айланаётган жисмнинг айланиш ўқиға босими; динамик реакциялар статик реакцияларға тенг бўладиган натижада; каттик жисмнинг текисликка параллел ҳаракати.

Амалитик савиба: ҳақиқий ва виртуал кўчишлар; боғланишларнинг координаталар вариациясига қўйилган шартлари; идеал боғланишлар; система учун мумкин бўлган кўчиш принципи; умумлашган координаталарда мумкин бўлган кўчиш принципи; умумлашган кучлар; потенциал кучлар таъсиридаги система мувозанати; мутлақ каттиқ жисм мувозанати.

Механик системаларнинг ҳаракат тенгламалари: динамиканинг умумий тенгламаси (Даламбер-Лагранж); Лагранж 1-тур тенгламалари; Лагранж 2-тур тенгламалари (тоқоқом системанинг умумлашган координаталардаги ҳаракат дифференциал тенгламалари); кинетик энергиянинг умумлашган координаталардаги ифодаси; Лагранж функцияси; умумлашган энергия интеграли; динамик системалар; шакллик координаталар; Раус функцияси; Лагранж тенгламалари тартибани пасайтиришнинг Раус усули.

Каноник тенгламалар; Лежандр алмаштеришлари; Гамильтон тенгламалари; Гамильтон функцияси; бисинчи интеграллар.

Вариацион принциплар, интеграл инвариантлар; каноник алмаштиришлар; Гамиль-тон принципи.

Монпершон-Лагранж стационар таъсир принципи ва ҳаракат тенгламалари; принципнинг турли формалари; Гауссинг энг кам қучланиш принципи; Гериқ принципи.

Системанинг мувозанат ва ҳаракат устуворлиги; Лянунов бўйича устуворлик таъриф; оғдирилган ҳаракат тенгламалари; Лянунов функциялари ва уларнинг хоссалари; автоном системалар учун асосий теоремалари; консерватив системалар абсолют ва нисбий мувозанатининг устуворлиги. Лагранж ва Четаев теоремалари; потенциал кучлар таъсирида ҳаракат тенгламалари; мувозанат ҳолати яқиндаги системанинг кичик ҳаракат тенгламалари; кичик ҳаракат тенгламаларининг интеграллани.

Қаттиқ жисмнинг қўлалмас нукта атрофидаги ҳаракати; Эйлернинг кинематика ва динамика теңғламалари; каттиқ жисм қўлалмас нукта атрофидаги ҳаракати масаласининг умумий қуйилиши; биринчи интеграллар; Эйлер-Пуансо ҳолида каттиқ жисм ҳаракати теңғламаларини интеграллаш; регулар прецессия; Лагранж ҳоли; гироскоп элементар назариеи; Жуковский кондаси; зарба назарияси.

6.5.3.13 Тўташ муҳитлар механикаси:

Туташ муҳит механикаси (ТММ)нинг умумий таснифи; ТММ асосий муаммолари; қаттиқ, суяқ ва газ ҳолатидаги jismlарнинг хоссаларини статистик, микроскопик ва феноменологик макроскопик нуқтаи-назарда ўрганиш усуллари; ТММнинг асосий гипотезалари.

Тензор ҳисоб элементлари ва деформацияланувчи муҳитлар кинематиқаси; индексли белгиланиш; түтри бурчақли ва эгри чизикли координата системалари; ковариант ва контравариант базис векторлар; координаталарин алмаштириши; эгри чизикли ортогонал координаталар системаси; цилиндрик ва сферик координаталар системалари.

Скаляр ва векторлар, тензор ва тензорлар билан амаллар, метрик ва дискриминант

тензорлар; инвариант ранг тензорларнинг бош йўналишлари; Асосий инвариантлар; Кристоффел символлари ва уларнинг хоссалари; скаляр ва векторларни координата бўйича дифференциаллаш; тензорларни координата бўйича дифференциаллаш; метрик ва дискриминант тензорлар.

ТММни ўрганишда Лагранж ва Эйлер усуллари; Лагранж ва Эйлер координаталарида ўзаро ўтиш; туташ мухит деформацияси; деформация тензори, унинг бош ўқлари ва бош компонентлари; деформация тензори сирти; инвариантлар; ҳажмий нисбий кенгайиш; деформация тензори элементларининг кўчиш вектори компонентлари орқали ифодаланиш ва ҳаракат қонуни берилганда ҳисоблаш.

Деформациянинг биргаликда бўлиш шарти; чексиз кичик деформация назарияси; чексиз кичик деформация тензори компонентларининг механик маъноси.

Деформация тезлиги тензори; туташ мухит чексиз кичик заррачаси атрофида тезликларнинг тақсимланиши. Коши-Гельмгольц теоремаси. Тезлик дивергенцияси; тезлик вектори циркуляцияси; потенциалли тезлик майдони; Стокс ва Гаусс-Остроградский теоремалари; ток чизиги ва узорча чизиклар, уларнинг кинематик хоссалари; ўзгарувчан ҳажм бўйича олинган интегралдан яқт бўйича ҳисобла формуласи.

Динамик мушунчалар ва тенгламалар: масса ва зичлик; Эйлер ва Лагранж координаталарида массанинг сакланиш қонунининг ёзилиши; массавий ва сирт кучлар тушунчалари; ташки ва ички кучлар, кучланишлар; туташ мухит ҳаракат миқдори ва ҳаракат миқдори моменти; чекли ҳажмдаги туташ мухит учун ҳаракат миқдорининг ўзгариши тенгламаси; кучланиш учун асосий муносабат; кучланиш тензори сирти, унинг бош қийматлари ва бош кучланишлари, кучланиш тензори компонентларининг механик маъноси.

Ихтиёрий координаталар системасида туташ мухит ҳаракати дифференциал тенгламаси; ҳаракат миқдори моменти ҳақида теорема, классик ҳол.

Туташ мухит механикасининг энг содда моделлари: идеал суюқлик ва газ модели; Эйлер тенгламаси; эластик жисм ва ёпишқоқ суюқлик; Гук ва Навье-Стокс қонунилари, изотроп мухит учун Гук ва Навье-Стокс тенгламалари.

Термодинамиканинг асосий тушунчалари ва қонунилари: термодинамиканинг 1-қонуни; туташ мухит ички эвнергияси; эвнергия сакланиш қонунининг ёзилиши; иссиқлик оқими тенгламаси; 2-параметрли туташ мухит учун иссиқлик оқими тенгламаси; изотермик ва адиабатик жараёнлар; мукаммал газ; Майер формуласи.

Ў1 ҳолатига қайта оладиган ва қайта олмайдиган жараёнлар; Карно цикли; термодинамиканинг 2-қонуни; энтропия; қопланмайдиган иссиқлик миқдори; ички параметрли туташ мухитлар учун термодинамик потенциаллар.

Туташ мухитнинг классик моделлари: иссиқлик ўтказувчан идеал ва ёпишқоқ суюқлик модели; тўла тенгламалар системаси; ёпишқоқ суюқлик модели; ёпишқоқ суюқлик ҳаракати учун тўла тенгламалар системаси;

Эластик жисм модели; термоэластик жисмнинг ҳолат тенгламалари; тўла тенгламалар системаси; кучланиш потенциалли; ҳароратнинг ўзгариши ва нисбий кўчишлар кичик бўлган ҳолда термоэластик жисм учун Гук қонуни.

Гидромеханика: Гидростатика тенгламалари ва энг содда масалалар; Архимед қонуни; Бернулли интегралли ва унинг тадбиқига оид айрим масалалар; мукаммал газнинг адиабатик оқими учун Бернулли интегралли; товуш тезлиги; Мах сони; Лаваз найчасининг элементар назарияси ҳақида тушунча.

Потенциалли ҳаракат: Коши-Лагранж интегралли; тўлқин тарқалиш тенгламаси, тўлқин тезлиги; Лаплас тенгламаси, унинг хусусий ечимлари; идеал сиклимаз суюқликда сферанинг ҳаракати ва сферани суюқлик оқиб ўтиши масаласи; Даламбер парадокси; кичик кўзголишлар ҳаракатлари; чекли амплитудали кўзголишлар; Риман тўлқинлари.

Эластиклик назарияси; эластиклик назариясининг асосий масалалари; эластиклик назарияси масалаларининг қўйилиши; Бельтрами-Митчелл тенгламалари; Сен-Венан

принципи; стероженнинг чўзиллиши, бураллиши ва эгилиши масалалари; Ламе масаласи; Клайперсон тенгламаси ва эластиклик назарияси масаласи ечимининг ягоналиги; эластиклик назариясида вариацион усуллар; эластик жисмда бўйлама ва кўндаланг тўқинилар.

Ёпишқоқ сиклимиг суяқлигимиз даромадини: ёпишқоқ сиклимиг суяқлик харақати тўла тенгламалар системаси ва унинг аниқ ечимлари: цилиндрлик кувурдаги харақат, Гаген-Пуазейл қонуни. Ёпишқоқ суяқлик учун ўқинашлик қонунилари. Фруд, Струхал, Эйлер ва Рейнольдс қонуни. Рейнольдс қонуни қичиқ бўлган ҳол. Ёпишқоқ сиклимиг суяқлик ичида шарнинг секин харақати. Стокс формуласи. Рейнольдс қонуни катта бўлган ҳол. Ламинар чегаравий қатлам тенгламалари. Блазиус масаласи.

Мураккаб ҳосилли муҳимлар: идеал пластик жисм модели; қолдиқ деформация ва юкланиш сирти; Баушингер эффекти; ассоциатив қонуни; Треск ва Мизесларнинг пластиклик шартлари.

Ўқинашлик сиртлари назарияси; қучи ва қучиқ узлини сиртлари; туғиш муҳим механикасининг асосий қонуниларининг узлини сиртларида ёзилиши; бир ўқинашли қолларда айрим асосий мувоабатлар; Гюгонно адиабатаси; ўқинашлик ва механик ўқинашлик назариясининг асосий тушунчалари; П-теорема; миқдорларининг ўқинашли бирликлари; ўқинашли ўқинашлилар ва параметрларининг қиратилиши; механикада ҳолисаларни моделлаштириш ва ўқинашлик; ўқинашлик критерийлари.

6.5.4 Ихтисослик фанлари

Ихтисослик фанлари тарихи ва мазмуни йўналиш бўйича фан, техника ва технологияларининг замонавий ютуқлари, кадрлар буюртмачилари талабларидан қилиб қикқан ҳолда шакллантирилиб, факультет Илмий Қенгаши томонидан тасдиқланади.

6.5.5 Танлов фанлари

Ўқинашли бозор шароитига мослашини, буюртмачилар талаблари асосида қўшимча билим бериш, жаҳон фан ва техникаси соҳасидаги янгилликлар билан таништириш, танланган фаолият соҳасига тегишли қўшимча билимлар бериш, республика ва хорижий мамлакатлардаги муфозли олиё таълим муассасаларида йўлга қўйилган таълим жараёнидаги янгилликлар билан таништириш. Илмий педагогик ёки илмий тадқиқот фаолиятига йўналтирилган интеграллаштирилган курсларни ўқинаштиришга йўналтирилган бўлиши керак.

6.5.6 Курс иши мазмунига қўйилган талаблар

Муайин фан бўйича (таъин фанлар, мутахассислик фанлари) мўлжалланган курс ишида талаба шу фандан олишган билимларни бирор танланган мазмуни чуқур ўрганиш, унга оид тадқиқот соҳа масалаларини қўқ билиш ва уларни мажмуд математик усулда ёки янги усулда ечиш, олишган натижаларни таҳлил қилиб ҳулоса чикаришлари керак бўлади.

Мазкур курс иши талабанинг мустақил ижодий иши бўлиб, у мазкур фан бўйича билимларни чуқур ўқинаштиришни ҳамда уларни амалиётга қўллаш қўқинамалар олишни назарда туталади.

Талаба мустақил равишда курс иши мазмунига оид (курс иши таъини эитан) адабиётлар (монография, ўқу қўллашмалар) ни мустақил ўрганиш, уларни курс ишини бажаришда қўллаш керак бўлади. Курс иши қирин, асосий қнем, илова, ҳулоса ва фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат бўлиб курс ишини бажариш режасига асосан бажарилади ва матни ёзилиб, курс иши кафедрада химия қилилади (маъруза қўқинашда) ва курс иши кафедрага таъинилади.

6.5.7 Малакавий амалиёт

Бакалавр малакавий амалиёт ққунида:

- амалиёт раҳбари томонидан қўйилган масала бўйича зарурий маълумотларни тўқлашни ва масалани ўрганишлик ҳолатини таҳлил қилишни;

QIT-JELLET ASQITLIT
STLQARTLQSTITIBH
MUDQITLQSTITIBH
YA DQRLAT NQZQRTI
BQIQQARHQA

Мамлакатимиздаги ва чет элдаги олий таълим муассасалари, корхоналари ва ташкилотлари билан оператив равишда ахборот алмашиш, замонавий касбий маълумотлар базалари, ахборотлар ва қилинув тизимларидан фойдаланиш имконияти билан таъминланган бўлиши керак.

5140300 – *Механика* таълим йўналиши бўйича бакалаврнинг тайёргарлик жараёнида асосан қуйидаги педагогик технологиялар ва ўқитиш методларидан фойдаланиш мақсадга мувофиқ:

Ўқитишнинг интерфаол методи,
муаммоли ўқитиш технологияси,
танқидий фикрлаш ривожланишининг педагогик стратегиялари,
ишқисий йўналганлик асосидаги педагогик технологиялар,
Ўқув жараёнининг самарали бошқариш ва ташкил қилиш асосидаги педагогик технологиялар,

Ўқитишни индивидуallashtirish технологияси,
дастурий ўқитиш технологияси.

7.6 Ўқув жараёнининг моддий-техника базаси бўйича талаблар

Бакалавр тайёргарлигининг асосий таълим дастурийи амалга оширувчи ОТМ ўқув дастурийи назарда тутилган ва амалдаги санитар ва ёнгинга қарши қондалар ва меъёрларга мос келадиган моддий-техника базасига эга бўлиши керак; бу моддий-техник база фанлар ва фанлараро тайёргарлигининг ҳамма турларини, ўқувтганларнинг лаборатория, амалий ва илмий-тадқиқот иши ўтказилишини таъминлаши керак.

Бакалавр дастурийи амалга ошириш учун минимал зарур бўлган моддий-техникавий таъминот рўйхати қуйидагиларни ўз ичига олади:

- маъруза (потоқ ёки гуруҳлар) аудиториялари;
- семинар машғулотлари учун аудиториялар;
- илмий-тадқиқот ишини ўтказиш учун аудитория ва компьютер хоналари.

Маъжуд моддий база қуйидагиларни таъминлаши керак:

- иллюстратив материалларни намойиш қилиш учун турли аппаратуралар – маърузаларни ўтказиш;
- лаборатория ишлари дастурига мос равишда жиҳозлар – фан бўйича лаборатория-амалий ишларни бажариш;
- лабораториянинг амалга ошириладиган илмий мавзусига мос равишда жиҳозлар – профил (максус) фанлар бўйича лаборатория ишларини бажариш;
- ҳисобларни бажариш ва ахборот тизимларидан фойдаланиш учун компьютерлар – семинар машғулотларини ўтказиш, лангфолли кабинетлар – хорижий тиллар бўйича машғулотлар.

8 Бакалаврлар тайёргарлик сифатини баҳолаш

8.1 Олий таълим муассасаси тайёргарлик даражаси сифатини кафолатли таъминлашга мажбур, жумладан қуйидаги йўллар билан:

- иш берувчилар вакиллариини жалб қилган ҳолда ботирувчиларининг тайёргарлик даражаси сифатини таъминлаш бўйича стратегияни ишлаб чиқилиш;
- таълим дастуриларини мониторингини ўтказиш, уларни даврий тақриб қилиш;
- ўқувтганлар билгани ва амалий кўникмалари даражасини, ботирувчилар компетенцияларини объектив баҳолаш процедураларини ишлаб чиқилиш;
- ўқитувчилар таркибининг компетентлигини таъминлаш;
- иш берувчилар вакиллариини жалб қилган ҳолда фоллият (стратегия)ни баҳолаш ва бошқа таълим муассасалари билан таққолаш учун мувофиқlashtirish қилиш бўйича мунтазам равишда таҳлил қилишни ўтказиш.

ЎЗБЕКИСТОН
РЕСПУБЛИКАСИ
ЎҚУТҚУЧИЛАР
ВА ДАВЛАТ
НАЗОРАТИ
ЎЎЎЎЎЎЎ

5140300 – Механика таълим йўналиши бўйича таълим дастурининг тузалиши

Т.р.	Ўқув фанлари, интеграллаштирилган курслар ва блокларнинг номлари	Умумий юкламанинг ҳажми, соатларда
1	2	3
1.00	Гуманитар ва ижтимоий-иқтисодий фанлар	1704
2.00	Математик ва табиий-илмий фанлар	1100
2.01	Информатика	340
2.02	Физика	120
2.03	Экология	120
2.04	Алгебра	260
2.05	Аналитик геометрия	195
2.06	Математика ва информатика ўқитиш усуллари	65
3.00	Умумқасбий фанлар	3093
3.01	Мутахассисликка кириш	120
3.02	Математик анализ	715
3.03	Дифференциал геометрия ва тензор асослари	130
3.04	Дифференциал тенгламалар	260
3.05	Эхтимоллар назарияси ва математик статистика	130
3.06	Математик физика тенгламалари	195
3.07	Ҳисоблаш усуллари	195
3.08	Функционал анализ ва интеграл тенгламалар	130
3.09	Комплекса ўзгарувчи функциялар назарияси	130
3.10	Педагогика	74
3.11	Вариацияон ҳисоб ва оптимallashtirish усуллари	113
3.12	Назарий механика	520
3.13	Туташ муҳитлар механикаси	381
4.00	Иқтисослик фанлари	447
5.00	Қўшимча тайёргарлик	450
6.00	Таълим фанлари	550
	Жами	7344
7.00	Малакавий амалиёт	864
7.01	Қасбий малакавий амалиёт	432
7.02	Педагогик амалиёт	432
8.00	Битирув малакавий иши	270
9.00	Жорий ва давлат аттестациялари	1026
	ЖАМИ:	9504

U'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
STANDARTLASHITIRISH
KOMITETI
VA DAVLAT RAZDARATI
BOG'LOVUSI

Таянч сўзлар: назарий механика, кинематика, статика, динамика, моддий нукта, ҳаракат, траектория, тезлик, тезланиш, қаттиқ жисм, фазо, ишқаланиш, масса, механик система, кинетик энергия, потенциал энергия, момент, умумлашган координата, мувозанат ҳолати, туташ муҳит механикаси, базис вектор, зичлик, гидравлика, идеал суюқлик, газ, ёпишқоқ суюқлик, гидромеханика, ламинар ва турбулент оқим, эластиклик, потенциал ва уюрмали ҳаракатлар, ток чизиги, материаллар қаршилиги, чўзилиш, сиқилиш, буралиш, эгилиш, эластик жисм, аналитик механика, ҳаракат турғунлиги, ҳаракатни бошқариш, фильтрация, тензор, деформация, куч, тезлик, кўчиш, тўлқин тарқалиши.

O'QUV REJA

38

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
3.08	Функционал анализ ва интеграл тенгламалар	130		76	38	38				54					X			
3.09	Комплекс ўзгаришчи функциялар назарияси	196		114	38	76				82					X	X		
3.10	Вариация ҳисоб ва оптималлаштириш усуллари	112		66	32	34				46							X	X
3.11	Назарий механика	528		304	152	152			ки	224		X	X	X	X	X		
3.12	Тўғри мўҳитлар механикаси	400		228	114	114			ки	172				X	X	X		
	Таълим фанлари	504	8	324	120	120		84		180							4	24
4.00	Ихтисослик фанлари	446	6	258	128	130			ки	188	0	0	0	0	0	2	16	4
5.00	Қўшимча фанлар	450	6	228	92	136				222					6	6		
	ЖАМИ	7344		4352	1824	2122	20	386		2992	32	32	32	32	32	32	32	32
	Малакавий амалиёт	864																
	Битирув малакавий иши	270																
	Жорий ва давлат аттестациялари	1026																
	ЖАМИ	2160																
	ҲАММАСИ	9504																

Изоҳ:

- Олий таълим муассасаси ихтисослик фанлари рўйхатини тузишда кадрлар буюртмачиларининг талабларини эътиборга олади.
- Харбий тайёргарлик машғулотлари қўшимча фанлар блокнинг соатлари ҳисобига, харбий йилин эса таълим вақти ҳисобига ўтказилади. Харф тайёргарлик машғулотлари ўтказилмайдиган ҳолларда меҳнат бозори ва кадрлар буюртмачиларининг талабларига мосланувчанлиги ҳаракатчанлигини таъминлаш учун Илмий кенгашнинг қарори билан фойдаланилади.
- Ўқув режа асосида олий таълим муассасаси хар йили ишчи ўқув режасини тузди. Бунда олий таълим муассасасига талабалар юкчасини ҳафталик ҳажминини саслаган ҳолда ўқув фанлари блоки ҳажминини 5 фойгагача, блоклар таркибидagi фанлар ҳажминини 10 фойгагача ўзгартириш ҳуқуқ берилади.
- Ўқув фанлари ҳажминининг камида 20 фойга муваққат таълим тарзида ўзлаштирилиши шарт.
- Талаба билиминини баҳолаш рейтинг тизимига мувофиқ ўқув жараёни давомида ва аттестация ҳафтаида амалга оширилади (ЖБ – жорий баҳолаш, ОБ – оралик баҳолаш, ЯБ – якуний баҳолаш).
- Битирув малакавий ишининг бажариш муддатлари таркибига ун химия қилиш ҳам киритилган.
- * Жисмоний маданият ва спорт фани таркибиди 28 соат ҳажмида «Валеология асослари» назарий курси ўқитилиши кўзда тутилади.

Ўқув жараёнининг таркибий қисмлари	Ҳафталар сони	Семестр	Давлат аттестацияси
Назарий ва амалий таълим	136	1-8	1. Гуманитар ва ижтимоий-иқтисодий фанлардан
Малакавий амалиёт	16	2, 4, 6, 7	2. Чет тили
Жорий ва давлат аттестациялари	19	1-8	3. Битирув малакавий ишининг химия қилиш
Битирув малакавий иши	5	8	
Таътиллар	28	1-8	
Жами	204		

Мувофиқлаштирувчи кенгаш раиси

Олий таълим муассасалари бош бошқармаси бошлиғи

Маънавий ва ахлоқий тарбия бошқармаси бошлиғи

ОЎМҚХТРМ директори

ЎзМУ ректори

И. Мажидов

М.Комиллов

Б.Рахимов

Г.Мухамедов

Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг Олий ва ўрта махсус, касб-ҳунар таълими йўналишлари бўйича Мувофиқлаштирувчи кенгашида маълумланган

2014 йил 9 - ой 09 - кун 3 - сонли баённома

ISHCHI O'QUV REJA

ТАСДИҚЛАЙМАН
Самарканд давлат университети

Таълим йўналиши: 5140300 –
Механика

Ўқиш муддати - 4 йил

Таълим шакли - кундузги

Курс	Ҳафтаalar																																																				Уқув жараёни:				Таблицалар	Ҳаммаси						
																																																					Шундан											
																																																					Назарий ва амалий таълим	Жорий ва Давлат аттестацияси	Маълумотий амалиёт	Бугунги маълумотий иш								
	Сентябрь					Октябрь					Ноябрь					Декабрь					Январь					Февраль					Март					Апрель					Май					Июнь					Июль					Август								
I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	38	4	2		8	52						
II																																																				38	4	2		8	52							
III																																																				38	4	4		6	52							
IV										M	M	M	M	M	M	M	T	T																			A	A	Д	Д	Б	Б	Б	Б	Б	Д	Т	Т	Т	Т	22	7	8	5	6	48								
	Жами																																																				136	19	16	5	28	204						

Назарий ва
маллий таълим

M

Малакавий
амадиёт

A

Аттестаци
лар

Д

Давлат

E

Битир

T

Таътил			
--------	--	--	--

№		Ўқув фанлари, интеграллашган курслар ва блокларнинг номлари	Талабанинг ўқув юкламаси (соатларда)								Соатларнинг курс, семестр ва ҳафталар бўйича тақсимооти							
			Умумий юкламанинг ҳажми		Аудиториядаги машғулотлари (соатларда)						Мустақил иш	1 курс	2 курс	3 курс	4 курс			
					Жами	Маъруза	Амалий машғулот	Лаборатория ишлари	Семинарлар	Курс лойиҳаси (иши)								
			Соат	%							Семестрлар							
					Семестрдаги ҳафталарнинг сони													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.00	Гуманитар ва ижтимоий-иқтисодий фанлар	1704	23,2	1038	282	468		288		666	186	184	182	162	140	90	38	56
1.0.01	Ўзбекистон тарихи	116		58	28			30		58	58							
1.0.02	Ҳуқуқшунослик. Ўзбекистон Республикаси Конституцияси	116		58	28			30		58		58						
1.0.03	Фалсафа (этика, эстетика, мантик)	148		96	48			48		66			48	48				
1.0.04	Маънавият асослари. Диншунослик	92		58	28			30		34			58					
1.0.05	Маданиятшунослик	56		38	18			20		18				38				
1.0.06	Иқтисодиёт назарияси	116		64	32			32		52					64			
1.0.07	Социология	56		38	18			20		18					38			
1.0.08	Педагогика. Психология	120		52	26			26		68						52		
1.0.09	Миллий ғоя. Асосий тушунча ва тамойиллар	60		38	18			20		22							38	
1.0.10	Систашунослик. Ўзбекистонда демократик жамият қуриш назарияси ва амалиёти	112		56	28			28		56								56
1.0.11	Ўзбек (рус) тили	108		68		68				40	38	30						
1.0.12	Чет тили	354		248		248				106	52	44	38	38	38	38		
1.0.13	Жисмоний тарбия ва спорт*	236		152		152				84	38	38	38	38				
1.0.14	Диний экстремизм ва терроризмга қарши курашнинг маънавий-маърифий асослари	14		14	10			4				14						
2.00	Математика ва табиий-илмий фанлар	1100	15	684	336	328	20			416	270	224	76	76		38		
2.01	Информатика	362		228	114	114				134	114	114						
2.02	Физика	122		76	34	22	20			46			76					
2.03	Экология	122		76	38	38				46				76				
2.04	Алгебра	252		152	76	76				100	80	72						
2.05	Аналитик геометрия	180		114	56	58				66	76	38						
2.06	Математика ва информатика ўқитиш усуллари	62		38	18	20				24						38		
3.00	Умумқасбий фанлар	3140	43	1820	876	926	18			1320	152	200	350	352	354	302	110	
3.01	Мутахассисликка кириш	130		76	38	38				54	38	38						
3.02	Математик анализ	724	</															

31.07	Хисоблаш усуллари	204		120	56	64				64						76	44	
31.08	Функционал анализ ва интеграл тенгламалар	130		76	38	38				54						76		
31.09	Комплексе узгарувчи функциялар назарияси	196		114	38	76				58						40	74	
31.10	Вариацион ҳисоб ва оптималлаш усуллари	112		66	32	34				46							66	
31.11	Назарий механика	528		304	152	152		ки	224		48	70	62	86	38			
31.12	Туташ муҳит механикаси	400		228	114	114		ки	174				76	76	76			
	Танлов фанлари	504	8	324	120	120		84	180				18		36	44	226	
	Хорижий инвестиция	80		36	24			12	44						36			
	Солик ва соликка тортиш	36		18	12			6	18				18					
	Кафедра учун танлов фанлар илова қилинади	388		270	84	120		66	118							44	226	
41.00	Ихтисослик фанлари	446	6	258	128	130		ки	188						28	160	70	
41.01	Материаллар қаршилиги	190		110	54	56		ки	80						28	82		
41.02	Эластиклик назарияси	68		40	20	20		ки	28							40		
41.03	Гидравлика	188		108	54	54		ки	80							38	70	
45.00	Қўшимча фан	450	6	228		228			222						114	114		
45.01	Харбий тайёргарлик																	
45.02	Харбий тайёргарлик бормаганлар учун тиббий тайёргарлик																	
	Жами:	7344		4352	1824	2122	20	386	2992	608	608	608	608	608	608	352	352	
	Малакавий амалиёт	864																
	Қасбий малакавий амалиёти	432																
	Педагогик амалиёт	432																
	Битирув малакавий иш	270																
	Давлат аттестацияси	1026																
	ЖАМИ:	9504	100															

Танлов фанлари

1. Пластиклик назарияси
2. Гидродинамика
3. Пластинка ва қобиклар назарияси
4. Мустақамлик назарияси
5. Деформацияланувчи каттик жисмлар механикасининг танланган масалалари
6. Суюқлик ва газлар механикаси танланган масалалари

Ўқув режа Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 16.09.2011 йилдаги В 5140300-11 рақамли буйруғи билан тасдиқланган ўқув режа асосида тузилди.

Ўқув жараёнининг таркибий қисмлари	Хафт алар сони	Семестр	Давлат аттестацияси
Назарий ва амалий таълим	136	1-8	1. Гуманитар ва ижтимоий - иқтисодий фанлардан бири. 2. Хорижий тил. 3. Битирув малакавий ишни ҳимоя қилиш.
Малакавий амалиётлар			
Механикада компютертехнология тадбири	2	2	
Механика масалаларини лаборатория шаронтида бажариш	2	4	
Механиканинг ишлаб чиқаришга тадбири	4	6	
Педагогик амалиёт	8	7	
Давлат аттестацияси	19	8	
Битирув малакавий иш	5	8	
Жами	176	1-8	
Таътилар	28	1-8	
Ҳаммаси :	204		

Самарқанд давлат университети
Ўқув услубий кенгаш томонидан маъқулланди.
2012 йил « 4 » 06 8 сонли баённома.

Самарқанд давлат университети
Илмий кенгаш томонидан маъқулланди.
2012 йил « 9 » 06 8 сонли баённома.

Механика-математика факультети декани

Механика кафедраси мудири

А.А. Солеев

Х. Худойназаров



”MATERIALLAR QARSHILIGI” FANING O’QUV DASTURI

KIRISH

Materiallar qarshiligi fani deformatsiyalanuvchi qattiq jismlar mexnikasining tatbiqiy masalalariga bag'ishlangan bo'lib, unda tashqi kuchlar a'siri ostida jismlarda hosil bo'ladigan ichki zo'riqish va deformatsiyalari o'rganiladi. Bu fan mashina yoki inshootlarning qismlaridagi zo'riqish va deformatsiyalarini aniqlash usullarini va materiallarning ba'zi mexanik xossalarini tajriba yordamida tekshirish yo'llarini o'rgatadigan fandır.

O'quv fanining maqsadi va vazifalari

Fanni o'qitishdan maqsad – talabalarning mexanik bilimlarini oshirishga mo'ljallangan. Bu fan bakalavrlar tayyorlashning o'quv jarayonida talabalarning yuqori darajadagi tayyorgarligi va ko'pgina maxsus fanlar bo'yicha chuqur bilimlar egasi bo'lishida asosiy o'rin tutadi.

Fanning vazifasi – talabalar turli muhandislik sohalariga oid sodda amaliy masalalar uchun hisoblash modellarini tuzish, hisob natijalarini tahlil qila oladigan va ularning natijalarini ola biladigan mutaxassis bo'lib yetishadilar.

Mazkur fan mashina va inshootlarning qismlari tashqi kuchlar ta'siri ostida buzilishga yoki yemirilishga nisbatan ko'rsatadigan qarshilik xususiyatlari: mustahkamlik, chidamlilik, bardoshlik va ustivorliklarni aniqlash kabi vazifalarni bajaradi.

Fan bo'yicha bilimiga, ko'nikma va malakasiga qo'yiladigan talablar

“Materiallar qarshiligi” fanini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida bakalavr:

- cho'zilish, siqilish, Puasson koefitsienti, deformatsiyalar, kuchlanishlar, deformatsiya va kuchlanishlar orasidagi munosabat, sterjenlar, plastinka va qobiqlar, Mor doirasi, qiya kesimlarda hosil bo'ladigan kuchlanishlar va ularning tahlili, geometrik shakllarning inersiya momentlari, ularning og'irlik markazlari, buralish va unda hosil bo'ladigan ichki zo'riqishlar, siljish, sof siljish, egilish, tayanchlar va ularning turlari, balkalar va ularda hosil bo'ladigan ichki zo'riqishlar, murakkab qarshilik, mustahkamlik nazariyasi, materiallar qarshiligining umumiy teoremlari, dinamik yuklarning ta'siri haqida tushunchalarini ***bilishi kerak***;

- mexanik kattaliklar va ular ustida bajariladigan amallar, cho'zilish va siqilish haqidagi amaliy masalalarni, kuchlanishlarni tahlil qila olishi, buralish va egilishda hosil bo'ladigan ichki zo'riqishlarni matematik yechish usullarini o'zlashtirgan bo'lishlari hamda mazkur yechimlarni tahlil qila olish ***ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak***.

- talaba olgan nazariy bilimlarini misol va masalalarni yechishga qo'llay bilish ***malakasiga ega bo'lishi kerak***.

Fanning o'quv rejadagi boshqa fanlar bilan o'zaro bog'liqligi va uslubiy jihatdan uzviy ketma-ketligi

“Materiallar qarshiligi” fanini asosiy ixtisoslik fani boʻlib, 6 va 7-semestrlarda oʻqitiladi.

“Materiallar qarshiligi” nazariy mexanika, tutash muhitlar mexanikasi va asosiy matematika fanlari bilan uzviy bogʻlangan. Bu fanni oʻrganish uchun talabalar nazariy mexanika, tutash muhitlar mexanikasi, matematik tahlil, algebra, analitik va differensial geometriya, differensial tenglamalar predmetlari boʻyicha bilimlarni oʻzlashtirgan boʻlishlari lozim.

Fanning ishlab chiqarishdagi oʻrni

“Materiallar qarshiligi” fani “Mexanika” taʼlim yoʻnalishi boʻyicha mutaxassislar tayyorlashning oʻquv jarayonida bakalavrlarning yuqori darajadagi matematik va mexanik tayyorgarligi va koʻpgina maxsus fanlar boʻyicha chuqur bilimlar egasi boʻlishida asosiy oʻrin tutadi. Mazkur fan dasturga koʻra ushbu fan doirasida koʻplab model masalalar oʻrganiladiki bu mazkur fanni chuqur oʻrgangan har bir bakalavr olgan bilim va koʻnikmalarni ilmiy-tadqiqot ishlarida, shuningdek, taʼlim tizimida samarali foydalanish imkonini beradi.

Fanni oʻqitishda zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalar

“Materiallar qarshiligi” fani asosan nazariy va amaliy xarakterga ega boʻlib, hozirgi kundagi koʻpgina amaliy dasturlarni vujudga kelishiga ushbu fanning oʻrni muhim hisoblanadi. Bundan tashqari mazkur fan “Mexanika” yoʻnalishida mutaxassislar tayyorlashning oʻquv jarayonida bakalavrlarning yuqori darajadagi matematik tayyorgarligi va koʻpgina maxsus fanlar boʻyicha chuqur bilimlar egasi boʻlishida asosiy oʻrin tutadi.

Fanni oʻqitishda zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalar

Talabalarning “Materiallar qarshiligi” fanini oʻzlashtirishlari uchun oʻqitishning ilgʻor va zamonaviy usullardan foydalanish, yangi informasion texnologiyalarni tadbiq qilish muhim ahamiyatga egadir. “Materiallar qarshiligi” fanini oʻqitishda darslik, oʻquv va uslubiy qoʻllanmalar, maʼruzalar matnlari, tarqatma materiallar, elektron materiallar, maʼruzalar oʻqish vaqtida kompyuter va proyektorlardan foydalaniladi.

“Materiallar qarshiligi” **kursini loyihalashtirishda quyidagi asosiy konseptual yondoshuvlardan foydalaniladi:**

Shaxsga yoʻnaltirilgan taʼlim. Bu taʼlim oʻz mohiyatiga koʻra taʼlim jarayonining barcha ishtirokchilarini toʻlaqonli rivojlanishlarini koʻzda tutadi. Bu esa taʼlimni loyihalashtirilayotganda, albatta, maʼlum bir taʼlim oluvchining shaxsini emas, avvalo, kelgusidagi mutaxassislik faoliyati bilan bogʻliq oʻqish maqsadlaridan kelib chiqqan holda yondoshilishni nazarda tutadi.

Tizimli yondoshuv. Taʼlim texnologiyasi tizimning barcha belgilarini oʻzida mujassam etmogʻi lozim: jarayonning mantiqiyliqi, uning barcha boʻgʻinlarini oʻzaro bogʻlanganligi, yaxlitligi.

Faoliyatga yo'naltirilgan yondoshuv. Shaxsning jarayonli sifatlarini shakllantirishga, ta'lim oluvchining faoliyatni aktivlashtirish va intensivlashtirish, o'quv jarayonida uning barcha qobiliyati va imkoniyatlari, tashabbuskorligini ochishga yo'naltirilgan ta'limni ifodalaydi.

Dialogik yondoshuv. Bu yondoshuv o'quv munosabatlarini yaratish zaruriyatini bildiradi. Uning natijasida shaxsning o'z-o'zini faollashtirishi va o'z-o'zini ko'rsata olishi kabi ijodiy faoliyati kuchayadi.

Hamkorlikdagi ta'limni tashkil etish. Demokratik, tenglik, ta'lim beruvchi va ta'lim oluvchi faoliyat mazmunini shakllantirishda va erishilgan natijalarni baholashda birgalikda ishlashni joriy etishga e'tiborni qaratish zarurligini bildiradi.

Muammoli ta'lim. Ta'lim mazmunini muammoli tarzda taqdim qilish orqali ta'lim oluvchi faoliyatini aktivlashtirish usullaridan biri. Bunda ilmiy bilimni obyektiv qarama-qarshiligi va uni hal etish usullarini, dialektik mushohadani shakllantirish va rivojlantirishni, amaliy faoliyatga ularni ijodiy tarzda qo'llashni mustaqil ijodiy faoliyati ta'minlanadi.

Axborotni taqdim qilishning zamonaviy vositalari va usullarini qo'llash - yangi kompyuter va axborot texnologiyalarini o'quv jarayoniga qo'llash.

O'qitishning usullari va texnikasi. Ma'ruza (kirish, mavzuga oid, vizuallash), muammoli ta'lim, keys-stadi, pinbord, paradoks va loyihalash usullari, amaliy ishlar.

O'qitishni tashkil etish shakllari: dialog, polilog, muloqot hamkorlik va o'zaro o'rganishga asoslangan frontal, kollektiv va guruh.

O'qitish vositalari: o'qitishning an'anaviy shakllari (darslik, ma'ruza matni) bilan bir qatorda - kompyuter va axborot texnologiyalari.

Kommunikasiya usullari: tinglovchilar bilan operativ teskari aloqaga asoslangan bevosita o'zaro munosabatlar.

Teskari aloqa usullari va vositalari: kuzatish, blis-so'rov, oraliq va joriy va yakunlovchi nazorat natijalarini tahlili asosida o'qitish diagnostikasi.

Boshqarish usullari va vositalari: o'quv mashg'uloti bosqichlarini belgilab beruvchi texnologik karta ko'rinishidagi o'quv mashg'ulotlarini rejalashtirish, qo'yilgan maqsadga erishishda o'qituvchi va tinglovchining birgalikdagi harakati, nafaqat auditoriya mashg'ulotlari, balki auditoriyadan tashqari mustaqil ishlarning nazorati.

Monitoring va baholash: o'quv mashg'ulotida ham butun kurs davomida ham o'qitishning natijalarini rejali tarzda kuzatib borish. Kurs oxirida test topshiriqlari yoki yozma ish variantlari yordamida tinglovchilarning bilimlari baholanadi.

"Materiallar qarshiligi" fanini o'qitish jarayonida kompyuter texnologiyasidan, "Excel" elektron jadvallar dasturlaridan foydalaniladi. Ayrim mavzular bo'yicha talabalar bilimni baholash test asosida va kompyuter yordamida bajariladi. "Internet" tarmog'idagi rasmiy iqtisodiy ko'rsatkichlaridan foydalaniladi, tarqatma materiallar

tayyorlanadi, test tizimi hamda tayanch so'z va iboralar asosida oraliq va yakuniy nazoratlar o'tkaziladi.

Asosiy qism. Materiallar qarshiligining asosiy tushunchalari

Materiallar qarshiligi fanining mohiyati. Kursning asosiy gipotezalari. Tashqi va ichki kuchlar. Kuchlanish va deformatsiyalar. Materiallar qarshiligi masalalarini yechish tartibi. Inshoot qismlariga qo'yiladigan tashqi kuchlar ta'sirining asosiy ko'rinishlari va ular ta'siridan hosil bo'ladigan deformatsiyalar.

Prizmatik sterjenlarning cho'zilishi va siqilishi

Bo'ylama kuchlar. Cho'ziluvchi (siqiluvchi) sterjen ko'ndalang kesimidagi kuchlanishni hisoblash tenglamasi. Cho'ziluvchi (siqiluvchi) prizmatik sterjenning bo'ylama va ko'ndalang deformatsiyalari. Guk qonuni.

Cho'zilishga va siqilishga oid murakkab masalalar

Statik aniqmas masalalar. Ayrim qismlarning aniq tayyorlanmasligi natijasida konstruktsiya elementlarida hosil bo'ladigan zo'riqishlar. Temperatura o'zgarishidan hosil bo'ladigan kuchlanishlar. Ruxsat etilgan yukka muvofiq hisoblash. Xususiy og'irlik ta'siridan bo'ladi deformatsiya. Ko'ndalang kesimni tanlash. Kritik uzunlik.

Kuchlanishlar tahlili

Qiya kesmalardagi kuchlanishlar. Tekis kuchlanish holati. Mor usuli. Bosh yuzalar va bosh kuchlanishlar. Fazoviy kuchlanish holati. Cho'zilishdagi va siqilishdagi sterjenlarning ko'ndalang deformatsiyasi, Puasson koeffitsiyenti. Umumiy Guk qonuni.

Sof siljish

Sof siljish uchun Guk qonuni. Siljishga qarshilik ko'rsatuvchi prizmatik sterjenlar uchun ruxsat etilgan kuchlanish. Siljishga ishlovchi konstruktsiya elementlarining hisobi.

Buralish

Doiraviy kesimli sterjenning buralishi. Qutb inersiya momenti va qarshilik momenti. Buralishdagi deformatsiya. Burovchi momentlar. Buralishdagi kuchlanishlar. Buralish deformatsiyasining potensial energiyasi, buruvchi momentning ishi. Qadami kichik vint prujinalardagi kuchlanishlar va deformatsiyalar.

Mustahkamlik nazariyasi

Klassik nazariyalar. Murakkab kuchlanish holatidagi jismlarning mustahkamligini turli mustahkamlik nazariyalari asosida tekshirish. Energetik nazariya.

Egilish

Ko'ndalang egilish. Tayanchlar va ularning reaksiyalari. Eguvchi moment va kesib o'tuvchi kuch. Epyuralarni analitik ravishda qurish. Eguvchi moment, kesib o'tuvchi va yo'ilgan kuch intensivligi orasida differensial munosabatlar.

Egilishdagi kuchlanishlarni hisoblash. Sof egilish. Egilish nazaroyasiga oid gipotezalar. Sof egilishdagi normal kuchlanishlar. Balka kesmalarining ratsional shakllari va ular uchun tangensial kuchlanishlar. Balkalarning mustahkamligini tangensial kuchlanishlarga nisbatan tekshirish. Balkaning mustahkamligini bosh kuchlanishlar asosida tekshirish.

Balkalarning egilishdagi deformatsiyalari. Balkalarning salqiligi va ko'ndalang kesimlarning aylanishi. Taqribiy nazariyaning qo'llanish chegarasi. Egilgan o'qning differensial tenglamasini integrallash. Elastik chiziqning universal tenglamasi. Balkaning deformatsiyalarini aniqlashda grafoanalitik usul.

Statik aniqmas balkalar hisobi

Ortiqcha bog'lanishlar. O'rtiqcha noma'lumlarni aniqlash. Uch tayanchda yotuvchi balkalar. Uch moment teoremasi.

Konstruksiya elementlarining ustuvorligi. Ustuvor va ustuvor bo'lmagan muvozanatar. Kritik kuch. Eyler formulasi va uning tatbiq etish chegarasi. Siqilgan sterjenlarning ustuvor muvozanatini tekshirish.

Materiallar qarshiligining umumiy teoremlari

Deformatsiyaning potensial energiyasi. Kastil'vano teoremasi va uning tatbiqi. Maksvell-Betti teoremasi. Ko'chishlarni aniqlashda Mor usuli. Vereshagin qoidasi.

Murakkab qarshilik

Qiyshiq egilish. Cho'zilish(siqilish) bilan egilishning birga ta'siri. Buralish bilan egilishning birgalikdagi ta'siri.

Dinamik yuklarning ta'siri

Inersiya kuchlari ta'siridagi inshoot va mashina qismlarining hisobi. Dinamik yuklar ta'siridan hosil bo'ladigan tebranma harakatlar. Zarbli kuchlar ta'siridan hosil bo'ladigan kuchlanishlar. O'zgaruvchan kuchlanishlarning material mustahkamligiga ta'siri va bu hol uchun mustahkamlik sharti. Kuchlanishlarning to'planishi. O'zgaruvchan yuklar ta'siridagi materiallar uchun ruxsat etilgan kuchlanishni aniqlash.

Amaliy mashg'ulotlarini tashkil etish bo'yicha ko'rsatmalar

Amaliy mashg'ulotlarni o'tkazishdan maqsad ma'ruza materiallari bo'yicha talabalarning bilim va ko'nikmalarini chuqurlashtirish va kengaytirishdan iboratdir. Bunda talabalar misol va masalalar yechishda, yechimlarni tahlil qilishda olgan nazariy bilimlarini qo'llay olishlari nazarda tutiladi.

Amaliy mashg'ulotlarning taxminiy tavsiya etiladigan mavzulari:

Sterjenlarning cho'zilishi va siqilishi. Cho'ziluvchi (siqiluvchi) sterjen ko'ndalang kesimidagi kuchlanishlarni aniqlash. Cho'ziluvchi(siqiluvchi) prizmatik sterjenning bo'ylama va ko'ndalang deformatsiyalarini aniqlash. Statik aniqmas

masalalar. Cho'zilish va siqilishga oid murakkab masalalar. Tekis kuchlanish va fazoviy kuchlanish holatilari. Sterjenlarning cho'zilishdagi va siqilishdagi ko'ndalang deformatsiyasi. Siljishga qarshilik ko'rsatuvchi prizmatik sterjenlar uchun ruxsat etilgan kuchlanish. Siljishga ishlovchi konstruksiya elementlarining hisobi. Doiraviy kesimli sterjenning buralishi. Burovchi momentlar epyuralarini yasash. Buralishdagi kuchlanishlar. Qadami kichik vint prujinalardagi kuchlanishlar va deformatsiyalar. Ko'ndalang egilish. Eguvchi moment va kesib o'tuvchi kuch. Pyuralarni analitik ravishda yasash. Murakkab yuklar uchun kesib o'tuvchi kuch, eguvchi moment epyuralarini yasash. Sof egilishdagi normal kuchlanishlar. Balka kesimlaridagi tangensial kuchlanishlar. Balka mustahkamligini normal va tangensial kuchlanishlarga nisbatan tekshirish. Balkalarning egilishdagi defrmatsiyalari. Balkalarning salqiligi va ko'ndalang kesimlarni aylanishi. Egilgan o'qning differensial tenglamasini integrallash. Balkaning deformatsiyalarini grafoanalitik usulda aniqlash. Statik aniqmas balkalar hisobi. Ortiqcha noma'lumlarni aniqlash usullari. Uch tayanchda yotuvchi balkalar hisobi. Uch moment teoremasining tatbiqi. Konstruksiya elementlarining ustuvorligi. Kritik kuch. Eyler formulasi. Siqilgan sterjenlarning ustuvor muvozanatini tekshirish. Materiallar qarshiligining umumiy teoremlari. Deformatsiyaning potensial energiyasi. Kastil'vano teoremasi va uning tatbiqi. Maksvell-Betti teoremasi. Ko'chishlarni aniqlashda Mor usuli. Vereshagin qoidasi. Kanonik tenglamalar. Ramalar hisobi. Murakkab qarshilik. Qiyshiq egilish. Cho'zilish(siqilish) bilan egilishning birga ta'siri. Markaziy qo'yilmagan cho'zuvchi yoki siquvchi kuchlar ta'siri. Buralish va bilan egilishning birgalikdagi ta'siri. Dinamik yuklar ta'sirida materiallarning mustahkamligini tekshirish.

Mustaqil ishlarni tashkil etish shakli va mazmuni

Bunda ushbu ishlarni bajaradilar:

- Amaliy mashg'ulotlarga tayyorgarlik;
- Nazariy tayyorgarlik ko'rish;
- Uy vazifalarni bajarish;
- O'tilgan materiallar mavzularini qaytarish;
- Mustaqil ish uchun mo'ljallangan nazariy bilim mavzularini o'zlashtirish.

Mustaqil ishni tashkil etishda unga mo'ljallangan har bir bo'lim bo'yicha zaruriy adabiyotlar o'rganilishi va shu bo'lim bo'yicha har bir talabaga berilgan vazifaning bajarilishi nazorat qilinadi.

Mustaqil ishda talabalar: amaliy mashg'ulotlarga tayyorlanadi, uy vazifalarini bajarishadi, nazariy bilimlarni mustahkamlaydi, seminar mashg'ulotlarida ma'ruza qilishga tayyorlanadi, mustaqil ish uchun mo'ljallangan nazariy va amaliy bilim mavzularini o'zlashtiradilar.

Mustaqil ish mavzularini o'zlashtirish ta'lim olish jarayonida uzluksiz nazorat qilinadi va yozma hisobot topshiriladi.

Tavsiya etilayotgan mustaqil ish mavzulari

Har bir bo'lim bo'yicha talabalarga mustaqil ishlashlari uchun vazifalar beriladi. Talabalarning mustaqil ishlari uchun quyidagi mavzular bo'yicha topshiriqlar berish mumkin:

Kuchlanish va deformatsiyalar nazariyasidan ma'lumotlar. Materiallarning mustahkamligini sinov yo'li bilan o'rganish. Cho'zilish diagrammasi. Plastik va mo'rt materiallarning cho'zilish diagrammalari. Materialning mexanik xossalariga temperaturaning ta'siri. Keyingi ta'sir va o'zicha cho'ziluvchanlik. Siljishga ishlovchi konstruktsiya elementlarining hisobi. Payvand birikmaning hisobi. Kichik qadamli vint prujinalardagi kuchlanishlar va deformatsiyalar. Kesimi doiraviy bo'lmagan sterjenlarning buralishi. Tekis shakllarning statik va inersiya momentlari. Bosh inersiya o'qlari. Markazdan qochuvchi inersiya momenti. Koordinata o'larini aylantirilganda inersiya momentlarining o'zgarishi. Bosh inersiya o'qlarining yo'nalishi va bosh inersiya momentlarini aniqlash. Murakkab geometrik shakllarning inersiya momentlarini aniqlash. Murakkab yuklar uchun kesib o'tuvchi kuch eguvchi moment epyuralarini yasash. Epyuralarni grafik usulda qurish. Tugunlar orqali yuklangan balkalar uchun kesib o'tuvchi kuch, eguvchi moment epyuralarini yasash. Balka kesimlarining ratsional shakllari. Qo'sh tavl kesim uchun tangensial kuchlanishlar. Doiraviy kesim uchun tangensial kuchlanishlar. Balkalarning salqiligi va ko.ndalang kesimlarning aylanishini analitik usulda aniqlash. Elastik chiziqni grafik usulda yasash. Grafoanalitik usulning konkret hollar uchun tatbiqi. O'zgaruvchan kesimli balkalar hisobi. Egilishga teng qarshilik ko'rsatuvchi balkalar va ularning profili. Statik aniqmas balkalar hisobi. Uchlari turlicha mahkamlangan stergenlar uchun kritik kuch ifodasi. Eyler formulasini tatbiq etish chegarasi. Eng oddiy tirsakli vallarning hisobi. Silindrik vint prujinalar hisobi. Elastik tayanchda yotuvchi balkalar. Umumlashgan koordinatalar va umumlashtirilgan kuchlar. Kastil'yano teoremasining boshqacha isboti. Umumiy teoremalardan foydalanib balkaning deformatsiyalarini aniqlash. Egri stergenlar hisobi. Xususiy hollar uchun neytral qatlamning egrilik radiusini aniqlash. Ikki sharnirli arkalar hisobi. Yupqa devorli idishlar va qalin devorli trubalar hisobi. Elastik sistemaning erkin tebranishiga elastik bo'lmagan qarshiliklarning ta'siri. Dinamik yuklar ta'sirida materiallarning mustahkamlini tekshirish.

Darsliklar va o'quv qo'llanmalar ro'yxati

Asosiy

6. Ёрозбоев М.Т. Материаллар қаршилиги асосий курси.-Тошкент: Ўқитувчи, 1973.
7. Беляев Н.С. Сопротивление материалов.-Москва: Наука, 1976.
8. Роботнов Ю.Н. Сопротивление материалов.-Москва: Физматгиз, 1962.
9. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов. Мирослюбов И.И. и др.-Москва: Высшая школа, 1976.
10. Дарков А.Б., Шпиро Т.С. Сопротивление материалов М.-1989 г.

Qo'shimcha

1. Ёрозбоев М.Т. Материаллар қаршилиги I ва II қисм.-Тошкент: Ўрта ва олий мактаб, 1960.
2. Мансуров К.М. Материаллар қаршилиги.-Тошкент: Ўқитувчи, 1969.
3. Федосьев В.И. Сопротивление материалов.-Москва: Наука, 1986.
4. Сборник задач по сопротивлению материалов. Под ред. Вольмира А.С.- Москва: Наука, 1984.
5. Йулдошбеков С.А. Материаллар қаршилиги. - Тошкент: уқитувчи, 1995.
6. Корабоев Б.К., Лексашев Ю. Материаллар қаршилигидан қискача курс Т.Ўзбекистон нашри 1998 й.

”MATERIALLAR QARSHILIGI” FANING ISHCHI O’QUV DASTURI

KIRISH

Materiallar qarshiligi fani deformatsiyalanuvchi qattiq jismlar mexnikasining tatbiqiy masalalariga bag'ishlangan bo'lib, unda tashqi kuchlar ta'siri ostida jismlarda hosil bo'ladigan ichki zo'riqish va deformatsiyalari o'rganiladi. Bu fan mashina yoki inshootlarning qismlaridagi zo'riqish va deformatsiyalarini aniqlash usullarini va materiallarning ba'zi mexanik xossalarini tajriba yordamida tekshirish yo'llarini o'rgatadigan fandır.

O'quv fanining maqsadi va vazifalari

Fanni o'qitishdan maqsad – talabalarning mexanik bilimlarini oshirishga mo'ljallangan. Bu fan bakalavrlar tayyorlashning o'quv jarayonida talabalarning yuqori darajadagi tayyorgarligi va ko'pgina maxsus fanlar bo'yicha chuqur bilimlar egasi bo'lishida asosiy o'rin tutadi.

Fanning vazifasi – talabalar turli muhandislik sohalariga oid sodda amaliy masalalar uchun hisoblash modellarini tuzish, hisob natijalarini tahlil qila oladigan va ularning natijalarini o'qitadigan mutaxassis bo'lib yetishadilar.

Mazkur fan mashina va inshootlarning qismlari tashqi kuchlar ta'siri ostida buzilishga yoki yemirilishga nisbatan ko'rsatadigan qarshilik xususiyatlari: mustahkamlik, chidamlilik, bardoshlik va ustivorliklarni aniqlash kabi vazifalarni bajaradi.

Fan bo'yicha bilimiga, ko'nikma va malakasiga qo'yiladigan talablar

“Materiallar qarshiligi” fanini o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida bakalavr:

- cho'zilish, siqilish, Puasson koefitsienti, deformatsiyalar, kuchlanishlar, deformatsiya va kuchlanishlar orasidagi munosabat, sterjenlar, plastinka va qobiqlar, Mor doirasi, qiya kesimlarda hosil bo'ladigan kuchlanishlar va ularning tahlili, geometrik shakllarning inersiya momentlari, ularning og'irlik markazlari, buralish va unda hosil bo'ladigan ichki zo'riqishlar, siljish, sof siljish, egilish, tayanchlar va ularning turlari, balkalar va ularda hosil bo'ladigan ichki zo'riqishlar, murakkab qarshilik, mustahkamlik nazariyasi, materiallar qarshiligining umumiy teoremlari, dinamik yuklarning ta'siri haqida tushunchalarini **bilishi kerak**;

- mexanik kattaliklar va ular ustida bajariladigan amallar, cho'zilish va siqilish haqidagi amaliy masalalarni, kuchlanishlarni tahlil qila olishi, buralish va egilishda hosil bo'ladigan ichki zo'riqishlarni matematik yechish usullarini o'zlashtirgan bo'lishlari hamda mazkur yechimlarni tahlil qila olish *ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak*.

- talaba olgan nazariy bilimlarini misol va masalalarni yechishga qo'llay bilish *malakasiga ega bo'lishi kerak*.

Fanning o'quv rejadagi boshqa fanlar bilan o'zaro bog'liqligi va uslubiy jihatdan uzviy ketma-ketligi

“Materiallar qarshiligi” fanini asosiy ixtisoslik fani bo'lib, 6 va 7-semestrlarda o'qitiladi.

“Materiallar qarshiligi” nazariy mexanika, tutash muhitlar mexanikasi va asosiy matematika fanlari bilan uzviy bog’langan. Bu fanni o’rganish uchun talabalar nazariy mexanika, tutash muhitlar mexanikasi, matematik tahlil, algebra, analitik va differensial geometriya, differensial tenglamalar predmetlari bo’yicha bilimlarni o’zlashtirgan bo’lishlari lozim.

Fanning ishlab chiqarishdagi o’rni

“Materiallar qarshiligi” fani “Mexanika” ta’lim yo’nalishi bo’yicha mutaxassislar tayyorlashning o’quv jarayonida bakalavrlarning yuqori darajadagi matematik va mexanik tayyorgarligi va ko’pgina maxsus fanlar bo’yicha chuqur bilimlar egasi bo’lishida asosiy o’rin tutadi. Mazkur fan dasturga ko’ra ushbu fan doirasida ko’plab model masalalar o’rganiladiki bu mazkur fanni chuqur o’rgangan har bir bakalavr olgan bilim va ko’nikmalarni ilmiy-tadqiqot ishlarida, shuningdek, ta’lim tizimida samarali foydalanish imkonini beradi.

Fanni o’qitishda zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalar

“Materiallar qarshiligi” fani asosan nazariy va amaliy xarakterga ega bo’lib, hozirgi kundagi ko’pgina amaliy dasturlarni vujudga kelishiga ushbu fanning o’rni muhim hisoblanadi. Bundan tashqari mazkur fan “Mexanika” yo’nalishida mutaxassislar tayyorlashning o’quv jarayonida bakalavrlarning yuqori darajadagi matematik tayyorgarligi va ko’pgina maxsus fanlar bo’yicha chuqur bilimlar egasi bo’lishida asosiy o’rin tutadi.

Fanni o’qitishda zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalar

Talabalarning “Materiallar qarshiligi” fanini o’zlashtirishlari uchun o’qitishning ilg’or va zamonaviy usullardan foydalanish, yangi informasion texnologiyalarni tadbiq qilish muhim ahamiyatga egadir. “Materiallar qarshiligi” fanini o’qitishda darslik, o’quv va uslubiy qo’llanmalar, ma’ruzalar matnlari, tarqatma materiallar, elektron materiallar, ma’ruzalar o’qish vaqtida kompyuter va proyektorlardan foydalaniladi.

“Materiallar qarshiligi” kursini loyihalashtirishda quyidagi asosiy konseptual yondoshuvlardan foydalaniladi:

Shaxsga yo’naltirilgan ta’lim. Bu ta’lim o’z mohiyatiga ko’ra ta’lim jarayonining barcha ishtirokchilarini to’laqonli rivojlanishlarini ko’zda tutadi. Bu esa ta’limni loyihalashtirilayotganda, albatta, ma’lum bir ta’lim oluvchining shaxsini emas, avvalo, kelgusidagi mutaxassislik faoliyati bilan bog’liq o’qish maqsadlaridan kelib chiqqan holda yondoshilishni nazarda tutadi.

Tizimli yondoshuv. Ta’lim texnologiyasi tizimning barcha belgilarini o’zida mujassam etmog’i lozim: jarayonning mantiqiyliigi, uning barcha bo’g’inlarini o’zaro bog’langanligi, yaxlitligi.

Faoliyatga yo’naltirilgan yondoshuv. Shaxsning jarayonli sifatlarini shakllantirishga, ta’lim oluvchining faoliyatni aktivlashtirish va intensivlashtirish, o’quv jarayonida uning barcha qobiliyati va imkoniyatlari, tashabbuskorligini ochishga yo’naltirilgan ta’limni ifodalaydi.

Dialogik yondoshuv. Bu yondoshuv o'quv munosabatlarini yaratish zaruriyatini bildiradi. Uning natijasida shaxsning o'z-o'zini faollashtirishi va o'z-o'zini ko'rsata olishi kabi ijodiy faoliyati kuchayadi.

Hamkorlikdagi ta'limni tashkil etish. Demokratik, tenglik, ta'lim beruvchi va ta'lim oluvchi faoliyat mazmunini shakllantirishda va erishilgan natijalarni baholashda birgalikda ishlashni joriy etishga e'tiborni qaratish zarurligini bildiradi.

Muammoli ta'lim. Ta'lim mazmunini muammoli tarzda taqdim qilish orqali ta'lim oluvchi faoliyatini aktivlashtirish usullaridan biri. Bunda ilmiy bilimni obyektiv qarama-qarshiligi va uni hal etish usullarini, dialektik mushohadani shakllantirish va rivojlantirishni, amaliy faoliyatga ularni ijodiy tarzda qo'llashni mustaqil ijodiy faoliyati ta'minlanadi.

Axborotni taqdim qilishning zamonaviy vositalari va usullarini qo'llash - yangi kompyuter va axborot texnologiyalarini o'quv jarayoniga qo'llash.

O'qitishning usullari va texnikasi. Ma'ruza (kirish, mavzuga oid, vizuallash), muammoli ta'lim, keys-stadi, pinbord, paradoks va loyihalash usullari, amaliy ishlar.

O'qitishni tashkil etish shakllari: dialog, polilog, muloqot hamkorlik va o'zaro o'rganishga asoslangan frontal, kollektiv va guruh.

O'qitish vositalari: o'qitishning an'anaviy shakllari (darslik, ma'ruza matni) bilan bir qatorda - kompyuter va axborot texnologiyalari.

Kommunikasiya usullari: tinglovchilar bilan operativ teskari aloqaga asoslangan bevosita o'zaro munosabatlar.

Teskari aloqa usullari va vositalari: kuzatish, blis-so'rov, oraliq va joriy va yakunlovchi nazorat natijalarini tahlili asosida o'qitish diagnostikasi.

Boshqarish usullari va vositalari: o'quv mashg'uloti bosqichlarini belgilab beruvchi texnologik karta ko'rinishidagi o'quv mashg'ulotlarini rejalashtirish, qo'yilgan maqsadga erishishda o'qituvchi va tinglovchining birgalikdagi harakati, nafaqat auditoriya mashg'ulotlari, balki auditoriyadan tashqari mustaqil ishlarning nazorati.

Monitoring va baholash: o'quv mashg'ulotida ham butun kurs davomida ham o'qitishning natijalarini rejali tarzda kuzatib borish. Kurs oxirida test topshiriqlari yoki yozma ish variantlari yordamida tinglovchilarning bilimlari baholanadi.

"Materiallar qarshiligi" fanini o'qitish jarayonida kompyuter texnologiyasidan, "Excel" elektron jadvallar dasturlaridan foydalaniladi. Ayrim mavzular bo'yicha talabalar bilimni baholash test asosida va kompyuter yordamida bajariladi. "Internet" tarmog'idagi rasmiy iqtisodiy ko'rsatkichlaridan foydalaniladi, tarqatma materiallar tayyorlanadi, test tizimi hamda tayanch so'z va iboralar asosida oraliq va yakuniy nazoratlar o'tkaziladi.

Asosiy qism. Materiallar qarshiligining asosiy tushunchalari

Materiallar qarshiligi fanining mohiyati. Kursning asosiy gipotezalari. Tashqi va ichki kuchlar. Kuchlanish va deformatsiyalar. Materiallar qarshiligi masalalarini yechish tartibi. Inshoot qismlariga qo'yiladigan tashqi kuchlar ta'sirining asosiy ko'rinishlari va ular ta'siridan hosil bo'ladigan deformatsiyalar.

Prizmatik sterjenlarning cho'zilishi va siqilishi

Bo'ylama kuchlar. Cho'ziluvchi (siqiluvchi) sterjen ko'ndalang kesimidagi kuchlanishni hisoblash tenglamasi. Cho'ziluvchi (siqiluvchi) prizmatik sterjenning bo'ylama va ko'ndalang deformatsiyalari. Guk qonuni.

Cho'zilishga va siqilishga oid murakkab masalalar

Statik aniqmas masalalar. Ayrim qismlarning aniq tayyorlanmasligi natijasida konstruktsiya elementlarida hosil bo'ladigan zo'riqishlar. Temperatura o'zgarishidan hosil bo'ladigan kuchlanishlar. Ruxsat etilgan yukka muvofiq hisoblash. Xususiy og'irlik ta'siridan bo'ladi deformatsiya. Ko'ndalang kesimni tanlash. Kritik uzunlik.

Kuchlanishlar tahlili

Qiya kesmalardagi kuchlanishlar. Tekis kuchlanish holati. Mor usuli. Bosh yuzalar va bosh kuchlanishlar. Fazoviy kuchlanish holati. Cho'zilishdagi va siqilishdagi sterjenlarning ko'ndalang deformatsiyasi, Puasson koeffitsiyenti. Umumiy Guk qonuni.

Sof siljish

Sof siljish uchun Guk qonuni. Siljishga qarshilik ko'rsatuvchi prizmatik sterjenlar uchun ruxsat etilgan kuchlanish. Siljishga ishlovchi konstruktsiya elementlarining hisobi.

Buralish

Doiraviy kesimli sterjenning buralishi. Qutb inersiya momenti va qarshilik momenti. Buralishdagi deformatsiya. Burovchi momentlar. Buralishdagi kuchlanishlar. Buralish deformatsiyasining potensial energiyasi, buruvchi momentning ishi. Qadami kichik vint prujinalardagi kuchlanishlar va deformatsiyalar.

Mustahkamlik nazariyasi

Klassik nazariyalar. Murakkab kuchlanish holatidagi jismlarning mustahkamligini turli mustahkamlik nazariyalari asosida tekshirish. Energetik nazariya.

Egilish

Ko'ndalang egilish. Tayanchlar va ularning reaksiyalari. Eguvchi moment va kesib o'tuvchi kuch. Epyuralarni analitik ravishda qurish. Eguvchi moment, kesib o'tuvchi va yoilgan kuch intensivligi orasida differensial munosabatlar.

Egilishdagi kuchlanishlarni hisoblash. Sof egilish. Egilish nazariyasiga oid gipotezalar. Sof egilishdagi normal kuchlanishlar. Balka kesmalarining ratsional shakllari va ular uchun tangensial kuchlanishlar. Bakalarning mustahkamligini

tangensial kuchlanishlarga nisbatan tekshirish. Balkaning mustahkamligini bosh kuchlanishlar asosida tekshirish.

Balkalarning egilishdagi deformatsiyalari. Balkalarning salqiligi va ko'ndalang kesimlarning aylanishi. Taqribiy nazariyaning qo'llanish chegarasi. Egilgan o'qning differensial tenglamasini integrallash. Elastik chiziqning universal tenglamasi. Balkaning deformatsiyalarini aniqlashda grafoanalitik usul.

Statik aniqmas balkalar hisobi

Ortiqcha bog'lanishlar. Oritqcha noma'lumlarni aniqlash. Uch tayanchda yotuvchi balkalar. Uch moment teoremasi.

Konstruksiya elementlarining ustuvorligi. Ustuvor va ustuvor bo'lmagan muvozanatar. Kritik kuch. Eyler formulasi va uning tatbiq etish chegarasi. Siqilgan sterjenlarning ustuvor muvozanatini tekshirish.

Materiallar qarshiligining umumiy teoremlari

Deformatsiyaning potensial energiyasi. Kastil'vano teoremasi va uning tatbiqi. Maksvell-Betti teoremasi. Ko'chishlarni aniqlashda Mor usuli. Vereshagin qoidasi.

Murakkab qarshilik

Qiyshiq egilish. Cho'zilish(siqilish) bilan egilishning birga ta'siri. Buralish bilan egilishning birgalikdagi ta'siri.

Dinamik yuklarning ta'siri

Inersiya kuchlari ta'siridagi inshoot va mashina qismlarining hisobi. Dinamik yuklar ta'siridan hosil bo'ladigan tebranma harakatlar. Zarbli kuchlar ta'siridan hosil bo'ladigan kuchlanishlar. O'zgaruvchan kuchlanishlarning material mustahkamligiga ta'siri va bu hol uchun mustahkamlik sharti. Kuchlanishlarning to'planishi. O'zgaruvchan yuklar ta'siridagi materiallar uchun ruxsat etilgan kuchlanishni aniqlash.

SamDU mexanika-matematika fakulteti «Mexanika» kafedrası

MATERIALLAR QARSHILIGI

fani bo'yicha ma'ruza mashg'ulotining kalendar tematik rejasi

(kunduzgi bo'lim, 2013-2014 o'quv yili)

3,4- kursda 46 ma'ruza +48 amaliyot +76 MBO =170 soat

№	Mashg'ulotlar mazmuni	Soat
1	Materiallar qarshiligining asosiy tushunchalari (4soat)	
1.1	Materiallar qarshiligi fanining asosiy tushunchalari. Hisoblash modeli. Tashqi va ichki kuchlar. Kesish usuli	2
1.2	Kuchlanish va deformatsiyalar. Materiallar qarshiligi masalalarini yechish tartibi	2
2	Prizmatik sterjenlarning cho'zilishi va siqilishi (6 soat)	

2.1	Bo'ylama kuchlar. Cho'ziluvchi (siqiluvchi) sterjen ko'ndalang kesimidagi kuchlanishlarni hisoblash tenglamalari.	2
2.2	Cho'ziluvchi (siqiluvchi) prizmatik sterjenning bo'ylama va ko'ndalang deformatsiyalari. Guk qonuni	2
2.3	Statik aniqmas masalalar. Ruxsat etilgan yukka muvofiq hisoblash. Ko'ndalang kesimni tanlash	2
3	Kuchlanishlar tahlili (4 soat)	
3.1	Qiya kesimlardagi kuchlanishlar. Tekis kuchlanganlik holati. Mor usuli.	1
3.2	Bosh yuzalar va bosh kuchlanishlar. Fazoviy kuchlanganlik holati. Kuchlanish holatining turlari. Umumlashgan Guk qonuni	1
3.3	Cho'zilishdagi va siqilishdagi sterjenlarning ko'ndalang deformatsiyalari. Puasson koeffitsenti. Deformatsiyaning potensial energiyasi	2
4	Sof siljish (4 soat)	
4.1	Sof siljish uchun Guk qonuni. Sof siljishdagi deformatsiya	2
4.2	Siljishga ishlovchi qurilma elementlari hisobi	2
5	Bo'ralish (4 soat).	
5.1	Doiraviy kesimli stergenning buralishi. Qutb inersiya momenti va qarshilik momenti. Buralishdagi deformatsiya.	1
5.2	Bo'rovchi moment va kesib o'tuvchi kuch. Buralishdagi kuchlanishlar	1
5.3	Tangensial kuchlanishlarning formulasi. Mustahkamlikka hisoblash. Bo'ralishdagi deformatsiyani aniqlash	2
6	Mustahkamlik nazariyasi (4 soat)	
6.1	Klassik nazariya. Energetik nazariya	2
6.2	Murakkab kuchlanish holatidagi jismlarning mustahkamligini turli mustahkamlik nazariyalari asosida tekshirish	2
7	Egilish (4 soat).	
7.1	Ko'ndalang egilish. Tayanchlar va ularning reaksiyalari. Eguvchi moment va kesib o'tuvchi kuch.	1
7.2	Asosiy hisoblash sxemalari. Ichki zuriqishlar.	1
7.3	Egilishdagi kuchlanishlarni aniqlash. Sof egilish.	1
7.4	Sof egilishdagi normal kuchlanishlar. Elastik chiziqning universal tenglamasi.	1
8	Balkalarning egilishdagi deformatsiyalari (4	

	soat)	
8.1	Balkaning salqiligini va ko'ndalang kesimlarining aylanishi. Egilgan o'qning differensial tenglamasini integrallash	2
8.2	Balkaning deformatsiyalarini aniqlashda grafoanalitik usul	2
9	Statik aniqmas balkalar hisobi (4 soat)	
9.1	Ortiqcha bog'lanishlar. Ortiqcha noma'lumlarni aniqlash. Uch tayanchda yotuvchi balkalar	2
9.2	Konstruksiya elementlari hisobi. Kritik kuch. Eyler formulasi	2
10	Konstruksiya elementlarining ustuvorligi (4 soat)	
10.1	Ustivor va ustivor bo'lmagan muvozanatlar. Kritik kuch	2
10.2	Eyler formulasi va uning tatbiq etish chegarasi. Siqilgan sterjenlarning ustivor muvozanatini tekshirish	2
11	Materiallar qarshiligining umumiy teoremlari (4 soat)	
11.1	Deformatsiyaning potensial energiyasi. Kastel'vano teoremasi va uning tadbiqi.	2
11.2	Ko'chishlarni aniqlashda Mor usuli. Vereshagin qoidasi	2
12	Murakkab qarshilik (4 soat)	
12.1	Qiyshiq egilish	1
12.2	Cho'zilish bilan egilishning birga ta'siri	1
12.3	Buralish bilan egilishning birgalikdagi ta'siri	2
	Jami	50

Amaliy mashg'ulotlarini tashkil etish bo'yicha ko'rsatmalar

Amaliy mashg'ulotlarni o'tkazishdan maqsad ma'ruza materiallari bo'yicha talabalarning bilim va ko'nikmalarini chuqurlashtirish va kengaytirishdan iboratdir. Bunda talabalar misol va masalalar yechishda, yechimlarni tahlil qilishda olgan nazariy bilimlarini qo'llay olishlari nazarda tutiladi.

Amaliy mashg'ulotlarning tavsiya etiladigan mavzulari

1. Chuzilish va siqilish. Kuchlanish va deformatsiyalar

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*
Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2; Q5.

2. Cho'zuvchi (siquluvchi) prizmatik sterjenning bo'ylama va ko'ndalang deformatsiyasini aniqlash. Guk qonuni

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*

Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2; Q5.

3. Xususiy og'irlik ta'siridan bo'ladigan deformatsiyalar

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*

Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2; Q5.

4. Kundalang va qiya kesimlardagi kuchlanishlar

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*

Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2; Q5.

5. Statik aniqmas masalalar (chuzilish va siqilish)

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*

Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2; Q5.

6. Tekis kuchlanganlik va fazoviy kuchlanish hollari

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*

Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2; Q5.

7. Sterjenlarning cho'zilishdagi va siqilishdagi ko'ndalang deformatsiyalari

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*

Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2; Q5.

8. Puasson koeffisiyenti. Umumiy Guk qonuni

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*

Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2; Q5.

9. Siljishga qarshilik ko'rsatuvchi prizmatik sterjenlar uchun ruxsat etilgan kuchlanish

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*

Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2; Q5.

10. Sof siljish uchun Guk qonuni. Sof siljishdagi deformatsiyalar

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*

Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2; Q5.

11. Doiraviy kesimli sterjenning buralishi. Burovchi momentlar

epyuralarini yasash

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*
Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2; Q5.

12. Egilishda eguvchi moment va kesib o'tuvchi kuch. Egilishdagi kuchlanishlarni aniqlash

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*
Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2; Q5.

13. Sof siljishdagi normal kuchlanishlar. Balka kesimlaridagi tangensial kuchlanishlar.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*
Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2; Q5.

14. Balkaning egilishdagi deformatsiyasi. Balkaning salqiligi va ko'ndalang kesimlarning aylanishi.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*
Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2; Q5.

15. Elastik chiziqning universal tenglamasi yordamida masalalar yechish.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*
Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2; Q5.

16. Statik aniqmas balkalar hisobi

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*
Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2; Q5.

17. Uch moment teoremasi.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*
Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2; Q5.

18. Kritik kuch. Eyler formulasi

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*
Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2; Q5.

19. Siqilgan sterjenlarning ustivor muvozanatini tekshirish

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*
Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q5.

20. Deformatsiyaning potensial energiyasi. Kastelyano teoremasi va uning tatbiqi

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*
Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2; Q5.

21. Maksvell-betti teoremasi. Kuchlanishlarni aniqlashda Mor usuli.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*
Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2; Q5.

22. Vereshagin qoidasi

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*
Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2.

23. Murakkab qarshilik. Qiyshiq egilish.

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*
Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2; Q5.

24. Cho'zilish bilan egilishning birga ta'siri

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*
Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2.

25. Buralish bilan egilishning birgalikdagi ta'siri

Qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari: *dialogik yondoshuv, muammoli ta'lim. Bingo, blis, ajurali arra, nilufar guli, menyu, algoritm, munozara, o'z-o'zini nazorat*
Adabiyotlar: A1; A2; Q1; Q2; Q5.

Amaliy mashg'ulotlar (3,4 -kurs, kunduzgi bo'lim)

№	Amaliy mashg'ulotlar mazmuni	Soat
1	Chuzilish va siqilish. Kuchlanish va deformatsiyalar	2
2	Cho'zuvchi (siquluvchi) prizmatik sterjenning bo'ylama va ko'ndalang deformatsiyasini aniqlash. Guk qonuni	2
3	Xususiy og'irlik ta'siridan bo'ladigan deformatsiyalar	2
4	Kundalang va qiya kesimlardagi kuchlanishlar	2
5	Statik aniqmas masalalar (chuzilish va siqilish)	2
6	Tekis kuchlanganlik va fazoviy kuchlanish hollari	2
7	Sterjenlarning cho'zilishdagi va siqilishdagi ko'ndalang deformatsiyalari	2
8	Puasson koeffitsiyenti. Umumiy Guk qonuni	2
9	Siljishga qarshilik ko'rsatuvchi prizmatik sterjenlar uchun ruxsat etilgan kuchlanish	2
10	Sof siljish uchun Guk qonuni. Sof siljishdagi deformatsiyalar	2
11	Doiraviy kesimli sterjenning buralishi. Burovchi momentlar	2

	epyuralarini yasash	
12	Egilishda eguvchi moment va kesib o'tuvchi kuch. Egilishdagi kuchlanishlarni aniqlash	2
13	Sof siljishdagi normal kuchlanishlar. Balka kesimlaridagi tangensial kuchlanishlar.	2
14	Balkaning egilishdagi deformatsiyasi. Balkaning salqiligi va ko'ndalang kesimlarning aylanishi.	2
15	Elastik chiziqning universal tenglamasi yordamida masalalar yechish.	2
16	Statik aniqmas balkalar hisobi	2
17	Uch moment teoremasi. Eyler formulasi	2
18	Kritik kuch. Eyler formulasi	2
19	Siqilgan sterjenlarning ustivor muvozanatini tekshirish	2
20	Deformatsiyaning potensial energiyasi. Kastelyano teoremasi va uning tatbiqi	2
21	Maksvell-betti teoremasi. Kuchlanishlarni aniqlashda Mor usuli.	2
22	Vereshagin qoidasi	2
23	Murakkab qarshilik. Qiyshiq egilish.	2
24	Cho'zilish bilan egilishning birga ta'siri	2
	Jami	48

Mustaqil ishlarni tashkil etish shakli va mazmuni

Bunda ushbu ishlarni bajaradilar:

- Amaliy mashg'ulotlarga tayyorgarlik;
- Nazariy tayyorgarlik ko'rish;
- Uy vazifalarni bajarish;
- O'tilgan materiallar mavzularini qaytarish;
- Mustaqil ish uchun mo'ljallangan nazariy bilim mavzularini o'zlashtirish.

Mustaqil ishni tashkil etishda unga mo'ljallangan har bir bo'lim bo'yicha zaruriy adabiyotlar o'rganilishi va shu bo'lim bo'yicha har bir talabaga berilgan vazifaning bajarilishi nazorat qilinadi.

Mustaqil ishda talabalar: amaliy mashg'ulotlarga tayyorlanadi, uy vazifalarini bajarishadi, nazariy bilimlarni mustahkamlaydi, seminar mashg'ulotlarida ma'ruza qilishga tayyorlanadi, mustaqil ish uchun mo'ljallangan nazariy va amaliy bilim mavzularini o'zlashtiradilar.

Mustaqil ish mavzularini o'zlashtirish ta'lim olish jarayonida uzluksiz nazorat qilinadi va yozma hisobot topshiriladi.

Mustaqil ish mavzulari

Har bir bo'lim bo'yicha talabalarga mustaqil ishlashlari uchun vazifalar beriladi. Talabalarning mustaqil ishlari uchun quyidagi mavzular bo'yicha topshiriqlar berish mumkin:

Mustaqil bilim olish (3,4 kurs, kunduzgi bo'lim)

№	Mashg'ulotlar mazmuni	Soat
1	Doiraviy kesim uchun tangensial kuchlanishlar.	2
2	Balkaning salqiligi va ko'ndalang kesimlarning aylanishini analitik usulda aniqlash.	2
3	O'zgaruvchan kesimli balkalar hisobi. Egilishga teng qarshilik ko'rsatuvchi balkalar va ularning profili	4
4	Statil aniqmas balkalar hisobi	4
5	Uchlari turlicha mahkamlangan sterjenlar uchun kritik kuch ifodasi.	4
6	Eyler formulasining tadbiq etish chegarasi	4
7	Eng oddiy tirsakli vallarning hisobi.	4
8	Silindril vint prujinalar hisobi	4
9	Elastik tayanchlarda yotuvchi balkalar	4
10	Umumlashgan koordinatalar va umumlashgan kuchlar.	4
11	Kastelyano teoremasining boshqacha isboti	4
12	Umumlashgan teoremlardan foydalanib balkaning deformatsiyasini aniqlash	4
13	Egri sterjenlar hisobi	6
14	Xususiy hollar uchun neytral qatlamning egrilik radiusini aniqlash	4
15	Ikki sharnirli arkalar hisobi	4
16	Yupqa devorli idishlar va qalin devorli trubalar hisobi	6
17	Elastik sistemaning erkin tebranishiga elastik bo'lmagan qarshiliklarning ta'siri	6
18	Dinamik yuklar ta'sirida materiallarning mustahkamligini tekshirish	6
Jami:		76

Izoh: Mustaqil ta'lim soatlari hajmlaridan kelib chiqqan holda ishchi dasturda mazkur mavzular ichidan mustaqil ta'lim mavzulari shakllantiriladi.

Talabalar mustaqil ta'limining mazmuni va hajmi

№	Mustaqil ta'lim Mavzulari	Berilgan topshiriqlar	Bajar. muddat.	Hajmi (soatda)
I semestr				

1	Statik aniq sterjenlar uchun “Cho’zilish yoki siqilishga” doir topshiriq	Individual topshiriqlarni bajarish	1,2,3,4, 5,6,7, 8,9,10 -haftalar	30
2	Statik aniqmas sterjenlar uchun “Cho’zilish yoki siqilishga” doir topshiriq	Individual topshiriqlarni bajarish	11,12, 13,14,15,16, 17,18,19,20 -haftalar	30
Jami				60
II semestr				
3	Buralishga doir topshiriq	Individual topshiriqlarni bajarish.	20,21,23,24, 25,26,27, – haftalar	20
4	Egilishga doir topshiriq	Individual topshiriqlarni bajarish	28,29,30,31, 32,33 - haftalar	18
5	Ramalarga doir topshiriq	Adabiyotlardan konspekt qilish. Individual topshiriqlarni bajarish	34,35,36,37, 38 -haftalar	14
Jami				54
Hammasi				114

Dasturning informasion-uslubiy ta’minoti

EHM yordamida Analitik geometriya va chiziqli algebra ba’zi masalalarini yechish, chegaraviy masalalarni sonli integrallashda, chekli ayirmalar usuli, variasion usullar, Dirixle prinsipi. Rits usullarini o’rganishda dasturlar to’plami (Maple, MathCad, Mathlab va h.k.) laridan foydalanish. Mavzularni o’zlashtirishda va mustaqil ishlarni bajarishda adabiyotlar ro’yxatida keltirilgan mavjud darsliklar, o’quv qo’llanmalari, elektron adabiyotlar bilan metodik ta’minlanadilar.

Dasturdagi mavzularni o’tishda ta’limning zamonaviy usullardan keng foydalanish, o’quv jarayonini yangi pedagogik texnologiyalar asosida tashkil etish samarali natija beradi. Bu borada zamonaviy pedagogik texnologiyalarning “Aqliy hujum”, «Munozarali dars» usullari hamda mavzularga oid slaydlardan foydalanish nazarda tutiladi.

"Materiallar qarshiligi" fanidan talabalar bilimini reyting tizimi asosida baholash mezonlari.

"Materiallar qarshiligi" fani bo'yicha reyting jadvallari, nazorat turi, shakli, soni hamda har bir nazoratga ajratilgan maksimal ball, shuningdek joriy va oraliq nazoratlarining saralash ballari haqidagi ma'lumotlar fan bo'yicha birinchi mashg'ulotda talabalarga e'lon qilinadi.

Fan bo'yicha talabalarning bilim saviyasi va o'zlashtirish darajasining Davlat ta'lim standartlariga muvofiqligini ta'minlash uchun quyidagi nazorat turlari o'tkaziladi:

- **joriy nazorat (JN)** - talabaning fan mavzulari bo'yicha bilim va amaliy ko'nikma darajasini aniqlash va baholash usuli. Joriy nazorat fanning xususiyatidan kelib chiqqan holda amaliy mashg'ulotlarda og'zaki so'rov, test o'tkazish, suhbat, nazorat ishi, kollektivum, uy vazifalarini tekshirish va shu kabi boshqa shakllarda o'tkazilishi mumkin;

- **oraliq nazorat (ON)** - semestr davomida o'quv dasturining tegishli (fanlarning bir necha mavzularini o'z ichiga olgan) bo'limi tugallangandan keyin talabaning nazariy bilim va amaliy ko'nikma darajasini aniqlash va baholash usuli. Oraliq nazorat bir semestrda ikki marta o'tkaziladi va shakli (yozma, og'zaki, test va hokazo) o'quv faniga ajratilgan umumiy soatlar hajmidan kelib chiqqan holda belgilanadi;

- **yakuniy nazorat (YaN)** - semestr yakunida muayyan fan bo'yicha nazariy bilim va amaliy ko'nikmalarni talabalar tomonidan o'zlashtirish darajasini baholash usuli. Yakuniy nazorat asosan tayanch tushuncha va iboralarga asoslangan "Yozma ish" shaklida o'tkaziladi.

ON o'tkazish jarayoni kafedra mudiri tomonidan tuzilgan komissiya ishtirokida muntazam ravishda o'rganib boriladi va uni o'tkazish tartiblari buzilgan hollarda, **ON** natijalari bekor qilinishi mumkin. Bunday hollarda **ON** qayta o'tkaziladi.

Oliy ta'lim muassasasi rahbarining buyrug'i bilan ichki nazorat va monitoring bo'limi rahbarligida tuzilgan komissiya ishtirokida **YaN** ni o'tkazish jarayoni muntazam ravishda o'rganib boriladi va uni o'tkazish tartiblari buzilgan hollarda, **YaN** natijalari bekor qilinishi mumkin. Bunday hollarda **YaN** qayta o'tkaziladi.

Talabaning bilim saviyasi, ko'nikma va malakalarini nazorat qilishning reyting tizimi asosida talabaning fan bo'yicha o'zlashtirish darajasi ballar orqali ifodalanadi.

"Materiallar qarshiligi" fani bo'yicha talabalarning semestr davomidagi o'zlashtirish ko'rsatkichi 100 ballik tizimda baholanadi.

Ushbu 100 ball baholash turlari bo'yicha quyidagicha taqsimlanadi:

Ya.N.-30 ball, qolgan 70 ball esa J.N.-35 ball va O.N.-35 ball qilib taqsimlanadi.

Ball	Baho	Talabalarning bilim darajasi
------	------	------------------------------

86-100	A'lo	Xulosa va qaror qabul qilish. Ijodiy fikrlay olish. Mustaqil mushohada yurita olish. Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish. Mohiyatini tushuntirish. Bilish, aytib berish. Tasavvurga ega bo'lish.
71-85	Yaxshi	Mustaqil mushohada qilish. Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish. Mohiyatini tushuntirish. Bilish, aytib berish. Tasavvurga ega bo'lish.
55-70	Qoniqarli	Mohiyatini tushuntirish. Bilish, aytib berish Tasavvurga ega bo'lish.
0-54	Qoniqarsiz	Aniq tasavvurga ega bo'lmaslik. Bilmaslik.

- Fan bo'yicha saralash bali 55 ballni tashkil etadi. Talabanning saralash balidan past bo'lgan o'zlashtirishi reyting daftarchasida qayd etilmaydi.

- Talabalarning o'quv fani bo'yicha mustaqil ishi joriy, oraliq va yakuniy nazoratlar jarayonida tegishli topshiriqlarni bajarishi va unga ajratilgan ballardan kelib chiqqan holda baholanadi.

- Talabanning fan bo'yicha reytingi quyidagicha anikdanadi: $R = O \cdot V$ bu yerda: V- semestrda fanga ajratilgan umumiy o'quv yuklamasi (soatlarda); O'-fan bo'yicha o'zlashtirish darajasi (ballarda).

- Fan bo'yicha joriy va oraliq nazoratlarga ajratilgan umumiy ballning 55 foizi saralash ball hisoblanib, ushbu foizdan kam ball to'plagan talaba yakuniy nazoratga kiritilmaydi.

- Joriy **JN** va oraliq **ON** turlari bo'yicha 55 bal va undan yuqori balni to'plagan talaba fanni o'zlashtirgan deb hisoblanadi va ushbu fan bo'yicha yakuniy nazoratga kirmasligiga yo'l qo'yiladi.

- Talabanning semestr davomida fan bo'yicha to'plagan umumiy bali har bir nazorat turidan belgilangan qoidalarga muvofiq to'plagan ballari yig'indisiga teng.

- **ON** va **YaN** turlari kalendar tematik rejaga muvofiq dekanat tomonidan tuzilgan reyting nazorat jadvallari asosida o'tkaziladi. **YaN** semestrning oxirgi 2 haftasi mobaynida o'tkaziladi.

- **JN** va **ON** nazoratlarda saralash balidan kam ball to'plagan va uzrli sabablarga ko'ra nazoratlarda qatnasha olmagan talabaga qayta topshirish uchun, navbatdagi shu nazorat turigacha, so'nggi joriy va oraliq nazoratlar uchun esa yakuniy nazoratgacha bo'lgan muddat beriladi.

- Talabanning semestrda **JN** va **ON** turlari bo'yicha to'plagan ballari ushbu nazorat turlari umumiy balining 55 foizidan kam bo'lsa yoki semestr yakuniy joriy, oraliq va yakuniy nazorat turlari bo'yicha to'plagan ballari yig'indisi 55 balidan kam bo'lsa, u akademik qarzidor deb hisoblanadi.

Talaba nazorat natijalaridan norozi bo'lsa, fan bo'yicha nazorat turi natijalari e'lon qilingan vaqtdan boshlab bir kun mobaynida fakultet dekaniga ariza bilan murojaat etishi mumkin. Bunday holda fakultet dekanining taqdimnomasiga ko'ra rektor buyrug'i bilan 3 (uch) a'zodan kam bo'lmagan tarkibda apellyasiya komissiyasi tashkil etiladi.

- Apellyasiya komissiyasi talabalarning arizalarini ko'rib chiqib, shu kunning o'zida xulosasini bildiradi.

Baholashning o'rnatilgan talablar asosida belgilangan muddatlarda o'tkazilishi hamda rasmiylashtirilishi fakultet dekani, kafedra muduri, o'quv-uslubiy boshqarma hamda ichki nazorat va monitoring bo'limi tomonidan nazorat qilinadi.

Talabalar ON dan to'playdigan ballarning namunaviy mezonlari

№	Ko'rsatkichlar	ON ballari		
		maks	1-ON	2-ON
1	Darslarga qatnashganlik darajasi. Ma'ruza darslaridagi faolligi, konspekt daftarlarining yuritilishi va to'liqligi.	15	0-7	0-8
2	Talabalarning mustaqil ta'lim topshiriqlarini o'z vaqtida va sifatli bajarishi va o'zlashtirish.	10	0-5	0-5
3	Og'zaki savol-javoblar, kollokvium va boshqa nazorat turlari natijalari bo'yicha	10	0-5	0-5
Jami ON ballari		35	0-17	0-18

Talabalar JN dan to'playdigan ballarning namunaviy mezonlari

№	Ko'rsatkichlar	JN ballari		
		Maks	1-JN	2-JN
1	Darslarga qatnashganlik va o'zlashtirishi darajasi. Amaliy mashg'ulotlardagi faolligi, amaliy mashg'ulot daftarlarining yuritilishi va holati	15	0-8	0-7
2	Mustaqil ta'lim topshiriqlarining o'z vaqtida va sifatli bajarilishi. Mavzular bo'yicha uy vazifalarini bajarilish va o'zlashtirishi darajasi.	10	0-5	0-5
3	Yozma nazorat ishi yoki test savollariga berilgan javoblar	10	0-5	0-5
Jami JN ballari		35	0-18	0-17

Yakuniy nazorat "Yozma ish" shaklida belgilangan bo'lsa, u holda yakuniy nazorat 30 ballik "Yozma ish" variantlari asosida o'tkaziladi.

Agar yakuniy nazorat markazlashgan test asosida tashkil etilgan bo'lib fan bo'yicha yakuniy nazorat "Yozma ish" shaklida belgilangan bo'lsa, u holda yakuniy nazorat quyidagi jadval asosida amalga oshiriladi

№	Ko'rsatkichlar	YaN ballari	
		Maks	O'zgarish oralig'i
1	Fan bo'yicha yakuniy yozma ish nazorati	6	0-6
2	Fan bo'yicha yakuniy test nazorati	24	0-24
Jami		30	0-30

Yakuniy nazoratda "Yozma ish"larni baholash mezonlari

Yakuniy nazorat "Yozma ish" shaklida amalga oshirilganda, sinov ko'p variantli usulda o'tkaziladi. Har bir variant 2 ta nazariy savol va 3 ta amaliy topshiriqdan iborat. Nazariy savollar fan bo'yicha tayanch so'z va iboralar asosida tuzilgan bo'lib, fanning barcha mavzularini o'z ichiga qamrab olgan.

Har bir nazariy savolga yozilgan javoblar bo'yicha o'zlashtirish ko'rsatkichi 0-3 ball oralig'ida baholanadi. Amaliy topshiriq esa 0-6 ball oralig'ida baholanadi. Talaba maksimal 30 ball to'plashi mumkin.

Yozma sinov bo'yicha umumiy o'zlashtirish ko'rsatkichini aniqlash uchun variantda berilgan savollarning har biri uchun yozilgan javoblarga qo'yilgan o'zlashtirish ballari qo'shiladi va yig'indi talabaning yakuniy nazorat bo'yicha o'zlashtirish bali hisoblanadi.

Tavsiya etilgan adabiyotlar ro'yxati

Foydalaniladigan asosiy darslik va o'quv qo'llanmalar ro'yxati

Asosiy

1. Ўрозбоев М.Т. Материаллар қаршилиги асосий курси.-Тошкент: Ўқитувчи, 1973.
2. Беляев Н.С. Сопротивление материалов.-Москва: Наука, 1976.
3. Роботнов Ю.Н. Сопротивление материалов.-Москва: Физматгиз, 1962.
4. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов. Миролубов И.И. и др.-Москва: Высшая школа, 1976.
5. Дарков А.Б., Шпиро Т.С. Сопротивление материалов М.-1989 г.

Qo'shimcha

1. Ўрозбоев М.Т. Материаллар қаршилиги I ва II қисм.-Тошкент: Ўрта ва олий мактаб, 1960.

2. Мансуров К.М. Материаллар қаршилиги.-Тошкент: Ўқитувчи, 1969.
3. Федосьев В.И. Сопротивление материалов.-Москва: Наука, 1986.
4. Сборник задач по сопротивлению материалов. Под ред. Вольмира А.С.- Москва: Наука, 1984.
5. Йулдошбеков С.А. Материаллар қаршилиги. - Тошкент: уқитувчи, 1995.
6. Корабоев Б.К., Лексашев Ю. Материаллар қаршилигидан қисқача курс Т.Ўзбекистон нашри 1998 й.

Mexanika kafedrası dotsenti
Berdiyev Shavkat Davronovichning
Materiallar qarshiligi fanidan 2013-2014 o'quv yili uchun
KALENDAR ISH REJASI

t/r	Mavzu	soat	O'tkazi sh Sanasi	Ijro belgisi	Izoh
1	Materiallar qarshiligining asosiy tushunchalari (4soat)				
1.1	Materiallar qarshiligi fanining asosiy tushunchalari. Hisoblash modeli. Tashqi va ichki kuchlar. Kesish usuli	2			
1.2	Kuchlanish va deformatsiyalar. Materiallar qarshiligi masalalarini yechish tartibi	2			
2	Prizmatik sterjenlarning cho'zilishi va siqilishi (6 soat)				
2.1	Bo'ylama kuchlar. Cho'ziluvchi (siqiluvchi) sterjen ko'ndalang kesimidagi kuchlanishlarni hisoblash tenglamalari.	2			
2.2	Cho'ziluvchi (siqiluvchi) prizmatik sterjenning bo'ylama va ko'ndalang deformatsiyalari. Guk qonuni	2			
2.3	Statik aniqmas masalalar. Ruxsat etilgan yukka muvofiq hisoblash. Ko'ndalang kesimni tanlash	2			
3	Kuchlanishlar tahlili (4 soat)				
3.1	Qiya kesimlardagi kuchlanishlar. Tekis kuchlanganlik holati. Mor usuli.	1			
3.2	Bosh yuzalar va bosh kuchlanishlar. Fazoviy kuchlanganlik holati. Kuchlanish holatining turlari. Umumlashgan Guk qonuni	1			
3.3	Cho'zilishdagi va siqilishdagi sterjenlarning ko'ndalang deformatsiyalari. Puasson koeffitsienti. Deformatsiyaning potensial energiyasi	2			
4	Sof siljish (4 soat)				
4.1	Sof siljish uchun Guk qonuni. Sof siljishdagi deformatsiya	2			
4.2	Siljishga ishlovchi qurilma elementlari hisobi	2			
5	Bo'ralish (4 soat).				

5.1	Doiraviy kesimli stergenning buralishi. Qutb inersiya momenti va qarshilik momenti. Buralishdagi deformatsiya.	1			
5.2	Bo'rovchi moment va kesib o'tuvchi kuch. Buralishdagi kuchlanishlar	1			
5.3	Tangensial kuchlanishlarning formulasi. Mustahkamlikka hisoblash. Bo'ralishdagi deformatsiyani aniqlash	2			
6	Mustahkamlik nazariyasi (4 soat)				
6.1	Klassik nazariya. Energetik nazariya	2			
6.2	Murakkab kuchlanish holatidagi jismlarning mustahkamligini turli mustahkamlik nazariyalari asosida tekshirish	2			
7	Egilish (4 soat).				
7.1	Ko'ndalang egilish. Tayanchlar va ularning reaksiyalari. Eguvchi moment va kesib o'tuvchi kuch.	1			
7.2	Asosiy hisoblash sxemalari. Ichki zuriqishlar.	1			
7.3	Egilishdagi kuchlanishlarni aniqlash. Sof egilish.	1			
7.4	Sof egilishdagi normal kuchlanishlar. Elastik chiziqning universal tenglamasi.	1			
8	Balkalarning egilishdagi deformatsiyalari (4 soat)				
8.1	Balkaning salqiligini va ko'ndalang kesimlarining aylanishi. Egilgan o'qning differensial tenglamasini integrallash	2			
8.2	Balkaning deformatsiyalarini aniqlashda grafoanalitik usul	2			
9	Statik aniqmas balkalar hisobi (4 soat)				
9.1	Ortiqcha bog'lanishlar. Ortiqcha noma'lumlarni aniqlash. Uch tayanchda yotuvchi balkalar	2			
9.2	Konstruksiya elementlari hisobi. Kritik kuch. Eyler formulasi	2			
10	Konstruksiya elementlarining ustuvorligi (4 soat)				
10.1	Ustivor va ustivor bo'lmagan muvozanatlar. Kritik kuch	2			
10.2	Eyler formulasi va uning tatbiq etish chegarasi. Siqilgan sterjenlarning ustivor muvozanatini tekshirish	2			
11	Materiallar qarshiligining umumiy teoremlari				

	(4 soat)				
11.1	Deformatsiyaning potentsial energiyasi. Kastel'vano teoremasi va uning tadbiqu.	2			
11.2	Ko'chishlarni aniqlashda Mor usuli. Vereshagin qoidasi	2			
12	Murakkab qarshilik (4 soat)				
12.1	Qiyshiq egilish	1			
12.2	Cho'zilish bilan egilishning birga ta'siri	1			
12.3	Buralish bilan egilishning birgalikdagi ta'siri	2			

TA'LIM TEXNOLOGIYALARI

**«MATERIALLAR QARSHILIGI»
FANI BO'YICHA TA'LIM TEXNOLOGIYASI**

**«MATERIALLAR QARSHILIGI» FANI BO'YICHA TA'LIM TEXNOLOGIYASINING KONSEPTUAL
ASOSLARI**

MA'RUZA

AMALIYOT

TAJRIBA

MASHG'ULOTLARDA O'QITISH TEXNOLOGIYALARI

KLASTER TEXNOLOGIYALARI

KUTISH YO'LDOSHI TEXNOLOGIYASI

INSERT TEXNOLOGIYASI

BBB TEXNOLOGIYASI

BUMERING TEXNOLOGIYASI

ZIGZAG TEXNOLOGIYASI

CHARXPALAK USULI

BLITS-SO'ROV USULI

GURUHLARDA ISHLASH USULI

AQLIY HUKUM USULI

1- MA'RUZA	«Materiallar qarshiligi fani. Fan rivojlanishining qisqacha tarixi. Hisob sxemasi. Kuchlarni tasniflash»
------------	---

<i>O'quv soati – 2 soat</i>	Talabalar soni: 40-50 ta
<i>O'quv mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza (ma'ruzali dars)
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Materiallar qarshiligi fanining rivojlanishi tarixi. 2. Materiallar qarshiligi fani. Asosiy tushunchalar va ta'riflar. 3. Qurilmalar qismlarining hisob sxemalari. 4. Ichki va tashqi kuchlarni tasniflash. 5. Kesish usuli. Deformatsiya va surilishlar.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> Materiallar qarshiligi fani. Materiallar qarshiligi rivojlanishining qisqacha tarixi, hisob sxemasi, kuchlarni tasniflash.	
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
• Kirish.	Fanning ahamiyati va mohiyatini tushunadi
• Mexanikaning asosiy tushunchalari va ta'riflari • Ichki va tashqi kuchlar haqida tushuncha beradi • Kesish usuli va uning mohiyatini yoritadi • Deformatsiya va uning turlari haqida tushuncha beradi	Materiallar qarshiligi asosiy tushunchalari va ta'riflarini yodlaydi, eslab qoladi, tasavvurga ega bo'ladi.
O'qitish vositalari	O'UM, ma'ruza matni, rasmlar, plakatlar, doska
O'qitish usullari	Axborotli ma'ruza, blis-so'rov, texnika-insert
O'qitish shakllari	Frontal, kollektiv ish
O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruxlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya.
Monitoring va baholash	og'zaki savollar, blis-so'rov

**1.1 . «Materiallar qarshiligi fani. Fan rivojlanishining qisqacha tarixi.
Hisob sxemasi. Kuchlarni tasniflash» mavzusining texnologik xaritasi**

Ish bosqich-lari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Mavzuga kirish (20 min)	1.1. O'quv mashg'uloti mavzusi, rejasi, pedagogning vazifasi va talabani o'quv faoliyati natijalarini aytadi. 1.2. Baxolash mezonlari (1 – ilova). 1.3. Mavzuni jonlashtirish uchun «Blis-so'rov» savollarini beradi. Blis-so'rov usulida natijasiga ko'ra tinglovchilarning nimalarda adashishlari, xato qilishlari mumkinligining tashxizini amalga oshiradi (2-ilova). 1.4. Texnika-insert usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi. (3-ilova).	Tinglaydilar. Yozib oladilar. Tinglaydilar. Yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar.
2 -bosqich. Asosiy bo'lim (50 min)	2.1. Savol yuzasidan ma'ruza qiladi. 2.2.Ma'ruza rejasining hamma savollar bo'yicha tushuncha beradi. (4 - ilova). 2.2. Ma'ruzada berilgan savollar yuzasidan umumlashtiruvchi xulosa beradi. (5 - ilova). 2.4.Tayanch iboralarga qaytiladi. 2.5. Talabalar ishtirokida ular yana bir bor takrorlanadi.	Tinglaydilar. Javob beradilar Yozadilar. UMKga qaraydilar Har bir tayanch tushuncha va iboralarni muhokama qiladilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1. Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar qiladi. Mavzu bo'yicha olingan bilimlarni qayerda ishlatish mumkinligi ma'lum qiladi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. 3.3. Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi.	Savollar beradilar. UMKga qaraydilar. UMKga qaraydilar. Uy vazifalarini yozib oladilar

2- MA'RUZA	CHO'ZILISH VA SIQILISH
------------	-------------------------------

2.1. «Cho'zilish va siqilish» mavzusining texnologik modeli

<i>O'quv soati – 2 soat</i>	Talabalar soni: 40-50 ta
<i>O'quv mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza (ma'ruzali dars)
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Kuchlanish va deformatsiyalar 2. Guk qonuni 3. Puasson koeffitsiyenti 4. Jism hajmining o'zgarishi

5. Mustahkamlik va bikirlik shartlari	
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> Kuchlanish va deformatsiyalarni aniqlash. Ular orasidagi munosabatlarni bog'lash. Ko'ndalang va buylama deformatsiyalar. Materiallar qarshiligi faning mustahkamlik va bikirlik shartlari.	
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
• Deformatsiyalarning turlarini tushintirish • Kuchlanish va deformatsiya orasidagi bog'liqlikni chiqarish. • Ko'ndalang va buylama deformatsiyalarni keltirib chiqarish, Puasson koeffitsiyenti. • Jism hajminig o'zgarishini tushintirish • Mustahkamlik va bikirlik shartlarini tushintiradi	• Deformatsiyalarning turlarini urganadi • Kuchlanish va deformatsiya orasidagi munosabatni tushunadi. • Mustahkamlik va bikirlik shartlarini urganadi • Puasson koeffitsiyenti $0 < \nu < 0.5$ oraliqda ekanligini yodda saqlaydi. • Mustahkamlik va bikirlik shartlarini yodda saqlaydi
O'qitish vositalari	O'UM, ma'ruza matni, rasmlar, plakatlar, doska
O'qitish usullari	Axborotli ma'ruza, blis-so'rov, texnika-insert
O'qitish shakllari	Frontal, kollektiv ish
O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruxlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya.
Monitoring va baholash	og'zaki savollar, blis-so'rov

3.1. «Cho'zilish va siqilish» mavzusining texnologik xaritasi

Ish bosqich-lari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Mavzuga kirish (20 min)	1.5. O'quv mashg'uloti mavzusi, rejasi, pedagogning vazifasi va talabaning o'quv faoliyati natijalarini aytadi. 1.6. Baxolash mezonlari (1 – ilova). 1.7. Mavzuni jonlashtirish uchun «Blis-so'rov» savollarini beradi. Blis-so'rov usulida natijasiga ko'ra tinglovchilarning nimalarda adashishlari, xato qilishlari mumkinligining tashxizini amalga oshiradi (2-ilova). 1.8. Texnika-insert usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi. (3-ilova).	Tinglaydilar. Yozib oladilar. Tinglaydilar. Yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar.
2 -bosqich. Asosiy bo'lim (50 min)	2.1. Savol yuzasidan ma'ruza qiladi. 2.2.Ma'ruza rejasining hamma savollar bo'yicha tushuncha beradi. (4 - ilova). 2.2. Ma'ruzada berilgan savollar yuzasidan umumlashtiruvchi xulosa beradi. (5 - ilova). 2.4.Tayanch iboralarga qaytiladi. 2.5. Talabalar ishtirokida ular yana bir bor takrorlanadi.	Tinglaydilar. Javob beradilar Yozadilar. UMKga qaraydilar Har bir tayanch tushuncha va iboralarni muhokama qiladilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1. Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar qiladi. Mavzu bo'yicha olingan bilimlarni qayerda ishlatish mumkinligi ma'lum qiladi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. 3.3. Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi.	Savollar beradilar. UMKga qaraydilar. UMKga qaraydilar. Uy vazifalarini yozib oladilar
3- MA'RUZA		CHO'ZILISH VA SIQILISHNING STATIK ANIQMAS HOLLARI

3.1. «Cho'zilish va siqilishning statik aniqmas hollari» mavzusining texnologik modeli

O'quv soati – 2 soat	Talabalar soni: 40-50 ta
O'quv mashg'ulot shakli	Ma'ruza (ma'ruzali dars)
Ma'ruza rejasi	1. Statik aniqmaslik. 2. Statik aniqmas masalalar
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Kuchlanish va deformatsiyalarni aniqlash. Ular orasidagi munosabatlarni bog'lash. Ko'ndalang va buylama deformatsiyalar. Materiallar qarshiligi faning mustahkamlik va bikirlik shartlari. Statik aniqmaslik.	
Pedagogik vazifalar:	O'quv faoliyati natijalari:

• Statik aniqmaslik haqida tushuntiradi. • Statik aniqmas masalani tusuntiradi • Statik aniqmas tizimlarga oid masala yechib ko'rsatiladi. • Birk maxkamlanish haqida tushuntiradi, tayanchlarni aytadi	• Muvozanat tenglamalarini qullashni urganadi • Deformatsiyalarning turlarini urganadi • Kuchlanish va deformatsiya orasidagi munosabatni tushunadi. • Statik aniqmaslikni tushunadi • Statik aniqmaslik darajasini biladi
O'qitish vositalari	O'UM, ma'ruza matni, rasmlar, plakatlar, doska
O'qitish usullari	Axborotli ma'ruza, blis-so'rov, texnika-insert
O'qitish shakllari	Frontal, kollektiv ish
O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruxlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya.
Monitoring va baholash	og'zaki savollar, blis-so'rov

3.2. «Cho'zilish va siqilishning statik aniqmas hollari» mavzusining texnologik xaritasi

Ish bosqich-lari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Mavzuga kirish (20 min)	1.9. O'quv mashg'uloti mavzusi, rejasi, pedagogning vazifasi va talabning o'quv faoliyati natijalarini aytadi. 1.10. Baxolash mezonlari (1 – ilova). 1.11. Mavzuni jonlashtirish uchun «Blis-so'rov» savollarini beradi. Blis-so'rov usulida natijasiga ko'ra tinglovchilarning nimalarda adashishlari, xato qilishlari mumkinligining tashxizini amalga oshiradi (2-ilova). 1.12. Texnika-insert usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi. (3-ilova).	Tinglaydilar. Yozib oladilar. Tinglaydilar. Yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar.
2 -bosqich. Asosiy bo'lim (50 min)	2.1. Savol yuzasidan ma'ruza qiladi. 2.2.Ma'ruza rejasining hamma savollar bo'yicha tushuncha beradi. (4 - ilova). 2.2. Ma'ruzada berilgan savollar yuzasidan umumlashtiruvchi xulosa beradi. (5 - ilova). 2.4.Tayanch iboralarga qaytiladi. 2.5. Talabalar ishtirokida ular yana bir bor takrorlanadi.	Tinglaydilar. Javob beradilar Yozadilar. UMKga qaraydilar Har bir tayanch tushuncha va iboralarni muhokama qiladilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1. Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar qiladi. Mavzu bo'yicha olingan bilimlarni qayerda ishlatish mumkinligi ma'lum qiladi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. 3.3. Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi.	Savollar beradilar. UMKga qaraydilar. UMKga qaraydilar. Uy vazifalarini yozib oladilar

4- MA'RUZA	Tekis kesimlarning geometrik xarakteristikalar.
------------	--

4.1. «Tekis kesimlarning geometrik xarakteristikalar» mavzusining texnologik modeli

<i>O'quv soati – 2 soat</i>	Talabalar soni: 40-50 ta
<i>O'quv mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza (ma'ruzali dars)
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Umumiy tushunchalar. 2. Kesimning statik momenti
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> Kesimdagi kuchlanish va deformatsiyalarni aniqlash. Ular orasidagi munosabatlarni bog'lash. Ko'ndalang va buylama deformatsiyalarni aniqlash. Statik momentni aniqlash. Jismlarning og'irlik markazlarini aniqlash	
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
- Geometrik xarakteristika haqida ma'lumot beradi - Kesimning o'qqa nisbatan statik momentini beradi - Jismlarning og'irlik markazlarini aniqlashni tushuntiradi - Inertsia momentini tushuntiradi	- Jismlarning geometric xarakteristikalarini urganadi - Statik momentni eslab qoladi - Inertsia momentini tushunadi - Jismlarning og'irlik markazlarini aniqlashni urganadi
O'qitish vositalari	O'UM, ma'ruza matni, rasmlar, plakatlar, doska
O'qitish usullari	Axborotli ma'ruza, blis-so'rov, texnika-insert
O'qitish shakllari	Frontal, kollektiv ish
O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruxlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya.
Monitoring va baholash	og'zaki savollar, blis-so'rov

4.2. «Tekis kesimlarning geometrik xarakteristikalar» mavzusining texnologik xaritasi

Ish bosqich-lari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Mavzuga kirish (20 min)	1.13. O'quv mashg'uloti mavzusi, rejasi, pedagogning vazifasi va talabning o'quv faoliyati natijalarini aytadi. 1.14. Baxolash mezonlari (1 – ilova). 1.15. Mavzuni jonlashtirish uchun «Blis-so'rov» savollarini beradi. Blis-so'rov usulida natijasiga ko'ra tinglovchilarning nimalarda adashishlari, xato qilishlari mumkinligining tashxizini amalga oshiradi (2-ilova). 1.16. Texnika-insert usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi. (3-ilova).	Tinglaydilar. Yozib oladilar. Tinglaydilar. Yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar.

2 -bosqich. Asosiy bo'lim (50 min)	2.1. Savol yuzasidan ma'ruza qiladi. 2.2.Ma'ruza rejasining hamma savollar bo'yicha tushuncha beradi. (4 - ilova). 2.2. Ma'ruzada berilgan savollar yuzasidan umumlashtiruvchi xulosa beradi. (5 - ilova). 2.4.Tayanch iboralarga qaytiladi. 2.5. Talabalar ishtirokida ular yana bir bor takrorlanadi.	Tinglaydilar. Javob beradilar Yozadilar. UMKga qaraydilar Har bir tayanch tushuncha va iboralarni muhokama qiladilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1. Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar qiladi. Mavzu bo'yicha olingan bilimlarni qayerda ishlatish mumkinligi ma'lum qiladi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. 3.3. Keyingi mazvu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi.	Savollar beradilar. UMKga qaraydilar. UMKga qaraydilar. Uy vazifalarini yozib oladilar

5- MA'RUZA	ZO'RIQQAN HOLAT DIAGRAMMASI
------------	------------------------------------

5.1. «Zo'riqqan holat diagrammasi» mavzusining texnologik modeli

O'quv soati – 2 soat		Talabalar soni: 40-50 ta
O'quv mashg'ulot shakli		Ma'ruza (ma'ruzali dars)
Ma'ruza rejas	1. Chiziqli zo'riqish holatida qiya yuzachalar bo'yicha kuchlanishlar. 2. Tekis kuchlanganlik holatida qiya tekisliklar bo'yicha kuchlanishlar. 3. Hajmiy zo'riqqan holatdagi qiya yuzachalar bo'yicha kuchlanishlar. 4. Hajmiy va tekis zo'riqish holatidagi deformatsiyalar va kuchlanishlar orasidagi bog'liqlik.	
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Qiya kesimlardagi kuchlanish va deformatsiyalarni aniqlash. Ular orasidagi munosabatlarni bog'lash. Chiziqli, tekis va hahmiy kuchlanganlik holatidagi qiya kesimlardagi kuchlanishlar aniqlanadi. Hajmiy va tekis zo'riqish holatidagi deformatsiyalar va kuchlanishlar orasidagi bog'liqlilik aniqlanadi.		
Pedagogik vazifalar:		O'quv faoliyati natijalari:
• Qiya kesimlardagi kuchlanish va deformatsiyalarni aniqlashni urgatadi • Chiziql kuchlanganlik holati uchun qiya tekisliklar bo'yicha kuchlanishlar keltirib chiqariladi • Hahmiy kuchlanganlik holatidagi qiya kesimlardagi kuchlanishlar aniqlanadi. • Hajmiy va tekis zo'riqish holatidagi deformatsiyalar va kuchlanishlar orasidagi bog'liqlilik aniqlanadi.		• Qiya kesimlardagi kuchlanish va deformatsiyalarni urganadi • Chiziql kuchlanganlik holati uchun qiya tekisliklar bo'yicha kuchlanishlarni urganadi • Hahmiy kuchlanganlik holatidagi qiya kesimlardagi kuchlanishlarni urganadi • Hajmiy zo'riqish holatidagi deformatsiyalar va kuchlanishlar orasidagi bog'liqliligi biladi.

O'qitish vositalari	O'UM, ma'ruza matni, rasmlar, plakatlar, doska
O'qitish usullari	Axborotli ma'ruza, blis-so'rov, texnika-insert
O'qitish shakllari	Frontal, kollektiv ish
O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruxlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya.
Monitoring va baholash	og'zaki savollar, blis-so'rov

5.2. «Zo'riqqan holat diagrammasi» mavzusining texnologik xaritasi

Ish bosqich-lari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Mavzuga kirish (20 min)	1.17. O'quv mashg'uloti mavzusi, rejasi, pedagogning vazifasi va talabning o'quv faoliyati natijalarini aytadi. 1.18. Baxolash mezonlari (1 – ilova). 1.19. Mavzuni jonlashtirish uchun «Blis-so'rov» savollarini beradi. Blis-so'rov usulida natijasiga ko'ra tinglovchilarning nimalarda adashishlari, xato qilishlari mumkinligining tashxizini amalga oshiradi (2-ilova). 1.20. Texnika-insert usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi. (3-ilova).	Tinglaydilar. Yozib oladilar. Tinglaydilar. Yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar.
2 -bosqich. Asosiy bo'lim (50 min)	2.1. Savol yuzasidan ma'ruza qiladi. 2.2.Ma'ruza rejasining hamma savollar bo'yicha tushuncha beradi. (4 - ilova). 2.2. Ma'ruzada berilgan savollar yuzasidan umumlalashtiruvchi xulosa beradi. (5 - ilova). 2.4.Tayanch iboralarga qaytiladi. 2.5. Talabalar ishtirokida ular yana bir bor takrorlanadi.	Tinglaydilar. Javob beradilar Yozadilar. UMKga qaraydilar Har bir tayanch tushuncha va iboralarni muhokama qiladilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	a. Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar qiladi. Mavzu bo'yicha olingan bilimlarni qayerda ishlatish mumkinligi ma'lum qiladi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. 3.3. Keyingi mazvu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi.	Savollar beradilar. UMKga qaraydilar. UMKga qaraydilar. Uy vazifalarini yozib oladilar

**"MATERIALLAR QARSHILIGI" O'QUV MASHG'ULOTIDA TA'LIM
TEXNOLOGIYASI MODEL.**

MA'RUZA

MAVZU-6 : EGILISH.

Vaqt: 2 soat	Talabalar soni 75 ta
<i>O'quv mashg'ulotining shakli va turi</i>	Ma'ruza
<i>Ma'ruza rejasi:</i>	1. Umumiy tushunchalar va to'sin tayanchlarining turlari 2. To'sinlardagi zo'riqish kuchlarini aniqlash 3. Sof egilish va normal kuchlanishni aniqlash 4. To'sinlarning normal kuchlanish bo'yicha mustahkamligini tekshirish
<i>O'quv mashg'ulotning maqsadi:</i>	Talabalarda Balka tayanchlarining xillari va tayanch reaksiyalarini aniqlash tadbirini o'rganishni shakllantirish.
Pedagogik vazifalar: - Mavzu bilan tanishtirish - Umumiy tushunchalar - Balka tayanchlarining xillari va tayanch reaksiyalarini aniqlash - Balka kundalang kesimida hosil bo'ladigan zo'riqish kuchlarini aniqlash. Eguvchi moment, kesuvchi kuch epyuralari.	O'quv faoliyati natijalari. Balka kundalang kesimida hosil bo'ladigan zo'riqish kuchlarini aniqlash. Eguvchi moment, kesuvchi kuch epyuralari. Sof egilish va normal kuchlanishni aniqlash. Olgan tushunchalari bo'yicha talabalardagi ko'nikmalar shakllantiriladi.
<i>Ta'lim usullari</i>	<i>Ma'ruza, aqliy xujum, muammoli vaziyatlar</i>
<i>Ta'lim shakli</i>	<i>Guruhlarda ishlash</i>
<i>Ta'lim vositalari</i>	<i>Ma'ruza matni, texnik vositalar, plakatlar</i>
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	<i>Texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shakllarda ishlashga mo'ljallangan xonalar, loybaratoriya xonalari.</i>
<i>Monitoring va baxolash.</i>	<i>Og'zaki so'rov: tezkor-so'rov kompyuterda test echish, loybaratoriya o'tkazish</i>

Ma'ruzaning texnologik kartasi

Bosqichlar, vaqt	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchining	Talabalar
1-bosqich Kirish (10 daq.)	1.1. Ekranga egilishda «To'sin» (balka)larda hosil bo'ladigan ichki kuchlar sxematik tasvirlanadi. 1.2. Mavzu e'lon qilinadi. Uning maqsadi tushuntiriladi va o'quv mashg'ulotining rejasi bilan tanishtiriladi. 1.3. Mavzu bo'yicha tarqatilgan materiallar bilan mustaqil tanishilgandan so'ng talabalarda qanday savollar tug'ilganligini aniqlash.	1.1. Tinglaydilar, savollar beradilar, yozadilar.
2-bosqich Asosiy (60 daq.)	2.1. Mavzu bo'yicha materiallarni tarqatadi va tanishishni taklif etadi. Reja va kalit so'zlar mohiyatini tushuntiradi. 2.2. Umumiy tushunchalar va to'sin tayanchlarining turlari. 2.3. To'sinlardagi zo'riqish kuchlarini aniqlash. 2.4. Sof egilish va normal kuchlanishni aniqlash. 2.5. To'sinlarning normal kuchlanish bo'yicha mustahkamligini tekshirish 2.6. Ekranga "Sof egilishga doir masalalar" chiqariladi va u bilan tanishtiriladi 2.7. Mavzuni mohiyatini slaydlar orqali namoyish etiladi va sharhlab boriladi.	2.1. O'qiydilar 2.2. Tinglaydilar va savollarga javob beradilar 2.3. Tinglaydilar, jadval va sxemalarni o'z daftarlariga ko'chiradilar
3-bosqich Yakunlash (10 daq.)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida, yo'naltiruvchi savollar beradi. 3.2. Olingan bilimlarini mustahkamlash maqsadida og'zaki test o'tkaziladi. 3.3. Mustaqil ishlash ushun vazifalar beriladi.	3.1. Savollar berishadi. 3.2. Savollarga javob beradilar 3.3. Uyga berilgan vazifalarni yozib oladilar

**"MATERIALLAR QARSHILIGI" O'QUV MASHG'ULOTIDA TA'LIM
TEKNOLOGIYASI MODEL**

MA'RUZA

MAVZU-7 : EGILISH

Vaqt 2 soat	Talabalar soni 75 ta
<i>O'quv mashg'ulotining shakli va turi</i>	Ma'ruza
<i>O'quv mashg'ulotning maqsadi:</i>	1. Ko'ndalang egilishdagi urinma kuchlanishni aniqlash 2. To'sinlarning mustahkamligini urinma kuchlanishga nisbatan tekshirish 3. Egilishdagi potensial energiya
<i>O'quv mashg'ulotning maqsadi:</i>	Talabalarda ko'ndalang egilishdagi urinma kuchlanishni aniqlashni o'rganishni shakllantirish.
Pedagogik vazifalar: - Mavzu bilan tanishtirish - Umumiy tushunchalar - Ko'ndalang egilishdagi urinma kuchlanishni aniqlash - To'sinlarning mustahkamligini urinma kuchlanishga nisbatan tekshirish - Egilishdagi potensial energiya.	O'quv faoliyati natijalari. To'sinlarning mustahkamligini urinma kuchlanishga nisbatan tekshirish. Ko'ndalang egilishdagi urinma kuchlanishni aniqlash. Olgan tushunchalari bo'yicha talabalardagi ko'nikmalar shakllantiriladi.
<i>Ta'lim usullari</i>	<i>Ma'ruza, aqliy xujum, muammoli vaziyatlar</i>
<i>Ta'lim shakli</i>	<i>Guruhlarda ishlash</i>
<i>Ta'lim vositalari</i>	<i>Ma'ruza matni, texnik vositalar, plakatlar</i>
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	<i>Texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shakllarda ishlashga mo'ljallangan xonalar, laboratoriya xonalari.</i>
<i>Monitoring va baxolash.</i>	<i>Og'zaki so'rov: tezkor-so'rov kompyuterda test echish, laboratoriya o'tkazish</i>

Ma'ruzaning texnologik kartasi

Bosqichlar, vaqt	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchining	Talabalar
1-bosqich Kirish (10 daq.)	1.1. Ekranga ko'ndalang egilishda «To'sin» (balka)lardagi urinma kuchlanish sxematik tasvirlanadi. 1.2. Mavzu e'lon qilinadi. Uning maqsadi tushuntiriladi va o'quv mashg'ulotining rejasi bilan tanishtiriladi. 1.3. Mavzu bo'yicha tarqatilgan materiallar bilan mustaqil tanishilgandan so'ng talabalarda qanday savollar tug'ilganligini aniqlash.	1.1. Tinglaydilar, savollar beradilar, yozadilar.
2-bosqich Asosiy (60 daq.)	2.1. Mavzu bo'yicha materiallarni tarqatadi va tanishishni taklif etadi. Reja va kalit so'zlar mohiyatini tushuntiradi. 2.2. Ko'ndalang egilishdagi urinma kuchlanishni aniqlash. 2.3. To'sinlarning mustahkamligini urinma kuchlanishga nisbatan tekshirish. 2.4. Egilishdagi potensial energiya. 2.5. Ekranga "Ko'ndalang egilishga doir masalalar" chiqariladi va u bilan tanishtiriladi 2.6. Mavzuni mohiyatini slaydlar orqali namoyish etiladi va sharhlab boriladi.	2.1. O'qiydilar 2.2. Tinglaydilar va savollarga javob beradilar 2.3. Tinglaydilar, jadval va sxemalarni o'z daftarlariga ko'chiradilar
3-bosqich Yakunlash (10 daq.)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida, yo'naltiruvchi savollar beradi. 3.2. Olingan bilimlarini mustahkamlash maqsadida og'zaki test o'tkaziladi. 3.3. Mustaqil ishlash ushuncha vazifalar beriladi.	3.1. Savollar berishadi. 3.2. Savollarga javob beradilar 3.3. Uyga berilgan vazifalarni yozib oladilar

**"MATERIALLAR QARSHILIGI" O'QUV MASHG'ULOTIDA TA'LIM
TEKNOLOGIYASI MODEL**

MA'RUZA MAVZU-8: EGILISH

Vaqt 2 soat	Talabalar soni 75 ta
<i>O'quv mashg'ulotining shakli va turi</i>	Ma'ruza
<i>O'quv mashg'ulotning maqsadi:</i>	1. To'sinlarning salqiligi va kesimlarning og'ish burchagi 2. Egilgan o'qning taqribiy differensial tenglamasi 3. Egilishdagi potensial energiya
<i>O'quv mashg'ulotning maqsadi:</i>	Talabalarda to'sinlarning egilishdagi deformatsiyalarini va statik aniqmas to'sinlar aniqlashni o'rganishni shakllantirish.
Pedagogik vazifalar: - Mavzu bilan tanishtirish - Umumiy tushunchalar - To'sinlarning salqiligi va kesimlarning og'ish burchagi - Egilgan o'qning taqribiy differensial tenglamasi - Universal tenglama yordamida statik aniqmaslikni ochish	O'quv faoliyati natijalari, aniqlash. To'sinlarning egilishdagi deformatsiyalarini aniqlash. Statik aniqmas to'sinlar. Olgan tushunchalari bo'yicha talabalardagi ko'rikmalar shakllantiriladi.
<i>Ta'lim usullari</i>	<i>Ma'ruza, aqliy xujum, muammoli vaziyatlar</i>
<i>Ta'lim shakli</i>	<i>Guruhlarda ishlash</i>
<i>Ta'lim vositalari</i>	<i>Ma'ruza matni, texnik vositalar, plakatlar</i>
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	<i>Texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shakllarda ishlashga mo'ljallangan xonalar, laboratoriya xonalari.</i>
<i>Monitoring va baxolash.</i>	<i>Og'zaki so'rov: tezkor-so'rov kompyuterda test echish, laboratoriya o'tkazish</i>

Ma'ruzaning texnologik kartasi

Bosqichlar, vaqt	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchining	Talabalar
1-bosqich Kirish (10 daq.)	1.1. Ekranga egilishda «To'sin» (balka)lardagi To'sinlarning salqiligi va kesimlarning og'ish burchagi sxematik tasvirlanadi. 1.2. Mavzu e'lon qilinadi. Uning maqsadi tushuntiriladi va o'quv mashg'lotining rejasi bilan tanishtiriladi. 1.3. Mavzu bo'yicha tarqatilgan materiallar bilan mustaqil tanishilgandan so'ng talabalarda qanday savollar tug'ilganligini aniqlash.	1.1. Tinglaydilar, savollar beradilar, yozadilar.
2-bosqich Asosiy (60 daq.)	2.1. Mavzu bo'yicha materiallarni tarqatadi va tanishishni taklif etadi. Reja va kalit so'zlar mohiyatini tushuntiradi. 2.2. To'sinlarning salqiligi va kesimlarning og'ish burchagi. 2.3. Egilgan o'qning taqribiy differensial tenglamasi. 2.4. Ekranga "Egilishda to'sinlarning salqiligi va kesimlarning og'ish burchagini hisoblashga doir masalalar" chiqariladi va u bilan tanishtiriladi 2.5. Mavzuni mohiyatini slaydlar orqali namoyish etiladi va sharhlab boriladi.	2.1. O'qiydilar 2.2. Tinglaydilar va savollarga javob beradilar 2.3. Tinglaydilar, jadval va sxemalarni o'z daftarlariga ko'chiradilar
3-bosqich Yakunlash (10 daq.)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida, yo'naltiruvchi savollar beradi. 3.2. Olingan bilimlarini mustahkamlash maqsadida og'zaki test o'tkaziladi. 3.3. Mustaqil ishlash ushuncha vazifalar beriladi.	3.1. Savollar berishadi. 3.2. Savollarga javob beradilar 3.3. Uyga berilgan vazifalarni yozib oladilar

9- MA'RUZA	BURALISH
------------	----------

9.1. «Buralish» mavzusining texnologik modeli

O'quv soati – 2 soat	Talabalar soni: 40-50 ta
O'quv mashg'ulot shakli	Ma'ruza (ma'ruzali dars)
Ma'ruza rejasi	1. Buralish, uning hosil bo'lishi va ta'rifi 2. Burovchi moment uning ishorasi va epyuralari. 3. Buralishda brusning deformatsiyalanishi.
O'quv mashg'ulotining maqsadi: burovchi moment tushunchasi, buralishdagi kuchlanish va deformatsiyalarni aniqlash, ular orasidagi munosabatlarni bog'lash, burovchi moment epyuralarini qurish, buralishda g'ulachaning deformatsiyalanishini aniqlash,	
Pedagogik vazifalar:	O'quv faoliyati natijalari:
• burovchi moment tushunchasini va uning paydo bulishin aytadi • buralishdagi kuchlanish va deformatsiyalarni aniqlashni tushuntiradi • burovchi moment epyuralarini qurishni urgataadi • buralishda g'ulachaning deformatsiyalanishini aniqlashni tushuntiradi	• burovchi momentni urganadi • buralishdagi kuchlanish va deformatsiyalarni aniqlashni biladi • burovchi moment epyuralarini qurishni urganadi • buralishda g'ulachaning deformatsiyalanishini aniqlashni urganadi • buralish burchagini biladi
O'qitish vositalari	O'UM, ma'ruza matni, rasmlar, plakatlari, doska
O'qitish usullari	Axborotli ma'ruza, blis-so'rov, texnika-insert
O'qitish shakllari	Frontal, kollektiv ish
O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruxlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya.
Monitoring va baholash	og'zaki savollar, blis-so'rov

9.2. «Buralish» mavzusining texnologik xaritasi

Ish bosqich-lari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Mavzuga kirish (20 min)	1.21. O'quv mashg'uloti mavzusi, rejasi, pedagogning vazifasi va talabaning o'quv faoliyati natijalarini aytadi. 1.22. Baxolash mezonlari (1 – ilova). 1.23. Mavzuni jonlashtirish uchun «Blis-so'rov» savollarini beradi. Blis-so'rov usulida natijasiga ko'ra tinglovchilarning nimalarda adashishlari, xato qilishlari mumkinligining tashxizini amalga oshiradi (2-ilova). 1.24. Texnika-insert usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi. (3-ilova).	Tinglaydilar. Yozib oladilar. Tinglaydilar. Yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar.

2 -bosqich. Asosiy bo'lim (50 min)	2.1. Savol yuzasidan ma'ruza qiladi. 2.2.Ma'ruza rejasining hamma savollar bo'yicha tushuncha beradi. (4 - ilova). 2.2. Ma'ruzada berilgan savollar yuzasidan umumlashtiruvchi xulosa beradi. (5 - ilova). 2.4.Tayanch iboralarga qaytiladi. 2.5. Talabalar ishtirokida ular yana bir bor takrorlanadi.	Tinglaydilar. Javob beradilar Yozadilar. UMKga qaraydilar Har bir tayanch tushuncha va iboralarni muhokama qiladilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1. Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar qiladi. Mavzu bo'yicha olingan bilimlarni qayerda ishlatish mumkinligi ma'lum qiladi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. 3.3. Keyingi mazvu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi.	Savollar beradilar. UMKga qaraydilar. UMKga qaraydilar. Uy vazifalarini yozib oladilar

” Materiallar qarshiligi ” o’quv mashg’ulotida talim texnologiyasi modeli.

Mavzu 10: MURAKKAB QARSHILIK.

Vaqt: 2 soat	Talabalar soni 75 ta
<i>O'quv mashg'ulotining shakli va turi</i>	Ma'ruza
<i>Ma'ruza rejasi:</i>	1. QIYSHIQ EGILISH 2. NOMARKAZIY SIQILISH YOKI CHO'ZILISH. 3. SIQILGAN STERJENLARNING USTUVORLIGI
<i>O'quv mashg'ulotning maqsadi:</i>	Talabalarda qiyshiq egilish, nomarkaziy siqilish yoki cho'zilish o'rganishni shakllantirish.
Pedagogik vazifalar: - Mavzu bilan tanishtirish - Murakkab qarshilik. - Qiyshiq egilish. - Siqilgan sterjenlarning ustuvorligi -Kritik kuchlanish.	O'quv faoliyati natijalari; Qiyshiq egilish. Nomarkaziy siqilish yoki cho'zilish. Siqilgan sterjenning kritik kuchini aniqlash uchun Eyler formulasi. Sterjen uchlarini mahkamlash usulining ta'siri. Olgan tushunchalari bo'yicha talabalardagi ko'nikmalar shakllantiriladi.
<i>Ta'lim usullari</i>	<i>Ma'ruza, aqliy xujum, muammoli vaziyatlar</i>
<i>Ta'lim shakli</i>	<i>Guruhlarda ishlash</i>
<i>Ta'lim vositalari</i>	<i>Ma'ruza matni, texnik vositalar, plakatlar</i>
<i>Ta'lim berish sharoiti</i>	<i>Texnika vositalari bilan jihozlangan, guruhli shakllarda ishlashga mo'ljallangan xonalar, laboratoriya xonalari.</i>
<i>Monitoring va baxolash.</i>	<i>Og'zaki so'rov: tezkor-so'rov kompyuterda test echish, laboratoriya o'tkazish</i>

Ma'ruzaning texnologik kartasi

Bosqichlar, vaqt	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchining	Talabalar
1-bosqich Kirish (10 daq.)	1.1. Mavzu e'lon qilinadi. Uning maqsadi tushuntiriladi va o'quv mashg'otining rejasi bilan tanishtiriladi. 1.2. Mavzu bo'yicha tarqatilgan materiallar bilan mustaqil tanishilgandan so'ng talabalarda qanday savollar tug'ilganligini aniqlash.	1.1. Tinglaydilar, savollar beradilar, yozadilar.
2-bosqich Asosiy (60 daq.)	2.1. Mavzu bo'yicha materiallarni tarqatadi va tanishishni taklif etadi. Reja va kalit so'zlar mohiyatini tushuntiradi. 2.2. Qiyshiq egilish. 2.3. Nemarkaziy siqilish yoki cho'zilish. 2.4. Siqilgan sterjenlarning ustuvorligi 2.5. Mavzuni mohiyatini slaydlar orqali namoyish etiladi va sharhlab boriladi.	2.1. O'qiydilar 2.2. Tinglaydilar va savollarga javob beradilar 2.3. Tinglaydilar, jadval va sxemalarni o'z daftarlariga ko'chiradilar
3-bosqich Yakunlash (10 daq.)	3.1. Mavzu bo'yicha talabalar bilimlarini faollashtirish maqsadida, yo'naltiruvchi savollar beradi. 3.2. Olingan bilimlarini mustahkamlash maqsadida og'zaki test o'tkaziladi. 3.3. Mustaqil ishlash ushuni vazifalar beriladi.	3.1. Savollar berishadi. 3.2. Savollarga javob beradilar 3.3. Uyga berilgan vazifalarni yozib oladilar

11- MA'RUZA	MUSTAHKAMLIK NAZARIYALARI
-------------	---------------------------

11.1. «Mustahkamlik nazariyalari» mavzusining texnologik modeli

<i>O'quv soati – 2 soat</i>	Talabalar soni: 40-50 ta
<i>O'quv mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza (ma'ruzali dars)
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Eng katta normal kuchlanishlar nazariyasi. (birinchi mustahkamlik nazariyasi) 2. Eng katta chiziqli deformatsiyalar nazariyasi. (ikkinchi mustahkamlik nazariyasi) 3. Eng katta urinma kuchlanishlar nazariyasi. (uchinchi mustahkamlik nazariyasi) 4. Shakl o'zgarishi energiyasi nazariyasi. (to'rtinchi mustahkamlik nazariyasi) 5. Chegaraviy zo'riqqanlik holati nazariyasi. (beshinchi mustahkamlik nazariyasi).
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> Kuchlanish va deformatsiyalarni aniqlash. Ular orasidagi munosabatlarni bog'lash. Ko'ndalang va buylama deformatsiyalar. Materiallar qarshiligi faning mustahkamlik va bikirlik shartlari. Statik aniqmaslik.	
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
• Eng katta normal kuchlanishlar nazariyasini tushuntiradi • Eng katta chiziqli deformatsiyalar nazariyasini tushuntiradi • Eng katta urinma kuchlanishlar nazariyasini tushuntiradi • Shakl o'zgarishi energiyasi nazariyasini tushuntiradi • Chegaraviy zo'riqqanlik holati nazariyasini tushuntiradi	• birinchi mustahkamlik nazariyasini eslab qoladi • ikkinchi mustahkamlik nazariyasini eslab qoladi • uchinchi mustahkamlik nazariyasini eslab qoladi • to'rtinchi mustahkamlik nazariyasini eslab qoladi • beshinchi mustahkamlik nazariyasini eslab qoladi
O'qitish vositalari	O'UM, ma'ruza matni, rasmlar, plakatlar, doska
O'qitish usullari	Axborotli ma'ruza, blis-so'rov, texnika-insert
O'qitish shakllari	Frontal, kollektiv ish
O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruxlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya.
Monitoring va baholash	og'zaki savollar, blis-so'rov

11.2. «Mustahkamlik nazariyalari» mavzusining texnologik xaritasi

Ish bosqich-lari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
------------------	----------------------------------	----------------------------------

1-bosqich. Mavzuga kirish (20 min)	1.25. O'quv mashg'uloti mavzusi, rejasi, pedagogning vazifasi va talabaning o'quv faoliyati natijalarini aytadi. 1.26. Baxolash mezonlari (1 – ilova). 1.27. Mavzuni jonlashtirish uchun «Blis-so'rov» savollarini beradi. Blis-so'rov usulida natijasiga ko'ra tinglovchilarning nimalarda adashishlari, xato qilishlari mumkinligining tashxizini amalga oshiradi (2-ilova). 1.28. Texnika-insert usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi. (3-ilova).	Tinglaydilar. Yozib oladilar. Tinglaydilar. Yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar.
2 -bosqich. Asosiy bo'lim (50 min)	2.1. Savol yuzasidan ma'ruza qiladi. 2.2.Ma'ruza rejasining hamma savollar bo'yicha tushuncha beradi. (4 - ilova). 2.2. Ma'ruzada berilgan savollar yuzasidan umumlashtiruvchi xulosa beradi. (5 - ilova). 2.4.Tayanch iboralarga qaytiladi. 2.5. Talabalar ishtirokida ular yana bir bor takrorlanadi.	Tinglaydilar. Javob beradilar Yozadilar. UMKga qaraydilar Har bir tayanch tushuncha va iboralarni muhokama qiladilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1. Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar qiladi. Mavzu bo'yicha olingan bilimlarni qayerda ishlatish mumkinligi ma'lum qiladi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. 3.3. Keyingi mazvu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi.	Savollar beradilar. UMKga qaraydilar. UMKga qaraydilar. Uy vazifalarini yozib oladilar

O'quv materiallari

Ma'ruza matni

1-Ma'ruza.

«Materiallar qarshiligi fani. Fan rivojlanishining qisqacha tarixi. Hisob sxemasi. Kuchlarni tasniflash»

Reja:

2. Materiallar qarshiligi fanining rivojlanish tarixi.
3. Asosiy tushunchalar va ta'riflar.
4. Qurilmalarning qismlarini hisob sxemalari.
5. Ichki va tashqi kuchlarni tasniflash.
6. Kesish usuli. Deformatsiya va surilishlar.

Tayanch iboralar: absolyut qattiq jism, deformatsiya, kuch, moment, kuch intensivligi, juft moment.

Dars o'tish usuli: namoyish dasturiy vositalar, jonli muloqotli ma'ruza.

Darsning xronologik xaritasi – 80 minut.

Tashkiliy qism: xonaning tozaligi, jihozlanishi, sanitariya holati, talabalarning davomati – 2 minut.

Talabalar bilimni baholash: o'tilgan mavzuni qisqacha takrorlash, talabalar bilan savol javob o'tkazish – 10 minut.

Yangi mavzu bayoni – 55 minut.

Mavzuni o'zlashtirish darajasini aniqlash va mustahkamlash – 10 minut.

Sinov savollari – 5 minut.

Uyga vazifa berish – 3 minut.

Matn.

1. Materiallar qarshiligi fanining rivojlanishi tarixi.

Turli injenerlik inshootlarini loyihalashda konstruksiyalar ayrim elementlarining ulchamlarini aniqlashga to'g'ri keladi. Bunda mustahkamlik, ustivorlik, uzoq muddatga chidamli hamda iqtisodiy jihatdan tejimli inshoot yaratish kabi marsadga qaratilgan hisoblashlar asosida hal qilinadi. Bunday masalalar mashina, samalyot, kema va boshqa sohalarda ularni loyihalashda ham paydo bo'ladi.

Ushbu masalalarning barchasi "Materiallar qarshiligi" fanida ko'rib chiqiladi. Materiallar qarshiligi kursida inshoot yoki mashinalarning asosiy elementi sifatida qaraladigan ayrim sterjenning mustahkamligi va bikrligi masalasiga asosiy e'tibor beriladi. Materiallar qarshiligi fanida o'z o'lchami va shaklini tashqi kuch ta'sirida o'zgartirishi mumkin bo'lgan jismlar o'rganiladi. Shuning uchun materiallar qarshiligida nazariy mexanikadan farqli ravishda jismning muvozanati haqidagi masaladan tashqari uning ayrim nuqtalarining ko'chishlariga doir masalalar ham yechiladi.

Materiallar qarshiligi fani o'z tarixiga ega. Bu sohadagi dastlabki tadqiqotlarni Galiley (1564-1642) o'tkazgan. U birinchi bo'lib tashqi kuchlar ta'siriga sterjenlarning qarshilik ko'rsata olishini baholash uchun analitik hisoblashlarni bajarish zarurligi haqidagi masalani qo'di. 1676 yili R.Guk (1635-1703) cho'zilishda kuch bilan uzayish orasidagi proportsional bog'lanishni aniqladi. Bu bog'lanish Guk qonuni nomi bilan mashhur bo'lib, materiallar qarshiligida juda muhim ahamiyatga ega.

Materiallar qarshiligi masalalarini analitik usullar bilan tekshirishni rivojlantirishda D.Bernulli (1700-1782) va L.Eyler (1707-1783) katta hissa qo'shganlar.

A.V.Gadolin (1828-1892), D.I.Juravskiy (1821-1891), X.S.Golovin (1844-1904), F.Yasinskiy (1856-1899), I.G.Bubnov (1872-1919) va boshqalarning ishlari ham katta ahamiyatga egadir.

XX asrda materiallar qarshiligi fanining rivojlanishida katta hissa qo'shgan o'zbek olimlari: M. T. O'razboyev, X. A. Raxmatulin, X. X. Usmonxodjayev, T. R. Rashidov,...



Ms

Bulardan boshqa Materiallar qarshiligi fani rivojiga o'z hissasini qo'shgan yana qaysi Sharq olimlarni bilasiz?



Sharq va O'rta Osiyo olimlarining Materiallar qarshiligi faniga qo'shgan hissalarini to'g'risida to'laroq ma'lumotga qanday ega bo'lish mumkin?

2. Asosiy tushunchalar va ta'riflar.

Har bir jismda unga q'yilgan kuchlar ta'siridan uning zarralarining o'zaro joylashuvi o'zgaradi, odatda, uning o'lchamlari, hajmi va shakli o'zgaradi, lekin bunda uning tarkibidagi moddalarning umumiy miqdori o'zgarmaganligi tufayli, uning massasi o'zgarmasdan qoladi. Bunday holda jism deformatsiyalangan deyiladi. *Deformatsiya deganda, odatda, jism o'lchamlari va shaklining o'zgarishiga olib keluvchi jism zarralari o'zaro joylashish holatining o'zgarishi tushuniladi.*

Deformatsiyani hosil qiluvchi kuchlarni asta-sekin kamaytirib, keyinchalik butunlay yo'qotilsa, jism o'zining dastlabki shaklini olishga intiladi. Deformatsiya butunlay yoki qisman yo'qoladi.

Jismlarning tashqi kuch ta'siri ostida deformatsiyalanib, kuch ta'siri yo'qotilgach, o'zining dastlabki holatiga qaytish xossasi *elastiklik* deyiladi. Kuch olinishi bilan deformatsiyaning yo'qolgan qismi *elastik* deformatsiya deb, qoladigan qismi esa *qoldiq deformatsiya* deb ataladi.

Qoldiq deformatsiyaning paydo bo'lishi jismning *plastikligi* bilan bog'liqdir. Agar tashqi kuch ta'siri olingach, deformatsiya tamomila yo'qolsa jism *absolyut elastik* deb ataladi.

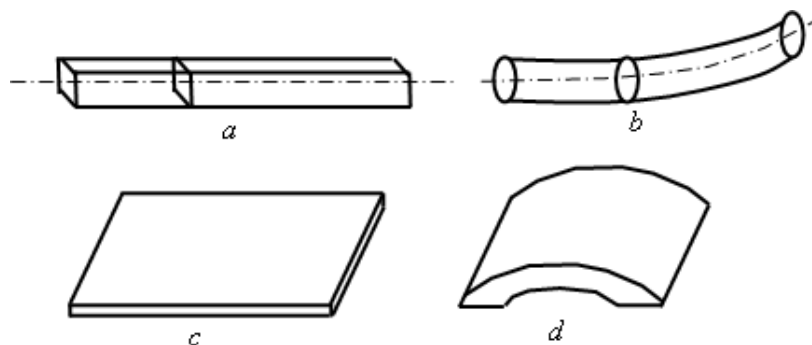
“Materiallar qarshiligi” kursida quyidagi xossalarga ega bo'lgan ideal jism o'rganiladi, bu jism *yaxlit* (g'ovaksiz) va *bir jinsli* deb qaraladi. Bu cheksiz kichik hajmda istalgan nuqta atrofida olingan material xossalari nuqtaning o'rniga bog'liq emasligini bildiradi; jism *absolyut elastik* hisoblanadi.

Bazi masalalarda bu farazlardan chetga chiqish mumkin, bunday hollarda maxsus tushuntirish beriladi. Shuningdek, material *elastik izotrop* deb hisoblanadi, boshqacha qilib aytganda materialning *elastik* xossalari barcha yunalishlarda bir xil bo'ladi. Fizik-mexanik xossalari turli yunalishda har xil bo'lgan materiallar *anizotrop* materiallar deb ataladi. Yog'och, faner, armaturalangan tolali plastmassalar anizotrop materiallardir. Ma'lum yo'nalishlarda bir xil fizik-mexanik xossalarga ega bo'lgan materiallar *ortotrop* materiallar deyiladi. Prokat po'lat, sovuqlayin tortilgan sim va boshqalar shunday materiallar jumlasiga kiradi.

3. Qurilmalar qismlarining hisob sxemalari.

Materiallar qarshiligida oddiy shaklli jismlarning deformatsiyasi o'rganiladi. Amalda esa muhandislik qurilmalari murakkab shaklli bo'ladi, ularning alohida qismlarini sxemashtirib oddiy shaklli ko'rinishga keltiriladi. Bunday jismlar jumlasiga *g'o'la (brus)*, *plastinka* va *qobiqlar* kiradi.

G'o'la – uzunligi ancha katta bo'lgan jism bo'lib, uning o'qi va ko'ndalang kesimi *g'o'laning* geometrik tavsifi hisoblanadi. *G'o'la* o'qi-ko'ndalang kesimining og'irlik markazlarini tutashtiruvchi bo'ladi. (1-rasm, a,b) o'qi to'g'ri chiziqli *g'o'la sterjen* deyiladi.



Plastinka – qalinligi boshqa ikki o'lchamidan ancha kichik bo'lgan jism (1-rasm, c).

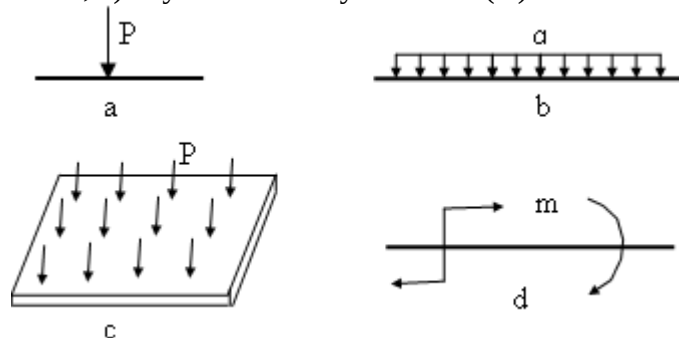
Qobiqlar – bir-biriga yaqin joylashgan ikki egri chiziqli sirt bilan cheklangan jism (1-rasm, d).



Qurilmalarni sxemashtirishda tayanchlar qanday rol uynaydi?

4. Ichki va tashqi kuchlarni tasniflash. Qo'yilish shartiga ko'ra kuchlar *hajmiy* va *sirt* kuchlariga bo'linadi. Hajmiy kuchlar jismning butun hajmiga tarqaladi va uning har bir nuqtasiga qo'yiladi. Hajmiy kuchlarga xususiy og'irlik, inertsia kuchlari, magnetizm kuchlari va boshqalar kiradi (N/m^3) da o'lchanadi.

Sirt kuchlar konstruktsiya sirtki uchastkalariga qo'yilgan bo'lib, ular *to'plangan* va *tarqoq* kuchlarga bo'linadi. Konstruktsiyaning juda kichik yuzasiga, ya'ni nuqtaga ta'sir qiladigan to'plangan kuchlar P (2-rasm, a) deyiladi. Ular Nyutonlarda (N) o'lchanadi.



2-rasm

Biror uzunlik yoki yuzaga uzluksiz qo'yilgan kuch (2-rasm, b, c) tarqoq kuchlardir, ularning asosiy ta'rifi uning jadalligi hisoblanadi. Birinchi holda kuch jadalligi q metrga nyuton (N/m) da, ikkinchi holda kuch jadalligi P kvadrat metrga nyutondir (N/m^2) da o'lchanadi.

Kuchlarni sxemalashtirganimizda to'plangan momentlar kuchlar jufti m paydo bo'ladi (2-rasm, d), ular metrga nyutonlar (Nm) da o'lchanadi.

Kuchlar vaqt bo'yicha o'zgarish tarziga ko'ra, *statik* va *dinamik* kuchlarga bo'linadi. Jismga asta-sekinlik bilan qo'yiladigan, jismni tebratmagan holda noldan eng yuqori qiymatigacha o'sib borib, keyin o'zgarmay qoladigan kuch *statik* kuch deyiladi.

Vaqt o'tgan sari o'zgaradigan, jismning tezlanishlari va tezlanishlariga sabab bo'ladigan kuchlar *dinamik* kuchlar deyiladi. Oniy qo'yilgan, zarbiy va siklik kuchlar dinamik kuchlardir.

Bundan tashqari, *doimiy* va *vaqtinchalik* kuchlar ham mavjud. Ko'prikning xususiy og'irligi doimiy kuchlarga, ko'prikan o'tayotgan poezd og'irligining ta'siri vaqtinchalik kuchlar jumlasiga kiradi.



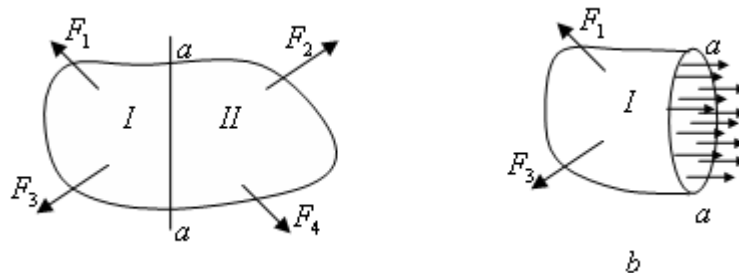
Ms

Bulardan boshqa qanday kuchlarni bilasiz?

5. Kesish usuli. Deformatsiya va surilishlar.

Jismga ta'sir qiladigan tashqi kuchlar jismda unung dastlabki shaklini tiklashga intiluvchi ichki kuchlarni vujudga keltiradi. Bu ichki kuchlarning tartibi borliqning molekulyar tuzlishi nazariyasi bilan tushuntiriladi. Jismning deformatsiyanishi (shaklning o'zgarishi) materiallarning elementar zarralari oasidagi muvozanatning o'zgarishi natijasidir. Bu zarralarning o'zaro ta'sirlashuvi natijasida jismda ichki kuchlar yoki qayishqoqlik kuchlari vujudga keladi. Ular kuclarga qarshilik ko'rsatadi. Konstruktsiya qismlarini hisoblashda uning istalgan kesimidagi ichki kuchlarni hisoblashni bilish lozim.

Ichki kuchlarni aniqlash uchun kesishlar usuli qo'llaniladi. Uning tarkibi quyidagicha (3-rasm a, b).



3-rasm

1. Muvozanatda turgan jism aa tekislik bilan xayolan ikki qismga bo'linadi.
2. Qismlardan biri (masalan, II qism) shartli ravishda tashlab yuboriladi.
3. Tashlab yuborilgan qismning qolgan qismiga ta'sirini ichki kuchlar bilan almashtiriladi.
4. qolgan qismi uchun tuzilgan statika tenglamalarining biridan ichki kuchlar topiladi.

Ichki qayishqoq kuchlarning jadalligiga *kuchlanish* deb aytiladi.

K nuqtadagi kuchlanishni o'lchash uchun (4-rasm) ΔR kuch to'g'ri keladigan ΔF yuzani ajratib olamiz. ΔR kuchning ΔF yuzaga nisbati o'rtacha kuchlanish S_m ni beradi:

$$S_m = \frac{\Delta R}{\Delta F} \quad (1)$$

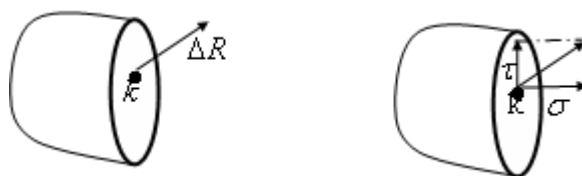
Yuza o'lchamini nolga kamaytirib, K nuqtadagi to'liq kuchlanishni olamiz.

$$S_m = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta R}{\Delta F} \quad (2)$$

Amaliy hisoblashlarda kuchlanish megopaskallar (MPa) da o'lchanadi, ya'ni:

$$1 \text{ MPa} = 10^6 \text{ Pa} = 10^6 \text{ N/m}^2;$$

$$1 \text{ MPa} = 0.1 \text{ kg} \cdot \text{kuch/mm}^2.$$



4-rasm

To'liq kuchlanish S ni tashkil etuvchilari: *normal* σ va *urinma* τ kuchlanishlarga ajratish mumkin (4-rasm).

To'liq kuchlanish

$$S = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2}$$



Ms

Ixtiyoriy kesimdagi kuchlanishlar ham xuddi shu yo' bilan topiladimi?

Nazorat savollari

Mustaqil ishlash uchun savol va topshiriqlar.

1. Kuch deb nimaga aytiladi.
2. Tashqi va ichki kuchlar tushunchasi.
3. Kuchlanishga ta'rif bering.
4. O'zaro ta'sir kuchlari nima.
5. To'plangan kuch qanday quyiladi.
6. Normal va urinma kuchlanishlarning yunalishlarini ayting.

CHO‘ZILISH VA SIQILISH

Reja:

1. Kuchlanish va deformatsiyalar
2. Guk qonuni
3. Puasson koeffitsiyenti
4. Jism hajmining o‘zgarishi
5. Mustahkamlik va bikirlik shartlari

Tayanch iboralar: Normal va urinma kuchlanish, nisbiy buylama deformatsiya, nisbiy ko‘ndalang deformatsiya, statik aniqmaslik, bikirlik, elastiklik moduli, Puasson koeffitsenti.

Dars o‘tish usuli: namoyish dasturiy vositalar, jonli muloqotli ma’ruza.

Darsning xronologik xaritasi – 80 minut.

Tashkiliy qism: xonaning tozaligi, jihozlanishi, sanitariya holati, talabalarining davomati – 2 minut.

Talabalar bilimini baholash: o‘tilgan mavzuni qisqacha takrorlash, talabalar bilan savol javob o‘tkazish – 10 minut.

Yangi mavzu bayoni – 55 minut.

Mavzuni o‘zlashtirish darajasini aniqlash va mustahkamlash – 10 minut.

Sinov savollari – 5 minut.

Uyga vazifa berish – 3 minut.

Belgilar:



Ms

- Muammoli savol



Mv

- Muammoli vaziyat



Mt

- Muammoli topshiriq



Mm

- Muammoli masala

2.1. Kuchlanish va deformatsiyalar.

Tekis kesimlar gipotezasiga ko‘ra, deformatsiyada sterjenning ko‘ndalang kesimlari bir-biriga parallel suriladi. Demak, ko‘ndalang kesimlarda bir tekis tarqalgan normal kuchlanishlar σ ta’sir qiladi. Normal kuchlanishlarni aniqlash uchun sterjenning kesib olingan chap qismi muvozanat shartini ko‘rib chiqamiz (2.1-rasm).

Kesimdagi ichki zo‘riqlashlarning teng ta’sir etuvchisi N statika tenglamalaridan topiladi:

$$N - P = 0 \quad \text{yoki} \quad N = P \quad (2.1)$$

bunda, $N = \int_F \sigma dF$.

$N = \sigma F$ ekanligini hisobga olib, sterjenning ko‘ndalang kesimlarida cho‘zilish va siqilishdagi normal kuchlanishlarni topamiz:

$$\sigma = \frac{N}{F} \quad \text{yoki} \quad \sigma = \frac{P}{F}, \quad (2.2)$$

bunda N -bo‘ylama kuch; F -ko‘ndalang kesim yuzasi.

Cho‘zilishda sterjen uzunligining uzayishi Δl mutlaq bo‘ylama uzayish deb ataladi:

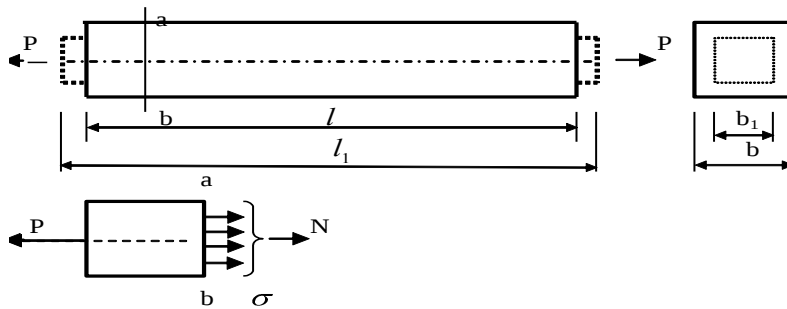
$$\Delta l = l_1 - l, \quad (2.3)$$

bunda l -sterjenning dastlabki uzunligi,
 l_1 -sterjenning deformatsiyadan keyingi uzunligi.
 Siqilishda Δl mutlaq bo'ylama qisqarish deb ataladi.

Mutlaq uzayish yoki qisqarishning sterjenning dastlabki uzunligiga nisbati *nisbiy bo'ylama deformatsiya* deb ataladi va ε bilan belgilanadi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad (2.4)$$

ε o'lchamsiz kattalikdir.



2.1-rasm

2.2. Guk qonuni.

Ko'pchilik materiallar uchun kichik uzayishlar chegarasida kuchlanish bilan deformatsiya orasida chiziqli bog'liqlik mavjud:

$$\sigma = E\varepsilon, \quad (2.5)$$

ya'ni normal kuchlanish nisbiy deformatsiyaga to'g'ri mutanosib. Bu bog'liqlik *Guk qonuni* deb ataladi

Mutanosiblik koeffisienti E bo'ylama elastiklik moduli yoki birinchi tur *elastiklik moduli* deyiladi. $E = tg\alpha$.

Bo'ylama elastiklik moduli E ning kattaligi (MPa) larda o'lchanadi va har xil materiallar uchun xar xil bo'ladi. Masalan:

po'lat	$(2,0 \div 2,1) \cdot 10^5$ MPa
mis	$(1,0) \cdot 10^5$ MPa
cho'yan	$(1,2 \div 1,6) \cdot 10^5$ MPa
alyuminiy	$(0,7 \div 0,8) \cdot 10^5$ MPa
beton	$(0,14 \div 0,20) \cdot 10^5$ MPa
yog'och	$(0,10 \div 0,12) \cdot 10^5$ MPa

Formula (2.5) ga σ va ε qiymatlarini qo'yib, boshqa ko'rinishdagi Guk qonunini olish mumkin:

$$\Delta l = \frac{Nl}{EF}. \quad (2.6)$$

EF cho'zilish-siqilishdagi sterjenning bikrligidir.

Guk qonuni mutanosiblik chegarasidan oshmaydigan kuchlanishlar uchungina o'rinli. Elastik materiallar, masalan po'lat, mis va boshqalar uchun Guk qonuniga ancha katta aniqlikda rioya qilinadi.

2.3. Puasson koeffitsiyenti.

Sterjen cho'zilganda uning ko'ndalang kesimi kichrayadi, siqilganda esa kattalashadi. Sterjenning mutlaq ko'ndalang deformatsiyasi:

$$\Delta b = b - b_1 \quad (2.7)$$

Nisbiy ko'ndalang deformatsiya:

$$\varepsilon_t = \frac{\Delta b}{b}. \quad (2.8)$$

Nisbiy ko'ndalang deformatsiyaning nisbiy bo'ylama deformatsiyaga nisbati Puasson koeffisienti yoki ko'ndalang deformatsiya koeffisienti ν deb ataladi va quyidagiga teng boladi:

$$\nu = \frac{\varepsilon_t}{\varepsilon} \quad (2.9)$$

Bu koeffisient bo'ylama elastiklik moduli bilan birga materialning qayishqoqlik xossalarini ifodalaydi. Har xil materiallar uchun Puasson koeffisientining kattaligi 0 dan 0,5 oralig'ida bo'ladi va tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Puasson koeffisientining qiymatlari:

po'lat uchun	0,25 ÷ 0,30	cho'yan uchun	0,23 ÷ 0,27
alyuminiy uchun	0,32 ÷ 0,36	qo'rg'oshin uchun	0,45
kauchuk uchun	0,47	parafin uchun	0,5

2.4. Jism hajmining o'zgarishi.

Cho'zilish yoki siqilishda jismning hajmi o'zgaradi. Kvadrat ko'ndalang kesimli sterjenning dastlabki hajmi:

$$V = F \cdot l = b^2 l.$$

Deformatsiyadan keyin uning uzunligi va yuzasi:

$$l_1 = l + \Delta l = l(1 + \varepsilon),$$

$$F_1 = (b - \Delta b)^2 (1 - \varepsilon \nu)^2.$$

Deformatsiyalangan jism hajmi:

$$V_1 = b^2 (1 - \varepsilon \nu)^2 l(1 + \varepsilon) = V(1 - 2\varepsilon \nu + \varepsilon^2 \nu^2 + \varepsilon - 2\varepsilon^2 \nu + \varepsilon^3 \nu^2).$$

$\varepsilon^2, \varepsilon^3$ ni juda kichik deb uni hisobga olmay quyidagini hosil qilamiz:

$$V_1 = V[1 + \varepsilon(1 - 2\nu)].$$

Hajmning nisbiy o'zgarishi:

$$\Theta = \frac{V_1 - V}{V} = \varepsilon(1 - 2\nu). \quad (2.10)$$

Konstruksion materiallar uchun ko'ndalang kesim koeffisienti $\nu < 0$.

2.5. Mustahkamlik va bikirlik shartlari.

Konstruksiya qismlarining ish me'yorini ta'minlash uchun haqiqiy ish kuchlanishlari ruxsat etilgan kuchlanishlardan katta bo'lmasligi kerak:

$$\sigma_{\max} \leq \sigma \quad (2.11)$$

Cho'zilish va siqilishdagi mustahkamlik shartlari:

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{F} \leq \sigma. \quad (2.12)$$

Bu mustahkamlik shartlaridan foydalanib, quyidagi uch turdagi masalalar yechiladi:

- a) Tekshirish hisobi. Sterjenda kesimning o'lchamlari va yukdagi kuchlanish aniqlanadi hamda ruxsat etilgan kuchlanish bilan qiyoslanadi: $\sigma_{\max} = \frac{N}{F}$

Bunda haqiqiy kuchlanishning ruxsat etilgan kuchlanishdan farqi ± 5 foiz bo'lishi kerak.

- b) Loyihalash hisobi. Og'irlik ruxsat etilgan kuchlanishning ma'lum qiymatlarida sterjen ko'ndalang kesimining zarur yuzasi aniqlanadi: $F \geq \frac{N}{\sigma}$

- c) Ruxsat etilgan og'irlikni aniqlash. Sterjen kesimlarining ma'lum o'lchamlari va ruxsat

etilgan kuchlanish bo'yicha og'irlik aniqlanadi: $N \leq \sigma \cdot F$

**Ms**

Nima uchun kuchlanish ruxsat etilgan kuchlanishdan kichin bulishi kerak?

**Mv**

Ruxsat etilgan kuchlanishda farqni ± 5 deb olish kerakmi?

Nazorat savollari

Mustaqil ishlash uchun savol va topshiriqlar.

1. Normal va urinma kuchlanishlarni tushuntirib bering
2. Kuchlanish va deformatsiyalar orasidagi bog'lanish
3. Buylama uzayish va qisqarish
4. Ruxsat etilgan kuchlanish
5. Teng ta'sir etuvchi kuch
6. Zo'riqish deb nimaga aytiladi
7. Jism muvozanatlashuvi nima
8. Tashqi kuchlarning bajargan ishi nima
9. Potensial energiyaning intinsivligi nima
10. Hajm o'zgarishi potensial energiyasi deb nimaga aytiladi

3-Ma'ruza.

CHO'ZILISH VA SIQILISHNING STATIK ANIQMAS HOLLARI

Reja:

1. Statik aniqmaslik.
2. Statik aniqmas masalalar

Adabiyotlar: 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Tayanch iboralar: Normal va urinma kuchlanish, tayanch reaksiyasi, nisbiy bo'ylama deformatsiya, statik aniqmaslik, bikrlilik, elastiklik moduli, fizik tenglama, buylama kuch

Dars o'tish usuli: namoyish dasturiy vositalar, jonli muloqotli ma'ruza.

Darsning xronologik xaritasi – 80 minut.

Tashkiliy qism: xonaning tozaligi, jihozlanishi, sanitariya holati, talabalarning davomati – 2 minut.

Talabalar bilimni baholash: o'tilgan mavzuni qisqacha takrorlash, talabalar bilan savol javob o'tkazish – 10 minut.

Yangi mavzu bayoni – 55 minut.

Mavzuni o'zlashtirish darajasini aniqlash va mustahkamlash – 10 minut.

Sinov savollari – 5 minut.

Uyga vazifa berish – 3 minut.

Matn.

3.3. Statik aniqmas masalalar.

Cho'zilish va siqilishga hisoblanadigan muhandislik konstruksiyalari statik aniq va statik aniqmas tizimlarga bo'linadi.

Ikki sterjendan iborat bo'lgan va kuch ta'sir ettirilgan (1-rasm) sharnirli-sterjenli konstruksiyani ko'rib chiqamiz. Bu masalada sterjenni cho'zadigan noma'lum zo'riqishlar R_1 va R_2 muvozanat tenglamalaridan topiladi.

Tashqi og'irlik vujudga keltiradigan noma'lum ichki zo'riqishlar muvozanatlik tenglamalaridan topiladigan va sharnirli-sterjenli konstruksiyalar *statik aniq tizimlar* deb ataladi.

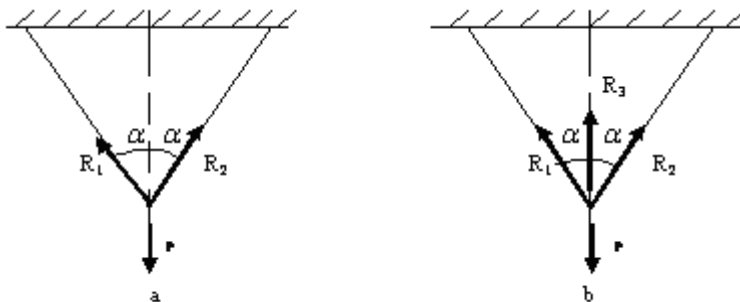
Uchta sharnirli-sterjenli konstruksiyalar uchun masalani echish murakkablashadi, chunki ularda noma'lum zo'riqishlar R_1, R_2 va R_3 ni aniqlab bo'lmaydi. Tashqi og'irlik vujudga keltiradigan ma'lum ichki zo'riqishlar soni tuzilgan muvozanat tenglamalari sonidan ko'p bo'lgan konstruksiyalar *statik aniqmas* tizimlar deb ataladi.



Ms

Statik aniqmaslik nima?

Bunday masalalarni tizim deformatsiyalarining qo'shilishi shartlaridan kelib chiqib eychish uchun qo'shimcha tenglamalar tuziladi. Zarur qo'shimcha tenglamalar soni masalaning statik aniqmaslik darajasini ifodalaydi.



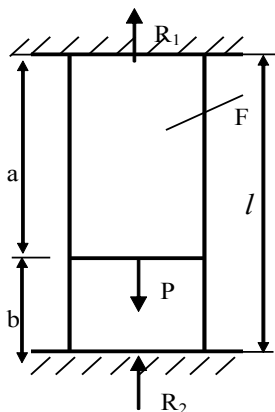
1-rasm

Statik aniqmas masalalarni yechish usuli qo'yidagilardan iborat:

1. Tizimda no'malum ichki zo'riqishlar (reaksiyalar) aniqlanadi.
2. Statika tenglamalari tuziladi.
3. Tizim deformatsiyalarining qo'shilishi shartidan qo'shimcha tenglamalar tuziladi.
4. Qo'shimcha tenglamalarda deformatsiyalar Guk qonuni bo'yicha ifodalanadi.
5. Olingan tenglamalarni birgalikda eychib tizimning no'malum ichki zo'riqishlari topiladi.

1-Namuna

O'zgarmas ko'ndalang yuzasi F va uzunligi l bo'lgan g'o'lacha ikki uchidan qisilgan va P kuch bilan yuklangan (2-rasm).



2-rasm

G'o'lachaning yuqori va pastki qismlaridagi kuchlanishlarni aniqlang.

Yechish. P kuch ta'sirida g'o'lachaning yuqori qismi cho'ziladi, pastki qismi siqiladi. Biriktirilgan joylarda esa noma'lum reaksiya kuchlari R_1 va R_2 paydo bo'ladi. Bu reaksiyalarni topish uchun faqat bitta tenglama berilgan:

$$\sum y = 0; \quad R_1 + R_2 - P = 0 \quad (a)$$

Bu masala statik aniqmas masalalardan biri hisoblanadi, chunki uni yechish uchun bitta qo'shimcha tenglama tuziladi. Uni olish uchun g'o'lacha deformatsiyasi ko'rib chiqiladi.

G'o'lachaning uchlari mahkamlab qo'yilganligi va uzunligi uzaymaganligi uchun g'o'lacha yuqori qismining uzayishi pastki qismining qisqarishiga teng, ya'ni:

$$\Delta a = \Delta b$$

yoki

$$\frac{R_1 a}{EF} = \frac{R_2 b}{EF}.$$

G'ochaning bikirligini qisqartirgandan so'ng:

$$R_1 a = R_2 b, \quad (b)$$

va uni tenglama (a) ga qo'yamiz:

$$(P - R_2)a = R_2 b.$$

Bundan:

$$R_1 = \frac{Pb}{a+b} \quad \text{va} \quad R_2 = \frac{Pa}{a+b} \quad (d)$$

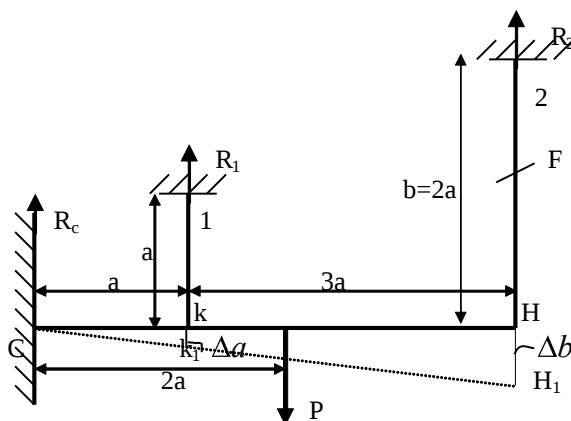
G'ochaning yuqori qismida bo'ylama kuch $N_1 = R_1$ pastki qismida $N_2 = R_2$ ta'sir qiladi.

Agar $a = b$ bo'lsa, u holda $R_1 = R_2 = \frac{P}{2}$. G'och har qaysi qismidagi kuchlanish:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{F} \quad \text{va} \quad \sigma_2 = \frac{N_2}{F}. \quad (e)$$

2 -Namuna

Sharnirli-sterjenli konstruktsiya ko'ndalang kesim yuzasi F bo'lgan ikki sterjendan va ularga osilgan biki g'och (C nuqtada sharnirli biriktirilgan) dan iborat. (3-rasm). G'ochga P kuch qo'yilgandan so'ng sterjenlardagi kuchlanishlarni aniqlang.



3-rasm

Yechish. P kuch ta'sirida sterjenlar cho'ziladi va ularda noma'lum reaksiya kuchlari, R_1 va R_2 , sharnirli birikmada esa reaksiya R_c vujudga keladi. G'ochga C nuqtaga nisbatan buriladi, chunki sterjenlar tegishli Δa va Δb kattaliklarga uzayadi.

Ushbu masala uchun statikada ikkita muvozanat tenglamasi berilgan:

$$\sum y = 0; \quad R_c + R_1 + R_2 - P = 0 \quad (a)$$

$$\sum M_c = 0; \quad P2a - R_1 a - R_2 4a = 0$$

yoki

$$2P - R_1 - 4R_2 = 0 \quad (b)$$

Bu masala statik aniqmas masala. Uchburchaklar CHH_1 va CKK_1 o'xshashligidan qo'shimcha tenglamani olamiz:

$$\frac{\Delta b}{4a} = \frac{\Delta a}{a}$$

yoki

$$\Delta b = 4\Delta a$$

(d)

Sterjenning uzayishini Guk qonuni bo'yicha ifodalar bilan almashtiramiz:

$$\frac{R_2 2a}{EF} = 4 \frac{R_1 a}{EF}.$$

Qisqartirilgandan so'ng $R_2 = 2R_1$ ni olamiz, uni statika tenglamasi (b) ga qo'yamiz:

$$2P - R_1 - 8R_1 = 0.$$

Bundan:

$$R_1 = \frac{2P}{9} \quad \text{va} \quad R_2 = \frac{4P}{9}.$$

Birinchi va ikkinchi sterjenlarda ta'sir qiladigan bo'ylama kuchlar:

$$N_1 = R_1 \quad \text{va} \quad N_2 = R_2$$

Sterjenlardagi kuchlanishlar quyidagicha topiladi:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{F} \quad \text{va} \quad \sigma_2 = \frac{N_2}{F}. \quad (e)$$

Nazorat savollari.

1. Normal va urinma kuchlanishlarni tushuntirib bering
2. Kuchlanish va deformatsiyalar orasidagi bog'lanish
3. Buylama uzayish va qisqarish
4. Ruxsat etilgan kuchlanish
5. Teng ta'sir etuvchi kuch
6. Zo'riqish deb nimaga aytiladi
7. Jism muvozanatlashuvi nima
8. Statik aniqmaslik darajasi qanday aniqlanadi
9. Qushimcha tenglama qanday tuziladi
10. Statikaning muvozanat tenglamalarini ayting

4 - Ma'ruza.

TEKIS KESIMLARNING GEOMETRIK XARAKTERISTIKALARI

Reja:

1. Umumiy tushunchalar.
2. Kesimning statik momenti

Tayanch iboralar: Statik moment, kesim qutb inersiya momenti, kesim markaziy inersiya momenti, yuzacha

Dars o'tish usuli: namoyish dasturiy vositalar, jonli muloqotli ma'ruza.

Darsning xronologik xaritasi – 80 minut.

Tashkiliy qism: xonaning tozaligi, jihozlanishi, sanitariya holati, talabalarning davomati – 2 minut.

Talabalar bilimini baholash: o'tilgan mavzuni qisqacha takrorlash, talabalar bilan savol javob o'tkazish – 10 minut.

Yangi mavzu bayoni – 55 minut.

Mavzuni o'zlashtirish darajasini aniqlash va mustahkamlash – 10 minut.

Sinov savollari – 5 minut.

Uyga vazifa berish – 3 minut.

Belgilar:



- Muammoli savol



- Muammoli vaziyat



- Muammoli topshiriq



- Muammoli masala

Matn.

3.3. Tekis kesimlarning geometrik xarakteristikalarini.

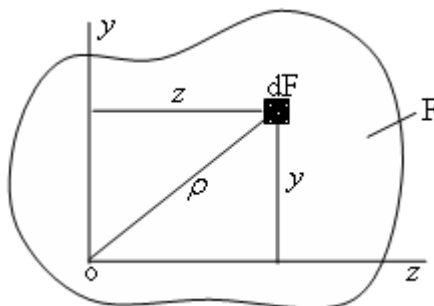
Bizga ma'lumki sterjen cho'ziishi yoki siqilishida uning ko'ndalang kesimida kuchlanish hosil bo'ladi. Bu esa deformatsiya potensial energiyasini keltirib chiqaradi, ya'ni potential energiya sterjen ko'ndalang kesimiga bog'liq bo'ladi.

Yuza kundalang kesim xarakteristikalaridan bog'liq. Agar ko'ndalang kesimni bir qancha elementar dF yuzachalardan iborat deb qarash ushbu kesim yuzasi

$$F = \int dF \quad (1)$$

bo'ladi.

Egish, buralish yoki murakkab qarshiliklarni hisoblashda hisob ishlarida kesim geometric xarakteristikalarining murakkabligi muhim rol uynaydi. Bular quyidagilar, statik moment kesim qutb inersiya momenti, kesim markaziy inersiya momentlari hisoblanadi. Bu hollarda (1) tenglama integrali ostidagi dF elementar yuzacha o'rniga koordinatalar y , z , ρ lar ishtirok etadi. Bundan ko'rinadiki kesim geometrik xarakteristikasi nafaqat tuzilishidan balkim o'qlarning joylashishidan ham bog'liq bo'ladi (1-rasm).



(1-rasm)

2. Kesimning statik momenti.

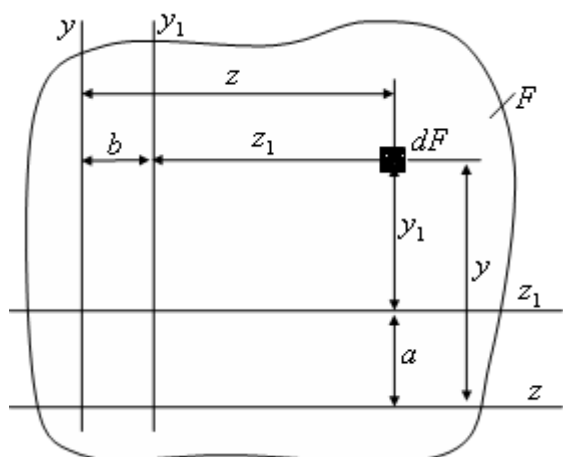
Kesimning statik momenti deb bir nechta elementar yuzachalar dF larning umumiy yig'indisi F bilan ular joylashgan o'qqacha bo'lgan masofasi ko'paytmasiga aytiladi.

$$S_z = \int_F y dF, \quad S_y = \int_F z dF \quad (2)$$

Statik moment birligi sm^3 ; m^3 larda ifodalanadi.

Murakkab kesimlarning bir o'qqa nisbatan statik momenti deb shu o'qqa nisbatan barcha qismlari static momentlarining yig'indisiga aytiladi.

Bir-biriga parallel joylashgan z va z_1 o'qlarga nisbatan statik momentlar bog'liqligini qarab chiqamiz (2-rasm)



(2) formulaga binoan o'qlarga nisbatan statik moment quyidagicha bo'ladi.

$$S_z = \int_F y dF, \quad S_{z_1} = \int_F y_1 dF;$$

Bu yerda $y_1 = y - a$ bo'lgani uchun

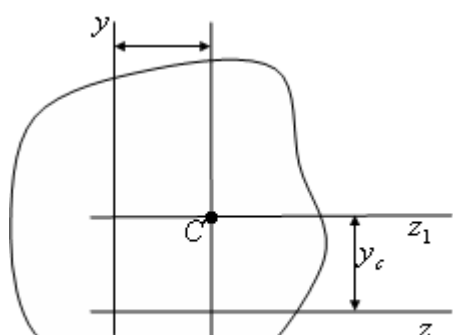
$$S_{z_1} = \int_F (y - a) dF = \int_F y dF - a \int_F dF = S_z - aF; \quad (3)$$

Xuddi shunday

$$S_{y_1} = \int_F (y-b) dF = \int_F y dF - b \int_F dF = S_y - bF; \quad (4)$$

2-rasm

Endi z_1 va y_1 o'qlarning joylashishini aniqlaymiz (3-rasm). Buning uchun (3) va (4) ifodalar statik momentlarini nolga tenglaymiz.



(3-rasm)

$$S_{z_1} = S_z - y_c F = 0; \quad S_{y_1} = S_y - z_c F = 0 \quad \text{bundan}$$

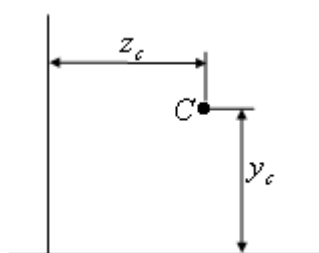
$$y_c = \frac{S_z}{F}; \quad z_c = \frac{S_y}{F}. \quad (5)$$

y va z o'qlarining kesishish nuqtasiga nisbatan C nuqtaning og'irlik markazi deyiladi. Og'irlik markazi orqali o'tgan o'qqa markaziy o'q deyiladi.

Kesim og'irlik markazi o'tgan ixtiyoriy o'qqa nisbatan statik momenti nolga teng.

(5) formula kesim og'irlik markazi koordinatalarini aniqlashda qullaniladi.

Kesim og'irlik markazi aniq bo'lsa, kesim statik momentlari ixtiyoriy y va z o'qlariga nisbatan quyidagicha bo'ladi. (4-rasm).



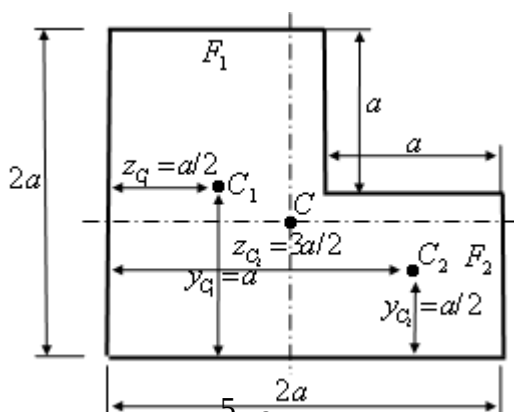
(4-rasm)

$$S_c = y_c F; \quad S_c = z_c F. \quad (6)$$

Og'irlik markazlari 5-rasmda tasvirlangan masalani qarab chiqamiz. Buning uchun shaklni bulaklarga ajratamiz.

Birinchi shakl yuzasi $F_1 = 2a^2$, Ikkinchi shakl yuzasi $F_2 = a^2$ bo'lsin. Har bir kesim og'irligi markazlari C_1 va C_2 bo'lsin. y_1 va z_1 o'qlarni joylashishini aniqlash uchun z o'qiga nisbatan statik momentni aniqlaymiz.

$S_z = S_z^{F_1} + S_z^{F_2}$ $S_z^{F_1}$ va $S_z^{F_2}$ yuzasi F_1 va F_2 bo'lgan har bir bo'lakning z o'qiga nisbatan statik momenti.



$$S_z^{F_1} = y_{C_1} F = a 2a^2 = 2a^3,$$

$$S_z^{F_2} = y_{C_2} F_2 = \frac{a}{2} a^2 = \frac{a^3}{2}$$

$$\text{U holda } S_z = 2a^3 + \frac{a^3}{2} = \frac{5}{2} a^3$$

Bundan

$$y_c = \frac{S_z}{F} = \frac{\frac{5}{2} a^3}{3a^2} = \frac{5}{6} a.$$

$$z_c = \frac{S_y}{F} = \frac{\frac{5}{2} a^3}{3a^2} = \frac{5}{6} a.$$

Bu yerda $F = F_1 + F_2$

Yuqoridagilardan kelib chiqib murakkab kesimlar og'irlik markazini aniqlash uchun qo'yidagi ketma-ketliklarni bajarilishini yozamiz:

1. Murakkab kesimni oddiy shakldagi bulaklarga ajratish;
2. Har bir shaklning yuzi va og'irlik markazi aniqlanadi;
3. y va z ixtiyoriy koordinata o'qlari kiritiladi;
4. $S_z = y_C F$; $S_y = z_C F$ formulalardan S_y^i va S_z^i larning static momentlari y va z o'qlarga nisbatan topiladi;
5. $y_C = S_z / F$, $z_C = S_y / F$ formulalardan umumiy kesim og'irlik markazi aniqlanadi.

5 - Ma'ruza.

ZO'RIQQAN HOLAT DIAGRAMMASI

Reja:

1. Chiziqli zo'riqish holatida qiya yuzachalar bo'yicha kuchlanishlar.
2. Tekis kuchlanganlik holatida qiya tekisliklar bo'yicha kuchlanishlar.
3. Hajmiy zo'riqqan holatdagi qiya yuzachalar bo'yicha kuchlanishlar.
4. Hajmiy va tekis zo'riqish holatidagi deformatsiyalar va kuchlanishlar orasidagi bog'liqlik.

Tayanch iboralar: Zo'riqish holati, qiya kesimlardagi kuchlanishlar, deformatsiya, bosh yuza, tekis zo'riqish, qiya tekislik, qiya yuza, hajmiy zo'riqish, bosh kuchlanish.

Dars o'tish usuli: namoyish dasturiy vositalar, jonli muloqotli ma'ruza.

Darsning xronologik xaritasi – 80 minut.

Tashkiliy qism: xonaning tozaligi, jihozlanishi, sanitariya holati, talabalarning davomati – 2 minut.

Talabalar bilimni baholash: o'tilgan mavzuni qisqacha takrorlash, talabalar bilan savol javob o'tkazish – 10 minut.

Yangi mavzu bayoni – 55 minut.

Mavzuni o'zlashtirish darajasini aniqlash va mustahkamlash – 10 minut.

Sinov savollari – 5 minut.

Uyga vazifa berish – 3 minut.

Belgilar:



Ms

- Muammoli savol



Mv

- Muammoli vaziyat



Mt

- Muammoli topshiriq



Mm

- Muammoli masala

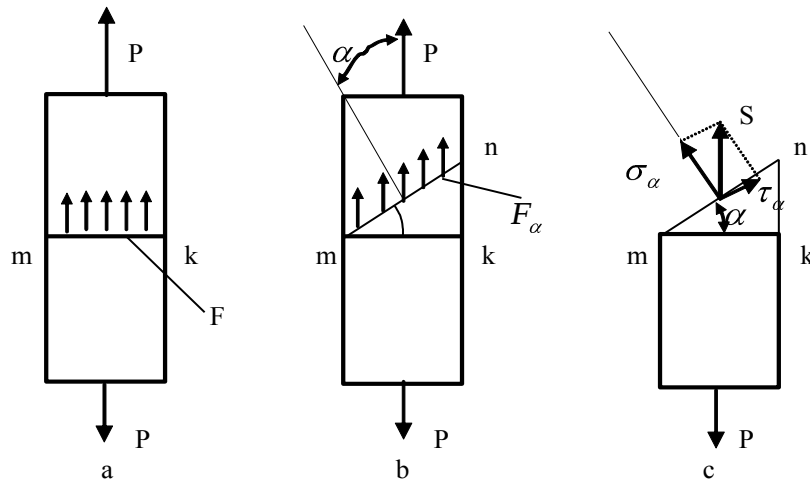
Matn.

3.1. Chiziqli zo'riqish holatida qiya yuzachalar bo'yicha kuchlanishlar.

Cho'zilish va siqilishda sterjenning mustahkamligini baholash uchun faqat ko'ndalang kesim tekisligidagi kuchlanishlar emas, balki istalgan qiya tekisliklardagi kuchlanishlarni ham bilish kerak. F kuch cho'zayotgan sterjenning qiya kesimi bo'yicha kuchlanishlarni aniqlaymiz: (3.1-rasm, a) Unga o'tkazilgan normal sterjen o'qi yo'nalishi bilan α burchakni tashkil qiladi.

Ko'ndalang kesim mk dagi normal kuchlanish:

$$\sigma = \frac{P}{F}. \quad (3.1)$$



3.1-rasm

Qiya tekislik mn da kuchlanish σ ga parallel bo'lgan tekis taqsimlangan to'liq kuchlanish S_α lar (3.1-rasm, b) ta'sir qiladi:

$$S_\alpha = \frac{P}{F_\alpha} . \quad (3.2)$$

Qiya tekislik yuzasi $F_\alpha = \frac{F}{\cos \alpha}$ bo'lgani uchun:

$$S_\alpha = \frac{P \cos \alpha}{F} = \sigma \cdot \cos \alpha . \quad (3.3)$$

Biror nuqtadagi to'liq normal yo'nalishga va qiya tekisligiga proeksiyalab (3.1-rasm, c), shu kesimdagi normal va urinma kuchlanishlarni aniqlash formulalarini hosil qilamiz:

$$\sigma_\alpha = S_\alpha \cos \alpha = \sigma \cos^2 \alpha \quad (3.4)$$

$$\tau_\alpha = S_\alpha \sin \alpha = \sigma \cos \alpha \cdot \sin \alpha = \frac{\sigma}{2} \sin 2\alpha . \quad (3.5)$$

Kuchlanishlar qiymati α burchakning vaziyatiga bog'liq.

Eng katta normal kuchlanishlar sterjenning ko'ndalang kesimida ta'sir qiladi: $\alpha = 0$ da kuchlanish $\sigma_{\alpha \max} = \sigma$, urinma kuchlanish $\tau_\alpha = 0$. Agar $\alpha = 90^\circ$ bo'lsa, kuchlanishlar $\sigma_\alpha = 0$ va $\tau_\alpha = 0$, ya'ni sterjenning bo'ylama kesimlarida normal va urinma kuchlanishlar bo'lmaydi. Asosiy kuchlanishlar cho'zilishda $\sigma_1 = \sigma$, $\sigma_2 = 0$ va $\sigma_3 = 0$, siqilishda $\sigma_1 = 0$, $\sigma_2 = 0$ va $\sigma_3 = -\sigma$.

Urinma kuchlanishlar sterjen o'qiga $\alpha = 45^\circ$ burchak ostida yotgan qiya tekislikda eng katta qiymatga erishadi. $\sin 2\alpha = 1$ bo'lgani uchun:

$$\tau_{\alpha \max} = \frac{\sigma}{2} . \quad (3.6)$$

Agar normal kuchlanish cho'zuvchi bo'lsa musbat, siquvchi bo'lsa manfiy bo'ladi.

Chiziqli zo'riqish holatidagi elementning ikki o'zaro perpendikulyar yuzachalarida normal va urinma kuchlanishlarni topamiz (3.2-rasm).

$\sigma_1 = \sigma$ ni hisobga olib, quyidagilarni hosil qilamiz:

$$\sigma_\alpha = \sigma_1 \cos^2 \alpha \text{ va } \tau_\alpha = \frac{\sigma_1}{2} \sin 2\alpha \quad (3.7) \text{ va } (3.8)$$

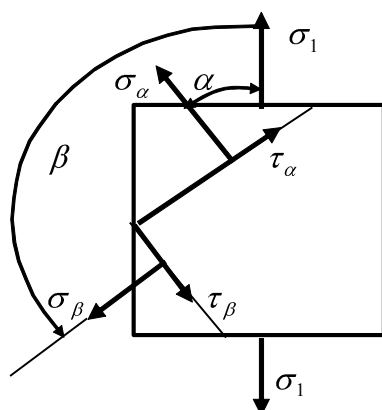
$\beta = \alpha + 90^\circ$ burchak ostida qiya yotgan yuzachada quyidagilarni hosil qilamiz:

$$\sigma_\beta = \sigma_1 \cos^2 \beta = \sigma_1 \cos^2 (\alpha + 90^\circ) = \sigma_1 \sin^2 \alpha \quad (3.9)$$

$$\tau_\beta = \frac{\sigma_1}{2} \sin 2\beta = \frac{\sigma_1}{2} \sin 2(\alpha + 90^\circ) = -\frac{\sigma_1}{2} \sin 2\alpha \quad (3.10)$$

Normal kuchlanishlar formulalarini qo'shib, ushbuni topamiz:

$$\sigma_{\alpha} + \sigma_{\beta} = \sigma_1 \cos^2 \alpha + \sigma_1 \sin^2 \alpha = \sigma_1 \quad (3.11)$$



3.2-rasm

ya'ni ikki o'zaro perpendikulyar yuzachalarda normal kuchlanishlar yig'indisi o'zgarmas va asosiy kuchlanishga teng.

Urinma kuchlanishlar formulalarini qiyoslasak:

$$\tau_{\alpha} = -\tau_{\beta} \quad (3.12)$$

ya'ni ikki o'zaro perpendikulyar yuzachalarda urinma kuchlanishlar qiymati jihatidan teng va ishora jihatidan qarama-qarshiligi kelib chiqadi. Bu xossa *kuchlanishlarning juftlik qonunu* deb ataladi.

3.2. Tekis kuchlanganlik holatida qiya tekisliklar bo'yicha kuchlanishlar.

Tekis kuchlanganlik holatida elementning ikki o'zaro perpendikulyar (tik) yuzachalari bo'yicha asosiy kuchlanishlar ta'sir qiladi. Bu kuchlanganlik holatining quyidagi turlari mavjud:

a) ikki o'zaro perpendikulyar yo'nalishlar bo'yicha ikki o'qli cho'zilish:

$$\sigma_1 > 0, \quad \sigma_2 > 0 \text{ va } \sigma_3 = 0;$$

b) bir yo'nalishda cho'zilishda va bir yo'nalishda siqilishda ikki o'qli aralash kuchlanganlik holati: $\sigma_1 > 0, \quad \sigma_2 = 0 \text{ va } \sigma_3 < 0;$

v) ikki o'zaro perpendikulyar yo'nalishda ikki o'qli siqilish: $\sigma_1 = 0, \quad \sigma_2 < 0 \text{ va } \sigma_3 < 0;$

Endi tekis kuchlanganlik holatidagi material elementini ko'rib chiqamiz (3.3-rasm, a). Elementning yon yoqlari bo'yicha musbat asosiy kuchlanishlar: σ_1 va σ_2 ta'sir qiladi, bunda $\sigma_1 > \sigma_2$. Qiya yuzachadagi kuchlanishlarni aniqlaymiz: bu yuzachaga o'tkazilgan normal algebraik jihatdan eng katta asosiy kuchlanish σ_1 yo'nalishida α burchak hosil qiladi. Musbat burchak α soat miliga teskari hisoblanadi.

Kuchlanishlar σ_1 va σ_2 ta'sirida qiya yuzachada normal σ_{α} va urinma τ_{α} kuchlanishlar vujudga keladi. Kuchlar ta'sirining mustaqillik qoidasidan foydalanib, $\alpha_1 = \alpha + 90^0$ ekanligini hisobga olib, formulalar (3.4) va (3.5) bo'yicha shu kuchlanishlar qiymatini topamiz:

Normal kuchlanish:

$$\begin{aligned} \sigma_{\alpha} &= \sigma'_{\alpha} + \sigma''_{\alpha} = \sigma_1 \cos^2 \alpha + \sigma_2 \cos^2 \alpha_1 = \sigma_1 \cos^2 \alpha + \\ &+ \sigma_2 \cos^2 (\alpha + 90^0) = \sigma_1 \cos^2 \alpha + \sigma_2 \sin^2 \alpha. \end{aligned} \quad (3.13)$$

Urinma kuchlanish:

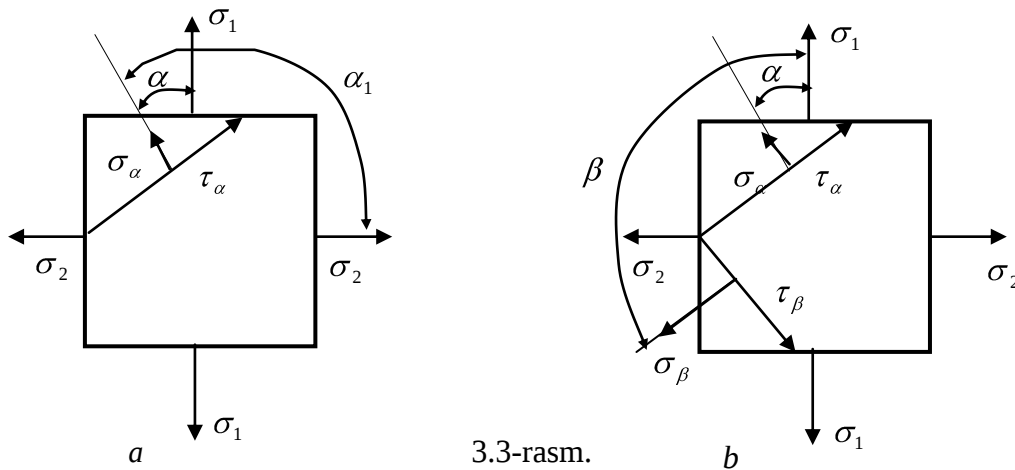
$$\begin{aligned}\tau_{\alpha} &= \tau'_{\alpha} + \tau''_{\alpha} = \frac{\sigma_1}{2} \sin 2\alpha + \frac{\sigma_2}{2} \sin \alpha_1 = \frac{\sigma_1}{2} \sin 2\alpha + \\ &+ \frac{\sigma_2}{2} \sin 2(\alpha + 90^\circ) = \frac{\sigma_1}{2} \sin 2\alpha - \frac{\sigma_2}{2} \sin 2\alpha = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \sin 2\alpha.\end{aligned}\quad (3.14)$$

Formulalarda σ'_{α} va $\tau'_{\alpha} - \sigma_1$ ta'sirida vujudga kelgan kuchlanishlar, σ''_{α_1} va $\tau''_{\alpha_1} - \sigma_2$ ta'sirida vujudga kelgan kuchlanishlar.

Normal va urinma kuchlanishlar yuzachaning qiyalik burchagiga bog'liq bo'ladi. Normal kuchlanishlarning ekstremal (eng past yoki eng yuqori) qiymatlari asosiy kuchlanishlar hisoblanadi. $\alpha = 0$ da eng katta kuchlanish $\sigma_{\alpha \max} = \sigma_1$, $\alpha = 90^\circ$ da eng past kuchlanish $\sigma_{\alpha \min} = \sigma_2$ kuzatiladi.

Urinma kuchlanishlarning eng katta qiymati $\alpha = 45^\circ$ ostidagi qiya yuzachaga to'g'ri keladi: ular asosiy kuchlanishlarning yarmiga teng:

$$\tau_{\alpha \max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}. \quad (3.15)$$



3.3-rasm.

Tekis kuchlanganlik holatida elementning o'zaro perpendikulyar yuzachasidagi normal va urinma kuchlanishlarni aniqlaymiz (3.3-rasm, b). Formulalar (3.13) va (3.14) dan foydalanib, ulardagi α burchakni $\beta = \alpha + 90^\circ$ burchak bilan almashtirib, normal kuchlanishni:

$$\begin{aligned}\sigma_{\beta} &= \sigma_1 \cos^2 \beta + \sigma_2 \sin^2 \beta = \sigma_1 \cos^2 (\alpha + 90^\circ) + \\ &+ \sigma_2 \sin^2 (\alpha + 90^\circ) = \sigma_1 \sin^2 \alpha + \sigma_2 \cos^2 \alpha\end{aligned}\quad (3.16)$$

va urinma kuchlanishni:

$$\tau_{\beta} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \sin 2\beta = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \sin 2(\alpha + 90^\circ) = -\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \sin 2\alpha \quad (3.17)$$

topamiz:

Formulalar σ_{α} va σ_{β} ni qo'shib,

$$\sigma_{\alpha} + \sigma_{\beta} = \sigma_1 + \sigma_2 = \text{const} \quad (3.18)$$

ni topamiz, ya'ni ikki o'zaro perpendikulyar yuzachalaridagi normal kuchlanishlar yig'indisi o'zgarmas va asosiy kuchlanishlar yig'indisiga teng.

Formulalar τ_{α} va τ_{β} ni qiyoslab, urinma kuchlanishlarning juftlik qonunini olamiz:

$$\tau_{\alpha} = -\tau_{\beta}.$$

Yassi kuchlanganlik holatining xususiy xolini aytib o'tish kerak: $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$ da tekshirilayotgan nuqtadan o'tadigan barcha yuzachalarda urinma kuchlanish bo'lmaydi, normal

kuchlanish esa σ ga teng bo‘ladi. Bunday kuchlanganlik holati bir tekis cho‘zilish (siqilish) deb ataladi.

3.3. Hajmiy zo‘riqqan holatdagi qiya yuzachalar bo‘yicha kuchlanishlar.

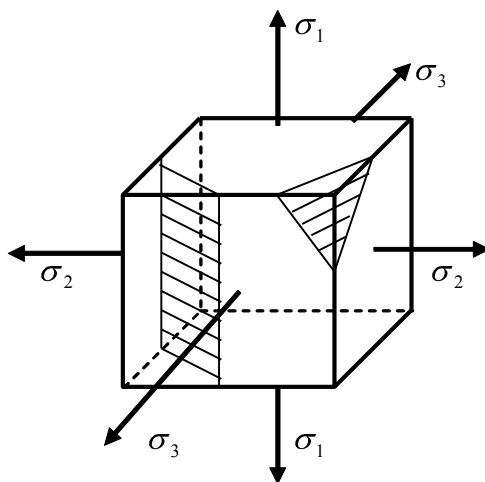
Hajmiy zo‘riqqan holatida element yoqlariga uchta asosiy kuchlanish σ_1, σ_2 va σ_3 ta’sir qiladi. (3.4-rasm)

Uchta asosiy kuchlanishlarni kesib o‘tadigan qiya yuzachadagi normal va urinma kuchlanishlar quyidagi formulalardan aniqlanadi:

$$\sigma_\alpha = \sigma_1 \cos^2 \alpha_1 + \sigma_2 \cos^2 \alpha_2 + \sigma_3 \cos^2 \alpha_3 \quad (3.13)$$

$$\tau_\alpha = \sqrt{\sigma_1^2 \cos^2 \alpha_1 + \sigma_2^2 \cos^2 \alpha_2 + \sigma_3^2 \cos^2 \alpha_3 - \sigma_\alpha^2} \quad (3.14)$$

Bunda: α_1, α_2 va α_3 ko‘rilayotgan yuzachaga o‘tkazilgan normal bilan tegishli kuchlanishlar σ_1, σ_2 va σ_3 yo‘nalishlari orasida hosil bo‘ladigan burchaklar.



3.4-rasm

Elementning istalgan yuzasidagi normal kuchlanishlar eng katta σ_1 va eng kichik σ_3 kuchlanishlar orasidagi qiymatlarga ega.

Teng qiyalik yoki oktaedrik yuzachalar uchun $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha$; $\cos^2 \alpha_1 + \cos^2 \alpha_2 + \cos^2 \alpha_3 = 1$ ligini hisobga olib, $\cos^2 \alpha = \frac{1}{3}$ ga ega bolamiz. Hajmiy zo‘riqqanlik holatidagi bunday yuzachada normal va urinma kuchlanishlar ushbuga teng:

$$\sigma_{oct} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3} \quad (3.15)$$

va

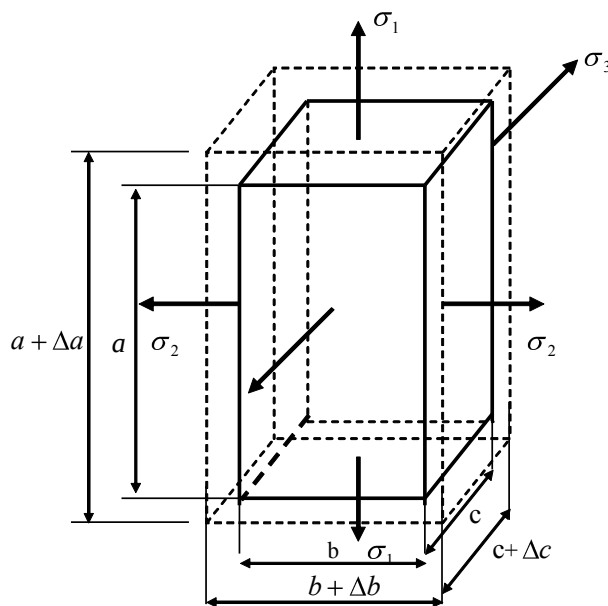
$$\tau_{oct} = \frac{1}{3} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}. \quad (3.16)$$

Asosiy kuchlanishlar σ_1 va σ_3 dan eng kattasi va eng kichigi 45° burchak ostida qiya yuzachaga ta’sir qiladigan eng katta urinma kuchlanish ular ayirmasining yarmiga teng:

$$\tau_{\alpha \max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}. \quad (3.17)$$

3.4. Hajmiy va tekis zo‘riqqan holatidagi deformatsiyalar va kuchlanishlar orasidagi bog‘liqlik.

Bog‘liqlikni chiqarish uchun qirralarining abc bo‘lgan va shu qirralariga asosiy kuchlanishlar σ_1, σ_2 va σ_3 ta’sir qiladigan (3.5-rasm) parallelepiped ko‘rinishidagi elementning deformatsiyasini ko‘rib chiqamiz.



3.5-rasm

Deformatsiya natijasida element qirralarining uzunligi o‘zgarib, $a + \Delta a, b + \Delta b$ va $c + \Delta c$ ga teng bo‘lib qoladi. Asosiy kuchlanishlar ta’siri yo‘nalishidagi nisbiy deformatsiyalar *asosiy nisbiy deformatsiyalar* deb ataladi, ular:

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta a}{a}, \quad \varepsilon_2 = \frac{\Delta b}{b} \quad \text{va} \quad \varepsilon_3 = \frac{\Delta c}{c} \quad (3.18)$$

ga teng.

Bu deformatsiyaning qiymati asosiy kuchlanishlar σ_1, σ_2 va σ_3 ga bog‘liq. Kuchlar ta’sirining mustaqilligi qoidasi asosida asosiy nisbiy deformatsiya ε_1 kattaligi quyidagi tenglik tarzida yoziladi:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_1' + \varepsilon_1'' + \varepsilon_1''' \quad (3.19)$$

bunda, ε_1' -kuchlanish σ_1 ta’sirida vujudga kelgan, σ_1 yo‘nalishidagi nisbiy bo‘ylama deformatsiya:

ε_1'' va ε_1''' -kuchlanishlar σ_2 va σ_3 ta’sirida vujudga kelgan, σ_1 yo‘nalishidagi nisbiy ko‘ndalang deformatsiya.

Guk qonunidan hamda markaziy cho‘zilish va siqilishdagi ko‘ndalang va bo‘ylama deformatsiyalarning o‘zaro bog‘liqliklaridan foydalanib, quyidagilarni topamiz:

$$\varepsilon_1' = \frac{\sigma_1}{E}, \quad \varepsilon_1'' = -\nu \frac{\sigma_2}{E} \quad \text{va} \quad \varepsilon_1''' = -\nu \frac{\sigma_3}{E} \quad (3.20)$$

Nisbiy deformatsiyalarni qo‘shib ushbuni olamiz:

$$\varepsilon_1 = \frac{\sigma_1}{E} - \nu \frac{\sigma_2}{E} - \nu \frac{\sigma_3}{E}. \quad (3.21)$$

Asosiy nisbiy deformatsiyalar ε_2 va ε_3 ni ham shunday aniqlaymiz:

$$\begin{aligned}
\varepsilon_1 &= \frac{1}{E} [\sigma_1 - \nu(\sigma_2 + \sigma_3)] \\
\varepsilon_2 &= \frac{1}{E} [\sigma_2 - \nu(\sigma_1 + \sigma_3)] \\
\varepsilon_3 &= \frac{1}{E} [\sigma_3 - \nu(\sigma_1 + \sigma_2)]
\end{aligned}
\tag{3.22}$$

Hosil bo'lgan formulalar hajmiy zo'rliq holatidagi asosiy nisbiy deformatsiyalar bilan asosiy kuchlanishlar orasidagi bog'liqlikni ifodalaydi va *Gukning umumlashgan qonuni deyiladi*.

Asosiy kuchlanish $\sigma_3 = 0$ deb olib, tekis kuchlanganlik holati uchun Gukning umumlashgan qonunini olamiz:

$$\varepsilon_1 = \frac{\sigma_1}{E} - \nu \frac{\sigma_2}{E}; \quad \varepsilon_2 = \frac{\sigma_2}{E} - \nu \frac{\sigma_1}{E}; \quad \varepsilon_3 = -\frac{\sigma_1}{E} - \nu \frac{\sigma_2}{E}.
\tag{3.23}$$

REJA:

1. Umumiy tushunchalar va to'sin tayanchlarining turlari
2. To'sinlardagi zo'riqish kuchlarini aniqlash
3. Sof egilish va normal kuchlanishni aniqlash
4. To'sinlarning normal kuchlanish bo'yicha mustahkamligini tekshirish

IKKINCHI QISM

EGILISH. Umumiy tushunchalar

Tayanch iboralar

Balka - To'sin. Egilishga qarshilik ko'rsatuvchi silindrik yoki prizmatik jism.

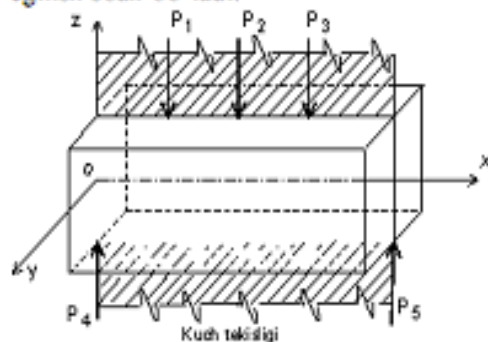
Tekis egilish - To'singa qo'yilgan yuklar uning simmetriya tekisligida yotsa, bunday egilish *tekis egilish* deyiladi.

Sof egilish - To'sinning eguvchi moment o'zgarmas bo'lgan hamda kesuvchi kuch esa 0 ga teng bo'lgan holdagi egilishi.

To'sinlar, ko'pincha, o'z o'qidan o'tuvchi biror tekislikda yotgan kuchlar yoki juft kuchlar ta'sirida bo'ladi va bu kuchlar sistemasi ta'sirida egiladi (1.1-shakl)

Bunday kuchlar ta'sirida g'o'laning to'g'ri chiziqli geometrik o'qi egri chiziqqa aylanadi. Sterjenning bunday deformatsiyasi egilish deyiladi. Egilishga qarshilik ko'rsatuvchi g'o'lalar *to'sin* deb ataladi. To'sin kesimida hosil bo'ladigan zo'riqish kuchlarini aniqlash uchun kesish usulidan foydalanamiz.

To'singa qo'yilgan yuklar uning simmetriya tekisligida yotsa, bunday egilish *tekis egilish* deyiladi. Aks holda qiyshiq egilish sodir bo'ladi.



1.1-shakl

To'singa qo'yilgan tashqi kuchlardan tashqari, tayanchlarning ham to'singa ta'siri tashqi kuchlar qatoriga kiradi. Shuning uchun to'sinlarni hisoblashni tayanch reaksiyalarini aniqlashdan boshlanadi.

To'sin tayanchlarining turlari

Tekislikda joylashgan to'sinlarga oid tayanchlar uch xil bo'ladi. Tayanchlarning bunday turlarini biz nazariy mexanika kursida batafsil o'rgangan edik.

Ular quyidagilar:

- 1) sharnirli qo'zg'aluvchan tayanch;
- 2) qo'zg'almas sharnirli tayanch;
- 3) qistirib mahkamlangan tayanch.

Materiallar qarshiligi kursida ko'riladigan masalalar statik aniq va statik aniqmas masalalarga bo'linadi.

Agar to'sinning tayanch reaksiyalari faqat statika tenglamalari yordamida aniqlansa, bunday to'sinlar *statik aniq to'sinlar* deyiladi.

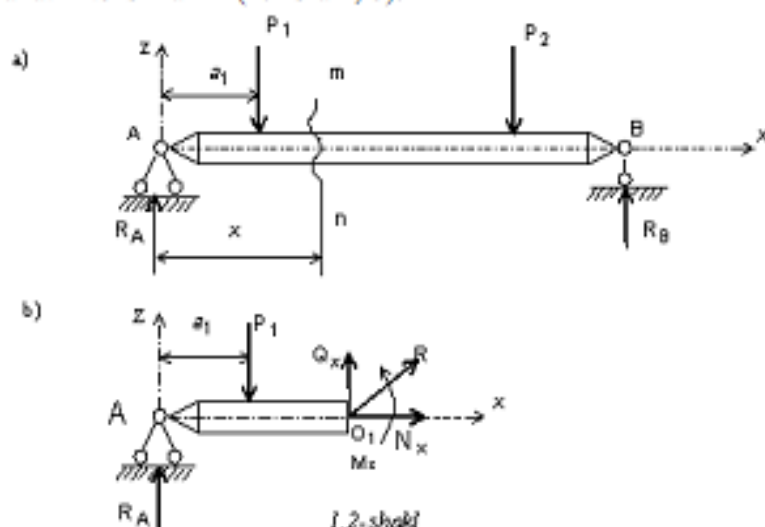
Agar noma'lum reaksiyalar soni, shu to'sin uchun tuzilgan statika tenglamalari sonidan ortib ketsa, u holda, to'sinlar *statik aniqmas to'sinlar* deyiladi. Bunday to'sinlarning reaksiyalarini aniqlash uchun qo'shimcha tenglamalar (deformatsiya tenglamalari) tuzish lozim bo'ladi.

TO'SINLARDAGI ZO'RIQISH KUCHLARINI ANIQLASH

Eguvchi moment va kesuvchi kuch

To'sinlarning turli kesimlaridagi kuchlanishlarni bilish uchun avval ularda hosil bo'ladigan zo'riqish kuchlarini aniqlashni o'rganamiz.

Istalgan ko'ndalang kesimdagi ichki kuchlarni bilish uchun kesish usulidan foydalanamiz, ya'ni to'sinni chap tayanchidan x masofada mn tekislik bilan kesib, uni ikki bo'lakka ajratamiz (1.2-shakl, a). Ajratilgan qismlardan birini (o'ng qismini) tashlab yuborib, qolgan chap qismining muvozanatini tekshiramiz (1.2-shakl, b).



1.2-shakl

To'sinning kesimiga tashlab yuborilgan qismning ta'sirini ifodalovchi kuchlarni qo'yamiz, bu kuchlar shu kesimdagi zo'riqish kuchlariga ekvivalent bo'ladi. Tekis sistema uchun zo'riqish kuchlari eng umumiy holda bir bosh vektor ($\vec{R}$) bilan bir bosh moment (M_x) dan iborat bo'ladi, bunda M_x - kuchlarni kesim markaziga ko'chirishda hosil bo'lgan juft kuchlarning momentlarini algebraik yig'indisi. Zo'riqish kuchlaridan birini ifodalovchi juft kuch momenti *eguvchi moment* deyiladi. Eguvchi momentni M_x bilan belgilaymiz, zo'riqish kuchini ifodalovchi bosh vektor ($\vec{R}$) ni vertikal Q_x bilan gorizontal N_x kuchlarga ajratamiz (1.2-shakl, b). Q_x kesuvchi kuch, N_x esa bo'ylama kuch deyiladi. Bu kuchlarni aniqlash uchun to'sinning qoldirilgan qismi muvozanatini tekshiramiz:

$$\sum X_k = N_x = 0 \text{ yoki } N_x = 0.$$

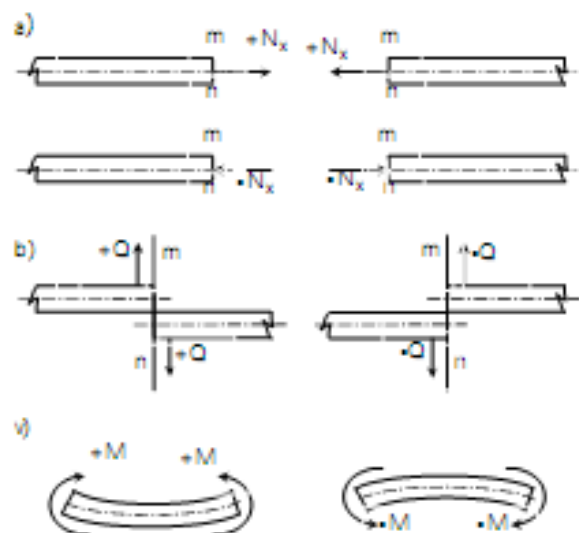
$$\sum Z_k = Q_x + R_A - P_1 = 0; \quad Q_x = P_1 - R_A \quad (1.1)$$

$$\sum M_0 = R_A \cdot x - P_1(x - a_1) - M_x = 0; \quad M_x = R_A \cdot x - P_1(x - a_1).$$

Endi bu kuchlarning ishoralariga to'htalamiz. Agar bo'ylama kuchning yo'nalishi kesimdan tashqariga yo'nalsa musbat, kesimdan ichkariga yo'nalsa manfiy deb olinadi (1.3-shakl, a).

To'sinning mn kesimidan chap tomonga qo'yilgan tashqi kuchlarning teng ta'sir etuvchisi shu kesimda pastdan yuqoriga va o'ng tomonga qo'yilgan tashqi kuchlarni

teng ta'sir etuvchisi yuqoridan pastga yo'nalgan bo'lsa, kesuvchi kuch musbat, aks



1.3-shakl

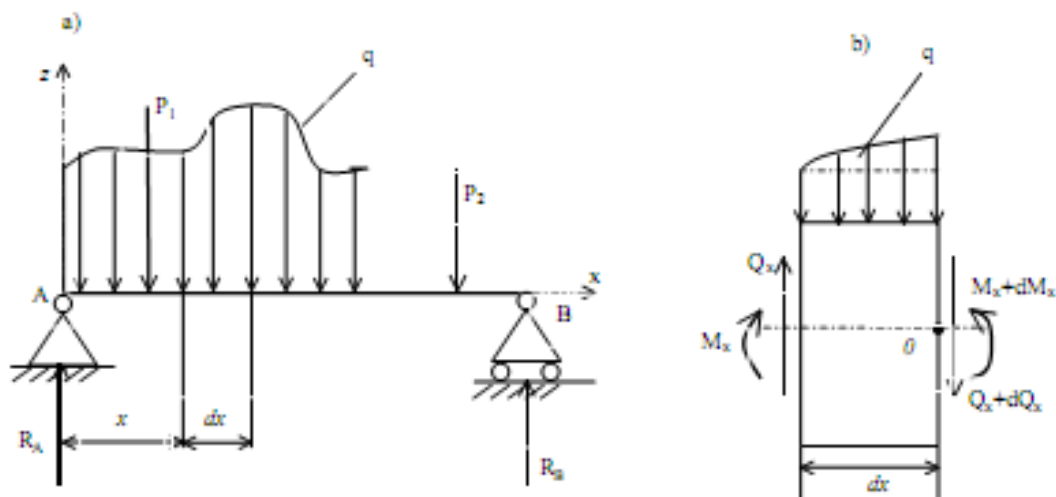
holda esa manfiy bo'ladi (1.3-shakl, b). Agar eguvchi moment to'sinning pastki tolalarini cho'zsa, uni musbat aks holda manfiy deb qabul qilamiz (1.3-shakl, v).

Eguvchi moment, kesuvchi kuch va yoyilgan kuch intensivligi orasidagi differensial bog'lanishlar

Eguvchi moment M bilan kesuvchi kuch Q orasidagi matematik bog'lanishni ko'rib chiqamiz. Ixtiyoriy yuklangan to'sin berilgan bo'lsin (1.3-shakl, a).

Uning yoyilgan kuch qo'yilgan uchastkasidan, ya'ni chap tayanchidan x hamda $x+dx$ masofadagi kesimlar yordamida dx uzunlikdagi bir elementini ajratamiz (1.4-shakl, b).

Ajratilgan dx element uzunligi cheksiz kichik bo'lganligi uchun yoyilgan yukni tekis taqsimlangan deb qarash mumkin. Kesilgan elementning chap ko'ndalang kesimiga to'sinning tashlab yuborilgan qism ta'sirini $+Q_x$ kuch va $+M_x$ moment bilan belgilaymiz. Elementning o'ng tomonidagi ko'ndalang kesimida M_x+dM_x va Q_x+dQ_x zo'riqish kuchlari ta'sir qiladi.



1.4-shakl

Ajratilgan element o'ziga qo'yilgan hamma kuchlar ta'sirida muvozanatda turadi (1.4-shakl, b)

ya'ni

$$\sum Z_k = 0; \quad Q_x - q dx - (Q_x + dQ_x) = 0;$$

yoki

$$dQ = -q dx$$

Bu tenglikdan quyidagini hosil qilamiz:

$$\frac{dQ}{dx} = -q \quad (1.2)$$

Demak, kesuvchi kuchdan abssissa - x buyicha olingan birinchi hosila yoyilgan kuch jadalligining teskari ishora bilan olingan qiymatiga tengdir.

Ikkinchi muvozanat tenglamasini yozamiz. Barcha kuchlardan bu elementning o'ng tomonidagi kesimning og'irlik markaziga nisbatan olingan momentlar yig'indisini nolga tenglashtiramiz (1.4-shakl, b)

$$\sum M_0 = 0; \quad M_x + Q_x dx - q dx \frac{dx}{2} - (M_x + dM_x) = 0 \quad (1.3)$$

Bundan $dM_x = Q_x dx - q \frac{(dx)^2}{2}$ kelib chiqadi, dx cheksiz kichik miqdor bo'lgani uchun, $(dx)^2$ ni e'tiborga olmasak ham bo'ladi.

U holda
$$\frac{dM}{dx} = Q_x \quad (1.4)$$

bo'ladi, ya'ni eguvchi momentdan x abssissa bo'yicha olingan birinchi hosila tekshirilayotgan kesimdagi kesuvchi kuchga tengdir. Agar Q_x qiymatini (1.4) dan (1.2)ga qo'ysak quyidagi differensial tenglama kelib chiqadi:

$$\frac{d^2 M}{dx^2} = \frac{dQ_x}{dx} = -q \quad (1.5)$$

ya'ni eguvchi momentdan x abssissa bo'yicha olingan ikkinchi hosila taqsimlangan kuch intensivligiga tengdir.

Bu differensial tenglamalar eguvchi moment va kesuvchi kuch epyuralarini chizishda va ularni tekshirishda muhim ahamiyatga ega.

1. $\frac{dM}{dx} = Q_x$ ning geometrik ma'nosi shuki, u M_x epyurasini chegaralovchi egri chiziqqa o'tkazilgan urinmaning abssissalar o'qi bilan hosil qilgan burchagi tangensini ifodalaydi. Shuning uchun $Q_x = \operatorname{tg} \alpha > 0$ bo'lganda tegishli uchastkada eguvchi moment kattalashadi, aksincha $Q_x = \operatorname{tg} \alpha < 0$ bo'lgan uchastkada eguvchi moment kichiklashadi. Agar Q_x noldan o'tib, o'z ishorasini (+) dan (-) ga o'zgartirsa bu nuqtada eguvchi moment maksimum, aksincha minimum bo'ladi. Agar qaralayotgan uchastkada $Q_x = 0$ bo'lsa, $M_x = \text{const}$ bo'ladi.

2. To'sinning $\frac{dQ_x}{dx} = -q = 0$ ya'ni $Q_x = \text{const}$ bo'lgan uchastkalarida Q_x ning epyurasi abssissalar o'qiga parallel yo'nalgan to'g'ri chiziq, M_x ning epyurasi esa og'ma to'g'ri chiziq bilan chegaralangan.

3. To'sinning tekis taqsimlangan kuchlar qo'yilgan uchastkalarida Q_x ning epyurasi abssissalar o'qiga og'ma bo'lgan to'g'ri chiziq, M_x ning epyurasi esa kvadratik parabola yoyi bilan chegaralangan.

Bulardan tashqari, M_x va Q_x epyuralarining to'g'ri chizilganligini bilish uchun yana quyidagi qoidalarga rioya qilish lozim:

1) bir nuqtaga qo'yilgan kuch ta'sir etgan kesimlarda Q_x ning epyurasi shu kuch miqdori qadar sakraydi, M_x ning epyurasidagi og'ma chiziq sinadi;

2) chetki sharnirli tayanchlarda kesuvchi kuch tayanch reaksiyalariga eguvchi moment esa nolga teng bo'ladi. (Agar shu kesimlarga juft qo'yilmagan bo'lsa);

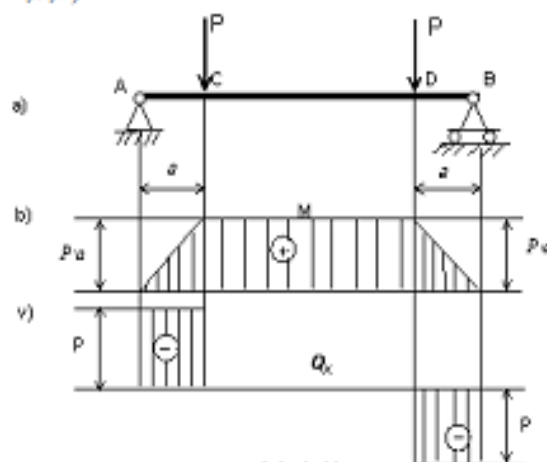
3) juft kuch qo'yilgan kesimlarda eguvchi moment epyurasi uzilib shu juft kuch miqdori qadar sakraydi;

4) to'sinning erkin uchiga juft kuch qo'yilmagan bo'lsa, eguvchi moment shu nuqtada nolga teng bo'ladi, agar to'sin uchiga to'plangan kuch ham qo'yilmagan bo'lsa, u holda shu nuqtada kesuvchi kuch ham nolga teng bo'ladi;

5) qistirib mahkamlangan tayanchlarda kesuvchi kuch shu tayanchning reaksiya kuchiga eguvchi moment esa shu tayanchning reaksiya momentiga teng bo'ladi.

Sof egilish va normal kuchlanishni aniqlash

2.1-shakldagi to'sinning eguvchi moment va kesuvchi kuch epyuralarini tekshirib, quyidagi xulosaga kelimiz (2.1-shakl,b,v)



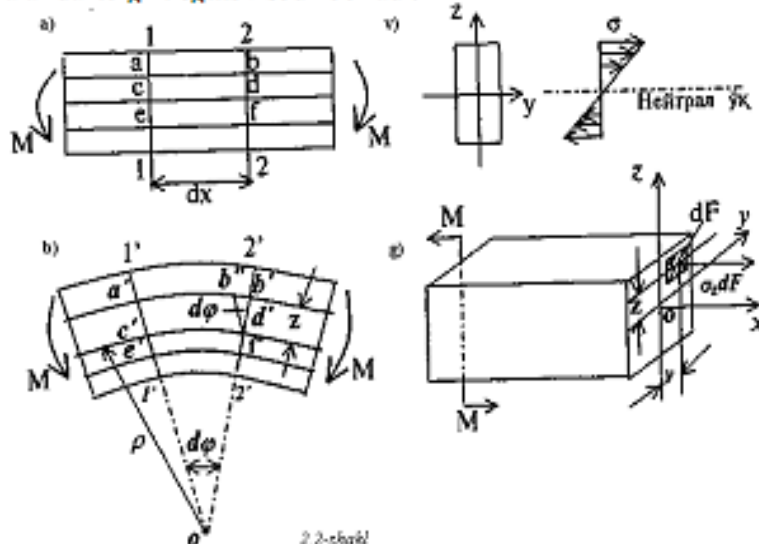
2.1-shakl

1. To'sinning CD uchastkasidagi eguvchi moment o'zgarmas miqdor bo'lib, kesuvchi kuch nolga teng, to'sinning bu uchastkasidagi egilish *sof egilish* deyiladi.

Demak, sof egilishda to'sinning ko'ndalang kesimlaridagi eguvchi moment o'zgarmas miqdorga ega bo'lib, kesuvchi kuch nolga teng bo'ladi. Boshqacha aytganda, agar to'sinning kesimlarida faqat o'zgarmas eguvchi moment hosil bo'lsa, unda sof egilish sodir bo'ladi.

2. To'sinning AC va BD uchastkalarida eguvchi moment o'zgaruvchan miqdor bo'lib, kesuvchi kuch nolga teng emas. Bu uchastkalardagi egilish *ko'ndalang egilish* deyiladi.

3. To'singa qo'yilgan kuchlar to'sinning bosh tekisliklaridan birida yotgani uchun uning hamma uchastkalarida *to'g'ri egilish* sodir bo'ladi.



2.2-shakl

1. To'singa chizilgan 1-1 va 2-2 to'g'ri chiziqlar deformatsiyadan keyin ham to'g'ri chiziqligicha qolib, faqat juda kichik biror dj burchakka og'adi. Demak, to'sinning deformatsiyagacha bo'lgan tekis ko'ndalang kesim yuzi deformatsiyadan keyin ham tekisligicha qoladi. Bu holat *tekis kesim* yoki *Bernulli* gipotezasi deyiladi. Bu gipotezani oddiy sterjenlarning deformatsiyasida ham ko'rgan edik.

2. To'sinning qabariq tomonidagi ab tolasi cho'zilib, botiq tomonidagi ef tolasi qisqaradi. Ular orasidagi biror ed tolaning uzunligi o'zgarmaydi. Shunday qilib, to'sin qatlamlari orasida shunday qavat topilishi mumkin bo'ladiki, bu qavatda yotgan tolalarning uzunligi o'zgarmaydi, chunki to'sinning cho'zilgan va siqilgan qavatida bunday xolis qavat bo'lishi o'z-o'zidan ravshan. To'sinning cho'zilmagan va qisqarmagan bu tolalari yotgan qavat *neytral qavat* deyiladi.

Neytral qavat bilan to'sinning ko'ndalang kesim tekisligi kesishgan chiziq mazkur kesimning *neytral o'qi* deb ataladi.

To'sin egilganda har bir ko'ndalang kesim o'z neytral o'qi atrofida aylanadi.

Bu tajriba shuni ko'rsatadiki, to'sin egilganda uning tolalari turlicha deformatsiyalanadi, neytral o'qdan eng uzoqyotgan tolalarning deformatsiyasi eng katta bo'ladi.

Darhaqiqat, to'sin egilgandan keyin neytral qavatdan z masofada turgan ab tola cho'zilib, uzunlikka ega bo'ladi (2.2-shakl,b). Agar kesmani kesmaga parallel qilib o'tkazsak, ab tolaning absolyut cho'zilishi bilan ifodalaniladi va kesma kesmaga teng bo'ladi. Shunday qilib neytral o'qdan z masofada joylashgan tolaning nisbiy cho'zilishini topamiz:

$$\varepsilon_z = \frac{b'b^*}{a'b^*} = \frac{b'b^*}{c'd^*} = \frac{z d\varphi}{\rho d\varphi} = \frac{z}{\rho} \quad (2.1)$$

Bunda ρ - neytral qavatning hozircha noma'lum bo'lgan egrilik radiusi.

Kuchlanishni topishdan oldin yana bir gipotezani e'tiborga olamiz. To'sinning qavatlari deformatsiya vaqtida bir-biriga bosim ko'rsatmaydi, ya'ni to'sinning o'qiga tik yunalgan kuchlanishlar nolga teng bo'ladi. Demak, to'sinning tolalari har biri mustaqil ravishda faqat cho'ziladi yoki siqiladi. Binobarin, egilgan to'sinning tolalaridagi kuchlanishlarni topish uchun oddiy cho'zilish yoki siqilishdagi Guk qonunidan foydalanamiz:

$$\sigma_z = E\varepsilon_z; \text{ yoki } \sigma_z = E \frac{z}{\rho} \quad (2.2)$$

Bundan chiqdi, egilishdagi normal kuchlanish to'sin ko'ndalang kesimining balandligi bo'yicha kuchlanish topiladigan nuqtadan neytral o'qqacha bo'lgan masofaga proporsional ravishda o'zgaradi. Bunga ko'ra eng katta normal kuchlanishlar to'sinning chetki tolalarida hosil bo'ladi. Normal kuchlanish diagrammasi (2.2-shakl,v) da ko'rsatilgan. Cho'zuvchi kuchlanish musbat, siquvchi kuchlanish manfiy deb olinadi.

Normal kuchlanishning kesim yuzasida taqsimlanish qonunini bilgandan so'ng, uning qiymatini topish uchun kesish usulidan foydalanib, muvozanat tenglamalarini tuzamiz. To'sinning bir qismi (2.2-shakl,g) uchun umumiy holda 6 ta muvozanat tenglamasini yozish mumkin:

$$\Sigma X_k = 0; \quad (1) \quad \Sigma M_x = 0; \quad (4)$$

$$\Sigma Y_k = 0; \quad (2) \quad \Sigma M_y = 0; \quad (5)$$

$$\Sigma Z_k = 0; \quad (3) \quad \Sigma M_z = 0. \quad (6)$$

1. Endi bu tenglamalarni biz tekshirayotgan hol uchun yozamiz:

$$\Sigma X_k = 0; \text{ yoki } \int_A \sigma_z dA$$

Bu tenglikka normal σ_z kuchlanishning qiymatini (2.2) formuladan keltirib qo'ysak:

$$\frac{E}{\rho} \int_A z dA = 0 \quad \text{hosil bo'ladi.}$$

Ammo bu ifodada $\frac{E}{\rho} \neq 0$ chunki to'sinning egilgan holatini tekshirayotganimiz uchun $\sigma=0$. Demak, $\int_A z dA = 0$

Bu integral to'sinning ko'ndalang kesim yuzasining neytral o'qqa nisbatan statik momentini ifodalaydi. Demak, ko'ndalang kesimning neytral o'qi uning markazidan o'tadi.

2. Muvozanat tenglamalarining (2) va (3)-si $\Sigma Y_k=0$, $\Sigma Z_k=0$ ayniyatga aylanadi, chunki $\sigma_z dF$ zo'riqish kuchi Oy va Oz o'qlarga perpendikulyar yo'nalgan.

Muvozanat tenglamalarining (4)-si $\Sigma M_x=0$, chunki $\sigma_z dA$ zo'riqish kuchi ox o'qiga paralleldir.

Bu integral to'sinning ko'ndalang kesim yuzasining neytral o'qqa nisbatan *statik momentini* ifodalaydi. Demak, ko'ndalang kesimning neytral o'qi uning markazidan o'tadi.

3. Muvozanat tenglamalarining (5)-sini yozamiz:

$$\sum_A M_y = 0; \quad M - \int_A \sigma_z dA \cdot z = 0;$$

$$M = \int_A \sigma_z \cdot z \cdot dA$$

bunda M – tashqi moment.

Endi bu tenglamaga σ_z ning qiymatini (2.2) formuladan keltirib qo'ysak, quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$M = \frac{E}{\rho} \int_A z^2 dA \quad \text{yoki} \quad M = \frac{E}{\rho} I_y$$

bundan

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M}{EI_y} \quad (2.3)$$

Bu yerda $I_y = \int_A z^2 dA$ - ko'ndalang kesimning Oy neytral o'qqa nisbatan olingan *inersiya momenti*, $\frac{1}{\rho}$ neytral tekislikning egriligini ifodalaydigan miqdor, EI_y - egilishdagi bikirligi.

Demak, to'sinning egilgan o'qining egriligi eguvchi momentga to'g'ri proporsional va to'sinning bikirligi EI_y ga teskari proporsionaldir.

Muvozanat tenglamalarining (6)-sini tekshiramiz:

$$M_z=0; \quad \int_A y \sigma_z dA = 0$$

Bunga σ_z ning qiymatini (2.2) dan keltirib qo'ysak:

$$\frac{E}{\rho} \int_A yz dA = 0 \quad \text{hosil bo'ladi.}$$

Ammo $\frac{1}{\rho} \neq 0$ demak, $\int_A yz dA = 0$ bo'ladi.

Bu integral ko'ndalang kesim yuzasidan Oy va Oz o'qlarga nisbatan olingan markazdan qochirma inersiya momentini ifodalaydi; uning nolga teng bo'lishi Oy va Oz o'qlarning bosh markaziy o'qlar ekanligidan dalolat beradi. Demak, kuch yotgan tekislik neytral qavat tekisligiga tik bo'ladi. Tashqi moment M shu bosh o'qlarning biridan o'tgan bosh tekislikda yotadi.

Endi $\frac{1}{\rho}$ ning qiymatini (2.3) formuladan (2.2) formulaga qo'yib, quyidagi formulani hosil qilamiz:

$$\sigma_z = E \frac{z}{\rho} = E \frac{z \cdot M}{EI_y} = \frac{M}{I_y} z \quad (2.4)$$

Bu formula yordamida sof egilgan to'sinning ko'ndalang kesimida yotgan har qanday nuqtaning normal kuchlanishi aniqlanadi. Bu formulani *Bernulli* hosil qilgan.

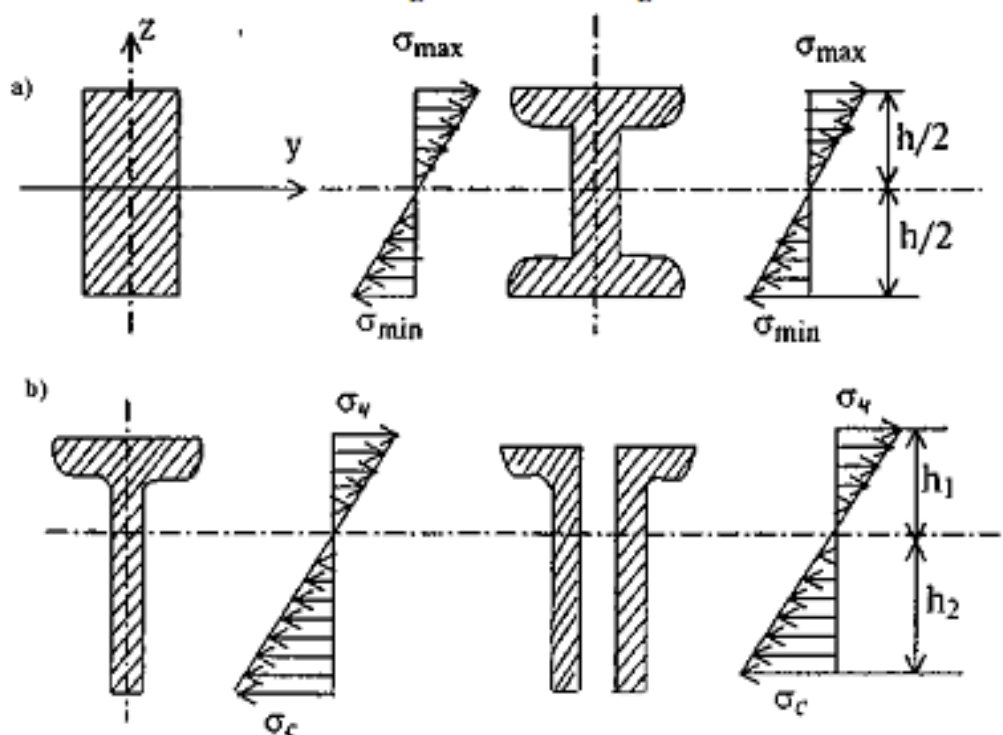
Ammo ko'ndalang egilishda eguvchi moment to'sin uzunligi bo'yicha o'zgaruvchan bo'lganligi uchun ko'ndalang egilish uchun (2.4) formulani quyidagicha yozamiz:

$$\sigma_z = \frac{M_x}{I_y} z \quad (2.5)$$

bunda M_x - kuchlanish topiladigan kesimdagi eguvchi momentdir.

2.3-chizmada turli shakldagi ko'ndalang kesim uchun normal kuchlanishning kesim balandligi bo'yicha taqsimlanish qonuni ko'rsatilgan.

(2.3-shakl,a)da neytral o'qqa nisbatan simmetrik, (2.3-shakl,b) da esa, nosimetrik kesimlar uchun normal kuchlanishlar diagrammasi tasvirlangan.



2.3-shakl

Neytral o'qdan bir xil uzoqlikda turgan barcha to'lalarning normal kuchlanishlari bir xildir.

Eguvchi moment musbat bo'lgan holda (biz tekshirayotgan hol uchun eguvchi moment manfiydir) to'sinning qabariq tomoni pastga qaragan bo'lib, yuqoridagi tolalar qisiladi.

Eng katta cho'zuvchi va siquvchi normal kuchlanishlar ko'ndalang kesimning neytral o'qidan eng uzoqda joylashgan nuqtalarida hosil bo'ladi, ularning qiymatini esa (2.4) formulaga $z=z_{max}$ qo'yish bilan aniqlanadi:

$$\sigma_{max} = \frac{M}{I_y} z_{max}$$

Bu ifodaning maxrajidagi $\frac{I_y}{z_{max}}$ nisbatni W_y harfi bilan belgilaymiz.

$$W_y = \frac{I_y}{z_{max}} \quad (2.6)$$

Buni e'tiborga olsak, yuqoridagi ifoda bunday yoziladi:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_z}{W_y} \quad (2.7)$$

bunda W_y - ko'ndalang kesim yuzining neytral o'qqa nisbatan qarshilik momenti, u (2.6) formuladan aniqlanadi.

Qarshilik momenti ko'ndalang kesimning geometrik xarakteristikalaridan biri bo'lib, uning miqdori egilishda to'sinlarning mustahkamligini aniqlaydi. Qarshilik momenti W_y uzunlik o'lchovining uchinchi darajasi (sm^3), (m^3) bilan o'lchanadi.

To'sinlarning normal kuchlanish bo'yicha mustahkamligini tekshirish

To'sin mustahkam bo'lishi uchun uning xavfli kesimida hosil bo'luvchi maksimal normal kuchlanishlar to'sin materiali uchun ruxsat etilgan kuchlanishdan ortib ketmasligi kerak.

Agar to'sin cho'zilish va siqilishga bir xilda qarshilik ko'rsatuvchi materiallardan yasalgan va kesim shakli neytral o'qqa nisbatan (2.3-shakl, a) dagi kabi simmetrik bo'lsa, to'sinning mustahkamlik sharti (2.7) formula asosida bunday yoziladi:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_y} \leq [\sigma] \quad (2.8.)$$

Bunda $M_{\max}$ - to'sinning xavfli kesimidagi eguvchi moment, $[\sigma]$ - to'sin materiali uchun ruxsat etilgan kuchlanish.

Agar to'sin materiali cho'zilish va siqilishga har xil qarshilik ko'rsatadigan, chunorchi, mo'rt materialdan bo'lsa, kesim shakli neytral o'qqa nisbatan nosimetrik bo'lsa (2.3-shakl, b), to'sinning mustahkamlik sharti cho'ziluvchi va siqiluvchi zonalar uchun alohida - alohida tuzilishi kerak:

$$\begin{aligned} (\sigma_{\max})_{ch} &= \frac{M_{\max}}{W_1} \leq [\sigma_{ch}], \\ (\sigma_{\max})_s &= \frac{M_{\max}}{W_2} \leq [\sigma_s] \end{aligned} \quad (2.9)$$

Bunda σ_{ch} - cho'zilishdagi normal kuchlanish,

σ_s - siqilishdagi normal kuchlanish.

(2.9) formuladagi keltirilgan qarshilik momentlari quyidagicha formulalar yordamida aniqlanadi (2.3-shakl, b):

$$W_1 = \frac{I_z}{h_1} \text{ va } W_2 = \frac{I_z}{h_2}.$$

To'sinning mustahkamlik sharti (2.8) ga ko'ra, quyidagi uch xil masala hal kilinishi mumkin:

1. Agar to'singa qo'yilgan kuchlar va to'sinning ko'ndalang kesim o'lchamlari ma'lum bo'lsa, xavfli kesimlarning eng katta kuchlanishlari topilib, to'sinning mustahkamligi tekshiriladi;

$$\sigma_{\frac{\max}{\min}} = \pm \frac{M_{\max}}{W_y} \quad (2.10)$$

Bu kuchlanishlar to'sin materiali uchun ruxsat etilgan kuchlanishdan $\pm 5\%$ gina farq qilishi mumkin, aks holda to'sinning mustahkamligi yoki materialning tejalishi ta'minlanmay qoladi.

2. Agar to'sin materiali va uning ko'ndalang kesim o'lchamlari ma'lum bo'lsa, to'sin ko'tara oladigan kuchni topish mumkin bo'ladi. Yuqoridagi $\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_y} \leq [\sigma]$ formula asosida $M_{\max}$ ni hisoblash kerak:

$$M_{\max} = [\sigma] W_y \quad (2.11)$$

Xavfli kesimning eguvchi momenti M_{max} ni to'singa qo'yilgan kuchlar bilan bog'lab, qo'yilishi mumkin bo'lgan tashqi kuchlar aniqlanadi.

3. Agar to'sin materiali va unga qo'yilgan kuchlar ma'lum bo'lsa, to'sinning mustahkamligini ta'minlovchi ko'ndalang kesimni tanlash va uning o'lchamlarini topish uchun (2.8) formuladan qarshilik momentini aniqlash kerak:

$$W_y \geq \frac{M_{max}}{[\sigma]} \quad (2.12)$$

Topilgan qarshilik momenti bo'yicha kesimning shakliga qarab, yuqoridagi formulaga shu shakl qarshilik momentining geometrik ifodasi qo'yiladi va undan kerakli o'lchamlar aniqlanadi.

Agar to'sin prokat po'latdan yasalgan bo'lsa (2.12) formuladan hosil bo'lgan qarshilik momenti W_y ning qiymatiga ko'ra to'sinning ko'ndalang kesim o'lchamlari sortament-navlar jadvalidan olinadi (qo'shtavr, shveller va boshqalar).

NAZORAT SAVOLLARI

1. To'sin deb nimaga aytiladi?
2. Qanday holda tekis egilish sodir bo'ladi?
3. To'sin tayanchlarining turlari qanday bo'ladi?
4. Qo'zg'aluvchan tayanchda nechta reaksiya kuch hosil bo'ladi?
5. Qo'zg'almas tayanchda nechta reaksiya kuchi hosil bo'ladi?
6. Qistirib mahkamlangan tayanchda nechta reaksiya kuchi hosil bo'ladi?
7. Qanday holda to'sin statik aniq va statik aniqmas bo'ladi?
8. Bo'ylama kuch nima?
9. Ko'ndalang kuch nima?
10. Eguvchi moment nima?
11. N_x , Q_x , va M_x epyuralari yordamida qanday muammolar hal qilinadi?
12. N_x , Q_x , va M_x lar orasidagi differensial bog'lanishlar yordamida epyuralar qanday tekshiriladi?
13. Sof egilish nima?
14. Qanday egilish ko'ndalang egilish deyiladi?
15. Bernulli gipotezasining mohiyati nimani anglatadi?
16. Neytral qavat nima?
17. Neytral o'q nima?
18. Statik moment deganda qanday kattalik tushuniladi?
19. Statik momentning o'lchov birligi qanday?
20. To'sinlarning bikirligi nima?
21. Bikirlikning o'lchov birligi qanday?
22. Egilgan o'q egrilik radiusi qanday kattalik?
23. To'sinning mustahkamlik sharti qanday yoziladi?
24. Mustahkamlik shartidan foydalanib, qanday masalalar hal etiladi?

REJA:

1. Ko'ndalang egilishdagi urinma kuchlanishni aniqlash
2. To'sinlarning mustahkamligini urinma kuchlanishga nisbatan tekshirish
3. Egilishdagi potentsial energiya

Egilishdagi kuchlanishlar

Tayanch iboralar

Ko'ndalang egilish - To'sinning eguvchi moment o'zgaruvchan bo'lib, kesuvchi kuch nolga teng holdagi egilishi.

To'g'ri egilish - To'singa qo'yilgan kuchlar to'sinning bosh tekisliklaridan birida yotganda sodir bo'ladigan egilish.

Neytral qavat - To'sinning cho'zilmagan va qisqarmagan tolalari yotgan qavat.

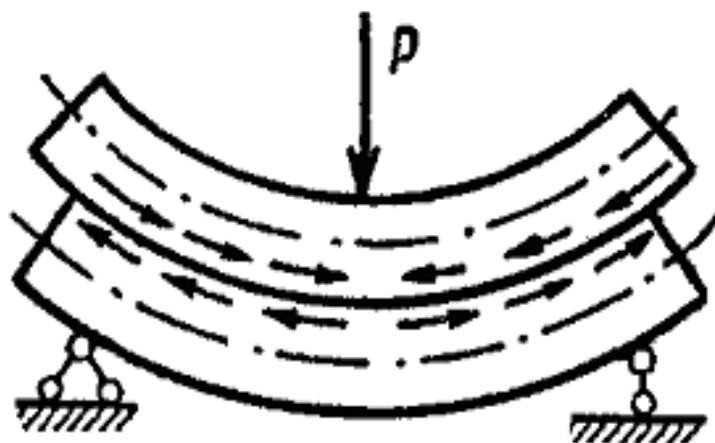
Neytral o'q - Neytral qavat bilan to'sinning ko'ndalang kesim tekisligi kesishgan chiziq.

KO'NDALANG EGILISHDAGI URINMA KUCHLANISHNI ANIQLASH

Biz ilgari sof egilishni tekshirdik, bu holda to'sinning kesimlarida faqat eguvchi moment hosil bo'lishini ko'rgan edik. Endi to'sinning ko'ndalang egilishini tekshiramiz. Bu holda to'sinning ko'ndalang kesimlarida eguvchi moment bilan birga kesuvchi kuch ham hosil bo'lishini ko'rgan edik.

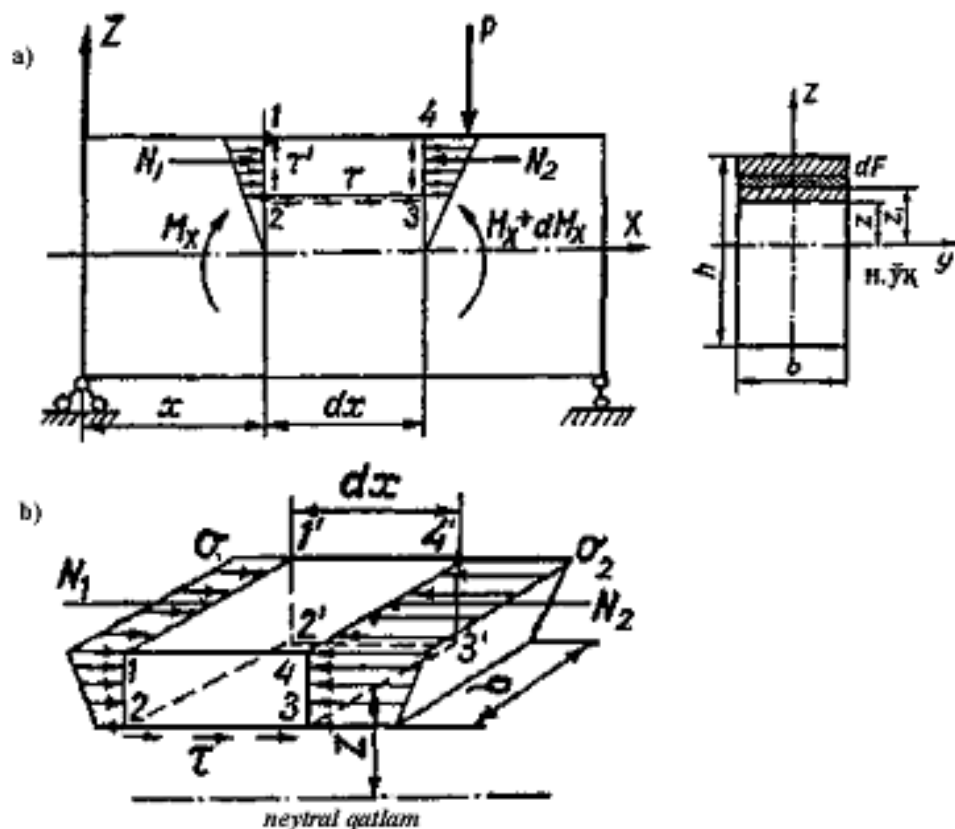
To'sin kesimlaridagi eguvchi moment ta'siridan shu kesimlarda (2.5) formula yordamida topiladigan normal kuchlanishlar hosil bo'ladi. To'sinning kesimlaridagi kesuvchi kuchlar esa shu kesimda urinma kuchlanish hosil qiladi, urinma kuchlanishlarning juftlik qoidasiga ko'ra, bunday urinma kuchlanishlar to'sinning neytral qavatiga parallel bo'lgan kesimlarda ham hosil bo'ladi degan xulosaga kelamiz.

Keyingi mulohazani quyidagi oddiy tajriba tasdiqlaydi: Ikki mustaqil to'sinni ikki tayanchga ustma-ust qo'yib, o'rtasiga qo'yilgan P kuch bilan egamiz (3.1-shakl). Bu holda har qaysi to'sin mustaqil ravishda egilib, oqibatda ularning ustki tolalari siqiladi, ostki tolalari cho'ziladi, bunda ularning uchlariga oid ko'ndalang kesim tekisligi sinib, pog'onali tekislikka aylanadi. Bu hol to'sinlarning bir-biriga nisbatan bo'ylama tomonga qarab siljishidan dalolat beradi.



3.1-shakl

Shu ikki to'sin yaxlit bo'lsa, uning uchlariga tegishli kesim pog'ona hosil qilmaydi. Bu tajribadan ravshan ko'rinadiki, to'sinning bo'ylama tekisliklari yuzida hosil bo'ladigan zo'riqish kuchlari siljishga qarshilik qiladi. Shaklda bu zo'riqish kuchlari strelkalar bilan ko'rsatilgan. Bunday bo'ylama siljishlar ayniqsa yog'och to'sinlarning egilishida yaqqol namoyon bo'ladi, chunki yog'och to'sin bo'ylama yorilishga zaif qarshilik ko'rsatadi. Shuning uchun egilgan to'sinlarning kesimlarida urinma kuchlanishlarning paydo bo'lishiga ishonch hosil qilingandan keyin ularning miqdori va kesim yuzasi buyicha taqsimlanish qonunlarini aniqlashga kirishamiz. Buning uchun eni u qadar keng bo'lmagan to'g'ri to'rtburchak kesimli oddiy to'sinni ko'rib chiqamiz (3.2-shakl, a). Bu masalani tekshirishda quyidagi ikki gipotezani qabul qilamiz:



3.2-shakl

Bu element tomonlariga quyidagi kuchlar ta'sir qiladi: elementning tomonida normal σ_1 kuchlanish hosil bo'lib, uning qiymati (2.5) formuladan aniqlanadi

$$\sigma_1 = \frac{M_x}{I_y} z \quad (a)$$

bunda M_x birinchi, ya'ni (1-2) kesimdagi eguvchi moment. Bundan tashqari yana shu kesimda hozircha noma'lum bo'lgan σ urinma kuchlanish ta'sir qiladi. To'sinning eni tor bo'lsa, urinma kuchlanish bu kenglikda tekis taqsimlanadi (2-gipotezaga ko'ra). Bu gipoteza *Juravskiy* tomonidan aytilgan.

Bu urinma kuchlanish 1-2 kesimda hosil bo'ladigan kesuvchi kuch ta'sirida yuzaga keladi.

Elementning 3-4'3' omoniga (2.5) formula bilan aniqlanadigan σ_2 normal kuchlanish ta'sir qiladi:

$$\sigma_2 = \frac{M_x + dM}{I_y} z \quad (b)$$

bunda $M_x + dM_x$ ikkinchi, ya'ni 3-4 kesimdagi eguvchi moment. Bu kesimda ham kesuvchi kuchdan hosil bo'ladigan urinma kuchlanish sodir bo'ladi. Ajratilgan elementning 3-2'2'3' tomoniga faqat urinma kuchlanish ta'sir etadi. Bu kuchlanishning qiymati shu elementning

vertikal tomoniga ta'sir qilgan urinma kuchlanishga teng bo'lib, unga teskari yo'naladi. Endi ajratilgan elementga oid muvozanat tenglamasini yozish uchun, unga ta'sir qilgan zo'riqish kuchlarini hisoblab olamiz. Ajratilgan elementning 233'2' omoniga ta'sir qilgan urinma zo'riqish kuchlarining teng ta'sir etuvchisi $T=\tau b dx$ ga teng. 122'1' tomoniga ta'sir qiladigan normal zo'riqish kuchlarining teng ta'sir etuvchisi esa

$$N_1 = \int_{A_1} \sigma_1 dA$$

Xuddi shuningdek

$$N_2 = \int_{A_2} \sigma_2 dA$$

Integral ko'ndalang kesim yuzasidan ajratilgan yuza 122'1' yoki 344'3' yuza bo'yicha olinishi kerak.

Endi $\sum X_k = 0$ muvozanat tenglamasini tuzamiz:

$$N_1 - N_2 + T = 0,$$

yoki

$$\int_{A_1} \sigma_1 dA - \int_{A_2} \sigma_2 dA + \tau b dx = 0$$

Bu tenglamadagi σ_1 va σ_2 kuchlanishlarning qiymatlarini (a) va (b) ifodadan keltirib qo'yamiz:

$$\frac{M_x}{I_y} \int_{A_1} z dA - \frac{M_x + dM_x}{I_y} \int_{A_2} z dA + \tau b dx = 0$$

Bu tenglamadagi $\int_A z dA = S_y^{aj}$ ko'ndalang kesimdan ajratilgan 121'2' yuzaning neytral o'qqa nisbatan statik momenti.

Demak, $\frac{S_y^{aj}}{I_y} (M_x - M_x - dM_x) + \tau b dx = 0$ bo'ladi, bunda dM_x to'sinning dx uzunligidagi eguvchi momentning orttirmasidir. Shunday qilib,

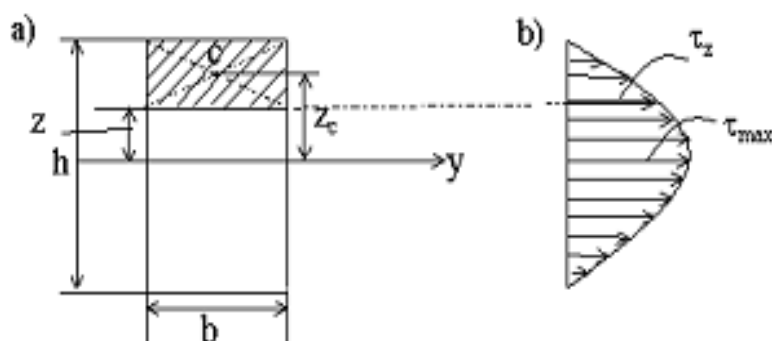
$$S_y^{aj} \frac{dM_x}{I_y} = \tau b dx.$$

Demak, $\tau = \frac{dM_x}{dx} \frac{S_y^{aj}}{b I_y}$ bo'ladi. Bu formuladagi $\frac{dM_x}{dx} = Q_x$ bo'lganligidan

$$\tau = \frac{Q_x S_y^{aj}}{b I_y} \quad (3.1)$$

kelib chiqadi. Bunda: τ -ko'ndalang kesimning ixtiyoriy nuqtasidagi urinma kuchlanish, Q_x - tekshirilayotgan ko'ndalang kesimdagi kesuvchi kuch, ko'ndalang kesimdan **urinma kuchlanish topiladigan qatlamdan yuqorida joylashgan yuzaning neytral o'qqa nisbatan statik momenti**, b -urinma kuchlanish topiladigan qatlamdagi ko'ndalang kesim eni, I_y - ko'ndalang kesimning inersiya momenti. Bu formulani birinchi marotaba rus injeneri D.I. Juravskiy chiqargan, shuning uchun **Jurovskiy** formulasi deb ataladi.

To'g'ri to'rtburchakli ko'ndalang kesimning balandligi bo'yicha urinma kuchlanishning taqsimlanish qonunini tekshiramiz (3.3-shakl, a).



3.3-shakl

Urinma kuchlanish faqat S_y^o ga bog'liq bo'lib, har bir kesim uchun Q_z , b va I_y miqdorlari o'zgarmas son ekanligi (3.1) formuladan ko'rinib turibdi, bunda $I_y = \frac{bh^3}{12}$ ga teng. Binobarin, urinma kuchlanish topilishi kerak bo'lgan nuqtadan yuqorida joylashgan yuzaning neytral o'qqa nisbatan statik momentini aniqlaymiz (3.3-shakl,a)

$$S_y^o = A_{oq} z_c \quad \text{bunda}$$

$$z_c = z + \frac{1}{2} \left(\frac{h}{2} - z \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{h}{2} + z \right), \quad A_{oq} = b \left(\frac{h}{2} - z \right)$$

Demak,

$$S_y^o = b \left(\frac{h}{2} - z \right) \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{h}{2} + z \right) = \frac{b}{2} \left(\frac{h^2}{4} - z^2 \right) \quad \text{bo'ladi.}$$

Bu formuladan ko'rinadiki, τ -urinma kuchlanishning epyurasi paraboladan iborat. Urinma kuchlanish formulasini yozamiz:

$$\tau_z = \frac{Q_z b \left(\frac{h^2}{4} - z^2 \right) 12}{bh^3 2b} = \frac{6Q_z}{bh^3} \left(\frac{h^2}{4} - z^2 \right)$$

$$z = \pm \frac{h}{2} \text{ bo'lganda } \tau_z = 0 \text{ va } z = 0 \text{ bo'lsa } \tau_z = \frac{3Q_z}{2A}$$

Demak, eng katta urinma kuchlanish neytral o'q ustidagi nuqtalarda bo'lib, uning qiymati quyidagi formuladan topiladi:

$$\tau_z = \frac{3}{2} \frac{Q_z}{A} \quad (3.2)$$

To'sinlarning mustahkamligini urinma kuchlanishga nisbatan tekshirish

To'sin urinma kuchlanishga yetarlicha qarshilik ko'rsatishi uchun unda hosil bo'ladigan **maksimal** urinma kuchlanish to'sin materiali uchun ruxsat etilgan urinma kuchlanishdan ortib ketmasligi kerak.

Shunday qilib, to'sinning urinma kuchlanish bo'yicha **mustahkamlik sharti** quyidagicha yoziladi:

$$\tau_{max} = \frac{Q_{max} S_{max}}{b I_y} \leq [\tau] \quad (3.3)$$

bunda S_{max} ko'ndalang kesimning neytral o'qi yuqorisidagi yuzaning mazkur o'qqa nisbatan statik momenti, $[\tau]$ - material uchun ruxsat etilgan urinma kuchlanish.

Bosh kuchlanishlar. To'sinlarning mustahkamligini bosh kuchlanishlar bo'yicha tekshirish

Biz to'sinlarning mustahkamligini normal va urinma kuchlanishlar bo'yicha hisoblab keldik:

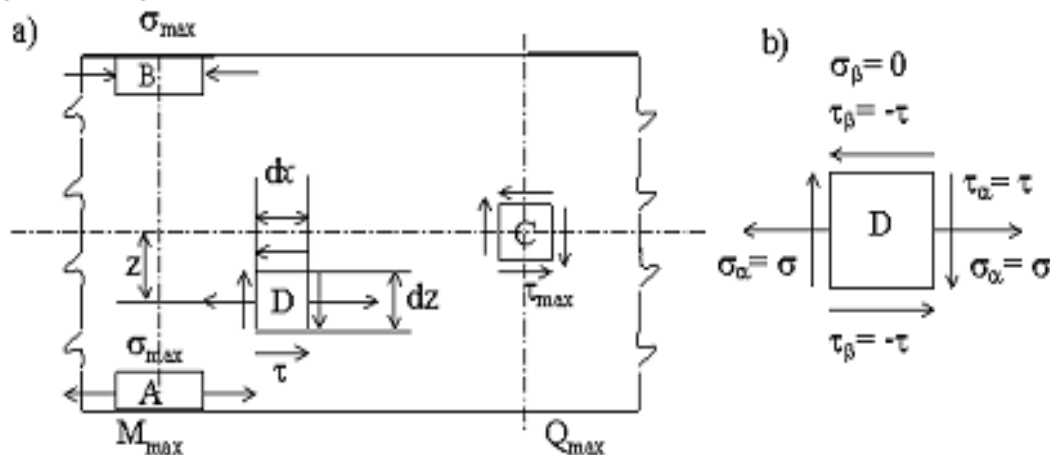
$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_y} \leq [\sigma] \quad (a)$$

$$\tau_{\max} = \frac{Q_{\max} S_{\max}}{b I_y} \leq [\tau] \quad (b)$$

Maksimal normal kuchlanishlar eguvchi moment maksimal bo'lgan ko'ndalang kesimdagi neytral o'qdan eng uzoq nuqtalarda hosil bo'ladi, bu elementlar shaklda A va B harflari bilan ko'rsatilgan (3.4-shakl,a), ularning mustahkamligi (a) formula yordamida tekshiriladi.

Maksimal urinma kuchlanishlar kesuvchi kuch maksimum bo'lgan ko'ndalang kesimlarning neytral o'qdagi nuqtalarda vujudga keladi va bu nuqtadagi C element sof siljish holatida bo'ladi. Bu elementning mustahkamligi (b) formula yordamida tekshiriladi. (3.4-shakl,a) da mustahkamligi tekshirilayotgan to'sinning oldi tomoni ko'rsatilgan. Unda eguvchi moment maksimum bo'lgan kundalang kesimdagi eng katta cho'zuvchi va siquvchi normal kuchlanishlar hosil bo'lgan A va B elementlar bilan bir qatorda kesuvchi kuch maksimum bo'lgan ko'ndalang kesimdagi sof siljish holatida C element ko'rsatilgan. Bu elementlarning har biri oddiy kuchlanish holatida bo'ladi, binobarin, ko'rsatilgan elementlar to'sinning eng xavfli elementlari deb aytishga hech qanday asos yo'q. Ammo neytral o'qdan z masofada turuvchi biror D element murakkab kuchlanish holatida bo'ladi.

Shuning uchun bu elementga ta'sir qiladigan normal va urinma kuchlanishlar garchi bayon etilgan uchta elementga ta'sir qiladigan normal va urinma kuchlanishlardan kichik bo'lsa ham, biroq u xavfliroq holatda bo'lishi mumkin.



3.4-shakl

Chunki bu element ikki xil kuchlanish, ya'ni normal va urinma kuchlanishlar ta'siridadir (3.4-shakl,a,b). Bu kuchlanishlarning qiymatlari (2.5) va (3.1) formulalar yordamida topiladi:

$$\sigma_x = \frac{M_x}{I_y} z \quad (v)$$

$$\tau_x = \frac{Q_x S_y^a}{b I_y} \quad (g)$$

Bu formulalardagi M_x bilan Q_x tekshirilayotgan element joylashgan ko'ndalang kesimdagi eguvchi moment va kesuvchi kuchdir. Biz tekshirayotgan D element tekis kuchlanish holatida bo'ladi. Hozir tekshirayotgan mazkur hol uchun umumiy nazariyani tatbiq qilamiz. Bu holda (3.4-shakl,b)

$$\sigma_\alpha = \sigma = \frac{M_x z}{I_y}, \quad \sigma_\beta = 0$$

bo'ladi, chunki to'sinning neytral qatlamiga parallel qatlamlar bir-birini bosmaydi deb faraz qilinadi.

$$\tau_{\alpha} = \tau, \tau_{\beta} = -\tau \text{ demak, } \tau_{\alpha} = \tau = \frac{Q_x S_y^{\alpha}}{bI_y} \text{ bo'ladi.}$$

To'sinning mustahkamlik shartini tuzish uchun ajratilgan elementning bosh kuchlanishlari bilan yuzalarini topish kerak. Biz tekis kuchlanish holatida bo'lgan elementlarning bosh kuchlanishlarini va bosh yuzalarini topishning umumiy formulalarini ilgari chiqargan edik. Bu formulalarga yuqorida hosil bo'lgan qiymatlarni qo'yib, bosh normal kuchlanishlar uchun quyidagi ifodalarni hosil qilamiz:

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= \frac{1}{2}[\sigma + \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}], \\ \sigma_3 &= \frac{1}{2}[\sigma - \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}]\end{aligned}\quad (3.4)$$

Bosh yuzalarni topish uchun mana bunday formula hosil bo'ladi:

$$\operatorname{tg} 2\alpha_0 = -\frac{2\tau}{\sigma} \quad (3.5)$$

(3.4) formuladan to'sinning bosh yuzalarida hosil bo'ladigan bosh normal kuchlanishlarning qiymatlari, (3.5) formuladan ularning yo'nalishlari aniqlanadi.

Bosh yuzalar bilan 45° burchak hosil qilgan yuzalarda maksimal urinma kuchlanishlar hosil bo'ladi.

$\tau_{\frac{\max}{\min}} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$ bunda σ_1, σ_3 laming qiymatlarini (3.4) formuladan keltirib qo'ysak, qo'yidagi ifoda chiqadi:

$$\tau_{\frac{\max}{\min}} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \quad (3.6)$$

Bu formulalardan ko'rinadiki, bosh kuchlanishlar hamda maksimal va minimal urinma kuchlanishlarning eng katta qiymatlari ko'ndalang kesimda hosil bo'ladigan normal va urinma kuchlanishlarga bog'liq.

Binobarin ularning qiymatlarini normal σ kuchlanish bilan urinma τ kuchlanish birgalikda katta qiymatlarga erishgan nuqtalami shu bilan birga M_x va Q_x lar birgalikda eng katta bo'lgan to'sin kesimlarini izlash kerak.

Masalan, qo'shtavr kesimli to'sin uchun bunday nuqta uning pastki va ustki tokchalari bilan devomi ajratuvchi A nuqtaga to'g'ri keladi (3.5-shakl,a) Bu shaklda qo'shtavr uchun

$$\sigma_1 = \sigma_{\max}, \sigma_3 = \sigma_{\min} \text{ va } \tau_{\max}, \tau_{\min}$$

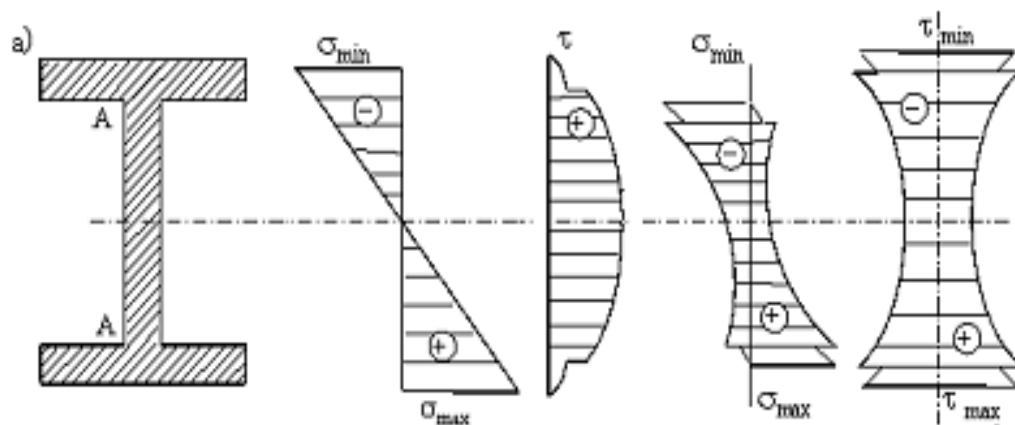
epyuralari ham ko'rsatilgan. Bular (3.4) va (3.6) formulalar asosida chizilgan.

(v) va (g) formulalardan ko'rinadiki, normal σ kuchlanish eguvchi moment M ga urinma τ kuchlanish kesuvchi kuch Q ga boq'liqdir. Binobarin to'sin, uzunasi bo'yicha M_x bilan Q_x ning miqdori birgalikda o'zining eng katta yoki unga yaqinroq qiymatlariga erishgan ko'ndalang kesimlarni izlash kerak.

Shunday qilib, to'sinlarning mustahkamligi bosh kuchlanishlar buyicha quyidagi ikki shart bajarilgan taqdirdagina tekshiriladi:

1) to'sinning biror kesimida eguvchi moment bilan kesuvchi kuch birgalikda o'zining eng katta yoki unga yaqinroq qiymatiga ega bo'lishi shart;

2) to'sin kesimining eni uning ustki va pastki chetiga yaqin erda masalan, qo'shtavr kabi kesimlardagidek keskin o'zgarishi kerak.



3.5-shakl

To'sindagi bosh kuchlanishlar (3.4) formula asosida topilgandan keyin, uning mustahkamlik sharti, mustahkamlik nazariyalaridan biri yordamida tekshiriladi, masalan III nazariyaga ko'ra :

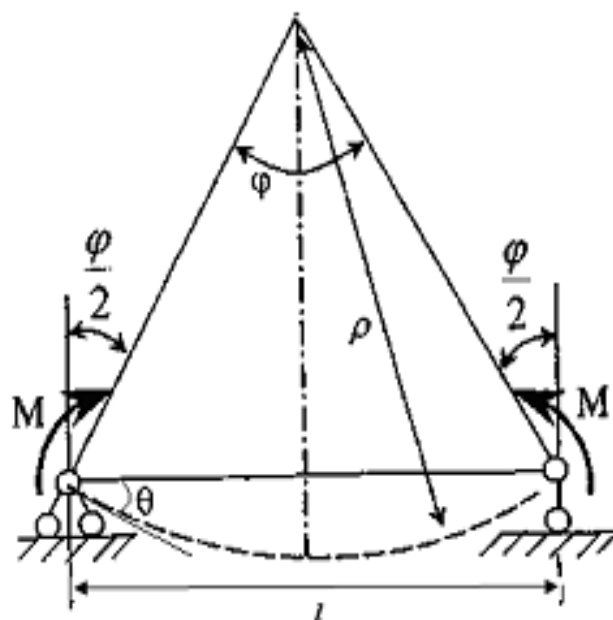
$$\sigma_1 - \sigma_3 \leq [\sigma] \text{ yoki } \frac{1}{2}[\sigma + \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} - \sigma + \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}] \leq [\sigma]$$

bundan
$$\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq [\sigma] \quad (3.7)$$

IV nazariyaga ko'ra
$$\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma] \quad (3.8)$$

Egilishdagi potensial energiya

Buralishdagi kabi, sof egilishda va ko'ndalang egilishda ham deformatsiyani potensial energiyasi bo'ladi.



3.6-shakl

Biz bilamizki, potensial energiyaning miqdori tashqi kuchlarning bajargan ishiga tengdir. Sof egilgan to'sinning (3.6-shakl) uchidagi ko'ndalang kesimlarining momenti M bo'lgan juft kuch ta'siridan aylanish burchagi φ ni aniqlaymiz:

$$\theta = \frac{\varphi}{2} = \frac{l}{2\rho} \text{ bunda } \varphi \text{ radius } r \text{ bilan egilgan to'sin o'qiga tegishli yoyning markaziy burchagi.}$$

Bu holda:

$$U = A_\varphi = \frac{M\varphi}{2} = \frac{M^2 l}{2EI_y} = \frac{\varphi^2 EI_y}{2l} \quad \text{bo'ladi,}$$

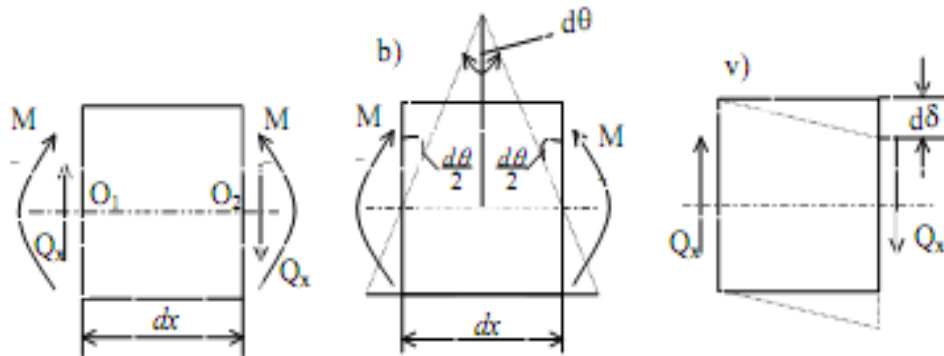
chunki

$$\varphi = \frac{l}{\rho} \quad \text{va} \quad \frac{l}{\rho} = \frac{M}{EI_y}; \quad \varphi = \frac{Ml}{EI_y}$$

Umuman aytganda, deformatsiyaning potensial energiyasi to'plangan yoki juft kuch bilan kuch qo'yilgan kesimda shu kuch yo'nalishi bo'ylab hosil bo'lgan tegishli ko'chish orasidagi ko'paytmaning yarmiga teng $U = \frac{P\delta}{2}$, δ -ko'chish.

Ko'ndalang egilishda M_x eguvchi moment o'zgaruvchi miqdordir.

Bu holda to'sinning har bir kesimida eguvchi moment va kesuvchi kuch hosil bo'ladi. Shuning uchun butun to'sinni tekshirmay, uning dx uzunlikdagi kichik bir elementini tekshirishga to'g'ri keladi (3.7-shakl, a)



3.7-shakl

Eguvchi moment ta'siridan elementning kesimlari aylanib, $d\theta$ burchak hosil qiladi (3.7-shakl, b). Kesuvchi kuch elementni qiyshaytiradi (3.7-shakl, v)

Odatda, urinma zo'riqish kuchi bajargan ish normal zo'riqish kuchi bajargan ishga qaraganda juda kam bo'lganligidan, uni hozircha e'tiborga olmasa ham bo'ladi.

Normal zo'riqish kuchidan hosil bo'lgan elementar ishni sof egilishdagidek hisoblash mumkin:

$$dU = dU_M + dU_Q = \frac{1}{2} M_x d\theta + \frac{1}{2} Q_x d\delta \quad (a)$$

bunda $d\theta$, $d\delta$ umumlashgan kuchishlar; bu umumlashgan ko'chishni shu ko'chishga muvofiq bo'lgan kuch yuzaga keltiradi. Masalan, chiziqli ko'chishni to'plangan kuch, burchakli ko'chishni esa juft kuch hosil qiladi. Demak, to'plangan va juft kuchlar umumlashgan kuchlardir. Umumlashgan ko'chishga ko'paytirganimizda ish miqdori $N \cdot m$ da hosil bo'lishi kerak.

Shunday qilib (a) formulaga kirgan

$$dU_M = \frac{1}{2} M_x d\theta = \frac{M_x^2 dx}{2EI_y} \quad \text{va} \quad dU_Q = \frac{\tau^2 dx}{2G} dA \quad \text{yoki} \quad dU = \frac{(QS_y^Q)^2}{2Gb^2 I_y^2} dx dA \quad (3.9)$$

Butun to'sin uchun keyingi hosil bo'lgan bog'lanishlarni kesim yuzi bo'yicha integrallab, quyidagi ifodani olamiz:

$$U = \int_0^a \frac{M_x^2 dx}{2EI_y} + K \int_0^b \frac{Q_x^2 dx}{2GA} \quad (3.10)$$

bunda

$$K = \frac{A}{I_y^2} \int_A \frac{(S_y^Q)^2}{b^2} dA$$

K ning ba'zi kundalang kesimlar uchun tayyor qiymatlarini mavjud adabiyotlardagi jadvallardan olish mumkin.

Agar yuqorida aytganimizdek kesuvchi kuchdan hosil bo'lgan potensial energiya e'tiborga olinmasa:

$$U = \int_0^a \frac{M_x^2 dx}{2EI_y} \quad (3.11)$$

NAZORAT SAVOLLARI

1. Qanday egilish ko'ndalang egilish deyiladi?
2. Bernulli gipotezasining mohiyati nimani anglatadi?
3. Neytral qavat nima?
4. Neytral o'q nima?
5. Statik moment deganda qanday kattalik tushuniladi?
6. Statik momentning o'lchov birligi qanday?
9. To'sinlarning bikirligi nima?
10. Bikirlikning o'lchov birligi qanday?
11. Egilgan o'q egrilik radiusi qanday kattalik?
12. To'sinning mustahkamlik sharti qanday yoziladi?
13. Mustahkamlik shartidan foydalanib, qanday masalalar hal etiladi?
14. Tekis kesim
15. Neytral qavat va neytral o'q nima?
16. Qanday egilish ko'ndalang egilish deyiladi?
17. Egilishdagi bikirlik nima?
18. Egilishdagi qarshilik momenti nima?
19. Egilishning mustahkamlik sharti qanday uch xil masalani hal etadi?
20. Egilishdagi potensial energiya qanday aniqlanadi?
21. Ko'ndalang egilishdagi mo'rt materiallarning mustahkamlik sharti qanday yoziladi?

1. To'sinlarning egilishdagi deformatsiyalarini aniqlash
2. Statik aniqmas to'sinlar

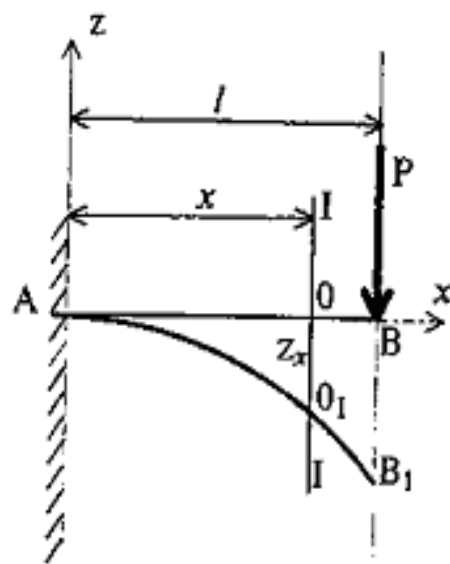
TO'SINLARNING EGILISHDAGI DEFORMATSIYALARINI ANIQLASH

Tayanch iboralar

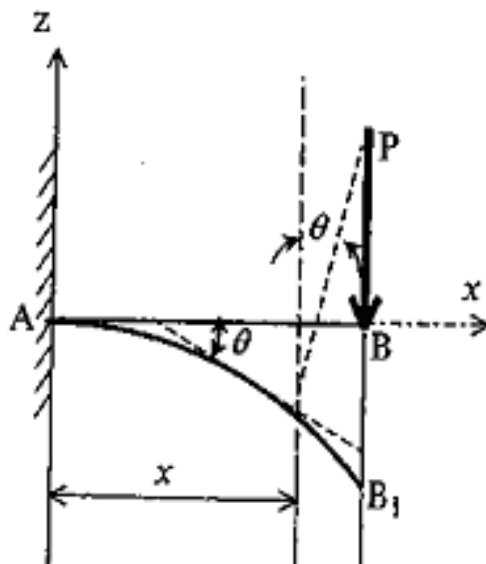
Salqilik - To'sinning ko'ndalang kesimi og'irlik markazining to'sin o'qiga tik yo'nalishda ko'chishi.

To'sinlarning salqiligi va kesimlarning og'ish burchagi

To'singa qo'yilgan kuchlar uning biror bosh inersiya tekisligi ustida yotsa, to'sinning o'qi ham shu tekislik yuzasida egiladi. Quyidagi chizmada bir uchi bilan mahkamlangan va erkin uchiga P kuch qo'yilgan to'sinning egilgan o'qi kattalashtirilib ko'rsatilgan. To'sinning mahkamlangan uchidan x masofada turgan ko'ndalang kesimning og'irlik markazi O vertikal chiziq bo'yicha O_1 nuqtaga, B esa B_1 nuqtaga ko'chadi.



4.1-shakl



4.2-shakl

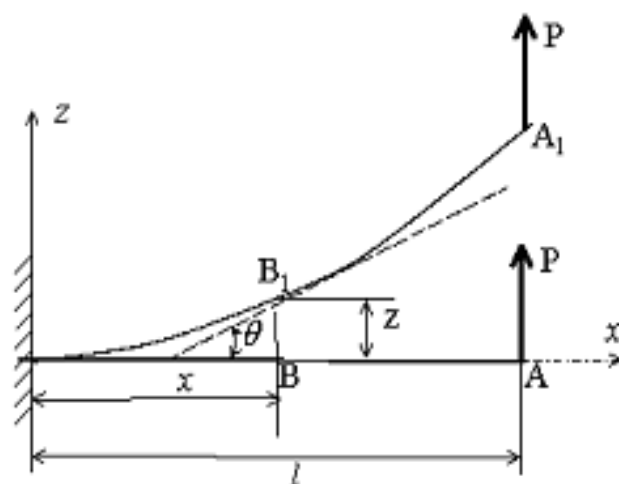
To'sinning ko'ndalang kesimi og'irlik markazining to'sin o'qiga tik yo'nalishda ko'chishi (OO_1 va BB_1) to'sinning shu kesimdagi **salqiligi** deyiladi. Salqilikni z harfi bilan belgilaymiz. Har bir kesimning avvalgi vaziyatiga nisbatan burilish burchagi θ shu kesimning **aylanish burchagi** deyiladi.

Amaliy maqsadlar uchun to'sinning har qanday kesimidagi salqilikni va kesimning aylanish burchagini hisoblashga o'rganish lozim. Chunki bu bilan bizga, bir tomondan to'sinning bikirligini tekshirishga imkoriyat tug'lsa, ikkinchi tomondan **statik aniqmas** masalalarni yechishda qo'shimcha tenglamalar tuzishga yordam beradi.

Koordinatalar boshini to'sinning chap uchiga joylashtirib abssissalar o'qini o'ng tomonga to'sin o'qi bo'ylab yo'naltiramiz. Bu holda to'sinning egilgan o'qi tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$z = f(x) \quad (4.1)$$

To'sinning egilgan o'qiga B_1 nuqtada (4.3-shakl) o'tkazilgan urinma abssissalar o'qi bilan tashkil qilgan burchagi kesimning aylanish burchagiga tengligini yuqorida qayd qilgan edik.



4.3-shakl

Ikkinchi tomondan, bizga matematikadan ma'lumki, $z=f(x)$ egri chiziqqa o'tkazilgan urinmaning absissalar o'qi bilan hosil qilgan burchagi quyidagicha aniqlanadi:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{dz}{dx} \quad (4.2)$$

Amalda to'sinning salqiligi uning uzunligiga nisbatan juda kichik miqdor bo'lganligidan, θ burchak, odatda, 1° dan katta bo'lmaydi. Bunday burchak tangensi-ning qiymati uning *radian* qiymatiga teng, ya'ni $\operatorname{tg} \theta = \theta$ deb olish mumkin.

Demak:
$$\theta = \frac{dz}{dx} = z' \quad (4.3)$$

bo'ladi, ya'ni kesimning aylanish burchagi shu kesimdagi salqilikdan x bo'yicha olingan hosilaga teng.

Shunday qilib, to'sin deformatsiyasini tekshirish uning egilgan o'qi tenglamasi $z=f(x)$ ni aniqlashga keltiriladi, salqilik tenglamasini differensiallab, kesimning aylanish burchagini topishimiz mumkin.

Egilgan o'qning taqribiy differensial tenglamasi

Salqilik $z=f(x)$ tenglamasini tuzish uchun to'sin deformatsiyasini tashqi kuch bilan bog'lash kerak, bunday bog'lanish $\frac{1}{\rho} = \frac{M}{EI_y}$ ni biz ilgari chiqargan edik. Bizga matematik analizdan chiziqning egriligi formulasi ma'lum:

$$\frac{1}{\rho} = \pm \frac{z''}{[1 + (z')^2]^{\frac{3}{2}}} \quad (4.4)$$

Amalda θ juda kichik bo'lganligidan $\theta=z'$ ni e'tiborga olmasak (4.4) formulani quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{1}{\rho} = \pm z''$$

Bu formuladagi $\frac{1}{\rho}$ ning eguvchi moment orqali ifodasini qo'ysak:

$$z'' = \pm \frac{M}{EI_y} \quad (4.5)$$

Agar (4.4) va (4.5) formulalarga biz ilgari hosil qilgan differensial bog'lanishlarni solishtirsak, quyidagi qator differensial bog'lanishlarni olamiz:

$$\theta = z', \pm M = EI_y z'', Q = \frac{dM_z}{dx} = (EI_y z'')', -q = \frac{dQ_z}{dx} = \frac{d^2 M_z}{dx^2} = (EI_y z'')'' \quad (4.6)$$

Agar to'sining ko'ndalang kesimi o'zgarmas bo'lsa,

$$\theta = z', \pm M = EI_y z'', Q = \frac{dM_z}{dx} = EI_y z'', -q = \frac{dQ_z}{dx} = \frac{d^2 M_z}{dx^2} = EI_y z^{IV} \quad (4.7)$$

kelib chiqadi.

(4.7) formulalardan ko'rinadiki, o'zgarmas kesimli to'sin tekis yoyilgan ($q=\text{const}$) kuch bilan yuklansa,

$$z^{IV} = -\frac{q}{EI_y} \quad (4.8)$$

Shunday qilib, to'sinning egilgan o'qi bu hol uchun to'rtinchi tartibli egri chiziqdır. To'sinning $q=0$ bo'lgan uchastkasida ko'ndalang kuch o'zgarmas ($Q=\text{const}$) bo'lib, uning elastik chizig'i 3-tartibli egri chiziqli, to'sinning $Q=0$ bo'lgan uchastkasida esa $M=\text{const}$ bo'lib, elastik chiziqli ikkinchi tartibli egri chiziqli bo'ladi.

(4.5) formula to'sin egilgan o'qining **taqribiy tenglamasi** deyiladi.

Sof egilish uchun yozilgan (4.5) formulani ko'ndalang egilish uchun ham bemalol tadbqiq etish mumkin, shuning uchun uni quyidagicha yozish lozim:

$$z'' = \pm \frac{M_z}{EI_y} \quad (4.9)$$

bu formuladagi M_x - o'zgaruvchi miqdordir.

Bundan keyin hamma vaqt z ni yuqoriga yo'naltirib (4.9) formulani musbat ishora bilan olamiz. (4.9) formuladan salqilik tenglamasi (4.1)ni chiqarish uchun uni ikki marotaba integrallash lozim. Eguvchi moment M_x abssissa x ning funksiyasidir, shuning uchun (4.9) ni integrallaymiz:

$$EI_y z = \int dx \int M_z dx + C \cdot x + D \quad (4.10)$$

Shunday qilib, kesimning aylanish burchagi uchun:

$$\theta_z = \frac{1}{EI_y} [\int M_z dx + C],$$

salqilik uchun esa

$$z = \frac{1}{EI_y} [\int dx \int M_z dx + C \cdot x + D],$$

tenglama hosil bo'ldi.

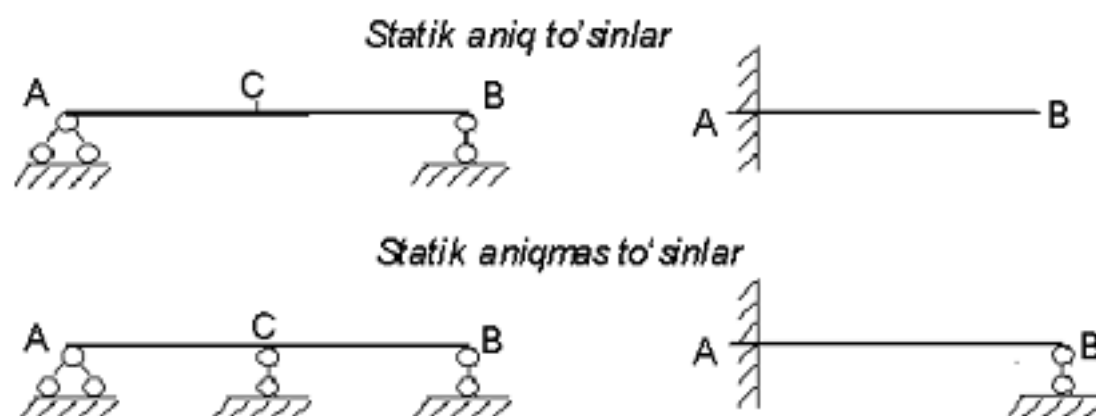
Bu yerdagi integral doimiylari C va D larni to'sin uchlarning mahkamlanish shartlaridan, ya'ni masalaning chegaraviy shartlaridan foydalanib aniqlaymiz.

STATIK ANIQMAS TO'SINLAR

Tayanch iboralar

Statik aniqmas to'sinlar – Tayanch reaksiyalarini aniqlash uchun statika tenglamalari yetarli bo'lmagan to'sinlar.

Tayanch reaksiyalarini aniqlash uchun statika tenglamalari yetarli bo'lmagan to'sinlar **statik aniqmas** to'sinlar deb ataladi. Bunday to'sinlarda qo'shimcha tayanchlar bo'ladi, natijada, «ortiqcha» tayanch reaksiyalari vujudga keladi. C nuqtaga qo'shimcha tayanch qo'yilishi bilan to'sinlar statik aniqmas to'sinlarga aylanadi.



5.1-shakl

Bunday to'sinlarning tayanch reaksiyalarini aniqlash uchun deformatsiya yoki ko'chish tenglamalari deb ataladigan qo'shimcha tenglamalar tuziladi.

Ular to'sin deformatsiyalarining birgalikdagi shartidan olinadi. Har qaysi «ortiqcha» reaksiya bitta qo'shimcha tenglama tuzishni talab qiladi. Qo'shimcha tenglamalar soni to'sinning statik aniqlik darajasini belgilaydi.

Masalani yechishda statik aniqlanmaydigan to'sin xayolan statik aniqlanadigan to'singa aylantiriladi, buning uchun qo'shimcha tayanchlar olib tashlanadi va ularning ta'siri noma'lum reaksiyalar bilan almashtiriladi. Hosil bo'lgan statik aniq to'sin *asosiy sistema* deb ataladi. Shuni aytish kerakki, *asosiy sistema* bir necha usulda tanlanishi mumkin. Asosiy sistema berilgan sistemaga mos kelishi uchun ortiqcha reaksiyani qo'yilish nuqtasining ko'chishiga chek qo'yiladi. Matematik tarzda ifodalanilgan bu shart qo'shimcha tenglamani beradi. Masalani yechish usuli quyidagicha:

- 1) to'sinda vujudga keladigan reaksiyalar chizmada tasvirlanadi, statika tenglamalari tuziladi va ulardan reaksiyalar aniqlanadi;
- 2) qolgan reaksiyalar ichidan «ortiqcha» noma'lum reaksiya asosiy sistemada tasvirlanadi;
- 3) asosiy sistema tashqaridan berilgan yuk bilan va ortiqcha noma'lum reaksiya kuchlari bilan yuklanadi;
- 4) asosiy sistema deformatsiyasini cheklovchi qo'shimcha shart, ya'ni qo'shimcha tenglama yoziladi;
- 5) egilishdagi ko'chishlar uchun universal tenglamalari, Mor usuli, Vereshchagin qoidasi yoki boshqa usullardan foydalanib, qo'shimcha tenglama yoziladi [2];
- 6) statika tenglamalarini qo'shimcha tenglama bilan birga yechiladi va to'sinning noma'lum tayanch reaksiyalari aniqlanadi.

Endi eng oddiy statik aniqlik to'sinlarni ko'rib chiqaylik.

Universal tenglama yordamida statik aniqlikni ochish

Biz quyida foydalanadigan universal tenglamalar umumiy ko'rinishda quyidagicha bo'lib [2]:

$$z_x = f_0 + \theta_0 \cdot x + \frac{1}{EI_y} \left[\sum \frac{M(x-a)^2}{2} + \sum \frac{P(x-b)^3}{6} + \sum \frac{q(x-c)^4}{24} - \sum \frac{q(x-d)^4}{24} \right] \quad (5.1)$$

Bundan bir marta hosila olinsa, kesimning aylanish burchagi tenglamasi chiqadi:

$$\theta = z' = \theta_0 + \frac{1}{EI_y} \left[\sum M(x-a) + \sum \frac{P(x-b)^2}{2} + \sum \frac{q(x-c)^3}{6} - \sum \frac{q(x-d)^3}{6} \right] \quad (5.2)$$

(5.1) va (5.2) formulalar *universal tenglamalar* deyiladi.

Agar to'sinning koordinatalar boshidagi uchi qistirib mahkamlangan bo'lsa, u holda universal tenglamaning f_0 va θ_0 hadlari nolga teng bo'ladi. Agar oddiy to'sin bo'lsa yoki uning o'ng

tomonida konsoli bo'lsa, koordinatalar boshidagi tayanchda $f_0 = 0$ bo'ladi, θ_0 esa o'ng tayanchning salqiliklari nolga tenglik shartidan aniqlanadi.

1-misol. Statik aniqmas to'sinning tayanchlar oralig'i o'rtasiga to'plangan kuch F qo'yilgan (5.2-shakl, a). Q_x va M_x epyuralari yasalsin.

Noma'lum tayanch reaksiyalari R_b , H_b , M_b , va R_c .

To'sin bir marta statik aniqmas, shuning uchun bitta qo'shimcha tenglama zarur.

Statika tenglamalarini tuzamiz:

$$\begin{aligned}\sum X_k &= 0; & H_b &= 0; \\ \sum Z_k &= 0; & R_b + R_c - F &= 0; \\ \sum M_C &= 0; & R_b l - M_b - Fl/2 &= 0.\end{aligned}$$

«Ortiqcha» noma'lum sifatida R_c reaksiyani tanlaymiz. Qo'zg'aluvchan tayanch C ni olib tashlab, asosiy sistema deb bir uchi qisilgan va ikkinchi uchi erkin to'sinni olamiz (5.2-shakl, b). Asosiy sistemani berilgan kuch va «ortiqcha» noma'lum reaksiya R_C bilan yuklaymiz. Qo'shimcha tenglama $z_c = 0$ bo'ladi.

Qo'shimcha tenglamani yozishda C nuqtadagi egilish ifodasini yozamiz va uni nolga tenglashtiramiz:

$$\begin{aligned}x &= l \\ z_c &= \frac{1}{EI_y} \left[-\frac{M_B l^2}{2} + \frac{R_B l^3}{6} - \frac{F(l/2)^3}{6} \right] = 0, \\ 8R_B l - 24M_B - Fl &= 0.\end{aligned}$$

bundan:

$$\begin{cases} 8R_B \cdot l - 24M_B - F \cdot l = 0 \\ 2R_B \cdot l - 2M_B - F \cdot l = 0 \end{cases} \quad \text{bu tenglamalardan}$$

$$6R_B \cdot l = 22M_B; \quad R_B \cdot l = \frac{11}{3}M_B; \quad \frac{88}{3}M_B - 24M_B = Fl \quad \text{bundan}$$

$$M_B = \frac{3Fl}{16}$$

So'ngra R_b ni topamiz:

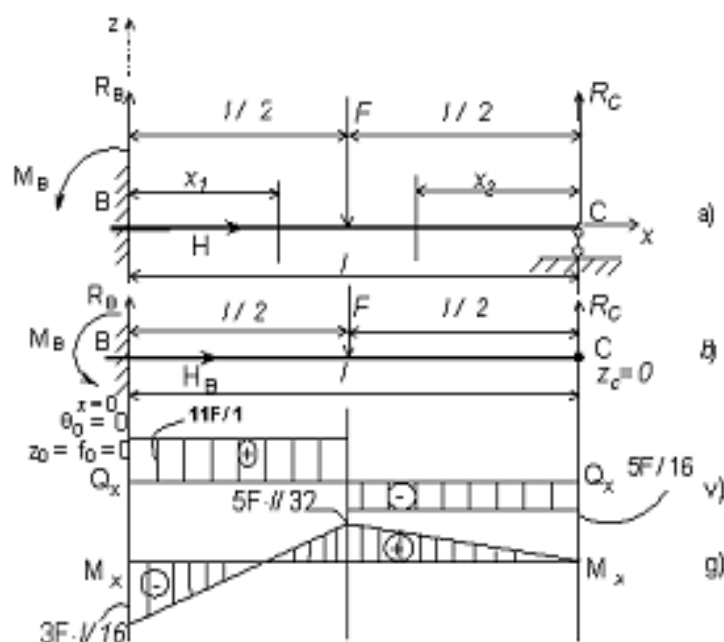
$$R_B = \frac{11F}{16}$$

$$\text{Statika tenglamasi} \quad \frac{11F}{16} + R_c - F = 0 \quad \text{dan ushbuni topamiz:} \quad R_c = \frac{5F}{16}$$

Endi eguvchi moment M_x va ko'ndalang kuch Q_x larni epyurasini chizamiz. (5.2-shakl) ga qarang.

1-qism $0 \leq x_1 \leq l/2$	2-qism $0 \leq x_2 \leq l/2$
$Q_{x_1} = R_B = \frac{11F}{16}$	$Q_{x_2} = R_c = \frac{5F}{16}$
$M_{x_1} = R_B x_1 - M_B$	$M_{x_2} = R_c x_2$
$x_1 = 0; \quad M_{x_1} = -\frac{3Fl}{16}$	$x_2 = 0; \quad M_{x_2} = 0$
$x_1 = l/2; \quad M_{x_1} = \frac{5Fl}{32}$	$x_2 = l/2; \quad M_{x_2} = \frac{5Fl}{32}$

Eng katta eguvchi moment qisilgan tayanchda paydo bo'ladi.



5.2-shakl

NAZORAT SAVOLLARI

1. Salqilik deganda nimani tushuniladi?
2. Ko'ndalang kesimning aylanish burchagi nima?
3. To'sin egilgan o'qining tenglamasi qanday yoziladi?
4. Ko'ndalang kesim aylanish burchagining matematik ifodasi qanday yoziladi?
5. To'sin egilgan o'qining taqribiy differensial tenglamasi qanday yoziladi?
6. Taqribiy differensial tenglama integrallanganda hosil bo'lgan doimiylar qanday aniqlanadi?
7. Statik aniq to'sinlar qanday bo'ladi?
8. Statik aniqmas to'sinlar qanday bo'ladi?
9. Asosiy sistema qanday hosil qilinadi?
10. Universal tenglamalar va ularning mohiyati qanday bo'ladi?
11. «Ortiqcha» noma'lum nima?
12. «Ortiqcha» noma'lum qanday aniqlanadi?

9 - Ma'ruza.

BURALISH

Reja:

1. Buralish, uning hosil bo'lishi va ta'rifi
2. Burovchi moment uning ishorasi va epyuralari.
3. Buralishda brusning deformatsiyalanishi.

Tayanch iboralar: buralish, shkiv, val, burovchi moment, deformatsiya, tekis buralish, bikrlilik.

Dars o'tish usuli: namoyish dasturiy vositalar, jonli muloqotli ma'ruza.

Darsning xronologik xaritasi – 80 minut.

Tashkiliy qism: xonaning tozaligi, jihozlanishi, sanitariya holati, talabalarning davomati – 2 minut.

Talabalar bilimni baholash: o'tilgan mavzuni qisqacha takrorlash, talabalar bilan savol javob o'tkazish – 10 minut.

Yangi mavzu bayoni – 55 minut.

Mavzuni o'zlashtirish darajasini aniqlash va mustahkamlash – 10 minut.

Sinov savollari – 5 minut.

Uyga vazifa berish – 3 minut.

Belgilar:



Ms

- Muammoli savol



Mv

- Muammoli vaziyat



Mt

- Muammoli topshiriq



Mm

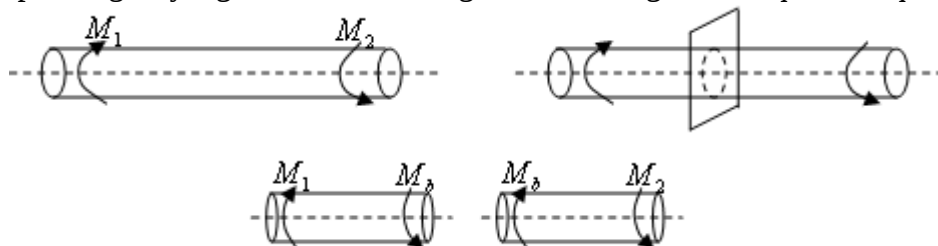
- Muammoli masala

Matn.

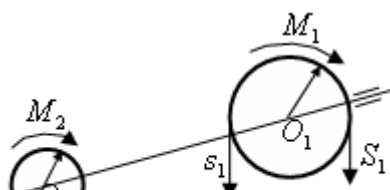
Buralish, uning hosil bo'lishi va ta'rifi .

Buralish deb shunday deformatsiyaga aytiladiki bunda brusning ko'ndalang kesimida faqat bita ichki kuch hosil bo'ladi-bunga burovchi moment M_b deyiladi. Buralishga ishlaydiga brusga val deyiladi. Buralish vallarda, vintli prujinalarda, tasmali uzatmalarda hosil bo'ladi. Brus uchlariga qo'yilgan bir-biriga teng va qarama-qarshi quyilgan kuchlar jufti brusni deformatsiyalashga olib keladi.

Podshipniklarga tayangan va ikkita shkivga maxkamlangan valni qarab chiqamiz



Tasmali uzatma orqali elektr dvigateli biriktirilgan shkiv 1-valni aylantiradi. Shkiv 2-uzatma orqali harakatni shtokka uzatadi. Natijada val aylanadi. Tasmadagi taranglashiah kuchi S_1 yetaklovchi tarmoq kuchi s_1 dan katta. Bu kuchlar shkivda har xil tomonga yo'nalgan kuchlar jufti M_1 va M_2 ni vujudga eltiradi.



$$1\text{-шківда } M_1 = (S_1 - s_1)R_1$$

$$2\text{-шківда } M_2 = (S_2 - s_2)R_2$$

Vallarni hisoblashda ko'p hollarda ichki burovch momentlar sarf qilgan quvvat va valning aylanish chastotasi orqali topiladi. Agar val 1 minutda n marta aylansa u holda valning buralish burchagi 1 sekundda radianlarda ulchanadi va $\frac{n}{60} 2\pi = \frac{n\pi}{30}$ orqali aniqlanadi. 1 sekunddagi

burovchi momentning ishi M val quvvati N orqali aniqlanadi. $N = M_b \frac{n\pi}{30}$ bundan $M_b = \frac{30N}{n\pi}$

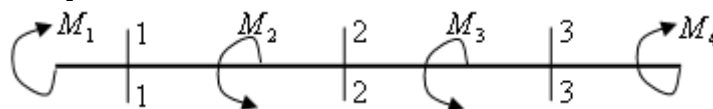
agar quvvat N kilovatlarda berilsa $M_b = \frac{30 \cdot 1000N}{n\pi} = 9550 \frac{T}{n}$ (Nm) topiladi.

Burovchi moment uning ishorasi va epyuralari.

Hisob ishlarida ya'ni bikrlilik va mustahkamlikka tekshitishda burovchi moment ishorasining ahamiyati yo'q. Qulaylik uchun M_b epyurasini qurishda quyidagi belgilashlar kiritiladi.

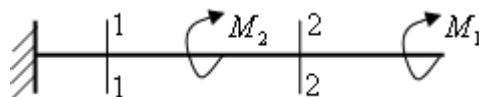


Quyidagi brusni qarab chiqamiz



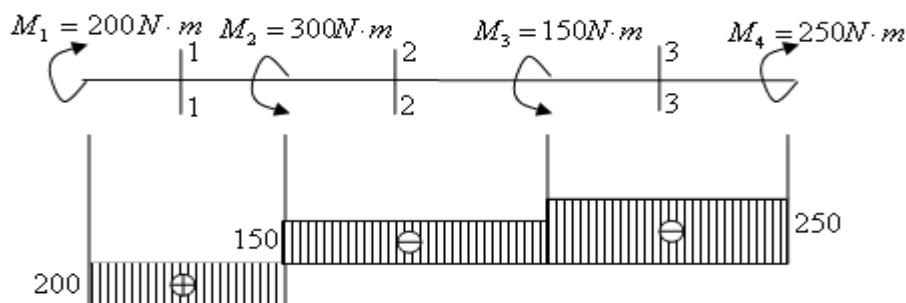
Brusga to'rtta M burovchi momentlar quyilgan. 1-1 kesimda $M_b = M_1$ ishora musbat, 2-2 kesimda $|M_{b2}| = |M_1 - M_2|$ buning ishorasi M_1 va M_2 dan bog'liq. Agar $M_1 > M_2$ bo'lsa ishora musbat aks holda manfiy, 3-3 kesimda $|M_{b3}| = |M_1 - M_2 - M_3|$

Bir uchi maxkamlangan brusda esa



$$M_{1b} = M_1; \quad M_{2b} = M_1 + M_2$$

Shuni esdan chiqarmaslik kerakki brusga quyilgan tashqi kuch miqdori burovchi moment qiymatidan kichik bo'ladi. Masalan:



G'olacha (brus) ning xavfli kesimini topish uchun uning ayrim qismlariga ta'sir qiladigan burovchi momentlarni aniqlash kerak. G'olachaning uzunligi bo'yicha burovchi momentning o'zgarish grafiqi *burovchi momentlar epyurasi* deb ataladi.

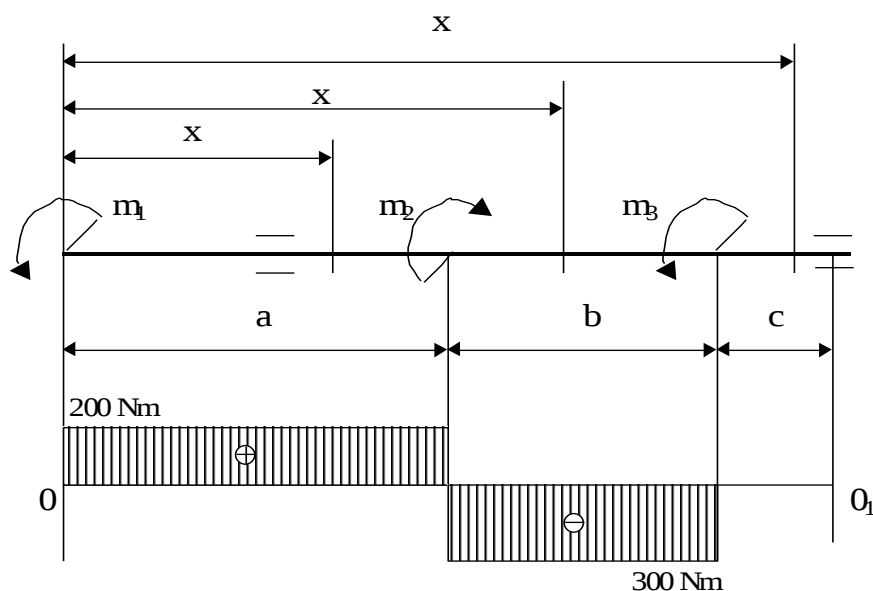
Epyuralarni yasashda g'ochlarni kuchlar qo'yiladigan qismlarga bo'lib chiqamiz va kesish usulini qo'llaymiz. G'ochlarni tekislik bilan xayolan qismlarga bo'lamiz, bir qismini tashlab yuboramiz va qolgan qismining muvozanatlik shartini ko'rib chiqamiz. G'ochlarning ixtiyoriy kesimidagi burovchi moment kesimning bir tomonida g'ochlarga quyilgan tashqi burovchi momentlar (o'qqa nisbatan) algebraik yig'indisiga teng. Burovchi moment soat mili bo'yicha yo'nalgan bo'lsa, burovchi moment musbat, agar aksincha yo'nalgan bo'lsa, manfiy ishorali bo'ladi. Tashqi burovchi momentlar $m_1 = 200 \text{ N} \cdot \text{m}$, $m_2 = 500 \text{ N} \cdot \text{m}$ va $m_3 = 300 \text{ N} \cdot \text{m}$ bilan yuklangan va uchun burovchi momentlar epyuralarini yasash misolini ko'rib chiqamiz. Moment m_2 valning aylanish tomoniga, m_1 va m_3 lar esa teskari tomonga yo'nalgan (5.8 –rasm).

Valni uch qismga bo'lamiz, ularni ketma-ket koordinatalar bo'yicha x masofada tekislik bilan kesamiz. Qabul qilingan qoidadan foydalanib, valning kesilgan chap qismlari muvozanatlik shartidan kesimlar burovchi momentlar kattaligi va ishoralarini aniqlaymiz.

$$T^I = m_1 = 200 \text{ N} \cdot \text{m};$$

$$T^{II} = m_1 - m_2 = -300 \text{ N} \cdot \text{m};$$

$$T^{III} = m_1 - m_2 + m_3 = 0.$$

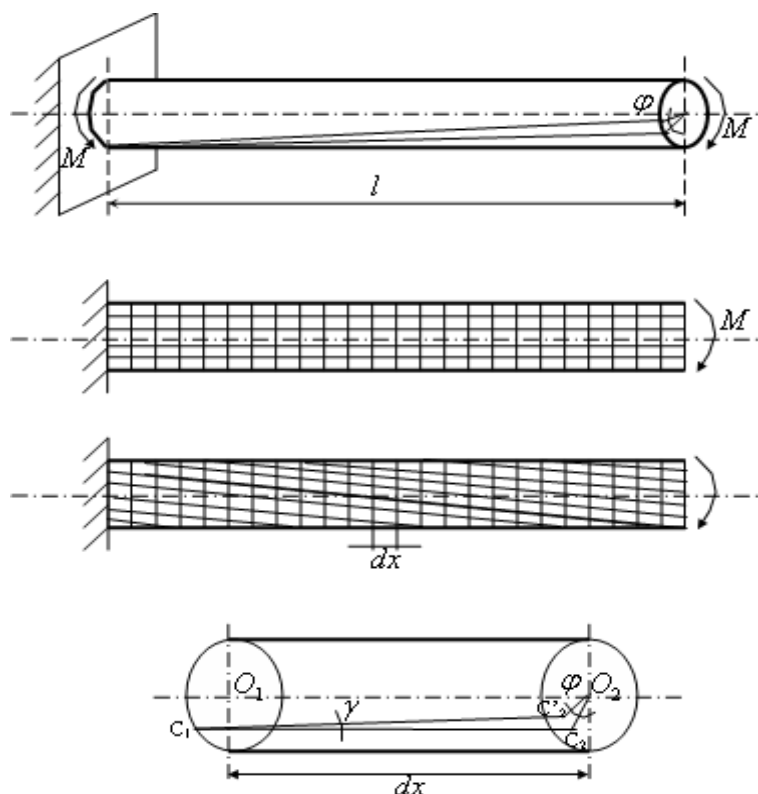


5.8-rasm

Nolinchi chiziq 00_1 dan epyuralar yasashda qismlardagi burovchi momentlarga teng ordinatalarni tanlangan masshtabda qo'yamiz. Musbatlarini yuqoriga, manfiylarini pastga qo'yamiz. Qismlardagi burovchi momentlar doimiy. Epyura ikki to'g'ri to'rtburchak shaklida bo'lib, burovchi moment qo'yilgan kesimda burovchi momentlar epyurasi shu moment qiymatiga sakrash bilan o'zgaradi.

Buralishda brusning deformatsiyalanishi.

Ko'ndalang kesimi doiraviy bo'lgan bir uchi bika maxkamlangan ikki uchiga burovchi moment M_b quyilgan brusni qarab chiqamiz.



M ta'sirida brusning bir tomoni buraladi, natijada buylama o'q yo'nalishi bo'ylab φ hosil bo'ladi. Sxematik tarzda quyidagicha (rasm). dx element ajratib olamiz. Element burchak buralishining elementar yuzaga nisbatiga mutloq burchak buralishi deyiladi $\frac{\partial \varphi}{\partial x} = v$. Agar brusning ko'ndalang

kesimi buyicha burovchi moment miqdori doimiy bo'lsa u holda v quyidagicha bo'ladi $\frac{\varphi}{l} = v$.

Burchak φ radianlarda ulchanadi. U holda buralish burchagi birligi rad/sm, rad/m bo'ladi.

Brusning buralishi bo'yicha quyidagi nazariyalarni aytish mumkin.

1. Brusning ko'ndalang kesimi normal o'q buylab deformatsiyaga qadar tekis va normal joylashgan, deformatsiyadan keyin ham shu kesim normal va o'zgarmas bo'ladi.
2. Ko'ndalang kesim radiusi qisqarmas va o'z uzunligini saqlaydi.
3. Ko'ndalang kesimlar orasidagi masofalar o'zgarmas.

Ushbu gipotezalarga tayangan holda element ko'ndalang kesimlari uzunligi deformatsiyadan so'ng quyidagicha bo'ladi

$$\partial \varphi = v dx$$

Ushbu holda dx elementning chap qismi birkar xlamlangan. U holda $\partial \varphi$ element ung qismi buralish bilan bog'liq bo'ladi. Buylaga tolalar $C_1 C_2$ brus o'qidan ρ masofada joylashgan. $O_1 O_2 C_1 C_2$ ni balandligi dx ga teng bo'lgan parallelepiped deb qarash mumkin. Ushbu parallelepipedning deformatsiyadan so'ng $C_1 C_2$ asosi $C_1 C_2'$

Holatiga keladi. C_2 asos element kesimi buraladi va o'ng tomonda brusning buylama o'qi buylab $\partial \varphi$ burchak hosil qiladi. U holda $C_2 C_2'$ kattalik quyidagiga teng bo'ladi. $\rho d\varphi = \rho v dx$ bu esa C_2 asosning C_1 ga nisbatan absolyut ρ radius buyicha siljishini bildiradi. Ya'ni ushbu burchak γ quyidagiga teng bo'ladi.

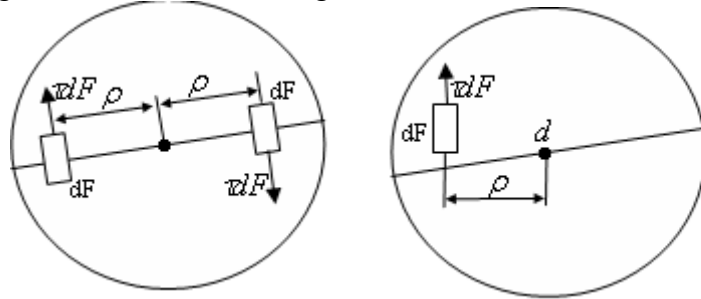
$$\gamma = \frac{C_2 C_2'}{dx} = \frac{\rho v dx}{dx} = v \rho.$$

C_2 asos buyicha parallelepiped siljishi radius ρ ga teng. Bu esa burchak deformatsiya τ ni beradi. Guk qonuniga ko'ra

$$\tau = \gamma G = \nu \rho G \quad (1)$$

bo'ladi. Demak, brusning ko'ndalang kesimida o'rinma kuchlanishlar hosil bo'lar ekan. Yunalishi esa har bir nuqtada radiusga perpendikulyar bo'ladi. $\rho = 0$ bo'lganda urinma kuchlanish nolga teng. Bir so'z bilan aytganda buralishda brusning har bir nuqtasida kuchlanganlik holatidagi sof siljish hosil bo'lar ekan.

Elementar yuzasi dF bo'lgan ko'ndalang kesimli brus diametriga markazdan bir xil uzoqlikda joylashgan holni qarab chiqamiz. Har bir yuzaga ta'sir qilayotgan kuch miqdori τdF ga teng. Bu kuchlarga elementar juftlar deyiladi. Bu kabi juft kuchlar ko'ndalang kesimda cheksiz ko'p. Bu kuchlarning hammasi bitta momentga keladi va burovchi moment miqdoriga teng bo'ladi.



Brusning ko'ndalang kesimiga ta'sir qilayotgan burovchi moment va urinma kuch orasidagi munosabatni urnatamiz. Deformatsiyadan so'ng elementar kuch momenti τdF kesim markaziga nisbatan dF yuza bilan $\rho = 0$ masofada joylashgan. U holda

$$dM_b = \tau dF \rho \quad (2)$$

yoki $\tau = \nu \rho G$ ga ko'ra $dM_b = \nu \rho^2 G dF$ bundan

$$M_b = \nu G \int_F \rho^2 dF. \quad (3)$$

Bu yerda $\int_F \rho^2 dF = J_p$ ga brus markaziga nisbatan qutb inertsia momenti deyiladi.

Demak $M_b = \nu G J_p$ bundan

$$\nu = \frac{M_b}{G J_p} \quad (4)$$

Hosil qilingan ifodani (2) ga quysak burovchi moment ta'siridagi brusning ixtiyoriy ko'ndalang kesimidagi urinma kuchlanishlarni topish mumkin.

$$\tau = \frac{M_b}{J_p} \rho \quad (5)$$

Eng katta urinma kuchlanish $\rho = d/2$ bo'lganda hosil bo'ladi.

$$\tau_{\max} = \frac{M_b}{J_p} \frac{d}{2} = \frac{M_b}{W_p} \quad (6)$$

Bu yerda W_p - brus ko'ndalang kesimi qutb qarshiligi momenti.

$$W_p = \frac{J_p}{d/2} = \frac{2J_p}{d} \quad (7)$$

Qutb qarshiligi momenti deb qutb inertsia momentini markazdan kesim og'irlik markazigacha bo'lgan masofa ρ ga nisbatan aytiladi. Birligi sm^3 , m^3 .

Qutb inertsia momenti ko'ndalang kesimi doiraviy bo'lgan hol uchun quyidagiga teng

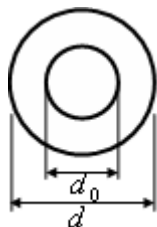
$$J_p = \frac{\pi d^4}{32} \quad (8)$$

Bundan qutb qarshiligi momentini topish mumkin

$$W_p = \frac{J_p}{d/2} = \frac{\pi d^4 / 32}{d/2} = \frac{\pi d^3}{16}; \quad (9)$$

Hosil qilingan formulalarimiz ko'ngalang kesimi doiraviy bo'lgan holler uchun hisob ishlarida qullaniladi. Agar qaralayotgan kesim xalqadan iborat bo'lsa u holda qutb inertsia momenti quyidagi formula yordamida aniqlanadi.

$$J_p = \frac{\pi(d^4 - d_0^4)}{32} = \frac{\pi d^4}{32}(1 - c^4); \quad c = d_0 / d$$



(1) va (4) formulalardan qutb burchagini aniqlash mumkin. Uzunligi l ga teng brus uchun

$$\varphi = \int_l v dx = \int_l \frac{M_b}{GJ_p} dx \quad (10)$$

Agar burovchi moment brus ko'ndalang kesimida bir xil bo'lsa, u holda

$$\varphi = vl = \frac{M_b l}{GJ_p} \quad (11)$$

bo'ladi. GJ_p – ga buralishdagi birklik deyiladi. Birligi $N \cdot sm^2$; $kN \cdot m^2$ larda ulchanadi.

Nazorat savollari.

1. Buralishga ta'rif bering
2. Burovchi momentga ta'rif bering
3. Qutb inertsia momenti nima?
4. Qutb qarshilik momenti nima?
5. Buralishdagi birklik deb nimaga aytiladi?
6. Burovchi moment epyurasi nimani bildiradi?

1. QIYSHIQ EGILISH

2. NOMARKAZIY SIQILISH YOKI CHO'ZILISH.

3. SIQILGAN STERJENLARNING USTUVORLIGI

Tayanch iboralar

Murakkab qarshilik - Konstruksiya qismining bir necha oddiy deformatsiyalarni keltirib chiqaradigan kuchlar ta'siriga qarshiligi.

Qiyshiq egilish - Eguvchi momentning ta'sir tekisligi to'sin ko'ndalang kesimi bosh markaziy inersiya o'qlaridan hech qaysisi bilan mos tushmaydigan egilish.

Amalda shunday hollar uchraydiki, konstruksiya qismlarining ko'ndalang kesimlarida ikki va undan ortiq kuch omillari vujudga keladi. Konstruksiya qismining bir necha oddiy deformatsiyalarni keltirib chiqaradigan kuchlar ta'siriga qarshiligi **murakkab qarshilik** deb ataladi.

Bunday elementlarni mustahkamlik va bikirligini hisoblashda kuchlar ta'sirining mustaqillilik qoidasiga asoslaniladi. Murakkab qarshilikning quyidagi xillari mavjud:

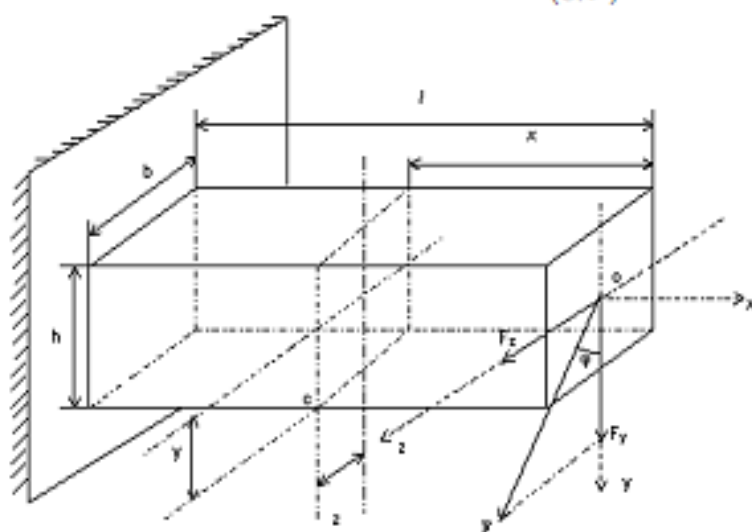
- a) qiyshiq egilish;
- b) nomarkaziy cho'zilish-siqilish;
- v) buralib egilish.

Qiyshiq egilish

Eguvchi momentning ta'sir tekisligi to'sin ko'ndalang kesimi bosh markaziy inersiya o'qlaridan hech qaysisi bilan mos tushmaydigan holda egilish **qiyshiq egilish** deb ataladi.

Bir uchi qisilgan va bir uchiga F kuchi qo'yilgan to'g'ri to'rtburchak kesimli to'sinni ko'rib chiqamiz: F kuchi bosh markaziy o'q y ga φ burchak ostida yo'nalgan bo'lib, qiyshiq egilishni keltirib chiqaradi (8.1-shakl) Bu kuchni kesimning bosh o'qlari bo'ylab tashkil etuvchilarga ajratamiz.

$$F_z = F \sin \varphi \text{ va } F_y = F \cos \varphi \quad (8.1)$$



8.1-shakl

Shunday qilib, qiyshiq egilish to'sinning bosh inersiya tekisliklaridagi ikki yassi egilishga keltiriladi.

To'sinning erkin uchidan x masofada yotgan ko'ndalang kesim C nuqtasidagi normal kuchlanishlarni aniqlaymiz. Vertikal va gorizontal tekisliklarda egilishni keltirib chiqaradigan eguvchi momentlar bu kesimda tegishli quyidagilarga teng:

$$\begin{aligned} M_y &= F_x x = Fx \sin \varphi = M \sin \varphi \\ M_z &= F_y x = Fx \cos \varphi = M \cos \varphi \end{aligned} \quad (8.2)$$

Har qaysi momentga doir kuchlanishlarni alohida-alohida hisoblash uchun yassi egilishda olingan formula (2.5) dan foydalaniladi. Koordinatalari y va z bo'lgan C nuqtadagi siquvchi normal kuchlanishlar:

$$\begin{aligned} \sigma' &= -\frac{M_z y}{I_z} = -\frac{M \cos \varphi \cdot y}{I_z} \\ \text{va} \quad \sigma'' &= -\frac{M_y z}{I_y} = -\frac{M \sin \varphi \cdot z}{I_y} \end{aligned}$$

Kuchlar ta'sirining mustaqillik qoidasiga muvofiq to'liq kuchlanish:

$$\sigma_c = \sigma' + \sigma'' = -M \left[\frac{\cos \varphi \cdot y}{I_z} + \frac{\sin \varphi \cdot z}{I_y} \right] \quad (8.4)$$

Nuqta koordinatalari y va z formulaga uz ishoralari bilan qo'yiladi.

Ko'ndalang kesimning eng zo'riqqan nuqtalarini topish uchun neytral o'q vaziyatini aniqlash kerak. Qiyshiq egilishda neytral o'q tenglamasi (8.4) formuladan olinadi, bunda $\sigma=0$ deb faraz qilinadi. Bu o'qning joriy koordinatalarini y_0 va z_0 orqali belgilab, ushbuni olamiz:

$$M \left[\frac{\cos \varphi \cdot y_0}{I_z} + \frac{\sin \varphi \cdot z_0}{I_y} \right] = 0 \quad (8.5)$$

$M \neq 0$ bo'lgani uchun:

$$\left[\frac{\cos \varphi \cdot y_0}{I_z} + \frac{\sin \varphi \cdot z_0}{I_y} \right] = 0 \quad (8.6)$$

(8.6) tenglamadan ko'rinadiki, neytral o'q koordinatalar boshi (kesimning og'irlik markazi) orqali o'tuvchi to'g'ri chiziq ekan ($y_0=0$ va $z_0=0$ da).

Neytral o'q vaziyatini aniqlash uchun uning z o'qiga qiyalik burchagi α ni topamiz (8. 2-shakl, a).

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y_0}{z_0} \quad (8.7)$$

(8.6) ifodani $\cos \varphi$ z_0 ga bo'lamiz:

$$\frac{y_0}{z_0 I_z} + \operatorname{tg} \varphi \frac{1}{I_y} = 0 \quad (8.8)$$

yoki

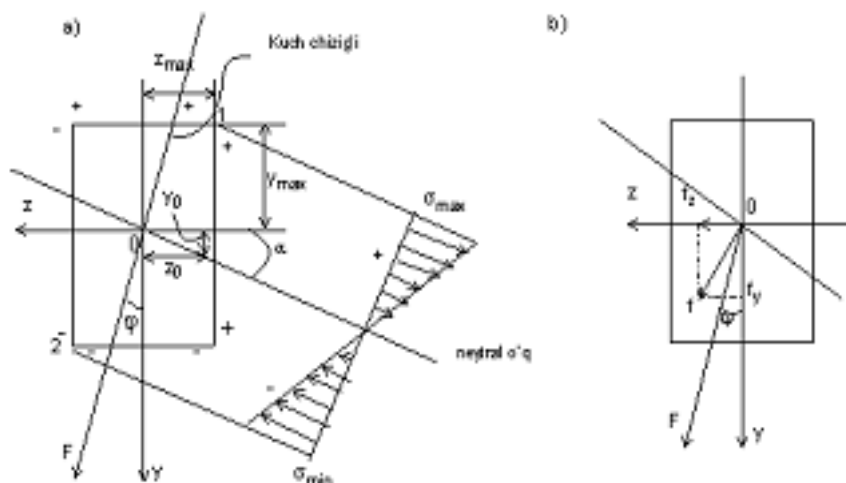
$$\frac{y_0}{z_0} = -\operatorname{tg} \varphi \frac{I_z}{I_y} \quad (8.9)$$

U holda

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y_0}{z_0} = -\operatorname{tg} \varphi \frac{I_z}{I_y} \quad (8.10)$$

Ko'p hollarda $I_y \neq I_z$ va α burchak φ burchakka teng emas. Demak, qiyshiq egilishda neytral o'q, yassi egilishdan farqli ravishda, kuch chizig'iga perpendikular emas. $I_y = I_z$ da (doira yoki kvadrat) perpendikularlik saqlanadi, lekin bunda kesimning barcha markaziy o'qlari bosh o'q hisoblanadi va qiyshiq egilish yuz bema'yi.

Neytral o'q vaziyatini aniqlangandan so'ng unga parallel qilib kesimga ikki urinma o'tkaziladi va undan eng uzoq ya'ni eng katta kuchlanishlar vujudga keladigan xavfli nuqtalar «1» va «2» topiladi (8.2-shakl, a).



8.2-shakl

«1» nuqtada eng katta choʻzuvchi, «2» nuqtada eng katta siquvchi kuchlanish taʼsir qiladi.

$$\sigma_{\max} = M_{\max} \left[\frac{\cos \varphi \cdot y_{\max}}{I_z} + \frac{\sin \varphi \cdot z_{\max}}{I_y} \right] \quad (8.11)$$

bunda: $y_{\max}$ va $z_{\max}$ - neytral oʻqdan eng uzoq nuqta koordinatalari.

Ikkita simmetriya oʻqiga ega boʻlgan koʻndalang kesim toʻgʻri toʻrtburchak, qoʻshtavr va boshqalar uchun mustahkamlik sharti quyidagicha:

$$\sigma_{\max} = M_{\max} \left[\frac{\cos \varphi}{W_z} + \frac{\sin \varphi}{W_y} \right] \leq \sigma_{adm} \quad (8.12)$$

bunda: $W_y = \frac{I_y}{z_{\max}}$ va $W_z = \frac{I_z}{y_{\max}}$ kesimning y va z oʻqlarga nisbatan qarshilik momentlari.

Kesimni tanlashda qarshilik momentlari nisbati $\frac{W_z}{W_y}$ beriladi.

U holda

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_z} (\cos \varphi + \frac{W_z}{W_y} \sin \varphi) \leq \sigma_{adm} \quad (8.13)$$

$\frac{W_z}{W_y}$ nisbat:

- a) toʻgʻri toʻrtburchak uchun b/h ,
- b) qoʻshtavr uchun $6 \dots 8$,
- v) shveller uchun $8 \dots 10$ larga teng boʻladi.

Qiyshiq egilishdagi koʻchishlar kuchlar taʼsirining mustaqillilik qoidasi asosida bosh inersiya oʻqlari yoʻnalishida koʻchishlarni geometrik jamlash yoʻli bilan aniqlanadi. Koʻrilayotgan toʻsinning erkin uchidagi toʻliq koʻchishni hisoblab topamiz (8.2-shakl, b), buning uchun yassi egilishda olingan formuladan foydalanamiz.

Toʻsinning z oʻq boʻyicha egilishi: $f_z = \frac{F_z l^3}{3EI_y}$

Toʻsinning y oʻq boʻyicha egilishi: $f_y = \frac{F_y l^3}{3EI_z}$

Toʻliq egkilish $f = \sqrt{f_y^2 + f_z^2} \quad (8.14)$

Egilish yoʻnalishini quyidagicha aniqlanadi:

$$\frac{f_z}{f_y} = \frac{F \sin \varphi}{F \cos \varphi} \cdot \frac{I_z}{I_y} = \operatorname{tg} \varphi \frac{I_z}{I_y} = \operatorname{tg} \alpha \quad (8.15)$$

Demak, to'liq egilish neytral o'qqa perpendikular yo'nalgan.

NOMARKAZIY SIQILISH YOKI CHO'ZILISH

Tayanch iboralar

Ekssentrisitet - Kuch qo'yilgan nuqtadan qutb-kesimning og'irlik markazigacha bo'lgan masofa.

G'o'lani siqadigan yoki cho'zadigan kuch g'o'la o'qiga parallel, lekin kuch qo'yilgan nuqta kesimning og'irlik markaziga mos kelmaydigan holdagi deformatsiya *nomarkaziy siqilish yoki cho'zilish* deb ataladi. Kuch qo'yilgan nuqtadan qutb-kesimning og'irlik markazigacha bo'lgan masofa *ekssentrisitet* deb ataladi.

Qurilish konstruksiyalari elementlariga xos bo'lgan nomarkaziy siqilishning umumiy holini ko'rib chiqamiz. P kuchi koordinatalari y_p va z_p musbat bo'lgan C nuqtaga qo'yilgan (9.1-shakl). Kesimning og'irlik markazidagi O nuqtaga ikkita bir-biriga teng va qarama-qarshi yo'nalgan P_1 , P_2 kuchlarni qo'yamiz. Natijada g'o'lani egadigan $(P_2; P)$ juft kuch hosil bo'ladi. Uning momenti M ga teng.

Natijada momenti M ga teng bo'lgan juftni va g'o'lani o'q yo'nalishida siqadigan P_1 kuchni hosil qilamiz. Bunda kuchni o'z-o'ziga parallel ko'chirish haqidagi L. Puanso lemmasidan foydalaniladi. Demak, nomarkaziy siqilish qiyshiq egilish bilan markaziy siqilishni birgalikda kelishidir.

Koordinatalari y va z bo'lgan B nuqtadagi nomal kuchlanishni aniqlaymiz. Buning uchun juft kuch momentini ikki eguvchi momentga ajratamiz: bu momentlar bosh inersiya tekisliklarida ta'sir qiladi va B nuqtada siquvchi kuchlanishlarni paydo qiladi:

$$M_z = P \cdot y_p \quad \text{va} \quad M_y = P \cdot z_p \quad (9.1)$$

Ikki yassi egilish va P_1 kuchdan paydo bo'ladigan bo'ylama o'q bo'yicha siqilishni jamlab, quyidagini olamiz:

$$\sigma_B = -\frac{P}{A} - \frac{P \cdot y_p \cdot y}{I_z} - \frac{P \cdot z_p \cdot z}{I_y} \quad (9.2)$$

bu yerda A -sterjen ko'ndalang kesim yuzasi.

Nuqta koordinatalari y va z ni formulaga o'z ishoralari bilan qo'yamiz. $I_z = i_z^2 A$ va $I_y = i_y^2 A$ ekanligini hisobga olib quyidagini olamiz:

$$\sigma_B = -\frac{P}{A} \left(1 + \frac{y_p y}{i_z^2} + \frac{z_p z}{i_y^2} \right) \quad (9.3)$$

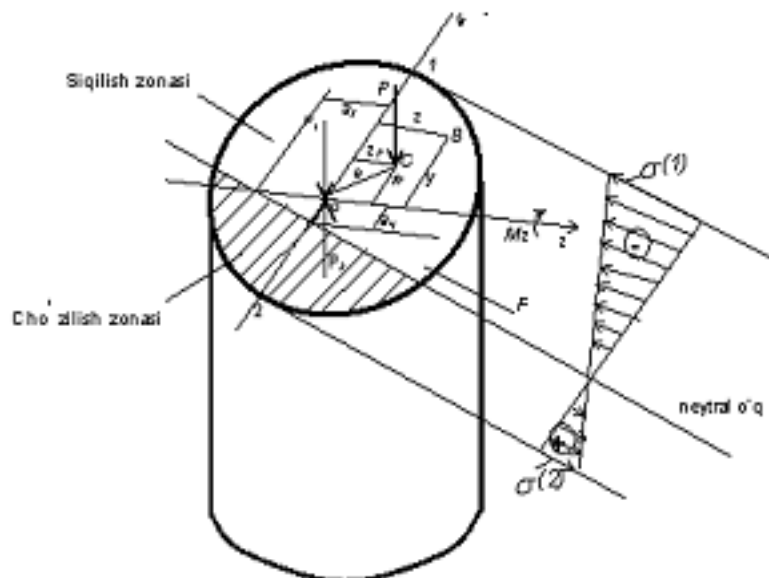
Nomarkaziy cho'zilishda (9.3) ifodasi oldiga musbat ishorasi qo'yiladi. Ko'ndalang kesimdagi eng zo'riqqan nuqtalarni topish uchun neytral o'q vaziyatini aniqlash kerak.

Nomarkaziy siqilish yoki cho'zilishda neytral o'q tenglamasini hosil qilish uchun (9.3) formulaga $\sigma_B = 0$ ni qo'yamiz va bu neytral o'qdagi nuqtalar koordinatalarini y_0 va z_0 orqali belgilaymiz.

$\frac{P}{A} \neq 0$ bo'lgani uchun

$$1 + \frac{y_p y_0}{i_z^2} + \frac{z_p z_0}{i_y^2} = 0 \quad (9.4)$$

(9.4) tenglamadan ko'rinib turibdiki, neytral o'q koordinatalar boshi (kesimning og'irlik markazi) o'qqa o'tmaydi.



9.1-shakl

Koordinata o'qlari y va z da neytral o'q bilan kesiladigan a_y va a_z kesmalarni aniqlaymiz. $y_0 = a_y$ va $z_0 = 0$ deb faraz qilib, $1 + \frac{y_P a_y}{i_z^2} = 0$ ni olamiz, bundan

$$a_y = -\frac{i_z^2}{y_P} \quad (9.5)$$

Shunga o'xshab, va $y_0 = 0$ da

$$1 + \frac{z_P a_z}{i_y^2} = 0$$

ni olamiz, bundan:

$$a_z = -\frac{i_y^2}{z_P}$$

a_y va a_z larni hisoblab, neytral o'qni o'tkazamiz va unga parallel qilib kesimga ikkita urinma o'tkazamiz: bu neytral o'qdan uzoqda bo'lgan xavfli nuqtalar 1 va 2 ni topish uchun zarur. Shuni aytish kerakki, neytral o'q va kuch qo'yilgan nuqta koordinatalar boshidan har-xil tomonda yotadi. Neytral o'q kesimni siqilgan va cho'zilgan qismlarga ajratadi. «1» nuqtada eng katta siquvchi, «2» nuqtada eng katta cho'zuvi kuchlanish ta'sir qiladi: ular normal kuchlanishlar epyurasida ko'rsatilgan (9.1-shakl).

Absolyut qiymat jihatdan eng katta kuchlanishli nuqta har doim qutb bilan birga bitta kvadrantda yotadi, kuchlanish ishorasi esa kuch xarakteriga mos keladi:

$$\sigma_{\max} = P \left(\frac{1}{A} + \frac{y_P \cdot y_{\max}}{I_z} + \frac{z_P \cdot z_{\max}}{I_y} \right) \quad (9.6)$$

bunda: $y_{\max}$ va $z_{\max}$ neytral o'qdan eng uzoq nuqtalarning koordinatalari.

Burchaklari qirrali simmetrik kesimlar (to'g'ri to'rtburchak, qo'shtavr va h.k.) uchun mustahkamlik sharti quyidagicha yoziladi.

$$\sigma_{\max} = P \left(\frac{1}{A} + \frac{y_P}{W_z} + \frac{z_P}{W_y} \right) \leq \sigma_{\text{adm}} \quad (9.7)$$

bunda:

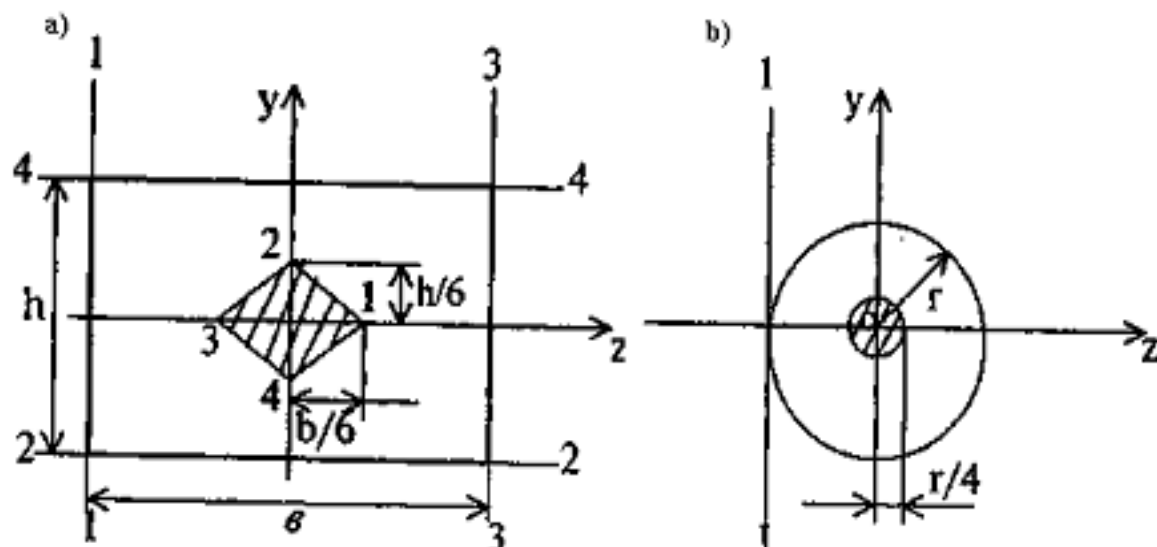
$W_y = \frac{I_y}{z_{\max}}$ va $W_z = \frac{I_z}{y_{\max}}$ kesimning y va z o'qlarga nisbatan qarshilik momentlari.

Qutb kesimning bosh inersiya o'qlaridan birida masalan z o'qida yotgan holda koordinata $y_p=0$, eng katta kuchlanish esa

$$\sigma_{\max} = P \left(\frac{1}{A} + \frac{z_p}{W_y} \right) \quad (9.8)$$

Bunda neytral o'q z o'qiga perpendikulyar.

Mo'rt materiallar (cho'yan, beton va boshqalar)dan yasalgan g'o'lalarda nomarkaziy siqilishda yuk shunday qo'yilishi kerakki, natijada kesimda faqat siquvchi kuchlanish vujudga kelsin. Bu holda neytral o'q kesimdan tashqaridan yoki unga tegib o'tadi. G'o'la kesimining og'irlik markazi atrofidagi bir xil ishorali kuchlanish olish uchun bo'ylama kuch qo'yilishi lozim bo'lgan soha *kesim o'zagi* deb ataladi.



9.2-shakl

Kesim o'zagini yasash siquvchi kuch eksentrisitetining chegaraviy qiymatini hisoblab topishga asoslangan.

To'g'ri to'rtburchak o'zagining o'lchamlarini aniqlash uchun (9.2-shakl,a) uning korturiga to'rtta urinma 1-1, 2-2, 3-3 va 4-4 o'tkaziladi. Neytral o'q 1-1 ga mos keladigan z o'qidagi qutb nuqta 1 quyidagi formuladan topiladi:

$$z_p = -\frac{i_y^2}{a_z} = \frac{b}{6} \quad (9.9)$$

chunki

$$a_z = -\frac{b}{2}; \quad i_y^2 = \frac{I_y}{A} = \frac{b^2}{12}$$

Neytral o'q 2-2 ga mos keladigan y o'qidagi qutb nuqta 2 quyidagi formuladan topiladi:

$$y_p = -\frac{i_z^2}{a_y} = \frac{h}{6} \quad (9.10)$$

chunki

$$a_y = -\frac{h}{2}; \quad i_z^2 = \frac{I_z}{A} = \frac{h^2}{12}$$

Neytral o'qlar 3-3 va 4-4 vaziyati mos keladigan 3 va 4 nuqtalar ham xuddi shunday topiladi. Bunda $z_p = -\frac{b}{6}$ va $y_p = -\frac{h}{6}$

Nuqtalarni tutashtirib, to'g'ri to'rtburchak kesimi o'zagining korturini ifodalaydigan romb 1-2-3-4 ni hosil qilamiz. Romb diagonallari $\frac{h}{3}$ va $\frac{b}{3}$ ga teng.

Doira kesimi o'zagining konturi (9.2-shakl,b) simmetriya bo'yicha aylanadan iborat.

Z o'qiga perpendikulyar urinma I-I neytral o'q hisoblanadi.

Neytral o'qqa mos keladigan z o'qidagi qutb quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$z_p = -\frac{i_z^2}{a_z} = \frac{r}{4} \quad (9.11)$$

chunki

$$a_x = -r; \quad i_y^2 = \frac{I_y}{A} = \frac{r^2}{4}$$

SIQILGAN STERJENLARNING USTUVORLIGI

Tayanch iboralar

Bo'ylama egilish - Markazga qo'yilgan P kuchlar ta'sirida uzun, ingichka sterjenlarning qiyshayishi.

Ustuvorlik - Deformatsiyalangan jismning kuch ta'sirida o'zining dastlabki muvozanatdagi shaklini saqlash xususiyati.

Markazga qo'yilgan P kuchlar ta'sirida uzun, ingichka sterjenlarning qiyshayishi **bo'ylama egilish** deb ataladi. Bunday sterjenlar ma'lum kritik qiymatdan oshmaydigan kuch bilan siqilganda qisilishga ishlaydi va uning o'qi to'g'ri chiziqligicha qoladi. Agar siquvchi kuch kritik qiymatdan oshsa, sterjen to'satdan qiyshayadi va uning o'qi bukiladi, ya'ni u ustuvorligini yo'qotadi hamda siqilishga va egilishga ishlaydi. Sterjen ustuvorligining yo'qolishi katta deformatsiyalarga va kuchlanishlar paydo bo'lishiga olib keladi, natijada sterjen yemiriladi.

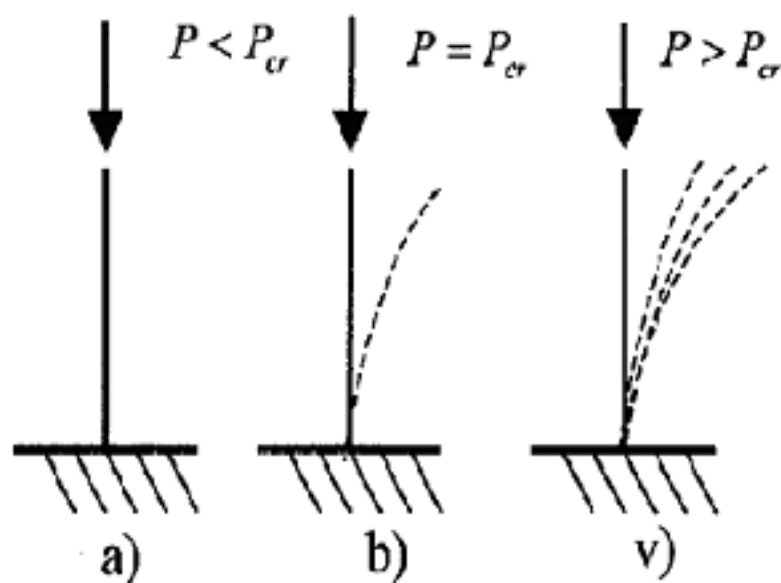
Deformatsiyalangan jismning kuch ta'sirida o'zining dastlabki muvozanatdagi shaklini saqlash xususiyatiga **ustuvorlik** deb ataladi. Ma'lumki, qattiq jismning muvozanati **ustuvor** va **noustuvor** bo'lishi mumkin.

Ko'ndalang kuch ta'sirida sterjen dastlabki muvozanat holatidan biroz og'gan bo'lsa va yuk olingandan so'ng u dastlabki holatiga qaytsa, sterjenning elastik muvozanati (10.1-shakl,a) **ustuvor** hisoblanadi.

Agar sterjen og'ish yo'nalishida deformatsiyalanishda davom etsa va yuk olingandan so'ng ham dastlabki holatiga qaytmasa, sterjenning elastik muvozanati (10.1-shakl,v) **noustuvor** hisoblanadi.

Sterjenning ustuvor va noustuvor holatlari orasida o'tish-kritik holati yotadi (10.1-shakl,b). Sterjen bu holatda dastlabki muvozanat holatini saqlaydi, lekin siquvchi kuch ozgina ortsa u o'z muvozanat holatini yo'qotishi mumkin.

Sterjen ustuvor muvozanat holatidan noustuvor muvozanat holatiga o'tadigan eng kichik kuch P_{cr} - kritik kuch deb ataladi. Bu kuchning qiymati sterjen materialiga, kesim shakliga va tayanchlarga bog'liq bo'ladi.



10.1-shakl

Konstruksiya elementlarining xavfsizligi uchun yo‘l qo‘yiladigan kuch kritik kuchdan kichik bo‘lishi kerak.

$$P_{adm,s} = \frac{P_{cr}}{K_s} \quad (10.1)$$

bunda: K_s - ustuvorlik zaxirasi ko‘ffitsienti.

K_s - ko‘ffitsientining qiymatlari:

po‘lat uchun 1,8...3

cho‘yan uchun 5... 6

yog‘och uchun 2,5...3,2

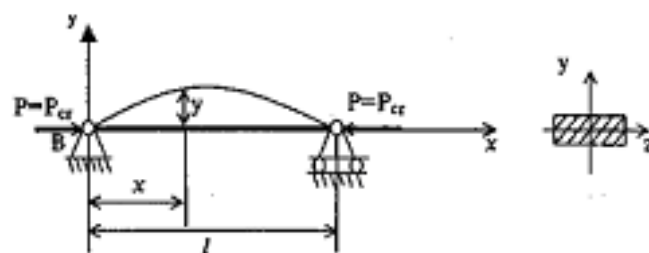
Sterjenning ustuvorlik zahirasi quyidagi shartning bajarilishini ta‘minlaydi:

$$P \leq P_{adm,s} \quad (10.2)$$

Siqilgan sterjenning kritik kuchini aniqlash uchun Eyler formulasi

Elastik bosqichda ustuvorligini yo‘qotgan sterjendagi kritik kuch qiymati 1744 yilda *L. Eyler* tomonidan chiqarilgan formuladan aniqlanadi. Bu masalani yechishda siqilgan sterjenning o‘qi biroz egilgan deb olib, bunday egilishni hosil qilgan kuch aniqlanadi.

Sharnirli mahkamlangan uchlariga chegaraviy kuchlar $P=P_{cr}$ (10.2-shakl) qo‘yilgan sterjenni ko‘rib chiqamiz. Sterjenning ustuvorligini yuqotishi eng kichik EI_{min} -bikirlikka ega bo‘lgan tekislikda yuz beradi.



10.2-shakl

Kritik kuchni aniqlash uchun sterjen egilgan o'qining taqribiy differensial tenglamasidan foydalaniladi.

$$EI_{\min} \frac{d^2 y}{dx^2} = M(x)$$

Bunda y egilgan o'q ixtiyoriy kesimidagi ordinatasi bo'lib, eguvchi momenti esa,

$$M(x) = -P \cdot y \quad (10.3)$$

U holda

$$EI_{\min} \frac{d^2 y}{dx^2} = -P \cdot y \quad (10.4)$$

Bu tenglamani $EI_{\min}$ ga bo'lsak:

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + \frac{P}{EI_{\min}} \cdot y = 0 \quad (10.5)$$

Agar quyidagi belgilashni kiritsak:

$$\frac{P}{EI_{\min}} = k^2 \quad (10.6)$$

ikkinchi tartibli chiziqli differensial tenglama hosil bo'ladi

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + k^2 \cdot y = 0 \quad (10.7)$$

Bu tenglamaning umumiy yechimi:

$$y = a \sin kx + b \cos kx, \quad (10.8)$$

bunda: a va b - integrallash doimiylari.

Bularni aniqlash uchun chegaraviy shartlardan foydalaniladi:

1-holda $x = 0$ da $y = 0$,

2-holda $x = l$ da $y = 0$.

Birinchi shartdan ushbuni olamiz: $b = 0$.

Shunday qilib, sterjen sinusoida bo'yicha egilar ekan:

$$y = a \sin kx \quad (10.9)$$

Ikkinchi shartdan:

$$a \sin kl = 0 \quad (10.10)$$

Bundan a yoki $\sin kl$ nolga tengligi kelib chiqadi. Agar $a=0$ bo'lsa, sterjenning egilishi nolga teng, bu esa dastlabki shartlarga teskari. Demak $\sin kl=0$ trigonometrik tenglamaning ildizi kl cheksiz ko'p qiymatga ega:

$$kl=0, \pi, 2\pi, 3\pi, \dots, n\pi$$

Bundan

$$k = \frac{n\pi}{l} \quad (10.11)$$

bunda: n - ixtiyoriy butun son

$$k = \sqrt{\frac{P}{EI_{\min}}}$$

bo'lgani uchun siquvchi kuch

$$P = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{l^2} n^2 \quad (10.12)$$

Amaliy hisoblar uchun $n=1$ da quyidagi formuladan olingan eng kichik kritik kuch ahamiyatga ega:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{l^2}$$

Bu formula *Eyler formulasi* deyiladi.

Bu kuch sterjenning bitta yarim to'liqinli sinusoida bo'yicha egilishiga mos keladi

$$y = a \sin \frac{\pi x}{l} \quad (10.13)$$

Kritik kuchlanish

Kritik kuch ta'sirida vujudga kelgan kuchlanish *kritik kuchlanish* deb ataladi.

$$\sigma_{cr} = \frac{P_{cr}}{A} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{l^2 A} \quad (10.14)$$

Ushbu $i_{\min}^2 = \frac{I_{\min}}{A}$ bo'lgani uchun ($i_{\min}$ - eng kichik inersiya radiusi) quyidagini olamiz:

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E i_{\min}^2}{l^2} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{l}{i_{\min}}\right)^2} \quad (10.15)$$

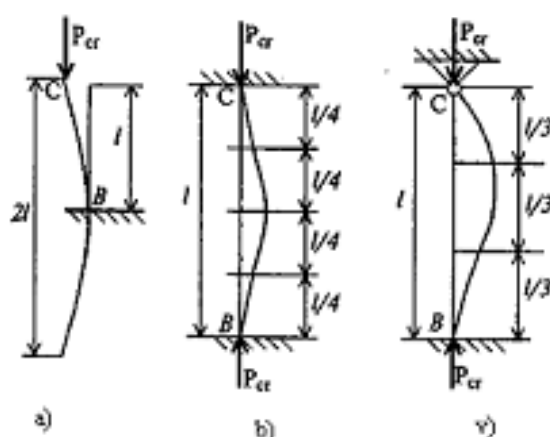
$\lambda = \frac{l}{i_{\min}}$ deb belgilaymiz,

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \quad (10.16)$$

O'lchamsiz qiymat 1 sterjenning egiluvchanligi deb ataladi. Uning kattaligiga ko'ra sterjenning egilishga qarshilik ko'rsatish xususiyatini aniqlanadi.

Sterjen uchlarini mahkamlash usulining ta'siri

Kritik kuch qiymati sterjen uchlarini mahkamlanish usuliga bog'liq bo'ladi. Eyler formulasi mahkamlashning asosiy usuli hisoblangan sharnirli mahkamlangan sterjen uchun chiqarilgan (10.2-shakl) Sterjen uchlarini mahkamlashning boshqa usullarini ko'rib chiqamiz.



10.3-shakl

Bir uchi qisilgan va bir uchi erkin sterjen (10.3a-shakl), sterjenning egilgan uchi xuddi uchlari sharnirli mahkamlangan sterjenlarning yarmidek, lekin uzunligi \$2l\$ holida turadi (10.3a-shakl)

Demak,

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{min}}{(2l)^2} \quad (10.17)$$

Ikki uchi qisilgan sterjen (10.3-shakl, b), sterjenning egilgan o'qi \$l/4\$ uzunlikdagi to'rtta teng qismdan iborat, bu qismlar xuddi bir uchi qisilgan sterjendek sharoitda turadi.

Demak,

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{min}}{\left(\frac{2l}{4}\right)^2} \quad (10.18)$$

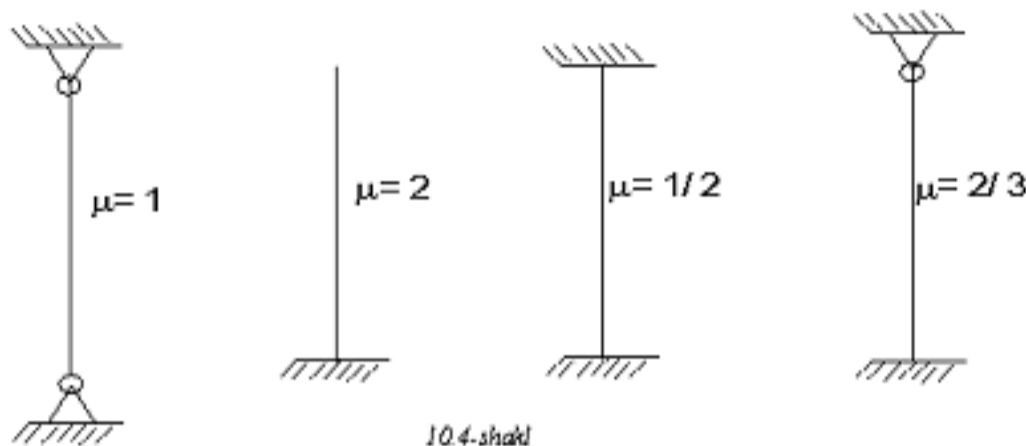
Bir uchi qisilgan va ikkinchi uchi sharnirli mahkamlangan (10.3-shakl, v), bo'lsa, sterjenning bukilgan o'qi taxminan \$l/3\$ uzunlikdagi uchta qismdan iborat, bu qismlar xuddi bir uchi qisilgan sterjendek sharoitda turadi.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{\left(\frac{2l}{3}\right)^2} \quad (10.19)$$

Bu formulalarni bitta formulaga birlashtiramiz:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(\mu \cdot l)^2} \quad (10.20)$$

bunda: μ -uzunlikni keltirish koeffitsenti. U sterjenning mahkamlanish turiga bog'liq (10.4-shakl). μl hosilaviy keltirilgan uzunlik deb ataladi va l_{ef} deb belgilanadi.



Eyler formulasining qo'llanish chegarasi

Eyler formulasidan ma'lum sohalarda foydalanish o'rinli bo'ladi. Kritik kuchlanishlar qiymati sterjenning haqiqiy (real) egiluvchanligiga bog'liq. 3-navli po'lat uchun kritik kuchlanish sterjenning egiluvchanligiga bog'liq grafigini ko'ramiz. Buning uchun quyidagilardan foydalanamiz:

l	150	100	80	50
σ_{cr} MPa	87,7	200	330	800

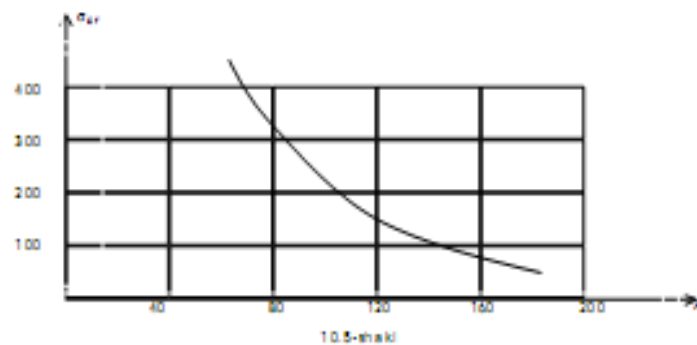
(10.5-shakl) munosabat giperbolik egri chiziqdan iborat bo'lib, *Eyler giperbolasi* deb ataladi.

Kritik kuchni aniqlash formulasini chiqarishda, material Guk qonuniga buysunadi deb faraz qilinadi. Demak, kritik kuchlanish σ_{cr} mutanosiblik chegarasi σ_{pr} dan oshmasligi lozim. Eyler formulasi quyidagi shart bajarilgan oraliqda o'rinli:

$$\sigma_{cr} \leq \sigma_{pr}$$

yoki

$$\frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \leq \sigma_{pr} \quad (10.21)$$



Bu shartdan Eyler formulasi o‘rinli bo‘lgan eng kichik chegaraviy egiluvchanlik aniqlanadi:

$$\lambda_{\text{lim}} \geq \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_{pr}}} \quad (10.22)$$

Masalan, 3-navli po‘lat ($E=2 \cdot 10^5 \text{MPa}$, $\sigma_{pr}=200 \text{MPa}$)

$$\lambda_{\text{lim}} = \sqrt{\frac{3.14^2 \cdot 2 \cdot 10^5}{200}} \approx 100$$

Cho‘yan va yog‘och uchun chegaraviy egiluvchanlikni ham shunga o‘xshab aniqlash mumkin. Shunday qilib, Eyler formulasi quyidagi egiluvchanliklar uchun o‘rinli:

$$\text{po‘lat} \quad \lambda_{\text{lim}} \leq 100,$$

$$\text{cho‘yan} \quad \lambda_{\text{lim}} \leq 80,$$

$$\text{yog‘och} \quad \lambda_{\text{lim}} \leq 110.$$

Bundan kichik egiluvchanlik uchun Eyler formulasi yaramaydi, chunki kritik kuchlanish mutanosiblik chegarasidan ortiq.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Egilishning qaysi holi qiyshiq egilish deyiladi?
2. Qiyshiq egilishda sof egilish bo'lishi mumkinmi?
3. Qiyshiq egilishda ko'ndalang kesimning qaysi nuqtalarida eng katta kuchlanish vujudga keladi?
4. Qiyshiq egilishda neytral o'q holati qanday topiladi?
5. Ko'ndalang kesimi doira bo'lgan to'sinning qiyshiq egilishi mumkinmi?
6. Qiyshiq egilish vaqtida deformatsiya qanday aniqlanadi?
7. Murakkab qarshilikdagi kuchlanish formulalarini chiqarishda qanday prinsipdan foydalaniladi?
8. Qanday kuchlanish holati nomarkaziy siqilish deb ataladi?
9. Nomarkaziy siqilishda har qanday nuqtaning kuchlanishi qanday formula bilan aniqlanadi?
10. Kesimning inersiya radiusi qanday topiladi?
11. Siquvchi kuch kesimning bosh o'qlaridan birining ustida yotsa, kuchlanish qanday formula yordamida aniqlanadi, bu formula qanday chiqariladi?
12. Ekssentrisitet deb nimaga aytiladi?
13. To'g'ri to'rtburchakli kesimda uning katta tomoni bo'ylab kuchlanish ekssentrisitetning $e = \frac{h}{6}$, $e > \frac{h}{6}$ va $e < \frac{h}{6}$ uchta xususiy holati uchun qanday taqsimlanadi va bu hollar uchun neytral o'q qanday vaziyatlarga ega bo'ladi?
14. Siqilgan sterjenlar ustuvordigining yo'qolish belgilari nimadan iborat?
15. Qanday kuch kritik kuch deb ataladi?
16. Kritik kuchlanish nima?
17. Eyler formulasini chiqarishda egilish nazariyasining qanday differensial tenglamasidan foydalanilgan edi?
18. Sterjenlarning egiluvchanligi nima?
19. Eyler formulasi qanday ko'rinishga ega? Bu formulani chiqaring.

BA'ZI ATAMA VA BELGILASHLAR IZOHI

- ABSOLYUT — nisbat berilmay, qiyos qilinmay olingan, absolyut.
- BALKA — To'sin, egilishga qarshilik ko'rsatuvchi silindrik yoki prizmatik jism.
- BRUS — G'o'la. Egilishga hamda siqilishga qarshilik ko'rsatuvchi, uncha uzun bo'lmagan, silindrik yoki prizmatik jism.
- VAL — Ham egilishga ham buralishga ishlaydigan jism.
- VINTSIMON — burama.
- DVIGATEL — harakatga keltiruvchi kuch.
- KRITIK KUCH — sterjenning ustuvor holatdan noustuvor holatga o'tish paytdagi kuch.
- KONSOL — Bir uchi mahkamlangan ikkinchi uchi esa, erkin bo'lgan to'sin yoki to'sin bo'lagi.
- KONSTRUKSIYA — Inshoat, mexanizm va sh.k. yoki ularning tayyor murakkab qismi.
- INTENSIVLIK — Jadallik.
- FAKTOR — omil.
- POTSHIPNIK — potshipnik; sharikli potshipnik-zoldirli potshipnik; rolikli potshipnik-rolikli potshipnik.
- PRINSIP — asosiy qonun-qoida.
- PROPORSIONAL — mutanosib.
- STERJEN — Cho'zilishga yoki siqilishga ishlaydigan, ko'ndalang kesim o'lchamlari uzunligiga qaraganda ancha kichik bo'lgan silindrik yoki prizmatik jism.
- SHARNIR — Koordinata o'qlari atrofida bimalol aylana oladigan lekin o'qlar bo'ylab siljiy olmaydigan tayanch.
- SHKIV — shkiv (uzatma tasmasini harakatga keltiruvchi g'ldirak)
- SISTEMA — tizim.
- STANOK — dastgoh.
- E — Cho'zilish yoki siqilishdagi elastiklik moduli.
- e — Ekssentrisitet.
- A — Ko'ndalang kesim yuzasi.
- μ — Puasson koeffitsienti. Po'lat uchun $\mu=0,25-0,33$.
- N — Nyuton, Xalqaro SI sistemasidagi kuch birligi. $1N=0,102\text{ kg}\cdot\text{k}$ (bitta o'rtacha kattalikdagi olma og'irligiga teng keladigan kuch).
- α — Chiziqli kengayish koeffitsienti bo'lib, po'lat uchun $\alpha=125\cdot10^{-7}$.
- γ — Burchakli deformatsiya.
- θ — Buralish burchagi, kesimning buralish burchagi.
- ρ — Egrilik radiusi.
- G — Siljishdagi elastiklik moduli po'lat uchun $G=8,1\cdot10^5\text{ kg}\cdot\text{k}/\text{sm}^2$.
- $[\sigma], \sigma_{\text{adm}}$ — Jism materiali uchun ruxsat etilgan normal kuchlanish.
- M_{red} — Ekvivalent moment

11 - Ma'ruza. MUSTAHKAMLIK NAZARIYALARI

Reja:

1. Eng katta normal kuchlanishlar nazariyasi. (birinchi mustahkamlik nazariyasi)
2. Eng katta chiziqli deformatsiyalar nazariyasi. (ikkinchi mustahkamlik nazariyasi)
3. Eng katta urinma kuchlanishlar nazariyasi. (uchinchi mustahkamlik nazariyasi)
4. Shakl o'zgarishi energiyasi nazariyasi. (to'rtinchi mustahkamlik nazariyasi)
5. Chegaraviy zo'riqqanlik holati nazariyasi. (beshinchi mustahkamlik nazariyasi).

Tayanch iboralar: Normal va urinma kuchlanish, zo'riqish holati, deformatsiya, tekis zo'riqish, qiya tekislik, qiya yuza, hajmiy zo'riqish.

Dars o'tish usuli: namoyish dasturiy vositalar, jonli muloqotli ma'ruza.

Darsning xronologik xaritasi – 80 minut.

Tashkiliy qism: xonaning tozaligi, jihozlanishi, sanitariya holati, talabalarning davomati – 2 minut.

Talabalar bilimni baholash: o'tilgan mavzuni qisqacha takrorlash, talabalar bilan savol javob o'tkazish – 10 minut.

Yangi mavzu bayoni – 55 minut.

Mavzuni o'zlashtirish darajasini aniqlash va mustahkamlash – 10 minut.

Sinov savollari – 5 minut.

Uyga vazifa berish – 3 minut.

Belgilar:



- Muammoli savol



- Muammoli vaziyat



- Muammoli topshiriq



- Muammoli masala

Matn.

4. Mustahkamlik nazariyalari. Mexanik sinovlarda bir o'qli cho'zilish (siqilish) sharoitida materialning xavfli holatini ifodalaydigan kuchlanish yuz beradi. Plastik materialning cho'zilishdagi xavfli holati deganda, yalpi qoldiq deformatsiyalarning paydo bo'lishi tushuniladi. Mo'rt materialning xavfli holati buzilishi oldi darzlari paydo bo'lishi bilan ifodalanadi. Plastik materiallarda xavfli holat yuz berganda ko'ndalang kesimlardagi normal kuchlanishlar oquvchanlik chegarasiga, mo'rt materiallarda esa mustahkamlik chegarasiga yetadi. Agar haqiqiy kuchlanish yo'l qo'yiladigan qiymatdan oshmasa, bir o'qli cho'zilish (siqilish) da materialning mustahkamligi ta'minlanadi.

Hajmiy zo'riqish holatida xavfli holatning vujudga kelishi asosiy kuchlanishlar σ_1 , σ_2 va σ_3 ning nisbatiga bog'liq.

Hajmiy zo'riqish holatida bir o'qli cho'zilish (siqilish) da hosil qilingan chegaraviy kuchlanishlardan foydalanish uchun materialning xavfli holatga o'tish jarayoniga biror omilning ko'proq ta'sir qilishi haqidagi bir qator faraz taklif qilingan. Hisoblar uchun qabul qilingan farazlar *mustahkamlik nazariyalari* deb ataladi.

4.1. Eng katta normal kuchlanishlar nazariyasi. (birinchi mustahkamlik nazariyasi)

Eng katta normal kuchlanishlar nazariyasini XVIII asr G.Galiley taklif qilgan. Bu nazariyaga muvofiq materialning xavfli holati eng katta yoki eng kichik asosiy kuchlanishlar chegaraviy qiymatiga yetganda yuz beradi deb taxmin qilinadi, chegaraviy qiymat bir o'qli cho'zilish yoki siqilishga doir tajribalarda aniqlanadi.

Mustahkamlik sharti quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$\sigma_1 \leq \sigma_{adm,t} \text{ yoki } \sigma_3 \leq \sigma_{adm,c}. \quad (4.1)$$

Ekvivalent kuchlanish asosiy kuchlanishlardan biriga teng:

$$\sigma_{red}^1 = \sigma_1 \text{ yoki } \sigma_{red}' = \sigma_3. \quad (4.2)$$

Mazkur mustahkamlik nazariyasining kamchiligi shundaki, unda boshqa ikki asosiy kuchlanishning ta'siri hisobga olinmaydi. Plastik materiallar uchun birinchi mustahkamlik nazariyasi tajribalarda tasdiqlanmaydi. Bu mustahkamlik nazariyasi ancha mo'rt materiallar (g'isht, beton, tosh) ning mustahkamligini tekshirganda qoniqarli natija beradi. Hozir bu usul qo'llanilmaydi.

4.2. Eng katta chiziqli deformatsiyalar nazariyasi. (ikkinchi mustahkamlik nazariyasi)

Bu nazariyani 1682 yilda E. Mariott yaratgan. Bu nazariyaga ko'ra, materialning xavfli holati bir o'qli cho'zilish yoki siqilish uchun qabul qilingan ma'lum chegaraviy qiymatli eng katta nisbiy chiziqli deformatsiyaga erishish natijasida yuz beradi deb taxmin qilinadi.

Mustahkamlik sharti quyidagi ko'rinishni oladi.

$$\varepsilon_{\max} \leq \varepsilon_{adm}. \quad (4.3)$$

Hajmiy zo'riqish holatida eng katta chiziqli deformatsiya algebraik kattalik bo'yicha ε_1 hisoblanadi.

Gukning umumlashgan qonunidan foydalanib, ushbuni olamiz:

$$\varepsilon_{\max} = \varepsilon_1 = \frac{1}{E} \left[\sigma_1 - \nu(\sigma_2 + \sigma_3) \right] \quad (4.4)$$

yo'l qo'yiladigan nisbiy deformatsiya:

$$\varepsilon_{abm} = \frac{\sigma_{adm}}{E}. \quad (4.5)$$

Mustahkamlik sharti uzil-kesil quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\sigma_1 - \nu(\sigma_2 + \sigma_3) \leq \sigma_{adm}. \quad (4.6)$$

Ikkinchi mustahkamlik nazariyasiga ko'ra, ekvivalent kuchlanish:

$$\sigma_{reb}^{11} = \sigma_1 - \nu(\sigma_2 + \sigma_3). \quad (4.7)$$

E. Mariott yaratgan mustahkamlik nazariyasi barcha uch asosiy kuchlanishni hisobga oladi. Biroq tajribalar shuni ko'rsatadiki, bu nazariya ko'pchilik materiallar uchun yaramas ekan, shuning uchun u amaliy maqsadlarda deyarli ishlatilmaydi. Mo'rt materiallar uchun bu nazariya o'rtacha natijani beradi.

4.3. Eng katta urinma kuchlanishlar nazariyasi. (uchinchi mustahkamlik nazariyasi)

Eng katta urinma kuchlanishlar nazariyasini 1773 yilda Sh. Kulon taklif qilgan. Bu nazariyaga muvofiq, materialning xavfli holati bir o'qli cho'zilishda aniqlangan chegaraviy qiymatli eng katta kuchlanishlar ta'sirida yuz beradi.

Mustahkamlik chegarasi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\tau_{\max} \leq \tau_{adm}. \quad (4.8)$$

Hajmiy zo'riqish holatidagi eng katta urinma kuchlanish:

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}. \quad (4.9)$$

Yo'l qo'yiladigan urinma kuchlanish:

$$\tau_{adm} = \frac{\sigma_{adm}}{2}. \quad (4.10)$$

Mustahkamlik sharti uzil-kesil ko'rinishda:

$$\sigma_1 - \sigma_3 \leq \sigma_{adm}. \quad (4.11)$$

Uchinchi mustahkamlik nazariyasi bo'yicha ekvivalent kuchlanish:

$$\sigma_{red}^m = \sigma_1 - \sigma_3. \quad (4.12)$$

Bu mustahkamlik nazariyasi plastik materiallar uchun o'tkazilgan tajribalarda juda qulay kelgan. Biroq u mo'rt materiallar hisoblarida yaramaydi. Bu nazariyada materialning mustahkamligiga ta'sir qiladigan o'rtacha qiymatli asosiy kuchlanish σ_2 ta'siri hisobga olinmaydi.

4.4. Shakl o'zgarishi energiyasi nazariyasi.

(to'rtinchi mustahkamlik nazariyasi)

Yuqorida keltirilgan kamchiliklarni hisobga olib, 1904 yilda M. Guber shakl o'zgarishi energiyasi nazariyasini taklif qiladi. Bu nazariyaga ko'ra, materialning xavfli holati shakl o'zgarishidagi solishtirma potensial energiya materialning bir o'qli cho'zilishdagi chegaraviy qiymatiga yetganda yuz beradi deb taxmin qilinadi.

Mustahkamlik sharti quyidagi ko'rinishni oladi:

$$u_d \leq u_{adm,d} \quad (4.13)$$

Hajmiy zo'riqqanlik holatida shakl o'zgarishi solishtirma potensial energiyasi:

$$u_d = \frac{1+\nu}{3E} (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_1\sigma_3). \quad (4.14)$$

Chiziqli zo'riqqanlik holatida shakl o'zgarishi solishtirma potensial energiyasining yo'l qo'yiladigan qiymati:

$$u_{adm,d} = \frac{1+\nu}{3E} \sigma_{adm}^2. \quad (4.15)$$

Ba'zi o'zgartirishlardan so'ng mustahkamlik sharti quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_1\sigma_3} \leq \sigma_{adm}. \quad (4.16)$$

Bu nazariya uchta asosiy kuchlanishni hisobga olgani uchun uchinchi nazariyaga nisbatan ancha aniq natijalarni beradi. Bu nazariya plastik materiallarni hisoblashda keng qo'llaniladi, lekin mo'rt materiallar uchun yaramaydi.

4.5. Chegaraviy zo'riqqanlik holati nazariyasi.

(beshinchi mustahkamlik nazariyasi).

Chegaraviy zo'riqqanlik holati nazariyasini XX asr boshida O. Mor taklif qilgan. Bu nazariyaga ko'ra, hajmiy zo'riqqanlik holatida materialning mustahkamligi eng katta va eng kichik asosiy kuchlanishlar qiymati va ishoralariga bog'liq. O. Morning mustahkamlik nazariyasi uchinchi mustahkamlik nazariyasini umumlashtiradi va materialning cho'zilishi va siqilishiga bo'lgan har xil qarshilikni hisobga oladi.

Mustahkamlik sharti quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\sigma_1 - \sigma_3 k \leq \sigma_{adm} \quad (4.18)$$

bunda, $k = \frac{\sigma_{adm,t}}{\sigma_{adm,e}}$ – cho'zilish $\sigma_{adm,t}$ va siqilish $\sigma_{adm,c}$ dagi yo'l qo'yiladigan kuchlanishlar nisbati.

Materialning cho'zilish va siqilishga qarshiligi bir xil bo'lsa, ya'ni $k=1$ da O. Morning mustahkamlik nazariyasi uchinchi mustahkamlik nazariyasiga aylanadi.

Bu nazariya bo'yicha ekvivalent kuchlanish:

$$\sigma_{red}^v = \sigma_1 - \sigma_3 k. \quad (4.19)$$

Mazkur nazariya oldingi nazariyalarga nisbatan ancha mukammal bo'lib, mo'rt materiallar uchun keng qo'llaniladi.

Umuman olganda, muhandislik hisoblarida plastik materiallar uchun uchinchi va to'rtinchi mustahkamlik nazariyasi, mo'rt materiallar uchun O.Mor nazariyasi qo'llaniladi.

Namuna

Po'lat qurol stvolidan kesib yasalgan elementar kubik yoqlariga kuchlanishlar: 550 MPa, 420 MPa va -350 MPa ta'sir qiladi. Eng katta urinma kuchlanishni aniqlang. III va IV mustahkamlik nazariyalari bo'yicha kuchlanishlarni toping.

Yechish. Asosiy kuchlanishlar tegishli quyidagilarga teng:

$$\sigma_1 = 550 \text{ MPa}, \quad \sigma_2 = 420 \text{ MPa} \quad \sigma_3 = -350 \text{ MPa}.$$

Eng katta urinma kuchlanishlar quyidagi formuladan topiladi:

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{550 + 350}{2} = 450 \text{ MPa}$$

III mustahkamlik nazariyasi bo'yicha hisobiy kuchlanish quyidagiga teng:

$$\sigma_{III} = \sigma_1 - \sigma_3 = 550 + 350 = 900 \text{ MPa}.$$

IV mustahkamlik nazariyasi bo'yicha hisobiy kuchlanish quyidagiga teng:

$$\sigma_{IV} = \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2} = 840 \text{ MPa}.$$

1- AMALIYOT DARS	CHO'ZILISH VA SIQILISH (statik aniq masalalar)
------------------	--

Cho'zilish va siqilishning statik aniq hollariga oid namunaviy masalalar yechish mavzusining texnologik modeli

O'quv soati – 2 soat	Talabalar soni: ta
O'quv mashg'ulot shakli	Amaliyot darsi
Ma'ruza rejasi	cho'zilish va siqilishning statik aniq masalalari
O'quv mashg'ulotining maqsadi: cho'zilish va siqilishning statik aniq hollariga doir masalalar yechadi. Mutloq uzayish va qisqarishlar aniqlanadi.	
Pedagogik vazifalar:	O'quv faoliyati natijalari:
Kirish.	Fanning ahamiyati va mohiyatini tushunadi
- Cho'zilish va siqilishga doir asosiy tushunchalarni beradi - Statik aniqlikni tushuntiradi - Cho'zilish va siqilishga doir namunaviy masalalar yechib	Cho'zilish va siqilish uchun asosiy tushunchalari va Formulalarni yodlaydi, eslab qoladi, tasavvurga ega bo'ladi.

ko'rsatadi		
O'qitish vositalari	O'UM, ma'ruza matni, rasmlar, plakatlar, doska	
O'qitish usullari	Axborotli ma'ruza, blis-so'rov, texnika-insert	
O'qitish shakllari	Frontal, kollektiv ish	
O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruxlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya.	
Monitoring va baholash	og'zaki savollar, blis-so'rov	

Ish bosqich-lari	O’qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Mavzuga kirish (20 min)	2.1. O’quv mashg’uloti mavzusi, rejasi, pedagogning vazifasi va talabaning o’quv faoliyati natijalarini aytadi. 2.2. Baxolash mezonlari (1 – ilova). 2.3. Mavzuni jonlashtirish uchun «Blis-so’rov» savollarini beradi. Blis-so’rov usulida natijasiga ko’ra tinglovchilarning nimalarda adashishlari, xato qilishlari mumkinligining tashxizini amalga oshiradi (2-ilova). 2.4. Texnika-insert usulida mavzu bo’yicha ma’lum bo’lgan tushunchalarni faollashtiradi. (3-ilova).	Tinglaydilar. Yozib oladilar. Tinglaydilar. Yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar.
2 -bosqich. Asosiy bo’lim (50 min)	2.1. Savol yuzasidan ma’ruza qiladi. 2.2.Ma’ruza rejasining hamma savollar bo’yicha tushuncha beradi. (4 - ilova). 2.2. Ma’ruzada berilgan savollar yuzasidan umumlashtiruvchi xulosa beradi. (5 - ilova). 2.4.Tayanch iboralarga qaytiladi. 2.5. Talabalar ishtirokida ular yana bir bor takrorlanadi.	Tinglaydilar. Javob beradilar Yozadilar. UMKga qaraydilar Har bir tayanch tushuncha va iboralarni muhokama qiladilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.2. Mashg’ulot bo’yicha yakunlovchi xulosalar qiladi. Mavzu bo’yicha olingan bilimlarni qayerda ishlatish mumkinligi ma’lum qiladi. 3.2. Mavzu bo’yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro’yxatini beradi. 3.3. Keyingi mazvu bo’yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi.	Savollar beradilar. UMKga qaraydilar. UMKga qaraydilar. Uy vazifalarini yozib oladilar

Amaliyot .
CHO'ZILISH VA SIQILISH
Reja:

1. Cho'zilish va siqilishning statik aniq hollariga oid namunaviy masalalar yechish

Adabiyotlar: 1, 2, 3, 4, 5.

Tayanch iboralar:

absolyut qattiq jism, kuch, kuchlanish, deformatsiya, moment, kuch intensivligi, juft moment.

Belgilar:



Ms

- Muammoli savol



Mt

- Muammoli topshiriq



Mv

- Muammoli vaziyat



Mm

- Muammoli masala

Baholash mezonlari:

- Har bir savol javobiga - 2 ball
- Har bir qo'shimcha fikrga - 2 ball
- Har bir javoni to'ldirishiga - 1 ball

Mavzuni jonlashtirish uchun blits so'rov savollari

1. «Materiallar qarshiligi» fani deganda nimani tushunasiz?
2. Bu fanning ilm-fan-ishlab chiqarishdagi o'rni.
3. Materiallar qarshiligi fani elementlari qo'llaniladigan sohalarga aniq misol keltiring.
4. Bu fan qaysi fanlar bilan chambarchas bog'langan?
5. Bu fanning vazifasi nimadan iborat?
6. Ushbu fanni o'qigan talaba nimalarni bilishi kerak?
7. Materiallar qarshiligi nimani o'rganadi?

Insert texnikasi bo'yicha mavzuni o'qib chiqing va jadvalni to'ldiring.

№	Asosiy tushunchalar	Belgi
1.	Sharq olimlarining ushbu fan rivojiga qo'shgan hissalar	
2.	Materiallar qarshiligi fani asoschilari	
3.	Fan rivojining zamonaviy bosqichi	
4.	Materiallar qarshiligi asosiy tushunchalari	
5.	Kuch	
	Kuchlanish	
	Deformatsiya	
	Kuch birliklari	
6.	1-qonun	
7.	2-qonun	

Insert jadvali qoidasi

V- avval olgan bilimiga to'g'ri keladi.

+ - yangi ma'lumot

? – tushunarsiz (aniqlanishi zarur bo'lgan ma'lumotlar)

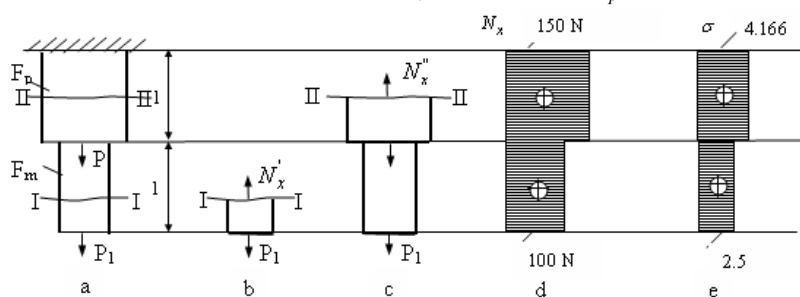
4-ilova

Matn.

1-Namuna

Berilgan brus uchun bo'ylama kuch va normal kuchlanish epyuralari qurilsin.

Berilgan: $P_1 = 100\text{ N}$, $P_2 = 150\text{ N}$, $F_m = 0.40\text{ m}^2$, $F_p = 0.60\text{ m}^2$, $l = 1\text{ m}$.



2.3-rasm

Yechish: Brusni erkin uchidan boshlab, ikkita alohida uchastkalarga bo'lamiz: uchastkalarning chegaralari sifatida tashqi kuchlar qo'yilgan kesimlar hamda ko'ndalang kesim o'lchamlari o'zgargan joy olinadi (bu uchastkalar 2.3-rasm, a da rim raqamlari bilan belgilangan).

I uchastkada ixtiyoriy kesim I-I o'tkazamiz va brusning yuqori qismini olib tashlab, qoldirilgan (ostki) qismining muvozanat shartini qaraymiz. U 2.3-rasm, b da tasvirlangan. Qoldirilgan qismda P_1 kuch va izlanayotgan N'_x kuchlanish ta'sir qiladi. Bu qismda ta'sir etuvchi kuchlarni x o'qida proeksiyalab quyidagilarni topamiz:

$$N'_x - P_1 = 0;$$

$$N'_x = P_1 = 100\text{ N}$$

Birinchi uchastkadagi kuchlanishni aniqlaymiz:

$$\sigma' = \frac{N'_x}{F_m} = \frac{100\text{ N}}{0.4\text{ m}^2} = 250 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Bo'ylama kuch N'_x musbat ishora bilan hosil bo'ldi, demak, u haqiqatdan ham oldindan qabul qilganimizdek (2.3-rasm, b), kesimdan tashqariga tomon yo'nalgan. Shunday qilib, brusning birinchi uchastkasi cho'zilishda bo'ldi.

II uchastkada II-II kesimni o'tkazamiz, brusning yuqori qismini olib tashlab, (1-rasm, c da alohida tasvirlangan) qolgan ostki qismining muvozanatini qaraymiz. Qoldirilgan qismda P_1, P_2 kuchlar va izlanayotgan N''_x kuchlanish ta'sir qiladi. Bu kuchlanishlarni x o'qida proeksiyalab quyidagilarni topamiz:

$$N''_x - P_1 - P_2 = 0;$$

$$N''_x = P_1 + P_2 = 100 \text{ N} + 150 \text{ N} = 250 \text{ N}$$

Ikkinchi uchastkadagi kuchlanishni aniqlaymiz:

$$\sigma'' = \frac{N''_x}{F_p} = \frac{250 \text{ N}}{0.6 \text{ m}^2} = 4,16 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Bo'ylama kuchning brus uzunligi bo'yicha o'zgarish grafigini (epyurasini) quramiz. Grafikning absissa o'qini brus o'qiga parallel qilib o'tkazamiz, ordinata o'qi bo'ylab ixtiyoriy olingan masshtabda bo'ylama kuchning topilgan qiymatlarini joylashtiramiz.

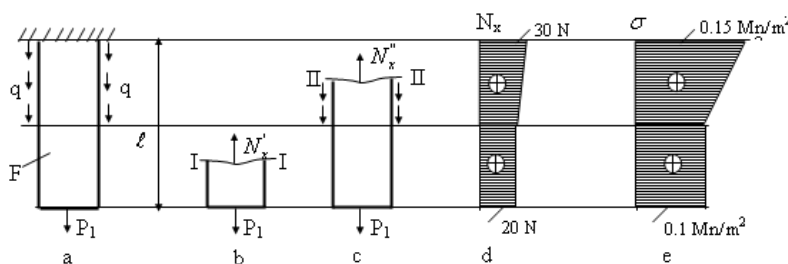
Bo'ylama kuch musbat qiymatlarini epyura o'qidan o'ngga, manfiylarini esa chapga joylashtiramiz (2.3-rasm, d), normal kuchlanish qiymati N_x ni brusning mos ko'ndalang kesim yuzalariga bo'lib, normal kuchlanish epyurasini hosil qilamiz. (2.3-rasm, e).

2-Namuna

Po'lat brus uchun bo'ylama kuch va normal kuchlanish epyuralari qurilsin, agar $E = 2 \cdot 10^5 \text{ Mn/m}^2$ bo'lsa, brusning absolyut cho'zilishi aniqlansin.

Berilgan:

$$q = 10 \text{ N/m}, \quad l = 2 \text{ m}, \quad P_1 = 20 \text{ N}, \quad F = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$



2.4-rasm

Yechish. Brusning yuqori qismiga uning uzunligi bo'yicha tekis taqsimlangan va intensivligi $q = 10 \text{ N/m}$ bo'lgan o'q bo'yicha nagruzka ta'sir etadi. Kesimlar usulini tadbiq etib bo'ylama kuchni brus har bir uchastkasining uzunligi bo'yicha o'zgarish qonunini topamiz. Birinchi uchastkada (2.4-rasm, b):

$$N'_x = P = 20 \text{ N}.$$

Ikkinchi uchastkada (2.4-rasm, c):

$$N''_x = P + qx$$

Bu uchastkada bo'yлама kuch chiziqli qonun bo'yicha o'zgaradi. Uchastkaning boshida $N_{x=0}'' = P = 20 \text{ N}$, oxirida - $N_{x=0,5l}'' = P + q \frac{l}{2} = 20 + 10 \cdot 1 = 30 \text{ N}$. Bo'yлама kuchlar epyurasi 2.4-rasm, d da ko'rsatilgan.

Normal kuchlanishni aniqlaymiz.

Birinchi uchastka va ikkinchi uchastka boshida ($x=0$, bo'lganda):

$$\sigma' = \frac{N_x'}{F} = \frac{20}{2 \cdot 10^{-4}} = 10 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2 = 0.1 \text{ Mn/m}^2.$$

Ikkinchi uchastka oxirida:

$$\sigma'' = \frac{N_x''}{F} = \frac{30}{2 \cdot 10^{-4}} = 15 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2 = 0.15 \text{ Mn/m}^2.$$

σ epyurasi 2.4-rasm, e da keltirilgan.

Brusning absolyut cho'zilishi:

$$\begin{aligned} \Delta l &= \frac{N_x' \cdot \frac{1}{2}}{EF} + \int_0^{\frac{l}{2}} \frac{N_x'' dx}{EF} + \int_0^{\frac{l}{2}} \frac{(P + qx) dx}{EF} = \frac{Pl}{2EF} + \frac{ql^2}{8EF} = \\ &= \frac{20 \cdot 2}{2 \cdot 10^{11} \cdot 2 \cdot 10^{-4}} + \frac{10 \cdot 2^2}{8 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 2 \cdot 10^{-4}} = 1,125 \cdot 10^{-3} \text{ m}. \end{aligned}$$



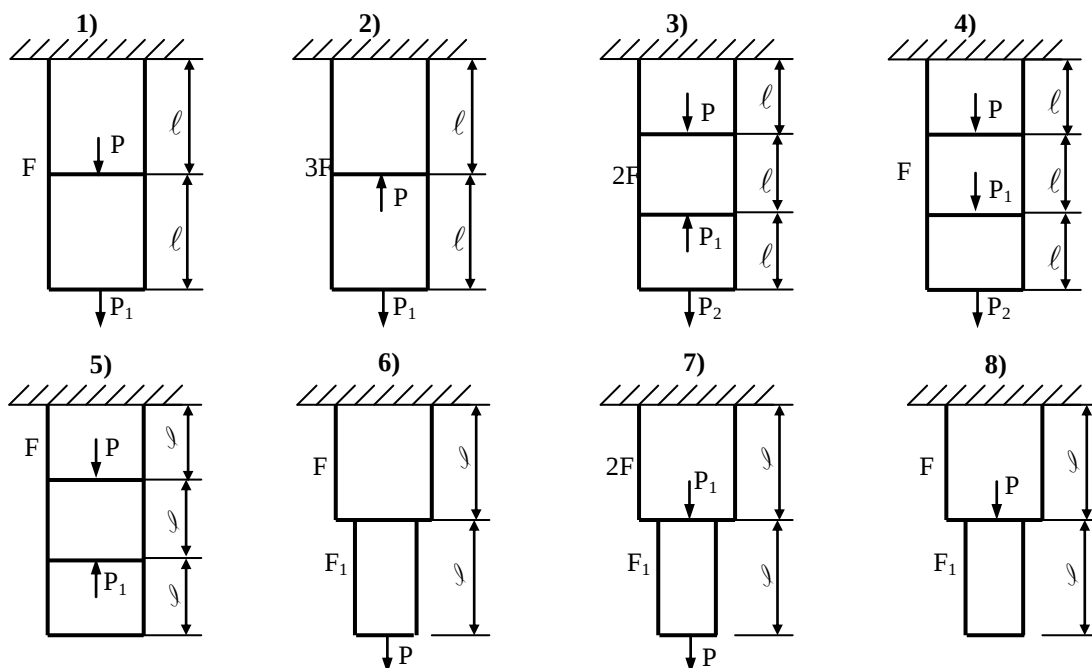
Ms

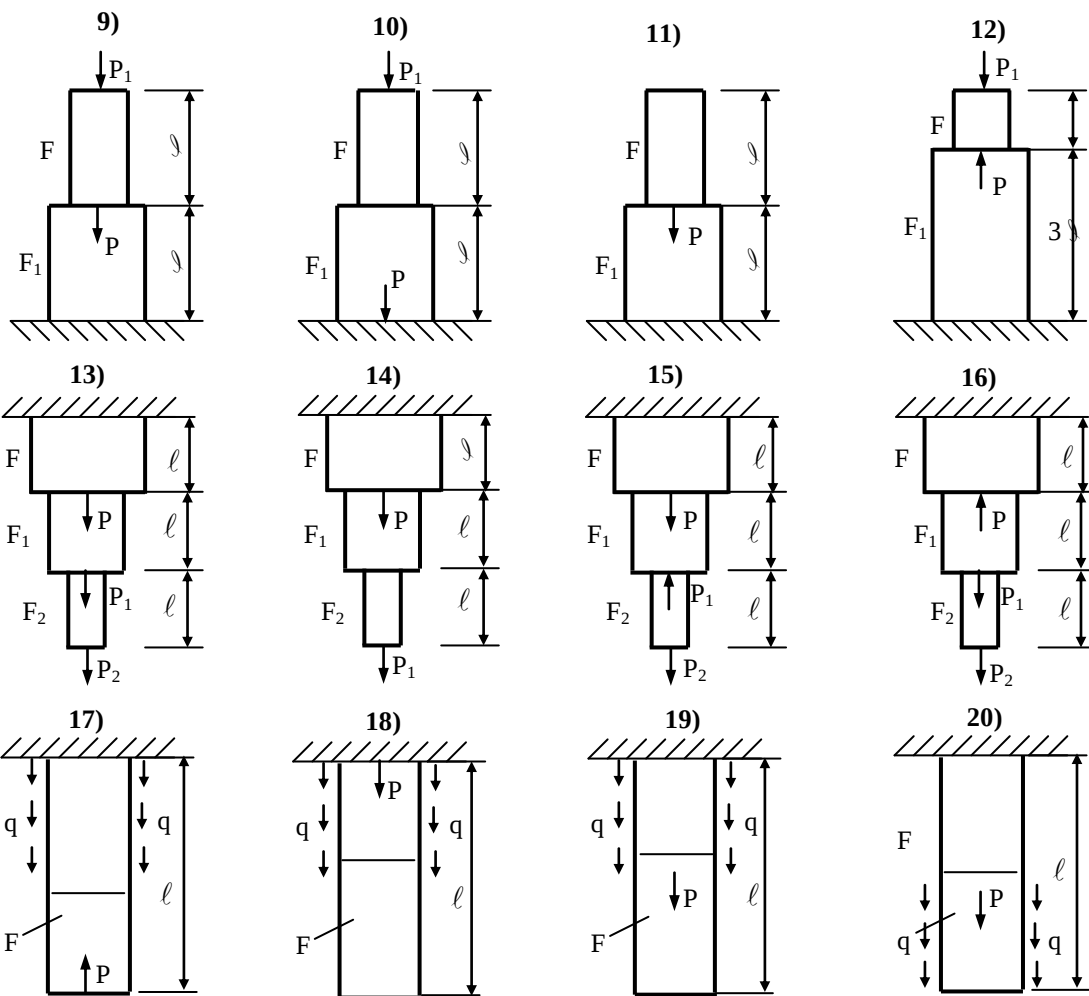
Bulardan boshqa Materiallar qarshiligi fani rivojiga o'z hissasini qo'shgan yana qaysi Sharq olimlarni bilasiz?

TOPSHIRIQLAR

Cho'zilish va siqilishning statik aniq hollari.

Sterjenlar uchun σ va N epyuralari qurilsin, hamda brusning absolyut cho'zilishi aniqlansin.





Var.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
q , kN/ m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	60	40	40
P , kN	20	30	20	13	30	150	62	30	24	20	80	20	20	130	45	40	30	30	20	60
P_1 , kN	16	32	12	15	50	-	30	-	16	40	-	16	80	60	35	45	-	-	-	-
P_2 , kN	-	-	16	8	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	30	55	-	-	-	-
F_2 , m ²	3	2	1.5	2	6	3	1.5	4	3	2.5	2	1	4	6	4	4	10	12	14	20
F_1 , m ²	-	-	-	-	-	2	2	3	5	3.5	2.5	4	3	5	3	3.5	-	-	-	-
F_2 , m ²	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	2	3	-	-	-	-
l , m	4	2	2	2	3	4	4	3	2	3	6	2	2	2	2	2	4	4	4	4

2- AMALIYOT DARSI	CHO’ZILISH VA SIQILISH (statik aniqmas masalalar)
-------------------	--

Cho’zilish va siqilishning statik aniqmas hollariga oid namunaviy masalalar yechish mavzusining texnologik modeli

<i>O’quv soati – 2 soat</i>	Talabalar soni: ta
<i>O’quv mashg’ulot shakli</i>	Amaliyot darsi
<i>Ma’ruza rejasi</i>	cho’zilish va siqilish uchun statik aniqmas masalalar
<i>O’quv mashg’ulotining maqsadi:</i> Cho’zilish va siqilishga doir statik aniqmas masalalar yechiladi	
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O’quv faoliyati natijalari:</i>
• Cho’zilish va siqilishga doir asosiy tushunchalarni beradi • Statik aniqmaslikni tushuntiradi	Cho’zilish va siqilishga doir Guk qonunini mohiyatini tushunadi
• Cho’zilish va siqilishga doir namunaviy masalalar yechib ko’rsatadi	Asosiy tushunchalari va ta’riflarini yodlaydi, eslab qoladi, tasavvurga ega bo’ladi.
O’qitish vositalari	O’UM, ma’ruza matni, rasmlar, plakatlar, doska
O’qitish usullari	Axborotli ma’ruza, blis-so’rov, texnika-insert
O’qitish shakllari	Frontal, kollektiv ish
O’qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta’minlangan, guruxlarda ishlash usulini qo’llash mumkin bo’lgan auditoriya.
Monitoring va baholash	og’zaki savollar, blis-so’rov

Ish bosqich-lari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Mavzuga kirish (20 min)	1.1. O'quv mashg'uloti mavzusi, rejasi, pedagogning vazifasi va talabaning o'quv faoliyati natijalarini aytadi. 1.2.Baxolash mezonlari (1 – ilova). 1.3.Mavzuni jonlashtirish uchun «Blis-so'rov» savollarini beradi. Blis-so'rov usulida natijasiga ko'ra tinglovchilarning nimalarda adashishlari, xato qilishlari mumkinligining tashxizini amalga oshiradi (2-ilova). 2.5. Texnika-insert usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi. (3-ilova).	Tinglaydilar. Yozib oladilar. Tinglaydilar. Yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar.
2 -bosqich. Asosiy bo'lim (50 min)	2.1. Savol yuzasidan ma'ruza qiladi. 2.2.Ma'ruza rejasining hamma savollar bo'yicha tushuncha beradi. (4 - ilova). 2.2. Ma'ruzada berilgan savollar yuzasidan umumlashtiruvchi xulosa beradi. (5 - ilova). 2.4.Tayanch iboralarga qaytiladi. 2.5. Talabalar ishtirokida ular yana bir bor takrorlanadi.	Tinglaydilar. Javob beradilar Yozadilar. UMKga qaraydilar Har bir tayanch tushuncha va iboralarni muhokama qiladilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1 Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar qiladi. Mavzu bo'yicha olingan bilimlarni qayerda ishlatish mumkinligi ma'lum qiladi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. 3.3. Keyingi mazvu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi.	Savollar beradilar. UMKga qaraydilar. UMKga qaraydilar. Uy vazifalarini yozib oladilar

Amaliyot darsi.
CHO'ZILISH VA SIQILISH

Reja:

1.Cho'zilish va siqilishning statik aniqmas hollariga oid namunaviy masalalar yechish
Adabiyotlar: 1, 2, 3, 4, 5.

Tayanch iboralar:

deformatsiya, kuch, moment, kuch intensivligi, statik anmiqmaslik, mutloq uzayish va qisqarish

Belgilar:



Ms

- Muammoli savol



Mt

- Muammoli topshiriq



Mv

- Muammoli vaziyat



Mm

- Muammoli masala

Baholash mezonlari:

- Har bir savol javobiga - 2 ball
- Har bir qo'shimcha fikrga - 2 ball
- Har bir javoni to'ldirishiga - 1 ball

Mavzuni jonlashtirish uchun blits so'rov savollari

1. Chozilish va siqilish deganda nimani tushunasiz?
2. Cho'zilish va siqilish uchun Guk qonunini ayting?
3. Fizik tenglama nima?
4. Mutloq uzayish yoki qisqarish formulasini ayting?

Insert texnikasi bo'yicha mavzuni o'qib chiqing va jadvalni to'ldiring.

№	Asosiy tushunchalar	Belgi
1.	Statik aniqmaslik nima	
2.	Qushimcha tenglamalar qanday tuziladi	
3.	Statik aniqmas masalalarni yechish tartibini keltiring	
4.	Guk qonunu	
5.	Kuch	
	Kuchanish	
	Deformatsiya	
	Kuch birliklari	
6.	1-qonun	
7.	2-qonun	

Insert jadvali qoidasi

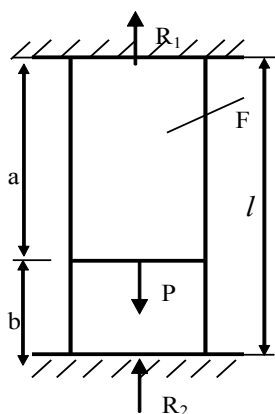
V- avval olgan bilimiga to'g'ri keladi.
 + - yangi ma'lumot
 ? – tushunarsiz (aniqlanishi zarur bo'lgan ma'lumotlar)

Darsning mazmuni

1.Cho'zilish va siqilishning statik aniqmas hollari

1-Namuna

O'zgarmas ko'ndalang yuzasi F va uzunligi l bo'lgan g'olacha ikki uchidan qisilgan va P kuch bilan yuklangan (2.5-rasm).



G'olachaning yuqori va pastki qismlaridagi kuchlanishlarni aniqlang.
Yechish. P kuch ta'sirida g'olachaning yuqori qismi cho'ziladi, pastki qismi siqiladi. Biriktirilgan joylarda esa noma'lum reaksiya kuchlari R_1 va R_2 paydo bo'ladi. Bu reaksiyalarni topish uchun faqat bitta tenglama berilgan:

$$\sum y = 0; \quad R_1 + R_2 - P = 0 \quad (a)$$

2.5-rasm

Bu masala statik aniqmas masalalardan biri hisoblanadi, chunki uni yechish uchun bitta qo'shimcha tenglama tuziladi. Uni olish uchun g'olacha deformatsiyasi ko'rib chiqiladi.

G'olachaning uchlari mahkamlab qo'yilganligi va uzunligi uzaymaganligi uchun g'olacha yuqori qismining uzayishi pastki qismining qisqarishiga teng, ya'ni:

$$\Delta a = \Delta b$$

yoki

$$\frac{R_1 a}{EF} = \frac{R_2 b}{EF}.$$

G'olachaning bikirligini qisqartirgandan so'ng:

$$R_1 a = R_2 b, \quad (b)$$

va uni tenglama (a) ga qo'yamiz:

$$(P - R_2)a = R_2 b.$$

Bundan:

$$R_1 = \frac{Pb}{a+b} \quad \text{va} \quad R_2 = \frac{Pa}{a+b} \quad (d)$$

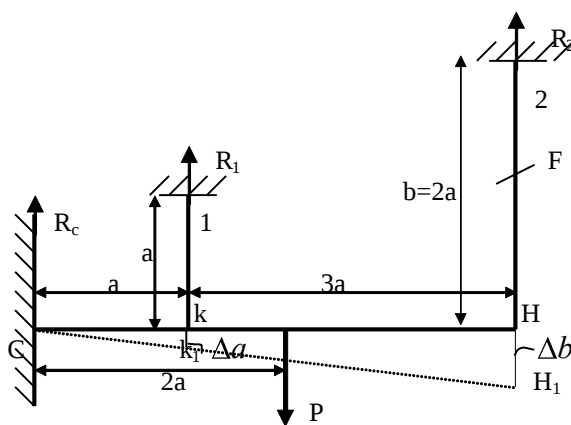
G'olachaning yuqori qismida bo'ylama kuch $N_1 = R_1$ pastki qismida $N_2 = R_2$ ta'sir qiladi.

Agar $a = b$ bo'lsa, u holda $R_1 = R_2 = \frac{P}{2}$. G'ochach har qaysi qismidagi kuchlanish:

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{F} \quad \text{va} \quad \sigma_2 = \frac{N_2}{F}. \quad (e)$$

2-Namuna

Sharnirli-sterjenli konstruktsiya ko'ndalang kesim yuzasi F bo'lgan ikki sterjendan va ularga osilgan birk g'ochacha (C nuqtada sharnirli biriktirilgan) dan iborat. (2.6-rasm). G'ochachaga P kuch qo'yilgandan so'ng sterjenlardagi kuchlanishlarni aniqlang.



2.6-rasm

Yechish. P kuch ta'sirida sterjenlar cho'ziladi va ularda noma'lum reaksiya kuchlari, R_1 va R_2 , sharnirli birikmada esa reaksiya R_c vujudga keladi. G'ochacha C nuqtaga nisbatan buriladi, chunki sterjenlar tegishli Δa va Δb kattaliklarga uzayadi.

Ushbu masala uchun statikada ikkita muvozanat tenglamasi berilgan:

$$\begin{aligned} \sum y = 0; \quad R_c + R_1 + R_2 - P &= 0 \\ \sum M_c = 0; \quad P 2a - R_1 a - R_2 4a &= 0 \end{aligned} \quad (a)$$

yoki

$$2P - R_1 - 4R_2 = 0 \quad (b)$$

Bu masala statik aniqmas masala. Uchburchaklar CHH_1 va CKK_1 o'xshashligidan qo'shimcha tenglamani olamiz:

$$\frac{\Delta b}{4a} = \frac{\Delta a}{a}$$

yoki

$$\Delta b = 4\Delta a \quad (d)$$

Sterjenning uzayishini Guk qonuni bo'yicha ifodalar bilan almashtiramiz:

$$\frac{R_2 2a}{EF} = 4 \frac{R_1 a}{EF}.$$

Qisqartirilgandan so'ng $R_2 = 2R_1$ ni olamiz, uni statika tenglamasi (b) ga qo'yamiz:

$$2P - R_1 - 8R_1 = 0.$$

Bundan:

$$R_1 = \frac{2P}{9} \quad \text{va} \quad R_2 = \frac{4P}{9}.$$

Birinchi va ikkinchi sterjenlarda ta'sir qiladigan bo'ylama kuchlar:

$$N_1 = R_1 \quad \text{va} \quad N_2 = R_2$$

Sterjenlardagi kuchlanishlar quyidagicha topiladi:

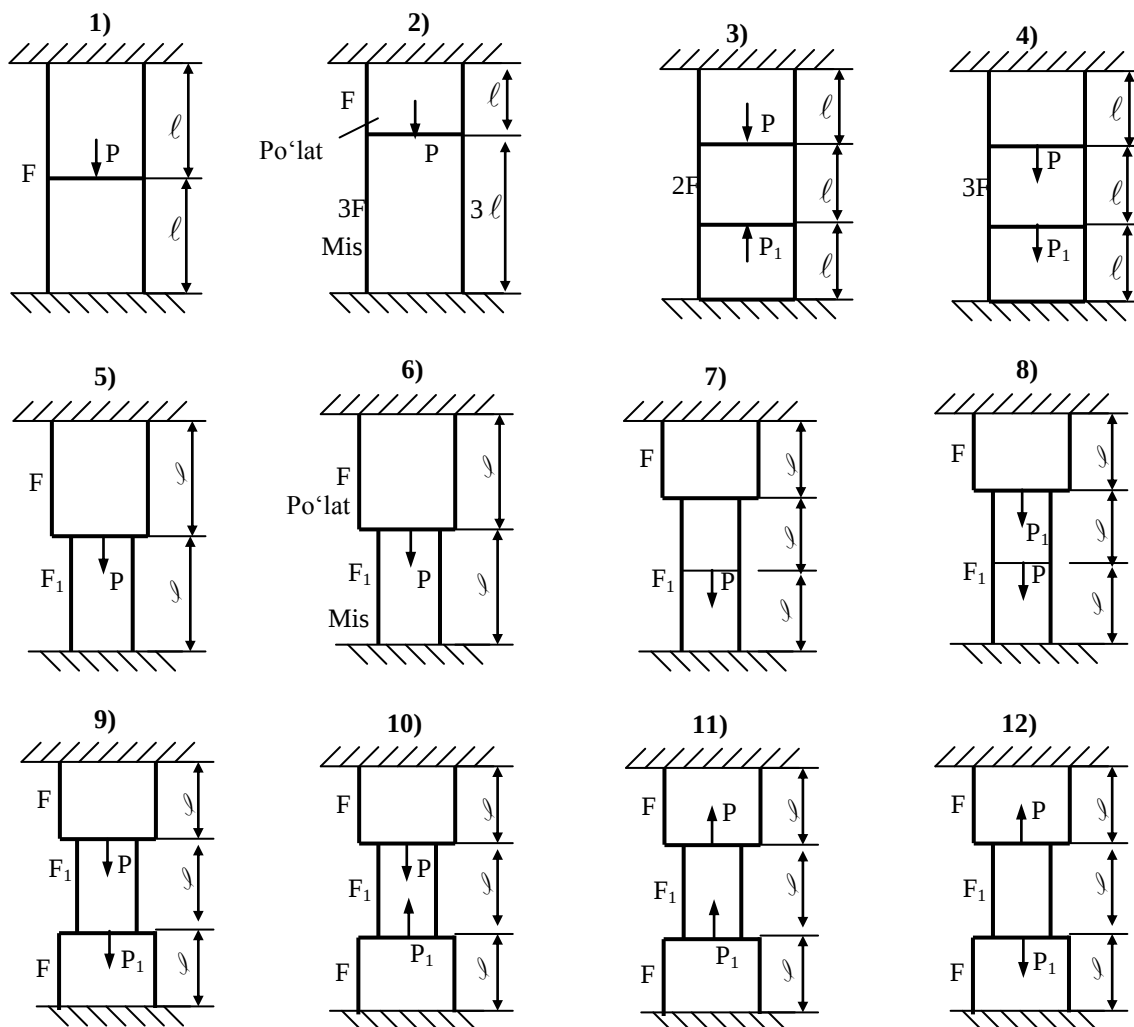
$$\sigma_1 = \frac{N_1}{F} \quad \text{va} \quad \sigma_2 = \frac{N_2}{F}.$$

(e)

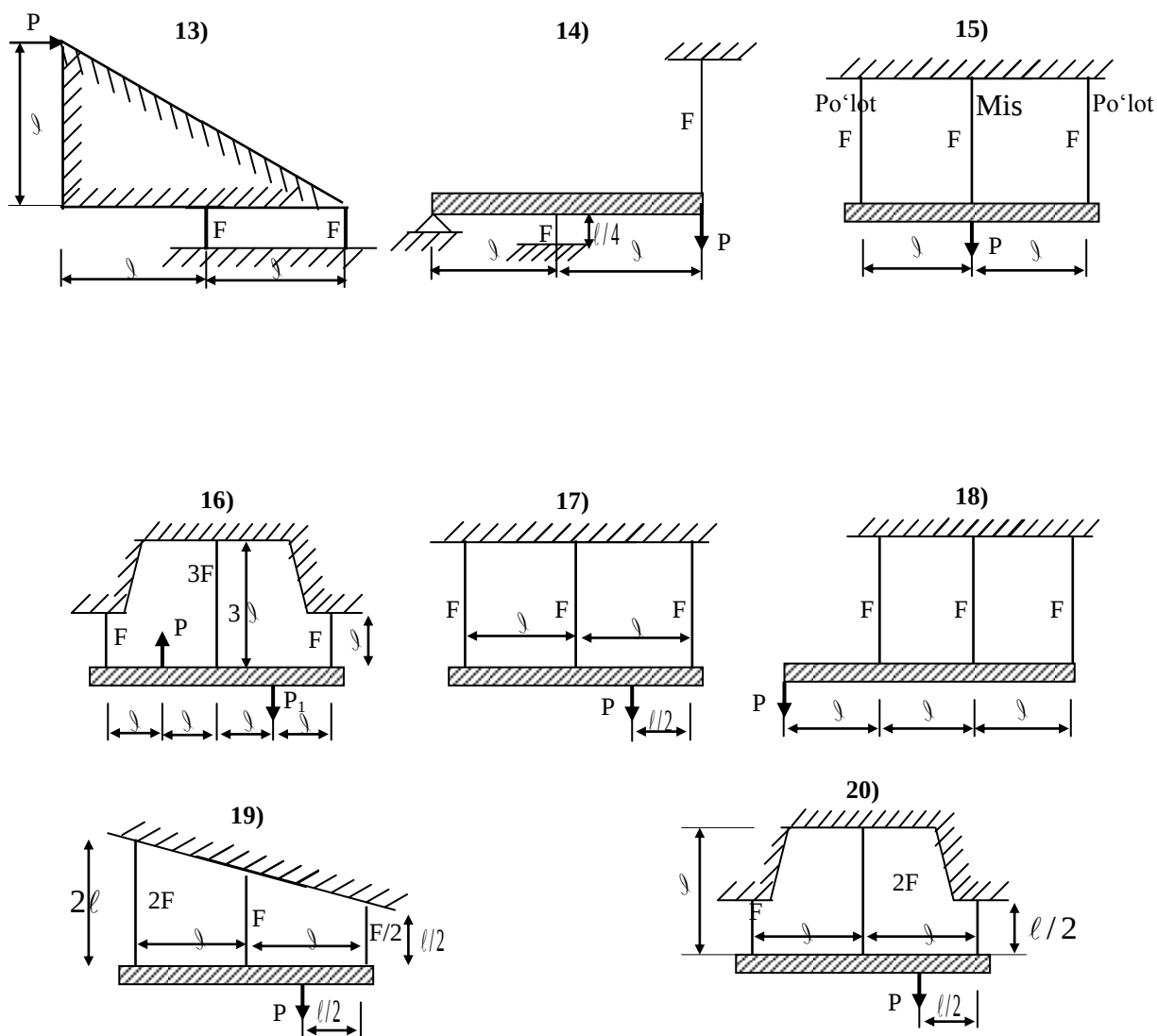
TOPSHIRIQLAR

Cho'zilish va siqilishning statik aniqmas hollari.

Sterjenlar uchun σ va N epyuralari qurilsin hamda brusning absolyut cho'zilishi aniqlansin.



Sterjenlar 13-20 dagi zo'riqlashlarni aniqlang. Elementlarni absolyut bikr, elastiklik modullari ham bir xil deb hisoblang.



Var.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
P , kN	60	80	60	30	50	70	36	42	70	40	60	50	90	170	60	50	80	60	40	50
P_1 , kN	-	-	40	50	-	-	-	38	10	30	30	30	-	-	-	60	-	-	-	-
F , m^2	10	5	4	2	6	8	6	6	10	8	8	8	0.2	0.1	0.2	0.1	0.5	0.2	0.2	0.2
F_1 , m^2	-	-	-	-	4	6	5	4	8	6	7	6	-	-	-	-	-	-	-	-
l , m	2	2	2	2	3	1.5	2	2	2	2	2	2	3	4	4	1	2	2	2	4

3- AMALIYOT DARSI	Zo'riqqan holat diagrammasi (chiziqli va tekis kuchlanganlik holati)
-------------------	--

Zo'riqqan holat diagrammasi mavzusining texnologik modeli

<i>O'quv soati – 2 soat</i>	Talabalar soni: ta
<i>O'quv mashg'ulot shakli</i>	Amaliyot darsi
<i>Amaliyot rejasi</i>	1. Chiziqli zo'riqish holatida qiya yuzachalar bo'yicha kuchlanishlar. 2. Tekis kuchlanganlik holatida qiya tekisliklar bo'yicha kuchlanishlar.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> Qiya kesimlardagi kuchlanganlik holati aniqlanadi. Eng katta normal va urinma kuchlanishlar aniqlanadi	
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
Chiziqli zo'riqishni tushuntiradi. Qiya yuzachalardagi kuchlanishlar formulasini keltiradi	Fanning ahamiyati va mohiyatini tushunadi
- Tekis zo'riqish. Qiya yuzachalardagi kuchlanishlar formulasini keltiradi. - Yuqoridagilarga tayangan hola namunaviy masallar yechib ko'rsatadi.	asosiy tushunchalari va formulalarni yodlaydi, eslab qoladi, tasavvurga ega bo'ladi.
O'qitish vositalari	O'UM, ma'ruza matni, rasmlar, plakatlar, doska
O'qitish usullari	Axborotli ma'ruza, blis-so'rov, texnika-insert
O'qitish shakllari	Frontal, kollektiv ish
O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruxlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya.
Monitoring va baholash	og'zaki savollar, blis-so'rov

Ish bosqich-lari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Mavzuga kirish (20 min)	2.6. O'quv mashg'uloti mavzusi, rejasi, pedagogning vazifasi va talabaning o'quv faoliyati natijalarini aytadi. 2.7. Baxolash mezonlari (1 – ilova). 2.8. Mavzuni jonlashtirish uchun «Blis-so'rov» savollarini beradi. Blis-so'rov usulida natijasiga ko'ra tinglovchilarning nimalarda adashishlari, xato qilishlari mumkinligining tashxizini amalga oshiradi (2-ilova). 2.9. Texnika-insert usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi. (3-ilova).	Tinglaydilar. Yozib oladilar. Tinglaydilar. Yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar.
2 -bosqich. Asosiy bo'lim (50 min)	2.1. Savol yuzasidan ma'ruza qiladi. 2.2.Ma'ruza rejasining hamma savollar bo'yicha tushuncha beradi. (4 - ilova). 2.2. Ma'ruzada berilgan savollar yuzasidan umumlashtiruvchi xulosa beradi. (5 - ilova). 2.4.Tayanch iboralarga qaytiladi. 2.5. Talabalar ishtirokida ular yana bir bor takrorlanadi.	Tinglaydilar. Javob beradilar Yozadilar. UMKga qaraydilar Har bir tayanch tushuncha va iboralarni muhokama qiladilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1 Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar qiladi. Mavzu bo'yicha olingan bilimlarni qayerda ishlatish mumkinligi ma'lum qiladi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. 3.3. Keyingi mazvu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi.	Savollar beradilar. UMKga qaraydilar. UMKga qaraydilar. Uy vazifalarini yozib oladilar

Amaliyot darsi.
Zo'riqqan holat diagrammasi

Reja:

1. Chiziqli zo'riqish holatida qiya yuzachalar bo'yicha kuchlanishlar.
2. Tekis kuchlanganlik holatida qiya tekisliklar bo'yicha kuchlanishlar.

Adabiyotlar: 1, 2, 3, 4, 5.

Tayanch iboralar:

deformatsiya, kuch, moment, juft moment, bosh yuza, bosh kuchlanish.

Belgilar:



Ms

- Muammoli savol



Mt

- Muammoli topshiriq



Mv

- Muammoli vaziyat



Mm

- Muammoli masala

Baholash mezonlari:

- Har bir savol javobiga - 2 ball
- Har bir qo'shimcha fikrga - 2 ball
- Har bir javoni to'ldirishiga - 1 ball

Mavzuni jonlashtirish uchun blits so'rov savollari

1. Qiya kesimda qanday kuchlanishlar hosil bo'ladi?
2. Zo'riqish nima?
3. Necha xil kuchlanganlik holati mavjud?
4. Tekis kuchlanganlik holatida uchinchi o'q yunalishida ham kuchlanishlar bo'ladimi?
5. Kuchlanishlarning juftlik qonunini ayting?
6. Umumlashgan Guk qonunini yozing?
7. Bosh yuza va bosh kuchlanishni tushuntiring

Insert texnikasi bo'yicha mavzuni o'qib chiqing va jadvalni to'ldiring.

№	Asosiy tushunchalar	Belgi
1.	Qiya yuzachalar bo'yicha kuchlanishlar qanday topiladi?	
2.	Nisbiy deformatsiya qanday topiladi?	
3.	Kuchlanishlarning juftlik qonunini ayting?	
4.	Kesim buyicha normal va urinma kuchlanishlar qanday yunaladi?	
5.	Kuch	
	Kuchlanish	
	Deformatsiya	
	Kuchlanish birliklari	
6.	1-qonun	
7.	2-qonun	

Insert jadvali qoidasi

V- avval olgan bilimiga to'g'ri keladi.
 + - yangi ma'lumot
 ? – tushunarsiz (aniqlanishi zarur bo'lgan ma'lumotlar)

Darsning mazmuni

1-Namuna

Diametri 6 sm bo'lgan sterjen o'z o'qi bo'ylab $245 \cdot 10^3 H$ kuch bilan cho'zilgan Normal sterjen o'qi bilan 30° burchakni tashkil qiladigan kesim bo'yicha normal va urinma kuchlanishlar qiymatini aniqlang. Urinma kuchlanishlar qanday kesimi bo'yicha maksimumga erishishini aniqlang va ularning qiymatini hisoblab toping.

Yechish. Sterjen o'qiga perpendikulyar bo'lgan kesim bo'yicha kuchlanishni topamiz:

$$\sigma_0 = \frac{P}{F} = \frac{P}{\pi d^2 / 4} = \frac{4 \cdot 245 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 0,06^2} = 867 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2.$$

Qiya kesim bo'yicha normal va urinma kuchlanishlar quyidagi formulalardan aniqlanadi:

$$\sigma_\alpha = \sigma_0 \cos^2 \alpha = 867 \cdot 10^5 \cdot 0,866^2 = 650 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2.$$

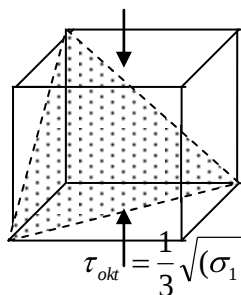
$$\tau_\alpha = \frac{\sigma_0}{2} \sin 2\alpha = \frac{867 \cdot 10^5}{2} 0,866 = 375 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2.$$

Sterjen o'qiga 45° burchak ostidagi qiya kesimlar bo'yicha urinma kuchlanishlar maksimumga erishadi. Ularning qiymati quyidagiga teng:

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_0}{2} = \frac{867 \cdot 10^5}{2} = 433 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2.$$

2-Namuna

Qirrasi 10 mm li kubik qisilishga sinalgan. Qiymati 63000 N kuch qo'yilganda u oktaedr tekislik bo'yicha, ya'ni uning barcha uch yoqlariga bir xil qiyalikdagi tekislik bo'yicha yemirilgan (rasmga qarang). Shu kesimdagi yemirilish paytidagi normal, urinma va to'liq kuchlanishlarni aniqlang.



Yechish.

Ko'rilayotgan kubikdagi asosiy kuchlanishlar quyidagiga teng:

$$\sigma_1 = \sigma_2 = 0, \quad \sigma_3 = -630 \text{ MPa}.$$

Oktaedr normal kuchlanish quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\sigma_{\text{okt}} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3} = -\frac{630}{3} = -210 \text{ MPa}.$$

Oktaedr urinma kuchlanish esa quyidagi formuladan aniqlanadi:

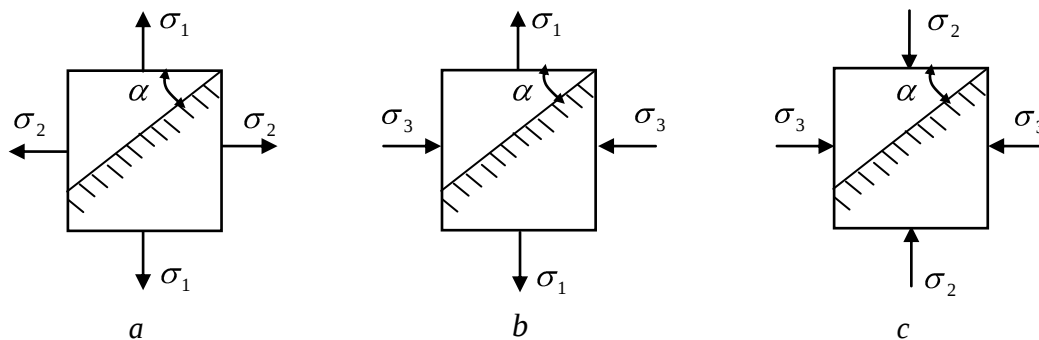
$$\tau_{\text{okt}} = \frac{1}{3} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2} = \frac{\sqrt{2}}{3} \left[\frac{\sqrt{2}}{3} 630 \right] = 297 \text{ MPa}.$$

To'liq kuchlanish quyidagiga teng:

$$P_{\text{okt}} = \sqrt{\sigma_{\text{okt}}^2 + \tau_{\text{okt}}^2} = \sqrt{(-210)^2 + 297^2} = 363 \text{ MPa}.$$

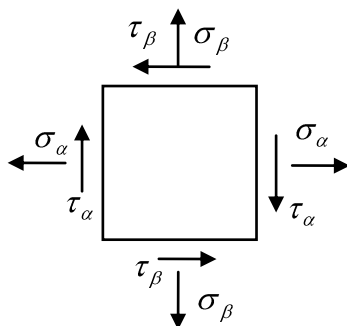
TOPSHIRIQLAR

1. Berilgan σ_1 va σ_2 (rasm, a) yoki σ_1 va σ_3 (rasm, b) yoki σ_2 va σ_3 (rasm, c) bo'yicha analitik usulda α burchak ostidagi kesimda σ_α va τ_α larni hamda elementdagi eng katta urinma kuchlanishlarni aniqlang.



Variant	Berilgan qiymatlar			
	σ_1 , MPa	σ_2 , MPa	σ_3 , MPa	α°
1	100	50	0	-60
2	100	50	0	30
3	90	30	0	60
4	90	45	0	-30
5	80	40	0	45
6	80	35	0	45
7	80	30	0	30
8	70	50	0	30
9	90	0	-15	-45
10	80	0	-20	60
11	70	0	-25	30
12	60	0	-30	45
13	40	0	-60	-60
14	30	0	-30	30
15	0	40	-80	60
16	0	40	-50	-30
17	0	35	-60	-45
18	0	30	-60	45
19	0	25	-75	60
20	0	20	-60	30

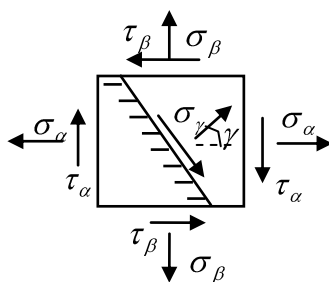
2. Berilgan σ_α , σ_β va $\tau_\beta = -\tau_\alpha$ lar bo'yicha (rasmga qarang) asosiy kuchlanishlarning qiymati va yo'nalishini aniqlang.



Variant	Berilgan qiymatlar, MPa		
	σ_α	σ_β	τ_α
1	50	30	-20
2	60	40	10

3	-30	20	20
4	-20	30	20
5	-10	-20	0
6	80	-10	30
7	-100	0	45
8	-70	0	-30
9	0	60	30
10	80	30	10
11	70	20	40
12	60	40	10
13	40	-60	20
14	30	-20	-30
15	0	-40	20
16	20	-40	-30
17	-10	-35	20
18	-20	-30	20
19	0	50	-25
20	-30	40	0

3. Yoqlari bo'yicha normal va urinma kuchlanishlar ma'lum bo'lgan elementdagi ko'rsatilgan (rasmga qarang) qiya kesim bo'yicha normal σ_γ va urinma τ_γ kuchlanishlarni aniqlang.



Variant	Berilgan qiymatlar			
	σ_α , MPa	σ_β , MPa	τ_α , MPa	γ°
1	90	0	20	-60
2	90	0	40	30
3	90	0	-20	60
4	80	0	-40	-30
5	80	0	40	45
6	80	0	30	45
7	-100	0	45	-30
8	-70	0	-30	30
9	90	20	-15	-45
10	80	30	10	60
11	70	20	40	-30
12	60	40	10	-45
13	40	-60	20	-60
14	30	-20	-30	-30
15	50	-40	-20	60
16	20	-40	-30	40
17	-10	-35	20	20
18	-20	-30	20	60
19	-60	50	-25	60

20	-30	-60	-30	30
----	-----	-----	-----	----

4. Zo'riqqan holatdagi element uchun oktaedr normal va urinma kuchlanishlarni aniqlang.

Variant	Berilgan qiymatlar, MPa		
	σ_1	σ_2	σ_3
1	150	60	20
2	160	70	-70
3	120	100	-20
4	120	100	-80
5	100	-80	-20
6	100	80	-120
7	90	70	45
8	90	50	30
9	80	60	30
10	80	30	10
11	70	-20	-40
12	60	-40	-30
13	50	-110	20
14	50	-20	-30
15	40	-60	20
16	40	35	-30
17	-70	-35	-60
18	-60	30	-65
19	-80	-50	-75
20	-30	-40	-120

4- AMALIYOT DARS	ZO'RIQQAN HOLAN DIAGRAMMASI (Hajmiy zo'riqqan holatdagi qiya yuzachalar bo'yicha kuchlanishlar)
------------------	---

Zo'riqqan holan diagrammasi mavzusining texnologik modeli

<i>O'quv soati – 2 soat</i>	Talabalar soni: ta
<i>O'quv mashg'ulot shakli</i>	Amaliyot darsi
<i>Amaliyot rejasi</i>	1. Hajmiy zo'riqqan holatdagi qiya yuzachalar bo'yicha kuchlanishlar. 2. Hajmiy va tekis zo'riqqan holatidagi deformatsiyalar va kuchlanishlar orasidagi bog'liqlik.

<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> Qiya kesimlardagi kuchlanganlik holati aniqlanadi. Eng katta normal va urinma kuchlanishlar aniqlanadi	
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
• Chiziqli kuchlanganlik holati uchun formulalarni keltiradi.	Chiziqli kuchlanganlik holati uchun asosiy formulalarni eslaydi
• Tekis kuchlanganlik holati uchun formulalarni keltiradi • Hajmiy kuchlanishlik holati uchun formulalarni keltiradi. • Namunaviy masalalar yechadi	Zo'riqqan holat uchun asosiy formulalarni yod oladi, eslab qoladi.
O'qitish vositalari	O'UM, ma'ruza matni, rasmlar, plakatlar, doska
O'qitish usullari	Axborotli ma'ruza, blis-so'rov, texnika-insert
O'qitish shakllari	Frontal, kollektiv ish
O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruxlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya.
Monitoring va baholash	og'zaki savollar, blis-so'rov

Zo'riqqan holan diagrammasiga oid namunaviy masalalar yechish mavzusining texnologik xaritasi

Ish bosqich-lari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Mavzuga kirish (20 min)	1.1.O'quv mashg'uloti mavzusi, rejasi, pedagogning vazifasi va talabaning o'quv faoliyati natijalarini aytadi. 1.2Baxolash mezonlari (1 – ilova). 1.3. Mavzuni jonlashtirish uchun «Blis-so'rov» savollarini beradi. Blis-so'rov usulida natijasiga ko'ra tinglovchilarning nimalarda adashishlari, xato qilishlari mumkinligining tashxizini amalga oshiradi (2-ilova). 1.4. Texnika-insert usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi. (3-ilova).	Tinglaydilar. Yozib oladilar. Tinglaydilar. Yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar.
2 -bosqich. Asosiy bo'lim (50 min)	2.1. Savol yuzasidan ma'ruza qiladi. 2.2.Ma'ruza rejasining hamma savollar bo'yicha tushuncha beradi. (4 - ilova). 2.2. Ma'ruzada berilgan savollar yuzasidan umumlashtiruvchi xulosa beradi. (5 - ilova). 2.4.Tayanch iboralarga qaytiladi. 2.5. Talabalar ishtirokida ular yana bir bor takrorlanadi.	Tinglaydilar. Javob beradilar Yozadilar. UMKga qaraydilar Har bir tayanch tushuncha va iboralarni muhokama qiladilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1 Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar qiladi. Mavzu bo'yicha olingan bilimlarni qayerda ishlatish mumkinligi ma'lum qiladi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. 3.3. Keyingi mazvu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi.	Savollar beradilar. UMKga qaraydilar. UMKga qaraydilar. Uy vazifalarini yozib oladilar

Amaliyot darsi.
Zo'riqqan holat diagrammasi

Reja:

1. Hajmiy zo'riqqan holatdagi qiya yuzachalar bo'yicha kuchlanishlarni aniqlash

Adabiyotlar: 1, 2, 3, 4, 5.

Tayanch iboralar:

deformatsiya, kuch, moment, kuch intensivligi, zo'riqish, qiya yuzacha.

Belgilar:



Ms

- Muammoli savol



Mt

- Muammoli topshiriq



Mv

- Muammoli vaziyat



Mm

- Muammoli masala

Baholash mezonlari:

- Har bir savol javobiga - 2 ball
- Har bir qo'shimcha fikrga - 2 ball
- Har bir javoni to'ldirishiga - 1 ball

Mavzuni jonlashtirish uchun blits so'rov savollari

1. Zo'riqish nima?
2. Necha xil kuchlanganlik holati mavjud?
3. Tekis kuchlanganlik holatida uchinchi o'q yunalishida ham kuchlanishlar bo'ladimi?
4. Kuchlanishlarning juftlik qonunini ayting?
5. Umumlashgan Guk qonunini yozing
6. Mustahkamlik nazariyalari

Insert texnikasi bo'yicha mavzuni o'qib chiqing va jadvalni to'ldiring.

№	Asosiy tushunchalar	Belgi
1.	Qiya yuzachalar bo'yicha kuchlanishlar qanday topiladi?	
2.	Nisbiy deformatsiya qanday topiladi?	
3.	Kuchlanishlarning juftlik qonunini ayting?	
4.	Kesim buyicha normal va urinma kuchlanishlar qanday yunaladi?	
5.	Kuch	
	Kuchlanish	
	Deformatsiya	
	Juft kuch	
6.	1-qonun	
7.	2-qonun	

Insert jadvali qoidasi

V- avval olgan bilimiga to'g'ri keladi.
 + - yangi ma'lumot
 ? – tushunarsiz (aniqlanishi zarur bo'lgan ma'lumotlar)

Darsning mazmuni**Namuna**

Po'lat qurol stvolidan kesib yasalgan elementar kubik yoqlariga kuchlanishlar: 550 MPa, 420 MPa va –350 MPa ta'sir qiladi. Eng katta urinma kuchlanishni aniqlang. III va IV mustahkamlik nazariyalari bo'yicha kuchlanishlarni toping.

Yechish. Asosiy kuchlanishlar tegishli qayidagilarga teng:

$$\sigma_1 = 550 \text{ MPa}, \quad \sigma_2 = 420 \text{ MPa} \quad \sigma_3 = -350 \text{ MPa}.$$

Eng katta urinma kuchlanishlar quyidagi formuladan topiladi:

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} = \frac{550 + 350}{2} = 450 \text{ MPa}$$

III mustahkamlik nazariyasi bo'yicha hisobiy kuchlanish quyidagiga teng:

$$\sigma_{III} = \sigma_1 - \sigma_3 = 550 + 350 = 900 \text{ MPa}.$$

IV mustahkamlik nazariyasi bo'yicha hisobiy kuchlanish quyidagiga teng:

$$\sigma_{IV} = \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2} = 840 \text{ MPa}.$$

TOPSHIRIQLAR

1. Ko'rsatilgan asosiy kuchlanishlarda ($\mu = 0,3$) I va II mustahkamlik nazariyalari bo'yicha hisobiy kuchlanishlarni toping.

Variant	Berilgan asosiy kuchlanishlar, MPa		
	σ_1	σ_2	σ_3
1	120	100	-20
2	120	100	80
3	120	-100	80
4	120	-100	-80
5	100	-80	20
6	100	80	-120
7	90	70	40
8	90	60	30
9	80	50	30
10	80	-100	-120
11	70	100	-40
12	60	-40	100
13	60	-50	20

14	50	20	30
15	-40	-100	20
16	40	60	200
17	-70	-90	-60
18	-60	-30	-40
19	-85	-140	-75
20	-30	-150	-120

2. Asosiy kuchlanishlar berilganda III va IV mustahkamlik nazariyalari bo'yicha hisobiy kuchlanishlarni toping.

Variant	Berilgan asosiy kuchlanishlar, MPa		
	σ_1	σ_2	σ_3
1	120	100	-20
2	120	100	80
3	120	-100	80
4	120	-100	-80
5	100	-80	20
6	100	80	-120
7	90	70	40
8	90	60	30
9	80	50	30
10	80	-100	-120
11	70	100	-40
12	60	-40	100
13	60	-50	20
14	50	20	30
15	-40	-100	20
16	40	60	200
17	-70	-90	-60
18	-60	-30	-40
19	-85	-140	-75
20	-30	-150	-120

5- AMALIYOT DARSI	Buralish
-------------------	-----------------

Buralish mavzusining texnologik modeli

<i>O'quv soati – 2 soat</i>	Talabalar soni: ta
<i>O'quv mashg'ulot shakli</i>	Amaliyot darsi
<i>Amaliyot rejasi</i>	Buralishga oid masalalar yechish
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> Buralish haqida ma'lumot beradi. Burovchi moment epyuralarini qo'rishni urgatish. Buralishda eng katta normal va urinma kuchlanishlar aniqlanadi	
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
• Buralish haqida tushunchalar beradi	Chiziqli kuchlanganlik holati uchun asosiy

	formulalarni eslaydi
• Buralish uchun Guk qonunini keltiradi • Burovchi momet epyuralarini qurishni urgatadi. • Buralish burchagi formulasini keltiradi • Namunaviy masalalar yechadi	Buralish mavzusiga doir asosiy formulalarni yod oladi, eslb qoladi.
O'qitish vositalari	O'UM, ma'ruza matni, rasmlar, plakatlar, doska
O'qitish usullari	Axborotli ma'ruza, blis-so'rov, texnika-insert
O'qitish shakllari	Frontal, kollektiv ish
O'qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruxlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya.
Monitoring va baholash	og'zaki savollar, blis-so'rov

Ish bosqich-lari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Mavzuga kirish (20 min)	1.1.O'quv mashg'uloti mavzusi, rejasi, pedagogning vazifasi va talabani o'quv faoliyati natijalarini aytadi. 1.3Baxolash mezonlari (1 – ilova). 1.5. Mavzuni jonlashtirish uchun «Blis-so'rov» savollarini beradi. Blis-so'rov usulida natijasiga ko'ra tinglovchilarning nimalarda adashishlari, xato qilishlari mumkinligining tashxizini amalga oshiradi (2-ilova). 1.6. Texnika-insert usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi. (3-ilova).	Tinglaydilar. Yozib oladilar. Tinglaydilar. Yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar.
2 -bosqich. Asosiy bo'lim (50 min)	2.1. Savol yuzasidan ma'ruza qiladi. 2.2.Ma'ruza rejasining hamma savollar bo'yicha tushuncha beradi. (4 - ilova). 2.2. Ma'ruzada berilgan savollar yuzasidan umumlashtiruvchi xulosa beradi. (5 - ilova). 2.4.Tayanch iboralarga qaytiladi. 2.5. Talabalar ishtirokida ular yana bir bor takrorlanadi.	Tinglaydilar. Javob beradilar Yozadilar. UMKga qaraydilar Har bir tayanch tushuncha va iboralarni muhokama qiladilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1 Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar qiladi. Mavzu bo'yicha olingan bilimlarni qayerda ishlatish mumkinligi ma'lum qiladi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. 3.3. Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi.	Savollar beradilar. UMKga qaraydilar. UMKga qaraydilar. Uy vazifalarini yozib oladilar

Amaliyot darsi.

Buralish

Reja:

1. Burovchi moment epyuralarini qurish

Adabiyotlar: 1, 2, 3, 4, 5.

Tayanch iboralar:

buralish, kuch, moment, vint, val, shkiv, zo'riqish, epyura, buralish burchagi.

Belgilar:



Ms

- Muammoli savol



Mv

- Muammoli vaziyat



Mt

- Muammoli topshiriq



Mm

- Muammoli masala

1-ilova

Baholash mezon:

- Har bir savol javobiga - 2 ball
- Har bir qo'shimcha fikrga - 2 ball
- Har bir javoni to'ldirishiga - 1 ball

2-ilova

Mavzuni jonlashtirish uchun blits so'rov savollari

1. Val nima?
2. Shkiv nima?
3. Burovchi kuchga misol keltiring?
4. Kuchlanishlarning juftlik qonunini ayting?
5. Umumlashgan Guk qonunini yozing?
6. Nisbiy buralish burchagi deb nimaga aytiladi?
7. Vint nima?
8. Buralish burchagi nima?

3-ilova

Insert texnikasi bo'yicha mavzuni o'qib chiqing va jadvalni to'ldiring.

№

Asosiy tushunchalar

Belgi

1. Burovchi momentga ta'rif bering?
2. Nisbiy deformatsiya qanday topiladi?
3. Kuchlanishlarning juftlik qonunini ayting?

4. Buralishda brusning bikrligi qanday topiladi?
5. Burovchi moment epyurasi nimani ifodalaydi?

Kuchanish

Deformatsiya

Juft kuch

6. 1-qonun
7. 2-qonun
8. 3-qonun

Insert jadvali qoidasi

V- avval olgan bilimiga to'g'ri keladi.
 + - yangi ma'lumot
 ? – tushunarsiz (aniqlanishi zarur bo'lgan ma'lumotlar)

Darsning mazmuni

1-Namuna

Burovchi moment $M=16 \text{ kNm}$ ni uzatadigan dumaloq kesimli yaxlit po'lat valning diametrini aniqlang. Siljishga ruxsat etiladigan kuchlanish $[\sigma] = 80 \text{ MPa}$, val uzunligining 1 m ga to'g'ri keladigan ruxsat etiladigan buralish burchagi $[\varphi] = 0,6^\circ$.

Yechish. Valning mustahkamlik shartiga ko'ra $\tau_{\max} = \frac{M_b}{W_\rho} \leq [\sigma]$ bundan: $W_\rho = \frac{\pi r^3}{2}$, ushbuni topamiz:

$$r = \sqrt[3]{\frac{2M_b}{\pi [\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 1600000}{\pi \cdot 80000}} = 5,0 \text{ sm.}$$

Valning bikrlilik shartiga ko'ra:

$$\varphi = \frac{M_b l}{GJ_p} \leq [\varphi] \text{ bundan } J_p = \frac{\pi r^4}{2}, \quad G = 8 \cdot 10^4 \text{ MPa, hisoblab topamiz: } [\varphi] = 0,6 \frac{\pi}{180}.$$

$$r = \sqrt[4]{\frac{2M_b 300 \cdot l}{G \pi^2}} = \sqrt[4]{\frac{2 \cdot 1600000 \cdot 100 \cdot 300}{8 \cdot 10^6 \cdot 9,86}} = 5,9 \text{ sm}$$

2-Namuna

Tashqi diametri $d_1 = 75 \text{ mm}$ va ichki diametri $d_2 = 50 \text{ mm}$ bo'lgan 1 m uzunlikdagi ichi bo'sh po'lat val 3500 Nm momentli juft kuch ta'sirida 1° ga buriladi. Valdagi eng katta urinma kuchlanishlar nimaga teng? Siljishdagi elastiklik moduli qiymatini aniqlang.

Yechish. Eng katta urinma kuchlanish

$$\tau_{\max} = \frac{M_b \cdot r_1}{J_p}, \quad J_p = \frac{\pi}{32} (d_1^4 - d_2^4) = 249 \text{ sm}^2;$$

$$\tau_{\max} = \frac{350000}{249} \cdot 3,75 = 5270 \text{ N / sm}^2.$$

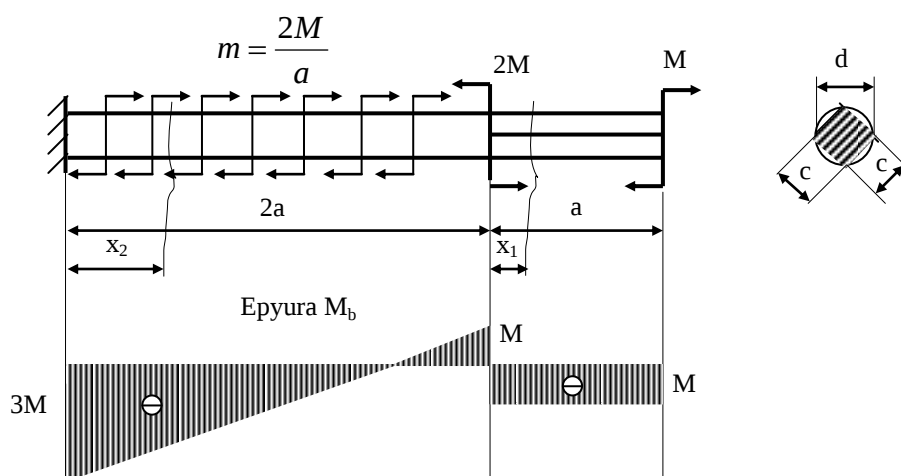
Siljish uchun elastiklik modulini buralish burchagi formulasidan topamiz.

$$G = \frac{M_b l}{J_p \varphi} = \frac{350000 \cdot 100 \cdot 180}{249 \cdot \pi} = 8,05 \cdot 10^6 \text{ N / sm}^2.$$

3-Namuna

Berilgan: M , a , d (rasmga qarang).

M_b Epyurasi qurilsin hamda $\tau_{\max_{I,II}}$ ni hisoblang.



Yechish. I uchastkadagi eguvchi moment $M_{b_I} = -M$. ga teng.

II uchastkadagi ixtiyoriy kesimda burovchi momentni aniqlaymiz:

$$M_{k_{II}} = -M + 2M - m(2a - x_2) = M - \frac{2M}{a}(2a - x_2) = M \left(\frac{2x_2}{a} - 3 \right);$$

$x_2 = 0$ bulsa

$$M_{b_{II}(x_2=0)} = -3M;$$

$x_2 = 2a$ bulsa

$$M_{b_{II}(x_2=2a)} = M;$$

I va II uchastkalardagi eng katta urinma kuchlanishlarni $\tau_{\max} = \frac{M_b}{W_p}$ formuladan foydalanib

hisoblaymiz, bunda, $W_p = \frac{J_p}{r} = \frac{\pi r^3}{2} = \frac{\pi d^3}{16} \approx 0,2d^3$ - Doiraviy kesim qarshiligining qutb momenti;

$J_p = \frac{\pi r^4}{2} = \frac{\pi d^4}{32} \approx 0,1d^4$ - Doiraviy kesim qarshiligining inersiya momenti.

Kvadrat kesim uchun $W_b \approx 0,208 \cdot c^3$. Bu yerda $c = \frac{d}{\sqrt{2}}$, u holda

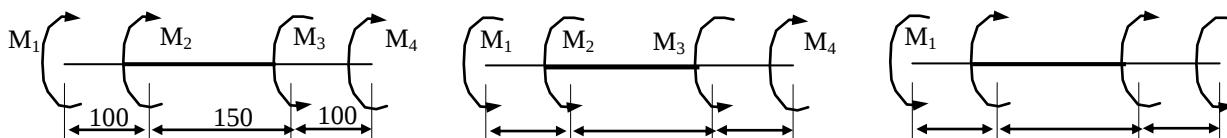
$$W_b = 0,208 \frac{d^3}{2\sqrt{2}} \approx 0,073d^3.$$

Eng katta urinma kuchlanishlarni topamiz:

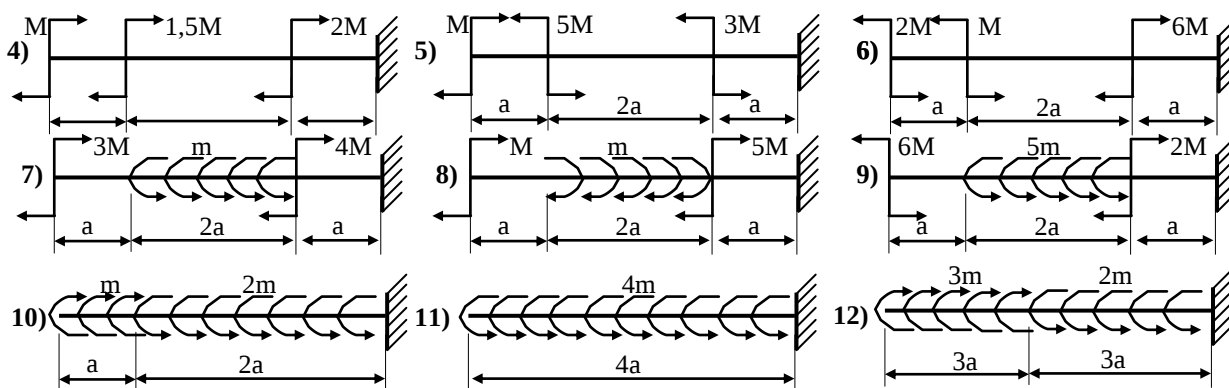
$$\tau_{\max_I} = \frac{M_b}{W_b} = \frac{M}{0,0736d^3} = 13,6 \frac{M}{d^3}; \quad \tau_{\max_{II}} = \frac{3M}{W_p} = \frac{3M}{\pi d^3} 16 = 15,6 \frac{M}{d^3}.$$

TOPSHIRIQLAR

Po'lat valga burovchi juft kuchlar qo'yilgan:
 $M_1 = 120 \text{ kNm}$, $M_2 = 100 \text{ kNm}$, $M_3 = 550 \text{ kNm}$. Val uchastkalarining uzunliklari (sm) rasmda ko'rsatilgan. Valning chetki uchastkalari diametri 40 mm, o'rta uchastkasi diametri 60 mm. Burovchi moment epyuralarini yasang. (1-3 rasm).

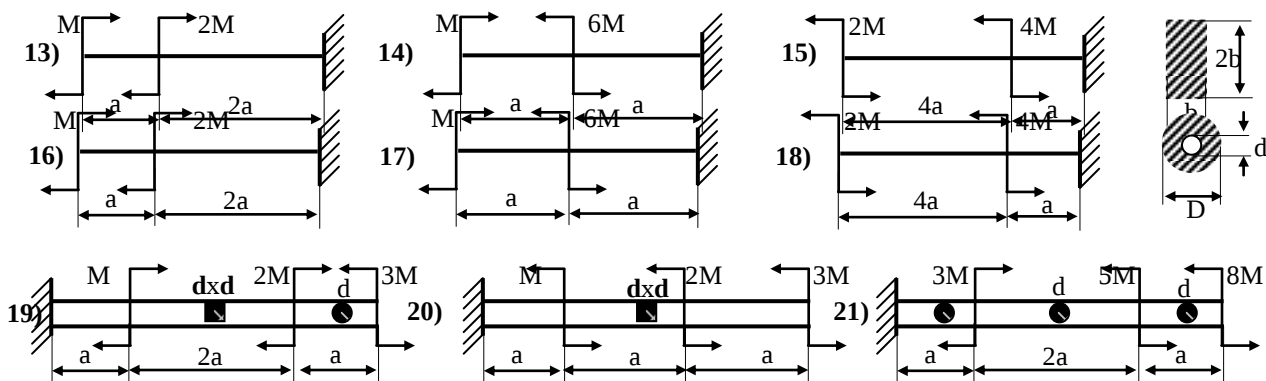


Burovchi moment epyuralarini yasang (4-12 rasmlar).



Variant	4	5	6	7	8	9	10	11	12
M, kNm	2	3	4	3	6	2	0	0	0
m, kNm	0	0	0	2	4	2	10	12	6
a, m	4	2	3	4	5	4	6	3	4

Burovchi moment epyuralarini yasang, buralish burchagi φ va eng katta urinma kuchlanishlar $\tau_{\max}$ aniqlansin (13-21 rasmlar).



Variant	13	14	15	16	17	18	19	20	21
M, kNm	6	4	2	8	2	5	4	3	4
b, sm	4	5	6	0	0	0	0	0	0
a, m	4	6	2	4	3	5	4	6	6
d, sm	0	0	0	8	7	6	6	8	10
D, sm	0	0	0	12	13	14	0	0	0
G, N/sm ²	10 ₅	10 ₆	10 ₅	10 ₅	10 ₆	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶

1- LABORATORIYA	« CHO‘ZILISH VA SIQILISH »
-----------------	----------------------------

«Po’lat namunalarini cho’zilishga sinash» mavzusining texnologik modeli

O’quv soati – 2 soat	Talabalar soni: ta
O’quv mashg’ulot shakli	Laboratoriya mashg’uloti
Ma’ruza rejasi	6. Po’lat namunalarini cho’zilishga sinash
O’quv mashg’ulotining maqsadi: Po’latning cho’zilishdagi asosiy mexanik tavsiflarini aniqlash. Namuna materiali markasini aniqlash.	
Pedagogik vazifalar:	O’quv faoliyati natijalari:
- Kirish. - Texnika xavfsizligi - Po’lat na’muna tayyorlanadi (ulchovlari olinadi) - Po’lat na’muna P-50 sinov mashinasiga o’rnatiladi - Indikator o’rnatiladi - Tajriba boshlanadi	Fanning ahamiyati va mohiyatini tushunadi Laboratoriya ishida olgan asosiy tushunchalarini eslab qoladi, tasavvurga ega bo’ladi. Laboratoriya ishiga oid o’z variantlari uchun zaruriy natijalarni oladi
O’qitish vositalari	O’UM, ma’ruza matni, rasmlar, plakatlar, doska
O’qitish usullari	Axborotli ma’ruza, blis-so’rov, texnika-insert
O’qitish shakllari	Frontal, kollektiv ish
O’qitish sharoiti	Texnik vositalar bilan ta’minlangan, guruxlarda ishlash usulini qo’llash mumkin bo’lgan auditoriya.
Monitoring va baholash	og’zaki savollar, blis-so’rov

«Po'lat namunalarini cho'zilishga sinash» mavzusining texnologik xaritasi

Ish bosqich-lari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Mavzuga kirish (20 min)	2.10. O'quv mashg'uloti mavzusi, rejasi, pedagogning vazifasi va talabaning o'quv faoliyati natijalarini aytadi. 2.11. Baxolash mezonlari (1 – ilova). 2.12. Mavzuni jonlashtirish uchun «Blis-so'rov» savollarini beradi. Blis-so'rov usulida natijasiga ko'ra tinglovchilarning nimalarda adashishlari, xato qilishlari mumkinligining tashxizini amalga oshiradi (2-ilova). 2.13. Texnika-insert usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi. (3-ilova).	Tinglaydilar. Yozib oladilar. Tinglaydilar. Yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar.
2 -bosqich. Asosiy bo'lim (50 min)	2.1. Savol yuzasidan ma'ruza qiladi. 2.2.Ma'ruza rejasining hamma savollar bo'yicha tushuncha beradi. (4 - ilova). 2.2. Ma'ruzada berilgan savollar yuzasidan umumlashtiruvchi xulosa beradi. (5 - ilova). 2.4.Tayanch iboralarga qaytiladi. 2.5. Talabalar ishtirokida ular yana bir bor takrorlanadi.	Tinglaydilar. Javob beradilar Yozadilar. UMKga qaraydilar Har bir tayanch tushuncha va iboralarni muhokama qiladilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.3. Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar qiladi. Mavzu bo'yicha olingan bilimlarni qayerda ishlatish mumkinligi ma'lum qiladi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. 3.3. Keyingi mazvu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi.	Savollar beradilar. UMKga qaraydilar. UMKga qaraydilar. Uy vazifalarini yozib oladilar

LABORATORIYA ISHI №1.

Reja:

«Po'lat namunalarini cho'zilishga sinash»

Adabiyotlar: 1, 2, 3, 4, 5.

Tayanch iboralar:

deformatsiya, kuch, mutloq uzayish, mutloq qisqarish, oquvchanlik, proporsionallik, yoyiluvchanlik

Belgilar:



- Muammoli savol



- Muammoli topshiriq



- Muammoli vaziyat



- Muammoli masala

1-ilova

Baholash mezonlari:

- Har bir savol javobiga - 2 ball
- Har bir qo'shimcha fikrga - 2 ball
- Har bir javoni to'ldirishiga - 1 ball

2-ilova



1. Laboratoriya ishida po'lat namina olishdan maqsad nima?
2. Elastiklik chegarasi deganda nimani tushunasiz?
3. Qoldiq deformatsiya qanday hisobga olinadi?
4. Oquvchanlik chegarasi nima?
5. Proporsionallik chegarasi nima?
6. Cho'zilishda Guk qonuni qaysi chegaraga qadar o'rinli?
7. Oqish jarayoni qachon hosil bo'ladi?

3-ilova

Insert texnikasi bo'yicha mavzuni o'qib chiqing va jadvalni to'ldiring.

№

Asosiy tushunchalar

Belgi

1. 1-laboratoriy ishining maqsadi nima?
2. Kuchlanish va deformatsiya orasida qanday bog'liqlik mavjud?
3. Fan rivojining zamonaviy bosqichida laboratoriyalarning o'rni qanday?
4. To'liq kuchlanish qanday aniqlanadi?
5. Kuch

Kuchlanish

Deformatsiya

Kuch birliklari

Kuchlanish birliklari

6. 1-qonun

7. 2-qonun

8. 3-qonun

Insert jadvali qoidasi

V- avval olgan bilimiga to'g'ri keladi.
+ - yangi ma'lumot
? – tushunarsiz (aniqlanishi zarur bo'lgan ma'lumotlar)

4-ilova

Matn.

Cho'zilish va siqilish.

1. Po'lat namunalarini cho'zilishga sinash.

1-laboratoriya ishi.

Ishdan maqsad: Po'latning cho'zilishdagi asosiy mexanik tavsiflarini aniqlash. Namuna materiali markasini aniqlash.

Nazariyadan asosiy ma'lumotlar. Plastik materiallarning cho'zilishga qarshilik ko'rsatish xususiyati bilan bog'liq mexanik xossalarini aniqlash hamda ularning mexanik xossalarini tavsiflovchi miqdorlar bilan tanishish-eng asosiy sinovlardan biridir. Sinov natijasida materialning statik yukdan cho'zilishdagi mustahkamligiga baho beriladi.

Quyidagi ikki grupp tavsiflar metallarning asosiy mexanik xossalariga kiradi.

1. Mustahkamlik tavsiflari:

- proporsionallik chegarasi - σ_{pch}
- oquvchanlik chegarasi - σ_{och}
- mustahkamlik chegarasi (vaqtli qarshilik) σ_b

- yemirilish vaqtidagi kuchlanish - σ_y

2. Plastiklik tavsiflari:

- nisbiy qoldiq deformasiya - ε
- namuna ko'ndalang kesim yuzasining nisbiy torayishi - ψ

Normal kuchlanish σ (yoki tashqi kuch F) va nisbiy deformasiya ε (yoki absolyut uzayish $\Delta\ell$) orasidagi bog'lanishning grafik tasviri cho'zilish diagrammasidir (1-rasm).

Har bir materialning cho'zilish diagramasi, ya'ni cho'zuvchi kuch F bilan uning uzayishi orasidagi bog'lanish o'ziga xos bo'ladi. u materialning tarkibi va tayyorlanish texnologiyasiga bog'liq.

Sinov mashinasining maxsus moslamalari bo'lib, ular yordamida cho'zilish diagrammasini avtomatik ravishda olish mumkin. Cho'zilish diagrammasi asosida materialning mexanik tavsiflari aniqlanadi.

2.1 rasmda texnikada ko'p ishlatiladigan kam uglerodli po'lat namunaning cho'zilish diagrammasi ko'rsatilgan.

Diagrammaning OA qismi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lib, u to'g'ri proporsional bog'lanishni, ya'ni (namunaning uzayishi unga ta'sir qilayotgan cho'zuvchi kuchga proporsional ekanligini) cho'zilishdagi Guk qonunini ifodalaydi:

$$\sigma = E\varepsilon \quad (1.1)$$

Bu yerda E proporsionallik koeffitsiyenti bo'lib, bu kattalik materialning *elastiklik moduli* deb ataladi. Bu koeffitsiyentni birinchi bo'lib ingliz olimi Tomas Yung tajribada aniqlanganligi uchun Yung moduli deb yuritiladi. OA oralig'ida material elastik deformasiyalanadi, ya'ni Guk qonuni asosida cho'ziladi. Tashqi kuch ortib borishi bilan A nuqtadan so'ng to'g'ri chiziqli bog'lanish buziladi. A nuqta proporsionallik chegarasi deb ataladi va u shu nuqtaga mos keluvchi normal kuchlanish miqdori bilan tavsiflanadi:

$$\sigma_{pch} = \frac{A_{pch}}{A_0} \quad (1.2)$$

Bu yerda: F_{pch} - tashqi cho'zuvchi kuchning A nuqtaga to'g'ri keluvchi qiymati; A_0 - namunaning deformasiyagacha bo'lgan ko'ndalang kesim yuzasi. Elastiklik xususiyat A nuqtadan so'ng yana saqlanib qoladi va juda qisqa vaqtda, ya'ni V nuqtada, material elastikligini yo'qotadi. V nuqta elastiklik chegarasidir. Bu nuqtaga mos keluvchi kuchlanish

$$\sigma_{ech} = \frac{A_{pch}}{A_0} \quad (1.3)$$

Amaldagi standart bo'yicha shartli elastiklik chegarasini $\sigma_{0,05}$ bilan belgilanadi, ya'ni bu holda qoldiq deformasiya namunaning ishchi uzunligi ℓ_0 ga nisbatan 0,05 foizni tashkil etadi. «V» nuqtadan so'ng sezilarli qoldiq deformasiya hosil bo'la boshlaydi va materialning deformasiyalanishi plastik sohaga o'ta boshlaydi, ya'ni «oqish jarayoni» boshlanadi.

Diagrammada VS gorizontaal qism-«oqish yuzachasi» paydo bo'ladi. «Oqish yuzachasi» deformasiyaning tashqi kuchga nisbatan juda tez o'sishi bilan tavsiflanadi. Bu holda tashqi kuch o'sishi sezilsiz bo'ladi. Oqish yuzachasiga mos keluvchi tashqi kuch F_{ok} bilan belgilanadi. Kuchlanish esa σ_{ok} bilan belgilanib, fizik oqish chegarasi deb ataladi:

$$\sigma_{ok} = \frac{A_{ok}}{A_0} \quad (1.4)$$

Oqish davrida material zarrachalarining zaro betartib harakati sodir bo'ladi. Bu davrda namuna sirti xiralashib qoladi. Agar kattalashtiruvchi oyna, ya'ni lupa bilan namuna sirti kuzatilsa, bir qatlamning ikkinchisiga nisbatan eng katta urinma kuchlanishlar yo'nalishi bo'yicha siljish chiziqlari hosil bo'lganligini ko'rish mumkin. Bu chiziqlar Chernov-Lyuders chiziqlari deb ataladi va ular namuna bo'ylama o'qiga 45° ga yaqin burchak ostida bo'ladi. «Oqish yuzachasi» faqat kam uglerodli (yumshoq) po'latlar cho'zilishi diagrammasida hosil bo'ladi. You'ori uglerodli va mustahkamligi katta bo'lgan po'latlar sinalganda esa. «oqish yuzachasi» hosil bo'lmaydi. Bu

po'latlar uchun oqish chegarasi shartli ravishda aniqlanadi va namuna qoldiq deformatsiyasi 0,2% yoki 0,5% ga yetganda normal kuchlanish miqdorini shartli oqish chegarasi deb qabul qilinadi:

$$\sigma_{0,2} = \frac{A_{0,2}}{A_0} \quad (1.5)$$

Oqish davridan so'ng material yana tashqi kuchga qarshilik ko'rsata boshlaydi. Lekin bu qarshilik vaqtincha sodir bo'ladi. Ya'ni mustahkamlanish davri boshlandi va tashqi kuch «D» nuqtada o'zining maksimal qiymatiga erishadi. «D» nuqtadan so'ng namunada bo'yincha hosil bo'la boshlaydi (1-rasm), ya'ni sinalayotgan namuna ishchi qismining biror yerida uning diametri keskin kamaya boradi va material mustahkamlik xossasini butunlay yo'qotadi. Endi namuna butun uzunligi bo'yicha emas, balki kichraygan joyning o'zida uzaya boradi. Shuning uchun ham cho'zuvchi kuchning miqdori kamayib borib, K nuqtada namuna yemiriladi (uziladi). D nuqta mustahkamlik chegarasi yoki vaqtli qarshilik deb ataladi va unga mos keluvchi kuchlanish shartli vaqtli qarshilik deb ataladi:

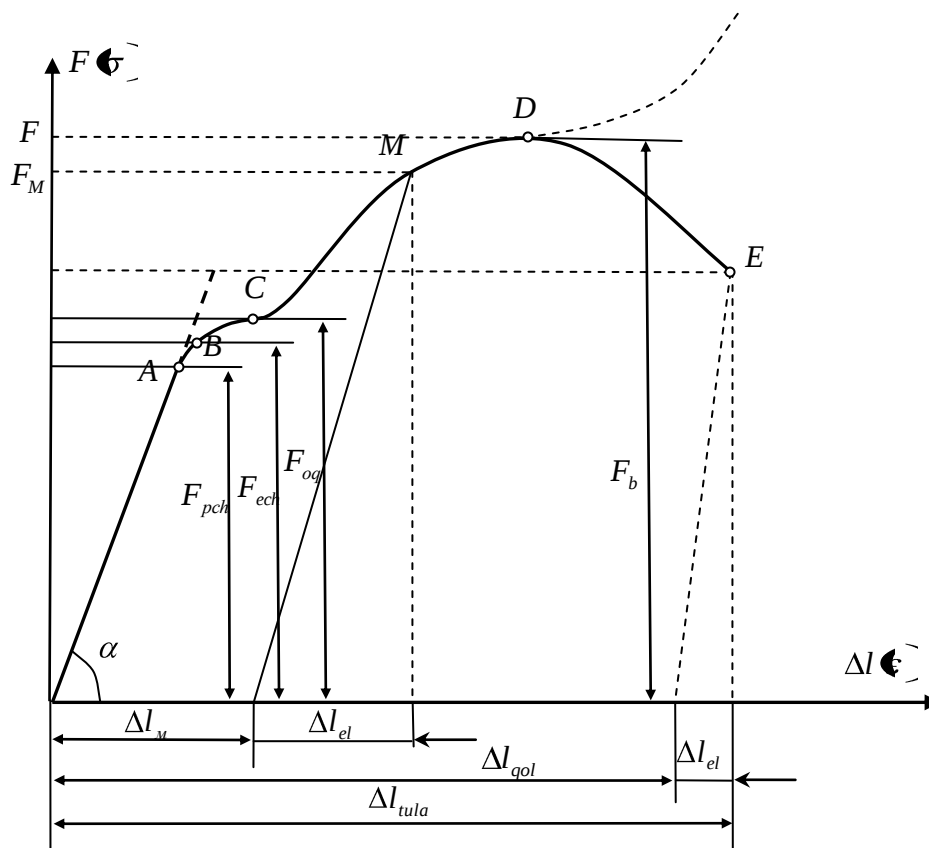
$$\sigma_{bx} = \frac{F_b}{A_0} \text{ kuchlanish } \sigma_{b,x} \text{ uzilishga haqiqiy qarshilik deyiladi:} \quad (1.6)$$

Agar K nuqtaga tegishli F_{ym} ning «bo'yincha» (ingichlangan joy) ko'ndalang kesim yuzasini olsak, topilgan normal ku

$$\sigma_{b,x} = \frac{F_{ym}}{A} \quad (1.7)$$

$\sigma_{b,x}$ ni hisobga olib qurilgan cho'zilish diagrammasi haqiqiy cho'zilish diagrammasi (1- rasmda punktir chiziq yordamida ko'rsatilgan) deb ataladi.

Shuni aytib o'tish lozimki, barcha metallarda ham bo'yincha hosil bo'lavermaydi, masalan cho'yan, bronza kabi metallarda bo'yincha hosil bo'lmasdan, cho'zuvchi kuch mustahkamlik chegarasiga yetganda namuna yemiriladi (ya'ni, bu holda, namuna uziladi).



1. – rasm. Kam uglerodli po'lat namunaning cho'zilish diagrammasi.

Agar diagramma E nuqtaga yetganda yuklashni to'xtatib, namunaga ta'sir qilayotgan cho'zuvchi kuchni olib qo'yilsa diagrammada EE' chiziq hosil bo'ladi. Bu chiziq OA chiziqqa parallel bo'lib, elastik qaytish chiziqli deyiladi (to'liq deformatsiya $OL = OE'$ plastik + $E' L$ elastik deformatsiyalardan iborat). Agar cho'zuvchi kuchni yana ta'sir ettirsak $OA'CED$ diagramma hosil bo'ladi. Demak, metallda ma'lum miqdorda plastik deformatsiya hosil qilinsa, uning mexanik xossasi o'zgaradi, ya'ni uning poropsionallik chegarasi ortib, plastikligi kamayadi. Bu hodisa texnikada puxatlanish deyiladi. Uni termik ishlash yo'li bilan yo'qotish mumkin.

Namunaning ishchi qismi (uzunligi ℓ) uzilish paytigacha $\Delta\ell$ miqdorga uzayadi. Uzilishdan C o'q deformatsiyaning elastik qismi $\Delta\ell_e$ yo'qoladi va $\Delta\ell_k$ deformatsiya qoladi. Qoldiq deformatsiyaning boshlang'ich uzunlikka nisbatan

$$\varepsilon = \frac{\Delta\ell_k}{\ell_0} 100\% \quad (1.8)$$

nisbiy qoldiq uzayish deyiladi.

Bo'yincha hosil bo'lgan joydagi ko'ndalang kesim yuzasi A_1 va boshlang'ich kesim yuzasi A_0 larni hisobga olib, ko'ndalang kesimning nisbiy ingichkalanishi topiladi:

$$\psi = \frac{A_0 - A_1}{A_0} 100\% \quad (1.9)$$

ε va ψ lar metallarning asosiy plastiklik tavsiflaridir

Namuna ishchi qismining deformatsiylanishiga va uzilishiga sarflangan ish quyidagi formuladan topiladi:

$$A_{his} = F_b \cdot \Delta\ell_{qol} \cdot \varphi \quad (1.10)$$

Bu yerda: φ -cho'zilish diagrammasini to'ldirish koeffitsiyenti, masalan, yumshoq po'lat uchun 0,85 ga teng.

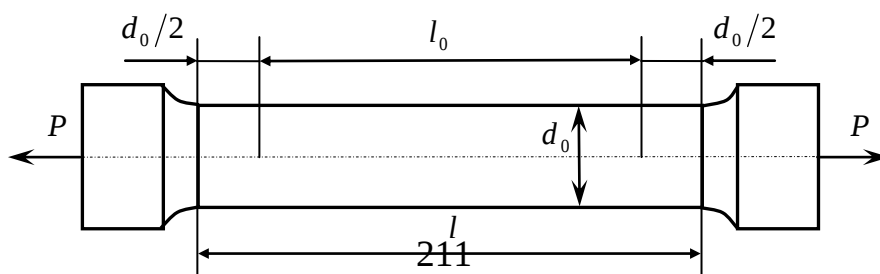
To'la bajarilgan ish A_{his} ning namuna hajmi V ga nisbati solishtirma ish deyiladi:

$$\alpha_0 = \frac{A_{his}}{V} = \frac{A_{his}}{A_0 \cdot \ell_0} \quad (1.11)$$

α_0 -materialning uzilishidagi energiyaning yutilishi va qovushqoqligini tasniflaydi. Bu kattaliklar materialning dinamik yuklarga qarshilik ko'rsatish qobiliyatini aniqlaydi.

Namuna, o'lchov asboblari va sinov mashinasi

Amaldagi standartga asosan cho'zilishga sinadigan yetti xil silindrik va ikki xil tekis namunalar qabul qilingan. 1.2-rasmda IY –tipdagi namuna ko'rinishi tasvirlangan. Namunalar uzun $\ell_0 = 11,3\sqrt{F_0}$ va qisqa $\ell_0 = 5,65\sqrt{F_0}$ bo'lishi mumkin. Ularning diametrlari 3...25 mm, qalinligi (tekis namunalar uchun) 0,5 ...25 mm bo'lishi mumkin. O'lchamlari $d_0 = 10$ mm va $\ell_0 = 10d_0$ bo'lgan namunalar normal hisoblanadi, qolganlari esa proporsional namunalar deyiladi.



Hisob uzunligi deb, namunaning deformasiyasi aniqlanayotgan uzunligi ℓ_0 ga aytiladi.

O'lchov ishlarini bo'laklarining qiymati 0,01 mm bo'lgan shtangensirkul yoki mikrometr yordamida bajariladi. Sinovni P-20 markali mashinada o'tkaziladi.

Sinovni o'tkazish tartibi

1. Namunaning ishchi uzunligi l_0 va diametri d_0 o'lchab olinadi.
2. Maxsus moslamadan namuna sirtiga ko'ndalang shtrixlar tushiriladi.
3. Sinov mashinasining gidronasosi ishga tushirilib, yuqori tutqichga (zaxvat) namuna qistirib mahkamlanadi.
4. Tezlik regulyatori „0“ holatga keltirilib, gidronasos to'xtatiladi.
5. Ostki tutqichga namunaning ikkinchi uchi mahkamlanadi.
6. Diagramma cho'zuvchi moslamalar tekshirilib, normal ishchi holatga keltiriladi.
7. Gidronasos ishga tushirilib yuklanish tezligi asta-sekin o'rttirib („7-8“ oraliqda) boriladi.
8. Yuklanish boshlanishi bilan kuch miqdorini ko'rsatuvchi milni kuzatib turish lozim. Oqish chegarasiga yetganda u deyarli to'xtab qoladi. Namunaning sirti esa Chernov-Lyuders chiziqlari hisobiga xiralashadi. Mustahkamlik chegarasiga yetganda namunada bo'yincha hosil bo'ladi va kuch mili to'xtab qoladi. Kuch mili ko'rsatkichlaridan F_{pch} , F_{oq} , F_b , F_{yn} lar qiymatlari yozib olinadi.

Natijalar asosida namuna materialining mustahkamlik va plastiklik tavsiflari (1.8)-(1.9) formulalardan hisoblab topiladi hamda uning taxminiy markasi 5-ilovadan foydalanib aniqlanadi.

Nazorat savollari

1. Ishdan maqsad nima
2. Qanday kattaliklar materialning mustahkamligini tavsiflaydi
3. Cho'zilishga sinashda qanday namunalar qullaniladi
4. Qanday kattaliklar plastiklik tavsiflardir
5. Normal va proporsional namunalarni tushuntiring
6. Sinov mashinasiga qisqacha tavsif bering
7. Nima uchun cho'zilish diagrammasi shartli xarakterga ega
8. Oqish davrida nima uchun namuna sirti xiralashadi
9. „Bo'yincha qachon hosil bo'ladi“

2- LABORATORIYA	“TURLI MATERIALLAR NAMUNALARINI SIQILISHGA SINASH”
-----------------	---

«Turli materiallar namunalarini siqilishga sinash» mavzusining texnologik modeli

<i>O'quv soati – 2 soat</i>		Talabalar soni: ta
<i>O'quv mashg'ulot shakli</i>		Laboratoriya mashg'uloti
<i>Laboratoriya rejasi</i>	1. Plastik, mo'rt va anizotrop materiallarning siqilishdagi mexanik xossalarini o'rganish. 2. Sinalayotgan materiallarni siqilishdagi mustahkamlik chegaralarini aniqlash.	
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi: Plastik materiallardan tayyorlangan namunalarni siqilishga sinash, Mo'rt materiallardan tayyorlangan namunalarni siqilishga sinash.</i>		
<i>Pedagogik vazifalar:</i>		<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
• Kirish. • Texnika xavsizligi • Plastik materialdan na'muna tayyorlanadi (ulchovlari olinadi) • Yog'ochdan tayyorlangan na'muna P-50 sinov mashinasiga o'rnatiladi • Indekator o'rnatiladi • Tajriba boshlanadi		Fanning ahamiyati va mohiyatini tushunadi Laboratoriya ishida olgan asosiy tushunchalarini eslab qoladi, tasavvurga ega bo'ladi. Laboratoriya ishiga oid o'z variantlari uchun zaruriy natijalarni oladi
O'qitish vositalari		O'UM, ma'ruza matni, rasmlar, plakatlar, doska
O'qitish usullari		Axborotli ma'ruza, blis-so'rov, texnika-insert
O'qitish shakllari		Frontal, kollektiv ish
O'qitish sharoiti		Texnik vositalar bilan ta'minlangan, guruxlarda ishlash usulini qo'llash mumkin bo'lgan auditoriya.
Monitoring va baholash		og'zaki savollar, blis-so'rov

«Turli materiallar namunalarini siqilishga sinash» mavzusining texnologik xaritasi

Ish bosqich-lari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Mavzuga kirish (20 min)	1.1. O'quv mashg'uloti mavzusi, rejasi, pedagogning vazifasi va talabaning o'quv faoliyati natijalarini aytadi. 1.2 Baxolash mezonlari (1 – ilova). 1.3 Mavzuni jonlashtirish uchun «Blis-so'rov» savollarini beradi. Blis-so'rov usulida natijasiga ko'ra tinglovchilarning nimalarda adashishlari, xato qilishlari mumkinligining tashxizini amalga oshiradi (2-ilova). Texnika-insert usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni faollashtiradi. (3-ilova).	Tinglaydilar. Yozib oladilar. Tinglaydilar. Yozib oladilar. Aniqlashtiradilar, savollar beradilar.
2 -bosqich. Asosiy bo'lim (50 min)	2.1. Savol yuzasidan ma'ruza qiladi. 2.2.Ma'ruza rejasining hamma savollar bo'yicha tushuncha beradi. (4 - ilova). 2.2. Ma'ruzada berilgan savollar yuzasidan umumlashtiruvchi xulosa beradi. (5 - ilova). 2.4.Tayanch iboralarga qaytiladi. 2.5. Talabalar ishtirokida ular yana bir bor takrorlanadi.	Tinglaydilar. Javob beradilar Yozadilar. UMKga qaraydilar Har bir tayanch tushuncha va iboralarni muhokama qiladilar.
3-bosqich. Yakunlovchi (10 min)	3.1 Mashg'ulot bo'yicha yakunlovchi xulosalar qiladi. Mavzu bo'yicha olingan bilimlarni qayerda ishlatish mumkinligi ma'lum qiladi. 3.2. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun adabiyotlar ro'yxatini beradi. 3.3. Keyingi mazvu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar beradi.	Savollar beradilar. UMKga qaraydilar. UMKga qaraydilar. Uy vazifalarini yozib oladilar

LABORATORIYA ISHI №2.

Reja:

«Po'lat namunalarini cho'zilishga sinash»

Adabiyotlar: 1, 2, 3, 4, 5.

Tayanch iboralar:

Plastik material, murt material, deformatsiya, kuch, mutloq uzayish, mutloq qisqarish, oquvchanlik, proporsionallik, yoyiluvchanlik

Belgilar:



- Muammoli savol



- Muammoli topshiriq



- Muammoli vaziyat



- Muammoli masala

1-ilova

Baholash mezonlari:

- Har bir savol javobiga - 2 ball
- Har bir qo'shimcha fikrga - 2 ball
- Har bir javoni to'ldirishiga - 1 ball

2-ilova



1. Laboratoriya ishida plastik va murt namina olishdan maqsad nima?
2. Tolalar bo'yicha siqilishga sinashdan maqsad nima?
3. Mo'rt materiallar uchun mustahkamlik chegarasi qanday formula yordamida aniqlanadi?
4. Tolalarga ko'ndalang yo'nalishda siqilishdan maqsad nima?
5. Proporsionallik chegarasi nima?
6. Siqilishda Guk qonuni qaysi chegaraga qadar o'rinli?

3-ilova

Insert texnikasi bo'yicha mavzuni o'qib chiqing va jadvalni to'ldiring.

№

Asosiy tushunchalar

Belgi

1. 2-laboratoriy ishining maqsadi nima?
2. Izotrop va anizotrop materiallarga misol keltiring?
3. Nima uchun na'muna siqilganda bochkasimon shakilga kiradi?
4. Yemiruvchi kuch deb nimaga aytiladi?
5. Mustahkamlik chegarasiga to'g'ri keluvchi kuch?

Kuchlanish

Deformatsiya

Kuch birliklari

Kuchlanish birliklari

6. 1-qonun

7. 2-qonun

8. 3-qonun

Insert jadvali qoidasi

V - avval olgan bilimiga to'g'ri keladi.
+ - yangi ma'lumot
? – tushunarsiz (aniqlanishi zarur bo'lgan ma'lumotlar)

4-ilova

Matn.

Turli materiallar namunalarini siqilishga sinash

2-laboratoriya ishi

Ishdan maqsad:

1. Plastik, mo'rt va anizotrop materiallarning siqilishdagi mexanik xossalarni o'rganish.
2. Sinalayotgan materiallarni siqilishdagi mustahkamlik chegaralarini aniqlash.

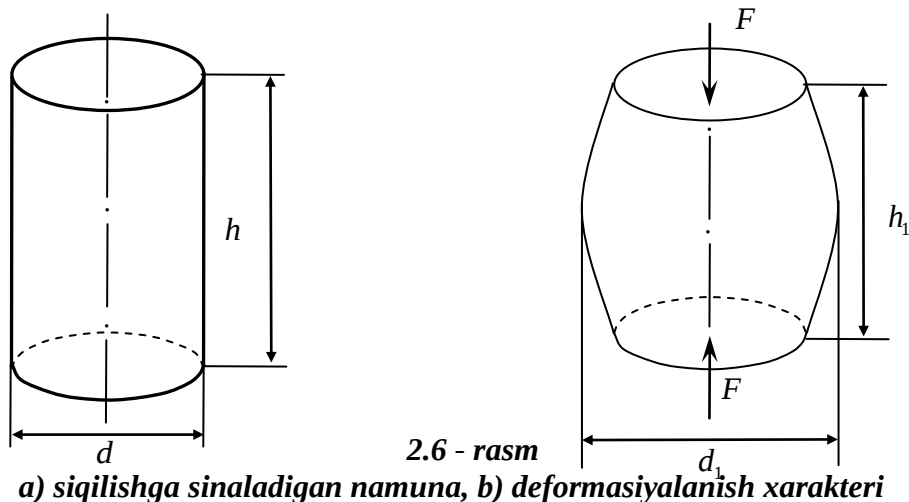
Nazariyadan asosiy ma'lumotlar

Plastik materiallardan tayyorlangan namunalarni siqilishga sinash. Plastik materiallarga kam uglerodli po'lat, mis, latun va boshqa plastik deformasiyalanuvchi materiallar kiradi. Sinaladigan namuna silindr shaklida bo'ladi (2.6, a-rasm).

Sinov oldidan shtangensirkul yordamida namunaning balandligi va diametri o'lchab olinadi.

Namuna pressga qo'yiladi va statik ravishda yuklanadi. Siquvchi kuch ta'siridan namuna balandligi qisqarib, avval 2.6-rasm b da ko'rsatilgan shaklni oladi so'ngra yuk ortib borishi bilan

plastinka ko'rinishiga o'tadi. Amalda plastik namunalar uchun faqat oquvchanlik chegarasi aniqlanadi (bu faqat normal temperatura ostida bo'lishi mumkin).



Plastik materiallar siqilishga yemirilmasdan deformasiyalangani uchun mustahkamlik chegarasini aniqlashning imkoniyati yo'q. Shuning uchun bunday materiallar uchun mastahkamlik chegarasi shartli ravishda, konstruksiya elementining ishlash sharoitiga qarab qabul qilinadi. Sinov mashinasining diagramma chizish apparatidan siqilish diagrammasi olinadi. Diagrammadan ko'rinadiki, tashqi yukning miqdori oquvchanlikdan so'ng cheksizlikka intiladi (2.7-rasm). Tajribada oquvchanlikka to'g'ri keluvchi yuk aniqlanib, oquvchanlik chegarasidagi kuchlanish quyidagi formuladan topiladi:

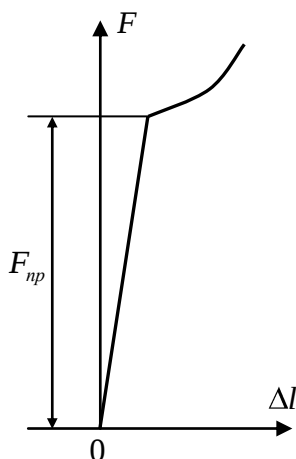
$$\sigma_{oq} = \frac{F_{ok}}{A} \quad (2.1)$$

Bu yerda: $A = \frac{\pi d^2}{4}$ - namuna ko'ndalang kesimining sinovgacha yuzasi.

Mo'rt materiallardan tayyorlangan namunalarni siqilishga sinash. Tashqi kuch ta'siridan yoriqlar hosil bo'lishi natijasida yemiriluvchi materiallar mo'rt materiallardir. Bunday materiallarga cho'yan, tosh, beton, legirlangan po'lat va boshqa deyarli plastik deformasiyasiz yemiriluvchi materiallar kiradi.

Mo'rt material siqilishda yemirilishidan oldin uning tashqi sirtida bo'ylama o'qqa 45° burchak ostida yoriqlar hosil bo'ladi. Bu yoriqlarning hosil bo'lishining maksimal urinma kuchlanishlarga bog'liqligi nazariyadan ma'lum.

Siqilish diagrammasi 2.9-rasmda ko'rsatilgan.



Mo'rt materiallar uchun mastahkamlik chegarasi quyidagi formuladan aniqlanadi

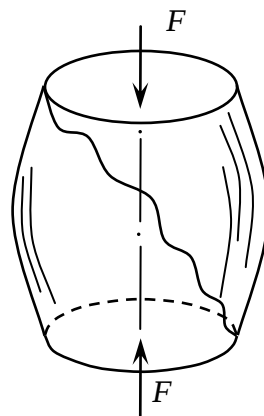
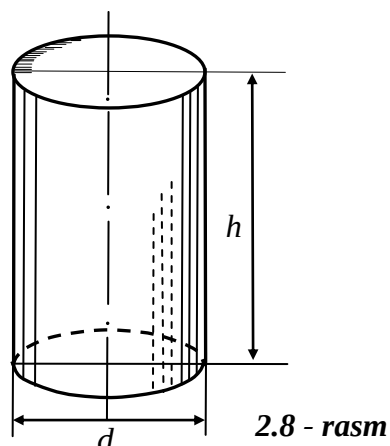
$$\sigma_m = \frac{F_{max}}{A} \quad (2.2)$$

F_{max} - tajribadan aniqlanadigan maksimal yemiruvchi yuk, A - sinovgacha namuna ko'ndalang kesimning yuzasi.

Yog'och namunalarni siqilishga sinash. Yog'och anizotropik materiallar turiga kirib tashqi kuch tasiriga hamma yo'nalishlari bo'yicha turlicha

qarshilik ko'rsatadi. Yog'och materiallarining tuzilishi tolasimon strukturaga ega bo'lgani uchun, u tolalariga tik va tolalariga parallel yo'nalishdagi yuklarga turlicha qarshilik ko'rsatadi.

Sinalayotgan namuna kubik shaklida tayyorlanib, siqilishga ikkita yo'nalish bo'yicha sinaladi. Shuning uchun bir xil o'lchamda ikkita yog'och kubiklar tayyorlanadi.

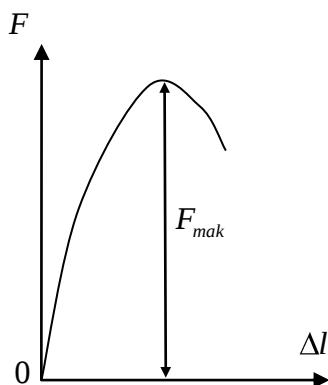


a) sinov uchun namuna, b) emirilish xarakteri

A) Tolalar bo'yicha siqilishga sinash

Namunaning tajribadan oldingi holati va siquvchi kuch yo'nalishi 2.10a- rasm da ko'rsatilgan.

Namuna o'lchamlari shtangensirkul yordamida o'lchab olingandan so'ng pressga qo'yilib, statik ravishda yuklanadi. Tolalarga parallel yo'nalishda siqilganda namuna kamroq deformasiyalanadi.

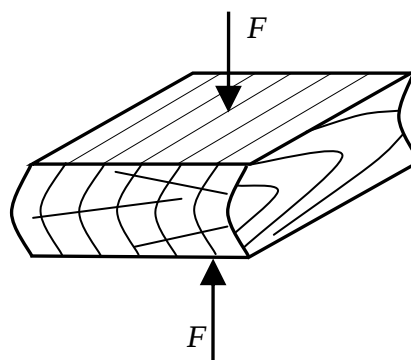
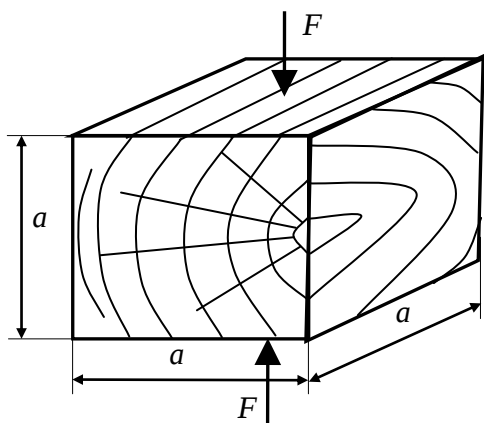


2.9 - rasm

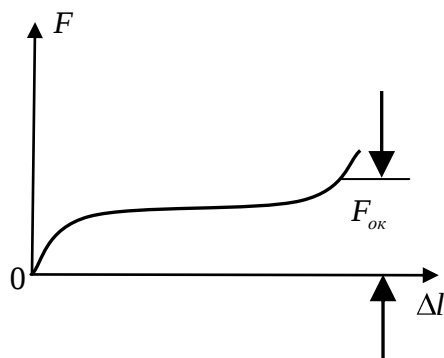
Mo'rt materialning siqilish diagrammasi

B) Tolalarga ko'ndalang yo'nalishda siqilishga sinash

Namunaning tajribadan oldingi holati va siquvchi yuk deformasiyaga proporsional o'sib boradi. Bundan so'ng yuk ortmagan holda deformasiyalanish davom etadi, ammo yemirilish yuz bermaydi. Namuna eziladi, siquvchi yuk ortib boradi.



$$\sigma_m^{m.b} = \frac{F_{\max}}{A} \quad (2.3)$$



rasm 2.11

a) namuna, b) yemirilish xarakteri, v) siqilish diagrammasi

Namunaning uchdan bir qismi siqilgandagi shartli yukni yemiruvchi yuk deb olinadi. Yemiruvchi yuk aniqlanib olingandan so'ng, mustahkamlik chegarasi aniqlanadi:

$$\sigma_m^{m.k} = \frac{F_{\max}}{A} \quad (2.4)$$

Sinov natijalari asosida hisobot tuziladi. Ushbu laboratoriya ishi yuzasidan hisobot tuzishda qo'yidagi jadvallar to'ldiriladi va sinov davomida olingan siqilish diagrammalari keltiriladi.

Namunalarning sinovgacha o'lchamlari va ko'rinishlari

2.3 - jadval

		Yog'och (anizotrop material)	
		Tolalari	Tolalariga
Yumshoq po'lat	Cho'yan (mo'rt material)	bo'ylab	ko'ndalang
(plastik material)			yo'nalishda
$d = m$ $h = m$	$d = m$ $h = m$	$\alpha = m$	$\alpha = m$
$A = \frac{\pi d^2}{4} = m^2$	$A = \frac{\pi d^2}{4} = m^2$	$A = \alpha^2 = m^2$	$A = \alpha^2 = m^2$

Namunalarning sinovdan keyingi ko'rinishi

2.4 - jadval

		Yog'och	
		Tolalari	Tolalariga
Po'lat	Cho'yan	bo'ylab	ko'ndalang
			yo'nalishda

2.5 - jadval

Tartib raqami	Sinov natijalari	Yumshoq po'lat	Cho'yan	Talalari bo'ylab	Tolalariga ko'ndalang
------------------	------------------	-------------------	---------	---------------------	--------------------------

1. Eng katta yuk

$$F_{\max}, kH$$

2. Mustahkamlik
chegarasiga
to'g'ri keluvchi
kuchlanish, MPa,

$$\sigma_m = \frac{F_{\max}}{A}$$

Nazorat savollari:

1. Plastik va mo'rt materiallarga misol keltiring.
2. Izotrop va anizotrop materiallarning haqida nimalarni bilasiz?
3. Plastik va mo'rt materiallarning siqilish diagrammalarini tushuntiring.
4. Nima uchun po'lat namuna siqilganida bochkasimon shaklga kiradi?
5. Nima uchun mo'rt materiallar siqilishida 45 burchak ostida yoriqlar paydo bo'ladi?
6. Cho'yan namunalarda mustahkamlik chegarasi qanday aniqlanadi?
7. Yog'och namuna qanday holda siqilishga yaxshi qarshilik ko'rsatadi?

«Materiallar qarshiligi» fanidan
mustaqil o'zlashtirishga oid adabiyotlar

1. Урозбоев М.Т Материаллар каршилиги асосий курси.-Тошкент: уkitувчи, 1973.
2. Дарков А.Б., Шпиро Т.С. Сопротивление материалов М.-1989 г.
3. Ободовский Б.А., Ханин С.Е. Материаллар каршилигидан мисол ва масалалар
4. Корабоев Б.К., Лексашев Ю. Материаллар каршилигидан кискача курс Т.Узбекистон нашри 1998 й.
5. Глушков Г.С, Синдеев В.А. Курс сопротивлений материалов Узд.Биш.шк.1965 г.
6. Писаренко Г.С. и др. Сопротивлений материалов К-1979 г.
7. Миролубов И.Н. и др. Пособий к решению задач по сопротивлений материалов М.Выс.шк. 1967 г.
8. Урозбоев М.Т. Материаллар каршилиги 1-II том. Т-1980 й.
9. Беляев Н.М. Сборник задач по сопротивлений материалов М. 1968 г.
10. Работнов Ю.Н. Сопротивление материалов. - Москва: Физматгиз, 1962.
11. Мансура К.М. Материаллар каршилиги. - Тошкент: Уkitувчи, 1969.
12. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. - Москва: Наука, 1986.
13. Сборник задач по сопротивлению материалов. Под ред. Вольмира А.С. - Москва: Наука, 1984.
14. Понамарев С.Д. Бидерман В.И.и др. Расчеты на прочность в машиностроении. Машгиз, Т.1.1956, т.11, 1958, т.111, 1960.
15. Биргер И.А., Мавлютов Р.Р. Сопротивление материалов. М.: Наука, физ-мат. 1986.
16. Пособие к решению задач по сопротивлению материалов. Миролубов И.Н. и др. - Москва: Высшая школа, 1967.
17. Уманский А.А., Афанасьев А.М. Сборник задач по сопротивлению материалов. Наука. 1964.
18. Безухов Н.И. Статически неопределимые системы. Госстройиздат, 1934.
19. Иванов Н.И. Сборник задач по сопротивлению материалов. М.: 1948
20. Йулдошбеков С.А. Материаллар каршилиги. - Тошкент: уkitувчи, 1995.
21. Ицкович Г.М. Сопротивление материалов. - Москва: высшая школа, 1970.

Talabalar ON dan to'playdigan ballarning namunaviy mezonlari

№	Ko'rsatkichlar	ON ballari		
		maks	1-ON	2-ON
1	Darslarga qatnashganlik darajasi. Ma'ruza darslaridagi faolligi, konspekt daftarlarining yuritilishi va to'liqligi.	15	0-7	0-8
2	Talabalarning mustaqil ta'lim topshiriqlarini o'z vaqtida va sifatli bajarishi va o'zlashtirish.	10	0-5	0-5
3	Og'zaki savol-javoblar, kollokvium va boshqa nazorat turlari natijalari bo'yicha	10	0-5	0-5
Jami ON ballari		35	0-17	0-18

Talabalar JN dan to'playdigan ballarning namunaviy mezonlari

№	Ko'rsatkichlar	JN ballari		
		Maks	1-JN	2-JN
1	Darslarga qatnashganlik va o'zlashtirishi darajasi. Amaliy mashg'ulotlardagi faolligi, amaliy mashg'ulot daftarlarining yuritilishi va holati	15	0-8	0-7
2	Mustaqil ta'lim topshiriqlarining o'z vaqtida va sifatli bajarilishi. Mavzular bo'yicha uy vazifalarini bajarilish va o'zlashtirishi darajasi.	10	0-5	0-5
3	Yozma nazorat ishi yoki test savollariga berilgan javoblar	10	0-5	0-5
Jami JN ballari		35	0-18	0-17

Yakuniy nazorat "Yozma ish" shaklida belgilangan bo'lsa, u holda yakuniy nazorat 30 ballik "Yozma ish" variantlari asosida o'tkaziladi.

Agar yakuniy nazorat markazlashgan test asosida tashkil etilgan bo'lib fan bo'yicha yakuniy nazorat "Yozma ish" shaklida belgilangan bo'lsa, u holda yakuniy nazorat quyidagi jadval asosida amalga oshiriladi

№	Ko'rsatkichlar	YaN ballari	
		Maks	O'zgarish oralig'i
1	Fan bo'yicha yakuniy yozma ish nazorati	6	0-6
2	Fan bo'yicha yakuniy test nazorati	24	0-24
Jami		30	0-30

Yakuniy nazoratda "Yozma ish"larni baholash mezonlari

Yakuniy nazorat "Yozma ish" shaklida amalga oshirilganda, sinov ko'p variantli usulda o'tkaziladi. Har bir variant 2 ta nazariy savol va 3 ta amaliy topshiriqdan iborat. Nazariy savollar fan bo'yicha tayanch so'z va iboralar asosida tuzilgan bo'lib, fanning barcha mavzularini o'z ichiga qamrab olgan.

Har bir nazariy savolga yozilgan javoblar bo'yicha o'zlashtirish ko'rsatkichi 0-3 ball oralig'ida baholanadi. Amaliy topshiriq esa 0-6 ball oralig'ida baholanadi. Talaba maksimal 30 ball to'plashi mumkin.

Yozma sinov bo'yicha umumiy o'zlashtirish ko'rsatkichini aniqlash uchun variantda berilgan savollarning har biri uchun yozilgan javoblarga qo'yilgan o'zlashtirish ballari qo'shiladi va yig'indi talabani yakuniy nazorat bo'yicha o'zlashtirish bali hisoblanadi.

“Materiallar qarshiligi” fanidan

Joriy nazorat savollari

1. Vmateriallar qarshiligining xalq xo'jaligidagi roli
2. Qobiq, qatlam, plastinka, sterjen ta'riflari
3. Kuch deb nimaga aytiladi
4. Tashqi va ichki kuchlarni tasniflash
5. deformatsiya ta'rifini ayting

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: Materiallar qarshiligi Variant № 1

1. Sof egilish
2. Bosh kuchlanishlar va ularning yunalishi
3. (MB) Doiraviy kesim uchun tangensial kuchlanishlar
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: Materiallar qarshiligi Variant № 2

1. Sof siljish uchun Guk qonuni
2. Ko'ndalang egilish
3. (MB) Kesimlarning aylanishini analitik usulda aniqlash
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 3

1. Siljishga ishlovchi qurilma elementlari hisobi
2. Tayanchlar va ularning reaksiyalari
3. (MB)
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 4

1. Doiraviy kesimli sterjenning buralishi
2. Ortiqcha bog'lanishlar
3. (MB)
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 5

1. Eguvchi moment va kesib o'tuvchi kuch
2. Ortiqcha noma'lumlarni aniqlash
3. (MB) O'zgarmas kesimli balkalar hisobi
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 6

1. Sof egilishdagi normal kuchlanislar
2. Egilishdagi kuchlanishlarni aniqlash
3. (MB) Statik aniqmas masalalar
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 7

1. Egilishdagi ichki zuriqishlar
2. Elastik chiziqning universal tenglamasi
3. (MB) Egri sterjenlar hisobi
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 8

1. Buralish bilan egilishning birgalikdagi ta'siri
2. Kuchlanishlarni aniqlashda Mor usuli
3. (MB) Kastelyano teoremasi
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 9

1. Balkalarning egilishdagi deformatsiyalari
2. Statik aniqmas balkalar hisobi
3. (MB) Elastik tayanchlarda yotuvchi balkalar
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 10

1. Statik aniqmas balkalar uchun chegaraviy shartlar
2. Mor integrali
3. (MB) Ikki sharnirli arkalar hisobi
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 11

1. Vereshchagin qoidasi
2. Mustahkamlikning energetik nazariyasi
3. (MB) Xususiyl hollar uchun neytral qatlamning egrilik radiusini aniqlash
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi

Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 12

1. Sof egilishdagi normal kuchlanishlar
2. Balkalarning egilishdagi deformatsiyalari
3. (MB) Yupqa devorli idishlar hisobi
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.
O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 13

1. Qiyshiq egilish
2. Cho'zilish bilan egilishning birga ta'siri
3. (MB) Dinamik yuklar ta'sirida materiallarning mustahkamligini tekshirish
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 14

1. Buralishda tangensial kuchlanishlar
2. Klassik nazariya
3. (MB) Umumlashgan koordinatalar va umumlashgan kuchlar
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 15

1. Qiyshiq egilish
2. Egilgan o'qning differensial tenglamasi
3. (MB) Uchlari turlicha maxkamlangan sterjenlar uchun kritik kuch ifodasi
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 16

1. Statik aniqmas balkalar hisobi
2. Eguvchi moment va kesib o'tuvchi kuch
3. (MB) Eyler formulasining tadbqiq etish chegarasi
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 17

1. Egilish nazariyasiga oid gipotezalar
2. Kuchlanishlarni aniqlashda Mor usuli
3. (MB) Qalin devorli trubalar hisobi
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 18

1. Ortiqcha noma'lumlarni aniqlash
2. Bosh enertsia o'qlari
3. (MB) Ikki sharnirli arkalar hisobi
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 19

1. Siljishga ishlovchi konstruktsiya elementlari hisobi
2. Vereshagin qoidasi
3. (MB) Eng oddiy tirsakli vallar hisobi
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 20

1. Doiraviy kesimli sterjenlarning buralishi
2. Bosh kuchlanishlar va ularning yunalishi
3. (MB) Silindrik vint prujinalar hisobi
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 21

1. Buralishda deformatsiyani aniqlash
2. Egilishda asosiy hisob sxemalari
3. (MB) Egri sterjenlar hisobi
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 22

1. Egilishda tayanchlar va ularning turlari
2. Balkalarning egilishdagi deformatsiyalari
3. (MB) Maksvell betti teoremasi
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 23

1. Ortiqcha bog'lanishlar
2. Balkalarning salqiligi va ko'ndalang kesimlarning aylanishi
3. (MB) Murakkab qarshilik
4. Masala

Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yunalish: Mexanika
kurs: 4 Semestr: 7

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 24

1. Statik aniqmas balkalar hisobi
2. Egilgan o'qning differensial tenglamasi
3. (MB) Uch moment teoremasi
4. Masala

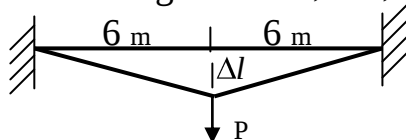
Kafedra mudiri: prof. Xudoynazarov X.
O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yo'nalish: mexanika
Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 1

1. Statik kuchlar, sirt kuchlari (statil kuch, sirt kuchlari, vaqtinchalik kuchlar, doimiy kuchlar, inertsia kuchlari)
2. Nisbiy buylama deformatsiya (nisbiy deformatsiya, buylama va ko'ndalang deformatsiyalar)
3. (MB) Materiallarni mustahkamligini sinov yo'li bilan o'rganish
4. Masala. Berilgan: $\Delta l = 0,3mm$, $P = 10 kN$, $E = 10^5 MPa$, $F = ?$



Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yo'nalish: mexanika
Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: Materiallar qarshiligi
Variant № 2

1. Hajmiy kuchlanish (hajm, kushlanish, deformatsiya)
2. Materiallar qarshiligining xalq-xo'jaligidagi roli
3. (MB) Cho'zilish diagrammasi (kuchlanish va deformatsiya orasidagi bog'liqlik)
4. Masala: $\sigma_0 = 300 \text{ kN/m}^2$, $\alpha = 30^\circ$, $\sigma_\alpha = ?$ $\tau_\alpha = ?$

Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

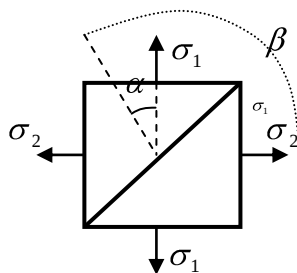
O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yo'nalish: mexanika
Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: Materiallar qarshiligi
Variant № 3

1. Kuchlanish va deformatsiyalar (kuchlanish, deformatsiya, normal kuchlanish, urinma kuchlanish)
2. Statik aniqmas masalalar (statik aniqmaslik, sharnir, sterjen, aniqmaslik shartlari)
3. (MB) Plastik va murt materiallarning cho'zilish diagrammasi
4. Masala:



$$\sigma_1 = 100 \text{ MPa}, \sigma_2 = 40 \text{ MPa}, \alpha = 30^\circ$$
$$\sigma_\alpha = ? \quad \tau_\alpha = ?$$

Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

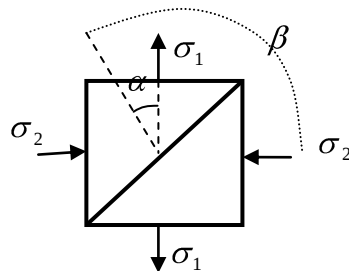
O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yo'nalish: mexanika
Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: Materiallar qarshiligi
Variant № 4

1. Kuchlanish va deformatsiyalar (kuchlanish, deformatsiya, buylama va ko'ndalang deformatsiyalar)
2. Statik aniqmas masalalar (aniqmaslik, tizim, sharnir)
3. (MB) Keyingi ta'sir va o'zicha cho'ziluvchanlik
4. Masala



$$\sigma_1 = 100 \text{ MPa}, \sigma_2 = 40 \text{ MPa}, \alpha = 30^\circ$$

$$\sigma_\alpha = ? \quad \tau_\alpha = ?$$

Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yo'nalish: mexanika
Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 5

1. Egilish (kuchlanish, deformatsiya, moment, kesib o'tuvchi kuch)
2. Umumlashgan Guk qonuni (hajmiy deformatsiya, kuchlanish, kichik deformatsiya, siljish)
3. (MB) Payvand birikmalar hisobi (sterjen, qo'shtavr)
4. Masala №1.9

Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

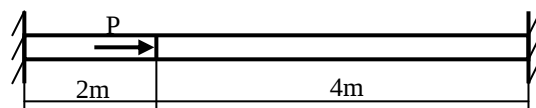
O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yo'nalish: mexanika
Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 6

1. Hajmiy kuchlanganlik holati (kuchlanish, deformatsiya, hajmiy deformatsiya)
2. Statik aniqmas masalalar (aniqmaslik, tizim, sharnir)
3. (MB) Tekis shakllarning statik va inertsia momentlari (statik moment, inertsia momenti)
4. Masala



Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yo'nalish: mexanika
Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 7

1. Dinamik kuchlar (kuch, moment, kuchlanish, deformatsiya)
2. Guk qonuni (kuchlanish, deformatsiya, siljish, mutloq siljish, nisbiy deformatsiya)
3. (MB) Bosh inertsia o'qlari (inertsia momenti, bosj o'q)
4. Masala $\sigma_1 = 100 \text{ MPa}$, $\sigma_2 = -60 \text{ MPa}$, $\alpha = -60^\circ$, $\sigma_\alpha = ?$ $\tau_\alpha = ?$

Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

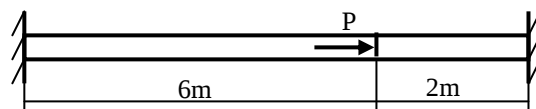
Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yo'nalish: mexanika
Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 8

1. Kesish usuli (qattiq jism, kuch, o'zaro tasir kuchlanish)

2. Guk qonuni (kuchlanish, deformatsiya, siljish, mutloq siljish, nisbiy deformatsiya)
3. (BM) Koordinata o'qlarini aylantirganda inertsia momentlarining o'zgarishi
4. Masala



Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

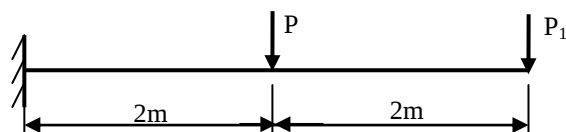
O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yo'nalish: mexanika
Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: Materiallar qarshiligi
Variant № 9

1. Jism hajmining o'zgarishi (hajm, kichik deformatsiya)
2. Statik aniqlas masalalar (aniqlaslik, tizim, sharnir)
3. (MB) Tugunlar orqali yuklangan balkalar uchun kesib o'tuvchi kuch, eguvchi moment epyuralarini yasash (tugun, balka, kesuvchi kuch, eguvchi moment)
4. Masala. Berilgan: $P=2 \text{ kN}$, $P_1=4 \text{ kN}$, $M_z=?$ $Q_z=?$



Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika

Yo'nalish: mexanika

O'quv yili: 2010-2011

Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: **Materiallar qarshiligi**

Variant № 10

1. Puasson koeffitsienti (nisbiy bo'ylama deformatsiya, nisbiy ko'ndalang deformatsiya)
2. Nisbiy uzayish va qisqarish uchun Guk qonuni (kuchlanish, deformatsiya, siljish, mutloq siljish, nisbiy deformatsiya)
3. (MB) Statik aniqmas balkalar hisobi (statik aniqmaslik)
4. Masala $\sigma_1 = 100 \text{ MPa}$, $\sigma_2 = -60 \text{ MPa}$, $\alpha = -60^\circ$, $\sigma_\alpha = ?$ $\tau_\alpha = ?$

Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika

Yo'nalish: mexanika

O'quv yili: 2010-2011

Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: **Materiallar qarshiligi**

Variant № 11

1. Kuchlanishlarning juftlik qonuni (normal kuchlanish, urinma kuchlanish)
2. Kesish usuli (qattiq jism, kuch, o'zaro tasir kuchlanish)
3. (MB) Umumiy teoremlardan foydalanib baqlkaning deformatsiyasini aniqlash
4. Masala
 $\sigma_1 = 100 \text{ MPa}$, $\sigma_2 = 50 \text{ MPa}$, $\alpha = 45^\circ$, $\sigma_\alpha = ?$ $\tau_\alpha = ?$ $\tau_{\max} = ?$

Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika

Yo'nalish: mexanika

O'quv yili: 2010-2011

Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 12

1. Chiziqli zo'riqish holatida qiya-yuzachalar bo'yicha kuchlanishlar (qiya yuza, normal, normal kuchlanish, urinma kuchlanish)
2. Bo'rovchi momentlarni hisoblash (moment, val, shkiv, buralish)
3. (MB) Uchlari turlicha mahkamlangan sterjenlar uchun kritik kuch ifodasi
4. Masala **№ 1.26**

Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

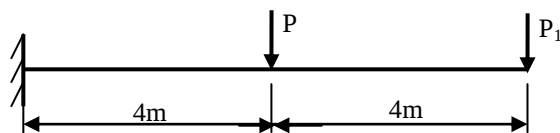
O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yo'nalish: mexanika
Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 13

1. Mor usulida statik aniqmaslikni yechish (statik aniqmaslik, sterjen, sharnir)
2. Tayanch reaksiyalar (bikr maxkamlanish, sharnir, qo'zg'almas tayanch)
3. (MB) Eng oddiy tirsakli vallar hisobi (val, burovchi moment)
4. Masala. Berilgan: $P=20$ kN, $P_1=30$ kN, $M_z=?$ $Q_z=?$



Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

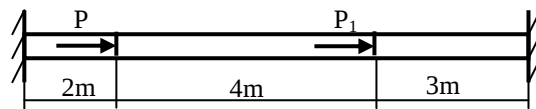
Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yo'nalish: mexanika
Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 14

1. Dinamik kuchlar (kuch, vaqtinchalik kuchlar, o'zaro tasir, kuchlanish)

2. Nisbiy ko'ndalang deformatsiya (deformatsiya, siljish, mutloq siljish, nisbiy deformatsiya)
3. (MB) Egri sterjenlar hisobi
4. Masala. Berilgan: $P = 12 \text{ kN}$, $P_1 = 14 \text{ kN}$, $E = 10^5 \text{ MPa}$, $F = 5 \text{ sm}^2$. σ_x va N_x epyuralari qo'rilsin



Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yo'nalish: mexanika
Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: Materiallar qarshiligi
Variant № 15

1. Ichki va tashqi kuchlar (kuch, normal, sirt, juft)
2. Materiallar qarshiligi fanining xalq-xo'jaligidagi roli
3. (MB) Xususiyl hollar uchun neytral qatlamning egrilik radiusini aniqlash
4. Masala

$$\sigma_1 = 30 \text{ MPa}, \quad \sigma_2 = -20 \text{ MPa}, \quad \alpha = 60^\circ, \quad \sigma_\alpha = ? \quad \tau_\alpha = ? \quad \tau_{\max} = ?$$

Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

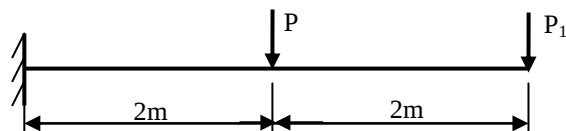
O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yo'nalish: mexanika
Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: Materiallar qarshiligi
Variant № 16

1. Halmiy zo'riqish holatidagi qiya yuzachalar bo'yicha kuchlanishlar (hajm, yuzacha, kuchlanish, normal, urinma)
2. Siljishdagi hisob tenglamalari (sof siljish, biki maxkamlanish, sharnir)
3. (MB) Yupqa devorli idishlar va qalin devorli trubalar hisobi
4. Masala. Berilgan: $P=40 \text{ kN}$, $P_1=10 \text{ kN}$, $M_z=?$ $Q_z=?$



Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

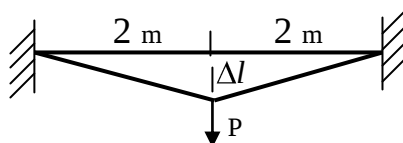
O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yo'nalish: mexanika
Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: Materiallar qarshiligi
Variant № 17

1. Deformatsiyaning potentsial energiyasi (potensial energiya, kinetik energiya, yuzacha, kuchlanish)
2. Tashqi va ichki kuchlar (kuch, sirt, doimiy va vaqtinchalik kuchlar)
3. (MB) Elastik sistemaning erkin tebranishlariga elastik bo'lmagan qarshiliklarning ta'siri
4. Masala. $\Delta l = 2 \text{ mm}$, $F = 4 \text{ sm}^2$, $E = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$, $P = ?$



Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

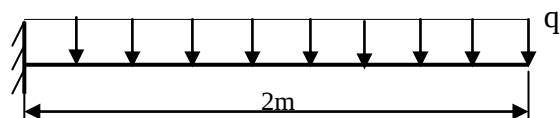
Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yo'nalish: mexanika
Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: **Materiallar qarshiligi**

Variant № 18

1. Sof siljish uchun Guk qonuni (kuchlanish, normal, urinma, biki maxkamlanish)
2. Nuqtaga qo'yilgan kuchlar (to'plangan kuch, juft kuch)
3. (MB) Dinamik yuklar ta'sirida materiallarning mustahkamligini tekshirish
4. Masala. Berilgan: $q = 2 \text{ kN}$, $l = 4 \text{ m}$, $M_z = ?$ $Q_z = ?$



Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika

Yo'nalish: mexanika

O'quv yili: 2010-2011

Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: **Materiallar qarshiligi**

Variant № 19

1. Mustahkamlikning to'rtinchi nazariyasi (loyiha hisobi, muhandislik hisobi, ruxsat etilgan kuchlanish)
2. Buralish (burovchi moment, g'o'lacha, inertsiya momenti, qutb momenti)
3. (MB) Elastik tayanchlarda yotuvchi balkalar
4. Masala. 6.19 a)

Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika

Yo'nalish: mexanika

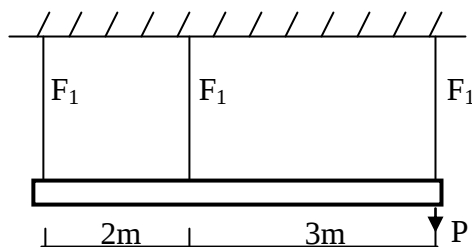
O'quv yili: 2010-2011

Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: **Materiallar qarshiligi**

Variant № 20

1. Mustahkamlikning ikkinchi nazariyasi (loyiha hisobi, muhandislik hisobi, ruxsat etilgan kuchlanish)
2. Burovchi moment epyuralarini yasash (burovchi moment, g'o'lacha, inertsia momenti, epyura)
3. (MB) Eyler formulasisining tadbiiq etish chegarasi
4. Masala. Berilgan: $P = 20 \text{ kN}$, $F_1 = 2 \text{ sm}^2$ Sterjendagi zo'riqishlar topilsin.



Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yo'nalish: mexanika
Kurs:3 Semestr: 6

Fan: Materiallar qarshiligi
Variant № 21

1. Cho'zilish va siqilish uchun Guk qonuni (nisbiy deformatsiya, mutloq uzayish yoki qisqarish, bikrlilik)
2. Puasson koeffitsenti (nisbiy bo'ylama deformatsiya, nisbiy ko'ndalang deformatsiya, mutloq uzayish yoki qisqarish)
3. (MB) Ikki sharnirli arkalar hisobi
4. Masala $\sigma_0 = 500 \text{ N/m}^2$, $\alpha = 60^\circ$, $\sigma_\alpha = ?$ $\tau_\alpha = ?$ $\tau_{\max} = ?$

Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yo'nalish: mexanika
Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: **Materiallar qarshiligi**

Variant № 22

1. Chiziqli zo'riqish holatida qiya yuzachalar buyicha kuchlanishlar (normal, urinma, yo'liq kuchlanish, o'q buylab siqilish yoki cho'zilish)
2. Tayanchlar va ularning turlari (sharnir, bikr mahkamlanish, sharnirli qo'zg'aluvchi tayanch, sharnirli qo'zg'almas tayanch)
3. (MB) kichik qadamli vint prujinalardagi kuchlanish va deformatsiyalar
4. Masala 1.62

Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika

Yo'nalish: mexanika

O'quv yili: 2010-2011

Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: **Materiallar qarshiligi**

Variant № 23

1. Siljishda kuchlanish va deformatsiyalar (siljish, sof siljish, bikrlik o'q buylab siqilish yoki cho'zilish)
2. Eguvchi moment va kesuvchi kuch epyuralarini qurish (epyura, eguvchi moment, kesuvchi kuch, tayanch)
3. (MB) Kesimi doiraviy bo'lgan sterjenlarning buralishi
4. Masala 6.29 d)

Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika

Yo'nalish: mexanika

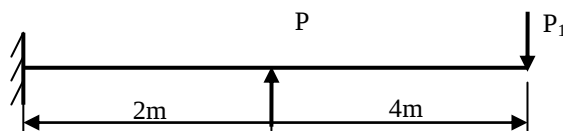
O'quv yili: 2010-2011

Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: **Materiallar qarshiligi**

Variant № 24

1. Qiyshiq egilish (qarshilik momenti, moment, salqilik, bikrlilik)
2. Nisbiy buylama deformatsiya (deformatsiya, sterjen, mutloq uzayish yoki qisqarish)
3. (MB) Siljishga ishlovchi konstruktsiya elementlarining hisobi
4. Masala. Berilgan: $P = 20 \text{ kN}$, $P_1 = 40 \text{ kN}$ M_x va Q_y epyuralari qo'rilsin



Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yo'nalish: mexanika
Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 25

1. Ichli kuchlar (kuch, kesish usuli, o'z-o'ziga ta'sir)
2. Nisbiy ko'ndalan deformatsiya (deformatsiya, mutloq uzayish yoki qisqarish)
3. (MB) Doiraviy kesim uchun tangensial kuchlanishlar (urinma kuchlanish)
4. Masala 6.1 variant d)

Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

O'zbekiston respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

Fakultet: Mexanika-matematika
O'quv yili: 2010-2011

Yo'nalish: mexanika
Kurs: 3 Semestr: 6

Fan: **Materiallar qarshiligi**
Variant № 26

1. Siljishda kuchlanish va deformatsiya (kuch, kuchlanish, siljish, o'z-o'ziga ta'sir)
2. Nisbiy buylama deformatsiya (deformatsiya, mutloq uzayish yoki qisqarish)

3. (MB) Markazdan qochuvchi inertsia momenti
4. Masala 1.3

Kafedra mudiri:

prof. Xudoynazarov X.X.

Alisher Navoiy nomidagi Samarqand davlat universiteti

=====

Mexanika-matematika fakulteti

=====

“Mexanika” kafedrası

**Materiallar qarshiligi fani bo'yicha
GLOSSARIY**

Asimmetrik sikl

Yuklanish sikli bo'lib, bunda siklning maksimal va minimal (masalan, σ_{max} va σ_{min}) kuchlanishlari o'zaro teng emas

B**Balka****Balka elastik chizig'i**

Egilishga ishlaydigan brus.

Egilish tekisligiga nisbatan neytral qatlam proeksiyasi (tekislikning simmetrikligi).

Balkaning egilishi

Kesim og'irlik markazining ko'chishlariga teng bo'lgan ilgari lanma ko'chishlari

Balkaning mustahkamlik sharti

Balka materiali uchun eng katta hisobiy normal kuchlanishning ruxsat etilgan kuchlanishdan ortib ketmasligi sharti

Betli teoremasi

$$A_{12}=A_{21}, \quad P_1 \Delta_{12} = P_2 \Delta_{21}.$$

Δ_{11} – P_1 kuch yunalishida P_1 kuch ta'sirida ko'chish;

Δ_{12} – P_1 kuch yunalishida P_2 kuch ta'sirida ko'chish;

Δ_{21} – P_2 kuch yunalishida P_1 kuch ta'sirida ko'chish;

Δ_{22} – P_2 kuch yunalishida P_2 kuch ta'sirida ko'chish;

$A_{12} = P_1 \cdot \Delta_{12}$ – ikkinchi holatdagi P_2 kuch ta'siridagi P_1 kuchning o'z yunalishi bo'yicha ko'chishda bajargan ishi.

Xuddi shunday: $A_{21} = P_2 \cdot \Delta_{21}$ – ikkinchi holatdagi P_1 kuch ta'siridagi P_2 kuchning o'z yunalishi bo'yicha ko'chishda bajargan ishi.

Har bir nuqtalarining xususiyatlari bir xil bo'lgan material.

Bir jinsli material

Elementar parallelopipeddan ajratilgan o'zaro kesishuvchi nuqtadagi yoqlariga ta'sir qiluvchi normal kuchlanish bo'lib, ushbu yoqlarda urinma kuchlanishlar ta'siri yo'q. $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$

Bosh kuchlanishlar

Qiya yuzachalardagi kuchlanishlarda:

$$\sigma_\alpha = \sigma_x \cos^2 \alpha + \sigma_z \sin^2 \alpha - \tau_{xz} \sin 2\alpha;$$

$$\tau_\alpha = \frac{\sigma_x - \sigma_z}{2} \sin 2\alpha + \tau_{xz} \cos 2\alpha \quad \text{yoki}$$

$$\sigma_\alpha = \frac{\sigma_x + \sigma_z}{2} + \frac{\sigma_x - \sigma_z}{2} \cos 2\alpha + \tau_{xz} \sin 2\alpha$$

Urinma kuchlanishlarning juftlik qonuni

$$\tau_{xz} = -\tau_{zx}$$

$$\sigma_\alpha = \sigma_1 \cos^2 \alpha + \sigma_2 \sin^2 \alpha$$

$$\tau_\alpha = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \sin 2\alpha \quad \sigma_\alpha = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} + \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \cos 2\alpha$$

$$\sigma_\beta = \sigma_1 \sin^2 \alpha + \sigma_2 \cos^2 \alpha \quad \tau_\beta = -\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \sin 2\alpha$$

$$\sigma_\alpha + \sigma_\beta = \sigma_1 + \sigma_2.$$

Maksimal urinma kuchlanishlar

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}$$

Bosh kuchlanishlar

$$\sigma_{\max} = \frac{\sigma_x + \sigma_z}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_z)^2 + 4\tau_{xz}^2}$$

Bosh yuzaning joylashuvi

$$\operatorname{tg} 2\alpha_0 = -\frac{2\tau_{xz}}{\sigma_x - \sigma_z} \quad \operatorname{tg} \alpha_0 = -\frac{2\tau_{xz}}{\sigma_1 - \sigma_2}$$

Bosh yuzalar

Bosh kuchlanish ta'siridagi yoqlari bir-biriga teng bo'lgan parallelopipeddan ajratib olingan o'zaro kesishmaydigan nuqtadagi yoqning yuzi

Boshlang'ich parametrlar usuli

$$EJy'' = M(x) = R_A \cdot x - q \frac{x^2}{2} - M(x-a)^0 + q \frac{(x-a)^2}{2} - P(x-a-b);$$

integrallaymiz:

$$EJy' = EJ\theta_0 + R_A \cdot \frac{x^2}{2} - q \frac{x^3}{6} - M(x-a) + q \frac{(x-a)^3}{6} - P \frac{(x-a-b)^2}{2};$$

$$EJy = EJy_0 + EJ\theta_0 x + R_A \cdot \frac{x^3}{6} - q \frac{x^4}{24} - M \frac{(x-a)^2}{2} + q \frac{(x-a)^4}{24} - P \frac{(x-a-b)^3}{6}.$$

Boshlang'ich parametrlar usuli**Brus****Brus o'qi****Buralib egilish**

Elastik jism nisbatan bikr bo'ladi, qachonki nuqtaning ko'chishi jismning haqiqiy o'lchamlariga nisbatan juda kichik bo'lsa.

Ikki o'lchami kattaligi uchinchi o'lchamidan kichik bo'lgan jism.

Brus ko'ndalang kesimi o'g'irlik markazi nuqtasining geometrik o'rni bo'lib, brus kesimi o'qi bo'ylab normal yunalgan.

Xavfli nuqtalardagi eng katta normal va urinma kuchlanishlar:

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W} = \frac{\sqrt{M_x^2 + M_y^2}}{W}$$

$$\tau_{\max} = \frac{M_b}{W_p}$$

(doira uchun: $W = \frac{\pi R^3}{4}$ - o'q momenti qarshiligi,

$W_\rho = \frac{\pi R^3}{4}$ - kesimdagi qutb inersiya momenti qarshiligi).

Xavfli nuqtalardagi bosh kuchlanishlar:

$$\sigma_1 = \frac{1}{2}(\sigma + \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}); \sigma_2 = 0; \sigma_3 = \frac{1}{2}(\sigma - \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}).$$

Mustahkamlikka tekshirish: mustahkamlikning IV-nazariyasi bo'yicha:

$$\sigma_{\max IV} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma];$$

Mor nazariyasi bo'yicha:

$$\sigma_{ekvM} = \frac{1-m}{2}\sigma + \frac{1+m}{2}\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq \sigma; m = \frac{\sigma_\rho}{\sigma_c}$$

$$\sigma_{ekvM} = \frac{1}{W} \left(\frac{1-m}{2} \sqrt{M_x^2 + M_y^2} + \frac{1+m}{2} \sqrt{M_b^2 + M_x^2 + M_y^2} \right) \leq [\sigma];$$

$$\sigma_{ekvIV} = \frac{1}{W} \sqrt{0.75M_b^2 + M_x^2 + M_y^2} \leq \sigma;$$

Keltirilgan moment:

$$M_{kelM} = \frac{1-m}{2} \sqrt{M_x^2 + M_y^2} + \frac{1+m}{2} \sqrt{M_b^2 + M_x^2 + M_y^2};$$

$$\text{I-nazariya: } M_{kelI} = \frac{1}{2} \sqrt{M_x^2 + M_y^2} + \frac{1}{2} \sqrt{M_b^2 + M_x^2 + M_y^2};$$

$$\text{II-nazariya: } M_{kelII} = 0.35 \sqrt{M_x^2 + M_y^2} + 0.65 \sqrt{M_b^2 + M_x^2 + M_y^2};$$

Puasson koeffitsienti $\mu = 0.3$;

$$\text{III-nazariya: } M_{kelIII} = \sqrt{M_b^2 + M_x^2 + M_y^2};$$

$$\text{IV-nazariya: } M_{kelIV} = \sqrt{0.75M_b^2 + M_x^2 + M_y^2};$$

$$\sigma_{ekv} = \frac{M_{kel}}{W} \leq [\sigma]$$

$$\text{Qarshilik momenti: } W \geq \frac{M_{kel}}{[\sigma]}$$

$$\text{Val diametri } d \geq \sqrt[3]{\frac{32M_{kel}}{\pi [\sigma]}}$$

Buralish

Brusning yuklanish turi bo'lib, ichki kuchlar bosh vektor'i va bosh momentlardan tashkil topgan 6 ta tuzuvchidan faqat burovchi moment no'ldan farqli

$$\tau = \frac{M_b \rho}{J_p} = \frac{M_b}{W_p}; \quad W_p = \frac{J_p}{R}$$

Buralish

$$\varphi = \frac{M_b L}{GJ_p}$$

$$\text{Nisbiy buralish burchagi: } \theta = \frac{\varphi}{L} = \frac{M_b}{GJ_p}$$

$$\text{Buralishdagi potentsial energiya: } U = \frac{1}{2} M_b \varphi = \frac{M_b^2 L}{2GJ_p}$$

$$\text{Mustahkamlik sharti: } \tau_{\max} = \frac{M_b}{W_p} \leq [\tau], \quad [\tau] = \frac{\tau_{kel}}{[\sigma]}$$

Bikirlik sharti:

$$\theta_{\max} \leq [Q]$$

Kesimi to'g'ri to'rtburchak shakildagi burusning buralishi:

$$\tau_{\max} = \frac{M_b}{W_b}, \quad \varphi = \frac{M_b L}{GJ_b}, \quad W_b = \alpha h b^2; \quad J_b = \beta h b^3;$$

$$\tau = \gamma \tau_{\max}$$

Buylama elastiklik moduli, birinchi tur elastiklik moduli, Yung moduli

Materialning elastiklik xususiyatini ifodalovchi kattalik. Kichik deformatsiyalarda ya'ni, Guk qonuni o'rinli bo'lganda kuchlanish bilan deformatsiya orasidagi chiziqli bog'lanish bo'lib, elastiklik moduli shu ikki kattalikni xarakterlovchi proporsionallik koeffitsientini ifodalaydi.

C

Charchash

O'zgaruvchi kuchlanish va deformatsiyalar ta'siri natijasida material xususiyatlarining o'zgarishi, yoriq va yemirilishning paydo bo'lishiga olib keluvchi buzilishlarning davriy to'planishi

Chegaraviy holat

Detalning xavfli nuqtasidagi materialning elastik holatdan plastik holatga yoki detalning buzilishiga o'tuvchi, yoriqlar paydo bo'ladigan holati.

Chekli chidamlilikning chegarasi

Maksimal kuchlanish bo'lib, uzoq muddatli mustahkamlikni ifodalaydi. Ko'p hollarda bazaviy uzoq muddatli mustahkamlik sifatida $N_6=10^6$, 10^7 yoki $5 \cdot 10^7$ sikl qabul qilinadi.

Cheksiz chidamlilikning chegarasi

Cheksiz sondagi sikllar mobaynida buzilish bo'lmaydigan kuchlanishlarning maksimal qiymati.

Chiziqli kuchlanganlik holati

To'liq kuchlanish:

$$p_\alpha = \frac{P}{F_\alpha} = \frac{P}{F} \cos \alpha = \sigma \cdot \cos \alpha$$

Normal kuchlanish:

$$\sigma_\alpha = \sigma \cdot \cos^2 \alpha$$

Urinma kuchlanish:

Cho'zilish va siqilish uchun mustahkamlik sharti

Cho'zilish va siqilishda nisbiy deformatsiya

Cho'zilish-siqilish uchun normal kuchlanish

Cho'zish (siqish)

Cho'zilishda ish

D

Dalamber prinsipi

Deformatsiya

Deformatsiyalanganlik holati invariantlari

Deformatsiyaning birgalik sharti

Dinamiklik koeffitsienti

Doiraviy chastota

E

Egilish tekisligi

Ekvivalent kuchlanishlar

Elastik chiziq

Elastik deformatsiya

Elastiklik

Elastiklik chegarasi

$$\tau_{\alpha} = \frac{\sigma}{2} \cdot \sin 2\alpha$$

O'zaro perpendikulyar yuzalarda

$$\sigma_{\beta} = \sigma \cdot \sin^2 \alpha \quad \tau_{\beta} = -\frac{\sigma}{2} \cdot \sin 2\alpha \quad \tau_{\beta} = -\tau_{\alpha}$$

$$\sigma = \frac{N}{F} \leq [\sigma]$$

Bo'ylama deformatsiya

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

$$\sigma = \frac{N}{F}$$

Brusning shunday yuklanishiki, bundan ichki kuchlarning bosh vektor va bosh momentlarining oltita tuzuvchilaridan faqat bo'ylama kuch noldan farqli bo'ladi

$$A = \frac{P \cdot \Delta L}{2}$$

Agar harakatlanuvchi sistemaga inersiya kuchlarini qo'shib uni muvozanat holatida deb faraz qilsak, bunday tinch holatdagi jismga xuddi harakatlanuvchi jismdagi kabi ichki kuchlanish va deformatsiyalar mavjud bo'ladi

Jism o'lchamlari va shakllarining o'zgarishiga olib keluvchi jism zarralari o'zaro joylashish holatining o'zgarishi.

$$J_1 = \varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z$$

$$J_2 = \varepsilon_x \varepsilon_y + \varepsilon_y \varepsilon_z + \varepsilon_z \varepsilon_x - \frac{1}{4} \gamma_{xy}^2 - \frac{1}{4} \gamma_{yz}^2 - \frac{1}{4} \gamma_{zx}^2$$

Deformatsiya tenzori

$$J_3 = \begin{bmatrix} \varepsilon_x & \frac{1}{2} \gamma_{yx} & \frac{1}{2} \gamma_{zx} \\ \frac{1}{2} \gamma_{xy} & \varepsilon_y & \frac{1}{2} \gamma_{zy} \\ \frac{1}{2} \gamma_{xz} & \frac{1}{2} \gamma_{yz} & \varepsilon_z \end{bmatrix} \quad T_{\partial} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 & 0 & 0 \\ 0 & \varepsilon_2 & 0 \\ 0 & 0 & \varepsilon_3 \end{bmatrix}$$

Jismning alohida qismlari deformatsiyasi va ko'chishlari tenglamalariga jismning muvozanat tenglamalarini qo'shib statik aniqlamas masalalarni yechish

Qurilmaga quyilgan statik yuklanish kattaligiga qaraganda dinamik yuklanish ta'sirining bir necha marta kattaligini ifodalovchi koeffitsient.

2π sekunddagi tebranishlar sonini ifodalaydi

Balka egilgan o'qining tekislikka nisbatan joylashishi.

Namunani cho'zish natijasida hosil qilingan kuchlanish bo'lib, uning kuchlanganlik holati berilgan kuchlanganlik holatiga qaraganda teng xavfli bo'ladi.

Balka elastik chizig'i

Jismdan tashqi kuch ta'siri olingach jism o'zining dastlabki holatiga to'liq qaytishi.

Materialning shunday xususiyatiki undan tashqi kuch ta'siri olingach o'zining dastlabki holatiga to'liq qaytishi

Materialning o'zida qoldiq deformatsiyani saqlamagan holdagi kuchlanishi

F

Fiksirlangan yuk ta'siridagi kuchishlar

$$\frac{d^2 M}{dx^2} = q \quad \frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{M}{EJ} \quad \frac{dy}{dx} = \theta$$

$$\frac{dM_f}{dx} = Q_f; \quad y = \frac{M_f}{EJ}; \quad \theta = \frac{Q_f}{EJ}.$$

G

Geometrik o'zgaras sistema

Deformatsiya hisobga olingan holda tashqi kuch ta'sirida sistema elementlari shaklining o'zgarishi.

Geometrik o'zgaruvchi sistema

Deformatsiya ta'siri hisobga olinmagan holda tashqi kuch ta'sirida sistema elementlarining ko'chishlari (mexanizm).

Gidrodinamik o'xshashlik

Agar quviring teshigi va buraluvchi sterjenning shakli bir xil bo'lsa u holda oqim chiziqlari kuch chiziqlari bilan mos tushadi. Bunga ko'ra xuddi shu ko'rinishdagi quvurda suyuqlik harakati tezliklarining taqsimotini sterjenning buralishidagi urinma kuchlanishlarining taqsimoti kabi xulosa chiqarish mumkin

Guk qonuni

Materiallar qarshiligi faninig asosiy qonuni. Kuchlanish bilan deformatsiya orasidagi bog'lanish.

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}; \quad \sigma = \varepsilon E.$$

$$\varepsilon = \frac{N}{EF}$$

H

Hajmiy kuchlanganlik holati

$$\sigma_\alpha = \sigma_1 \cos^2 \alpha_1 + \sigma_2 \cos^2 \alpha_2 + \sigma_3 \cos^2 \alpha_3$$

$$\tau_\alpha = \sqrt{\sigma_1^2 \cos^2 \alpha_1 + \sigma_2^2 \cos^2 \alpha_2 + \sigma_3^2 \cos^2 \alpha_3 - \sigma_\alpha}$$

Maksimal urinma kuchlanish:

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$$

Oktaedr yuzalardagi kuchlanishlar:

$$\sigma_{\text{okt}} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}.$$

$$\tau_{\text{okt}} = \frac{1}{3} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2};$$

$$\tau_{\text{okt}} = \frac{2}{3} \sqrt{\tau_{12}^2 + \tau_{23}^2 + \tau_{13}^2}.$$

Kuchlanish intensivligi

$$\sigma_i = \frac{3}{\sqrt{2}} \tau_{\text{okt}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}$$

Birinchi invariant: $\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$;

Umumlashgan Guk qonuni:

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{E} [\sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3)]; \quad \varepsilon_2 = \frac{1}{E} [\sigma_2 - \mu(\sigma_3 + \sigma_1)]; \quad \varepsilon_3 = \frac{1}{E} [\sigma_3 - \mu(\sigma_1 + \sigma_2)]$$

Hajmiy deformatsiya

$$\theta = \frac{\Delta V}{V} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 \quad \theta = \frac{1-2 \cdot \mu}{E} (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)$$

O'rtacha kuchlanish

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3} \quad \theta = \frac{1-2 \cdot \mu}{E} 3\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{cp}}{K}$$

Hajmiy deformatsiya moduli:

$$K = \frac{E}{3(1-2\mu)}$$

Potensial energiya

$$U = \frac{P \cdot \Delta L}{2}$$

Solishtirma potensial inergiya

$$u = \frac{U}{F \cdot L} = \frac{\sigma \cdot \varepsilon}{2} \quad u = \frac{\sigma^2}{2E} \quad u = \frac{\sigma_1 \cdot \varepsilon_1}{2} + \frac{\sigma_2 \cdot \varepsilon_2}{2} + \frac{\sigma_3 \cdot \varepsilon_3}{2}$$

$$u = \frac{1}{2E} [\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - 2\mu(\sigma_1\sigma_2 + \sigma_1\sigma_3 + \sigma_2\sigma_3)]$$

$$u = u_0 + u_\phi$$

Hajm o'zgarishi energiyasi:

$$u_0 = \frac{1-2\mu}{6 \cdot E} (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)^2$$

Shakl o'zgarishi inergiyasi:

$$u_\phi = \frac{1+\mu}{3 \cdot E} [\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_1\sigma_3 - \sigma_2\sigma_3]$$

Kuchlanish tenzori:

$$T_H = \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{yx} & \tau_{zx} \\ \tau_{xy} & \sigma_y & \tau_{zy} \\ \tau_{xz} & \tau_{yz} & \sigma_z \end{bmatrix}$$

Bosh kuchlanish tenzori:

$$T_H = \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_3 \end{bmatrix}$$

I

Ideal elastik material

Jisim temperaturasi yoki yuklanishidan qat'iyy na'zar yuk ta'siri olingach o'zining ulcham va shaklini to'liq tiklaydigan material.

Ish

Elastik sistema uchun tashqi ishlarning bajargan ishi

$$A = \int_{\Delta} P d\Delta = \int_0^P P \delta_{PP} dP = \frac{\delta_{PP} P^2}{2}$$

Elastik sistemaga ta'sir qilayotgan umumlashgan kuchning statik harakatda bajargan ishi

$$A = \frac{P \cdot \Delta}{2}$$

Tekis egilishdagi ichki kuchlarning bajargan ishi

$$A = \sum_0^L \int \frac{M^2 dx}{2EJ} + \sum_0^L \int \frac{N^2 dx}{2EF} + \sum_0^L \int \frac{Q^2 dx}{2GF}$$

Ishorasi doimiy sikllar

Ishorasi o'zgaruvchi sikllar

Ixtiyoriy muvozanat sharti

Faqat absolyut qiymati bo'yicha o'zgaruvchi kuchlanish sikli

Qiymati va ishorasi bo'yicha o'zgaruvchi kuchlanish sikli

Sistemaning yangi holati boshlang'ich holatga nisbatan og'ishdan song va tashqi ta'sirni hisobga olmananda muvozanat holatida qoladi

Hamma yo'nalishlar bo'yicha materialning xususiyatlari bir xil.

Izotrop material

K

Kastelyano teoremasi

$$\Delta_P = \frac{\partial U}{\partial P} \quad U = \sum_0^L \int \frac{M^2 dx}{2EJ} \quad \Delta_P = \int_s \frac{M(s) ds}{EJ} \frac{\partial M(s)}{\partial P}$$

Kesim inersiyasi bosh markaziy o'qi

Kesimning bosh inersiya momentlari

Kesimning markazi orqali utgan bosh o'q.

Bosh o'qlarga nisbatan kesim inersiyasi momentlari haqida gap ketadi.

Bunda bosh markaziy o'qlar inersiyasining o'qqa nisbatan bosh momenti hisobga olinadi

Kesimning geometrik xarakteristikasi Yuza

$$F = \int_F dF$$

x va y o'qlarga nisbatan statik momentlar

$$S_x = \int_F y dF \quad S_y = \int_F x dF$$

Og'irlik markazi koordinatalari:

$$x_C = \frac{S_y}{F}; \quad y_C = \frac{S_x}{F} \quad S_x = \sum_{i=1}^n F_i y_i; \quad S_y = \sum_{i=1}^n F_i x_i$$

$$x_C = \frac{S_y}{F} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i x_i}{\sum_{i=1}^n F_i}; \quad y_C = \frac{S_x}{F} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i y_i}{\sum_{i=1}^n F_i}$$

O'qqa nisbatan inersiya momentlari

$$J_x = \int_F y^2 dF \quad J_y = \int_F x^2 dF$$

Qutb inersiya momentlari

$$J_p = \int_F \rho^2 dF$$

$$J_p = J_y + J_x$$

Markazdan qochma inersiya momenti

$$J_{xy} = \int_F xy dF$$

To'rtburchak uchun o'qlarga nisbatan inersiya momentlari

$$J_x = \frac{bh^3}{12}; \quad J_y = \frac{hb^3}{12} \quad J_{xy} = 0$$

Uchburchak uchun o'qlarga nisbatan inersiya momentlari

$$J_x = \frac{bh^3}{36}; \quad J_y = \frac{b^3 h}{48}.$$

Doira uchun:

$$J_p = \frac{\pi r^4}{2} = \frac{\pi d^4}{32}; \quad J_x = J_y = \frac{\pi r^4}{4} = \frac{\pi d^4}{64}; \quad J_{xy} = 0.$$

Xalqa uchun:

$$J_p = \frac{\pi}{2} (R^4 - r^4); \quad J_x = J_y = \frac{J_p}{4} (R^4 - r^4);$$

Doiraning chorak qismi uchun: $J_y = J_x = 0,055R^4$;

$$J_{xy} = \pm 0,0165R^4; \quad J_{x0} = 0,0714R^4; \quad J_{y0} = 0,0384R^4.$$

Parallel o'qlar bo'yicha inersiya momentlari:

$$J_{x1} = J_x + a^2 F; \quad J_{y1} = J_y + b^2 F; \quad J_{y1x1} = J_{yx} + abF.$$

Oqlarni burish natijasida hosil bo'ladigan inersiya momentlari :

$$J_{x1} = J_x \cos^2 \alpha + J_y \sin^2 \alpha - J_{xy} \sin 2\alpha;$$

$$J_{y1} = J_y \cos^2 \alpha + J_x \sin^2 \alpha + J_{xy} \sin 2\alpha;$$

$$J_{x1y1} = \frac{1}{2} (J_x - J_y) \sin 2\alpha + J_{xy} \cos 2\alpha;$$

$$J_{y1} + J_{x1} = J_y + J_x.$$

Bosh o'qning burchakka nisbatan joylashishi:

$$\operatorname{tg} 2\alpha_0 = \frac{2 \cdot J_{xy}}{J_y - J_x}$$

Bosh inersiya momentlarining o'qlarga nisbatan olingan inersiya momentlari:

$$J_{\max} = \frac{J_x + J_y}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(J_y - J_x)^2 + 4 \cdot J_{xy}^2}$$

$$J_{\max} + J_{\min} = J_x + J_y.$$

Inersiya radiusi:

$$i_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}}; i_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}}$$

$$J_x = F \cdot i_x^2, J_y = F \cdot i_y^2.$$

O'q bo'ylab qarshilik momenti

$$W_x = \frac{J_x}{y_{\max}}$$

To'g'ri to'rtburchak uchun:

$$W_x = \frac{J_x}{h/2} = \frac{bh^2}{6}; W_y = \frac{J_y}{b/2} = \frac{b^2h}{6}$$

Doira uchun:

$$W_x = W_y = \frac{J_x}{R} = \frac{\pi \cdot R^3}{4};$$

Xalqa uchun:

$$W_x = W_y = \frac{J_x}{d_H/2} = \frac{\pi \cdot d_H^3}{32} (1 - \alpha^4)$$

$$\alpha = d_n / d_e.$$

Qutb inersiya momenti:

$$W_p = \frac{J_p}{\rho_{\max}}$$

Doira uchun:

$$W_p = \frac{\pi \cdot R^3}{2}$$

Kichik kuchlanishning to'liq diagrammasi

Kichik siklli yemirilish

Ko'ndalang egilish

Kritik kuchlanish bilan sterjen bikrligi orasidagi grafik bog'lanish

Materialning yemirilishi bo'lib burilish yoki zararlanish elastik qayishqoq deformatsiya natijasida sodir bo'ladi. Agar $N < 50000$ sikildan kichik bo'lsa shartli ravishdakilchik sikilli yemirilish deb qabul qilish mumkin.

Brusning shunay yuklanish holatiki, bunda brusning ko'ndalang kesimida hosil bo'ladigan 6 ta ichki zo'riqishlardan noldan farqli bo'lgan eguvchi moment, kesuvchi kuch va buylama kuchlar hosil bo'ladi.

$$M = \int_F \sigma y dF; Q = \int_F \tau_y dF; N = \int_F \sigma dF.$$

Normal kuchlanish:

$$\sigma = \frac{E \cdot y}{\rho}$$

Egilish uchun Guk qonuni:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{M}{E \cdot J_x}$$

Nav'e formulasi:

$$\sigma = \frac{M \cdot y}{J_x}$$

Maksimal kuchlanish:

$$\sigma_{\max} = \frac{M \cdot y_{\max}}{J_x}$$

bu yerda $\frac{J_x}{J_{\max}} = W_x$ - qarshilik momenti.

Egilish uchun kesimdagi qarshilik momenti:

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W_x}$$

Urinma kuchlanishlar uchun Juravskiy formulasi:

$$\tau = \frac{Q \cdot S_x(y)}{b(y) \cdot J_x}$$

To'g'ri to'rtburchakli kesim uchun:

$$\tau_{\max} = \frac{3}{2} \frac{Q}{F}$$

$$F = bh$$

Doiraviy kesim uchun:

$$\tau_{\max} = \frac{4}{3} \frac{Q}{F}$$

$$F = \pi R^2$$

Ixtiyoriy kesim uchun:

$$\tau_{\max} = k \frac{Q}{F}$$

Ko'ndalang egilishdagi bosh kuchlanishlar:

$$\sigma_{\max} = \frac{\sigma}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}$$

$$\sigma_{\min}$$

Normal kuchlanishlar bo'yicha mustahkamlik sharti

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} \leq [\sigma]$$

Urinma kuchlanishlar bo'yicha mustahkamlik sharti

$$\tau = \frac{Q_{\max} \cdot S_{\max}}{b \cdot J_x} \leq [\tau] \quad W_x \geq \frac{M_{\max}}{[\sigma]}$$

Har xil nazariyalar bo'yicha mustahkamlik shartlari:

$$\text{I. } \sigma_{ekvI} = \frac{1}{2} \sigma + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq [\sigma]$$

$$\text{II. } \sigma_{ekvII} = 0,35\sigma + 0,65[\sigma + \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}] \leq [\sigma]$$

(Puasson koeffitsienti $\mu = 0,3$);

$$\text{III. } \sigma_{ekvIII} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq [\sigma]$$

$$\text{IV. } \sigma_{ekvIV} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma]$$

Mor nazariyasi:

$$M_{ekvM} = \frac{1-m}{2} \sigma + \frac{1+m}{2} \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq [\sigma] \quad m = \frac{[\sigma_P] - [\sigma_C]}{[\sigma_P] + [\sigma_C]}$$

Egilish uchun Guk qonuni:

$$\frac{1}{\rho(x)} = \frac{M(x)}{E \cdot J_x}$$

Egilgan brus o'qining differensial tenglamasi

$$\frac{1}{\rho} = \pm \frac{\frac{d^2 y}{dx^2}}{\sqrt{[1 + (\frac{dy}{dx})^2]^3}} = \frac{M(x)}{EJ}$$

Egilgan balka o'qining taqribiy differensial tenglamasi:

$$\pm EJ \frac{d^2 y}{dx^2} = M(x)$$

Buralish burchagi tenglamasi

$$\theta = \frac{dy}{dx} = \frac{1}{EJ} \int M(x) dx + C$$

Egilish tenglamasi

$$y = \frac{1}{EJ} \iint M(x) dx dx + Cx + D$$

Egilishdagi differensial bog'lanishlar:

$$\begin{aligned} \frac{dM(x)}{dx} &= Q(x) & \frac{dQ(x)}{dx} &= q(x) \\ EJ \frac{d^2 y}{dx^2} &= M(x) & \frac{dy}{dx} &= \theta \end{aligned}$$

Ko'ndalang kesim bosh o'qi

Kesimdagi markazdan qochma inersiya momenti o'q bo'ylab nolga teng olinadi.

Ko'psiklli yemirilish

Materialning yemirilishi bo'lib, yemirilish natijasida zararlanish yoki buzilish elastik deformatsiya natijasida sodir bo'ladi. Agar $N > 50000$ sikldan katta bo'lsa shartli ravishda ko'psiklli yemirilish deb qabul qilish mumkin.

Konsentrasiyaning foydalilik koeffitsienti

kuchlanishlar konsentratsiyasining ta'siri materialning chidamlilik chegarasidagi sezuvchanligiga bog'liq.

Kuch tekisligi

Kuch ta'sirining harakati tekisligi.

Kuchlanganlik holati diagrammasi

Mor doirasi (kuchlanishlar doirasi).

Kuchlanganlik holatining xavfliligi

Shunday kuchlanganlik holatiki, mustahkamlik zahirasi koeffitsienti tenzor kuchlanishi komponentalarining barcha yunalishlari bo'yicha bir xil.

Kuchlanganlik nazariyasi Invariantlari

$$J_1 = \sigma_x + \sigma_y + \sigma_z;$$

$$J_2 = \sigma_x \sigma_y + \sigma_y \sigma_z + \sigma_x \sigma_z - \tau_{xy}^2 - \tau_{zx}^2 - \tau_{yz}^2;$$

$$J_3 = \sigma_x \sigma_y \sigma_z - \sigma_x \tau_{yz}^2 - \sigma_y \tau_{zx}^2 - \sigma_z \tau_{xy}^2 + 2\tau_{xy} \tau_{zx} \tau_{yz}.$$

Tekis kuchlanganlik va deformatsiyalanganlik holati uchun bog'lanishlar:

$$\sigma_\alpha = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} + \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \cos 2\alpha$$

$$\varepsilon_\alpha = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{2} + \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{2} \cos 2\alpha$$

$$\tau_\alpha = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \sin 2\alpha \quad \frac{\gamma_\alpha}{2} = \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{2} \sin 2\alpha$$

Kuchlanish

Birlik kesimda hosil bo'ladigan ichki kuchlarning jadalligi.

Kuchlanish konsentratsiyasi

Material yaxlitligining buzilishi yoki kuchlanishlar oshishi formasining o'zgarishi.

Kuchlanish sikli amplitudasi

Kuchlanishlarning sikldagi maksimal va minimal qiymatlari farqi.

Kuchlanishlar sikli amplitudasi

Kuchlanish siklini tashkil qiluvchi o'zgaruvchining eng katta musbat son qiymati maksimal va minimal kuchlanish sikllari yig'indisining yarmiga teng.

Kuchlar ta'sirining bog'liqlik prinsipi

Qattiq jismga bir qancha kuchlar ta'sir qilishi natijasida ushbu kuchlarning bir qismi ta'siri boshqa kuchlar ta'siriga bog'liq bo'lmaydi.

Kuchlar usuli

Keng tarqalgan usul bo'lib statik aniqlikni ochib kuchlar usulining kanonik tenglamalari.

$$\delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \dots + \delta_{1n}X_n + \Delta_{1p} = 0$$

$$\delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 + \dots + \delta_{2n}X_n + \Delta_{2p} = 0$$

$$\delta_{n1}X_1 + \delta_{n2}X_2 + \dots + \delta_{nn}X_n + \Delta_{np} = 0$$

$$\Delta_{1p} = \sum_0^L \frac{\bar{M}_1 M_p ds}{EJ} \quad \Delta_{2p} = \sum_0^L \frac{\bar{M}_2 M_p ds}{EJ} \quad \dots;$$

$$\Delta_{np} = \sum_0^L \frac{\bar{M}_n M_p ds}{EJ}$$

$$\delta_{11} = \sum_0^L \frac{\bar{M}_1 \bar{M}_1 ds}{EJ} \quad \delta_{22} = \sum_0^L \frac{\bar{M}_2 \bar{M}_2 ds}{EJ} \quad \delta_{nn} = \sum_0^L \frac{\bar{M}_n \bar{M}_n ds}{EJ} \quad \dots;$$

$$\delta_{12} = \sum_0^L \frac{\bar{M}_1 \bar{M}_2 ds}{EJ} \quad \delta_{13} = \sum_0^L \frac{\bar{M}_1 \bar{M}_3 ds}{EJ} \quad \delta_{ik} = \sum_0^L \frac{\bar{M}_i \bar{M}_k ds}{EJ} \quad \dots;$$

Koeffitsientlar Vereshagin qoidasidan topiladi.

$$\Delta_{1p} = \frac{\Omega_p \cdot y_{Cp}}{EJ} \quad \delta_{11} = \frac{\Omega_1 \cdot y_{C1}}{EJ}$$

va h. k.

L**Limitik amplituda diagrammasi**

Material chidamlilik chegarasining sikl asimmetriklik darajasidan bog'liqligining grafik ko'rinish.

M**Majburiy tebranish**

Tashqi kuchlarning o'zgarishi natijasida hosil bo'ladigan elastik sistemaning vaqt buyicha harakati.

Maksvell teoremasi

Agar $P_1=1$ va $P_2=1$, u holda $P_1\delta_{12} = P_2\delta_{21}$, ya'ni $\delta_{12} = \delta_{21}$, Umumiy holda $\delta_{mn} = \delta_{nm}$.

Umumlashgan ko'chishlar (Mor formulasi yoki integrali):

$$\Delta_{mn} = \sum \left[\int_0^L \frac{\bar{M}_i^x M_p^x dx}{EJ_x} + \int_0^L \frac{\bar{M}_i^y M_p^y dx}{EJ_y} + \int_0^L \frac{\bar{M}_i^{kp} M_p^{kp} dx}{GJ_k} + \right. \\ \left. + k_x \int_0^L \frac{\bar{Q}_i^x Q_p^x dx}{GF} + k_y \int_0^L \frac{\bar{Q}_i^y Q_p^y dx}{GF} + \int_0^L \frac{\bar{N}_i N_p dx}{EF} \right]$$

Tekis sestema uchun:

$$\Delta_{mn} = \sum \left[\int_0^L \frac{\bar{M}_i M_p ds}{EJ} + \int_0^L \frac{\bar{N}_i N_p ds}{EF} + k \int_0^L \frac{\bar{Q}_i Q_p ds}{GF} \right]$$

$$\Delta_{mn} = \sum \int_0^L \frac{\bar{M}_i M_p ds}{EJ}$$

Mor integralini Vereshagin qoidasi yordamida hisoblash:

$$\int_L \bar{M}_i M_p dz = \Omega \cdot y_C \quad \Delta_{ip} = \sum \frac{\Omega \cdot y_C}{EJ}$$

Trapetsiya ko'rinishidagi epyuralarni ko'paytirish:

$$\Omega \cdot y_C = \frac{L}{6} (2ac + 2bd + ad + bc)$$

Tekis taqsimlangan kuch ta'sirida bo'lgan sharnirli mahkamlangan balkada

epyura kvadrat parabola shaklida quriladi va ushbu yuza

$$\Omega = \frac{2hL}{3} \quad h = \frac{qL^2}{8}$$

$$\Omega = \frac{2}{3} \frac{qL^2}{8} L = \frac{qL^3}{12}$$

$$x_C = L/2.$$

Tekis taqsimlangan yuk ta'sirida "yopiq" mahkamlangan hol uchun kvadratik parabola yuzasi quyidagicha

$$\Omega = \frac{hL}{3} \quad h = \frac{qL^2}{2}$$

$$\Omega = \frac{1}{3} \frac{qL^2}{2} L = \frac{qL^3}{6}$$

$$x_C = 3L/4.$$

Markaziy bo'lmagan chozilish yoki siqilish

Brus o'qi bo'ylab hosil bo'ladigan parallel yunalgan kuch (brus uchlariga qo'yilgan kuchga teng emas).

Ixtiyoriy nuqtadagi normal kuchlanish:

$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M_y}{J_y} x + \frac{M_x}{J_x} y$$

Agar $N > 0$ bo'lsa kuch cho'zuvchi, Momentlar $M_x, M_y > 0$ cho'zuvchi bo'lsa cho'zilish I chorakda bo'ladi.

Ichki kuchlar: $N = P$; $M_y = P \cdot x_p$; $M_x = P \cdot y_p$.

Kuchlanish:

$$\sigma = \frac{P}{F} \left(1 + \frac{x_p F}{J_y} x + \frac{y_p F}{J_x} y \right)$$

yoki

$$\sigma = \frac{P}{F} \left(1 + \frac{x_p}{i_y^2} x + \frac{y_p}{i_x^2} y \right)$$

bunda

$$i_{x,y} = \sqrt{\frac{J_{x,y}}{F}}$$

Neytral chiziq tenglamasi

$$1 + \frac{x_p}{i_y^2} x + \frac{y_p}{i_x^2} y = 0$$

Kesimda o'q bo'ylab hosil bo'ladigan neytral chiziq koordinatasi

$$x_H = -\frac{i_y^2}{x_p}; \quad y_H = -\frac{i_x^2}{y_p}$$

Yadro konturi koordinatasi

$$x_P = -\frac{i_y^2}{x_H}; \quad y_P = -\frac{i_x^2}{y_H}$$

Markaziy o'q

Kesimning og'irlik markazi orqali o'tuvchi o'q. Har qanday markaziy o'qga nisbatan kesimning statik momenti nolga teng.

Massiv

Jism bo'lib, uchala o'lchamlari bir biridan juda kam farq qiladi.

Material charchashi egri chizig'i

Konstruksiyalarning uzoq muddatli mustahkamligi (yuklanish sikllari soni) va ta'sir etuvchi kuchlanishlar orasidagi o'zaro matematik bog'lanish.

Materialning charchashi

O'zgaruvchi kuchlanishlar ta'sirida buzilishning progressiv paydo bo'lishi.

Membraviy o'xshashlik

Agar teshikli yupqa plastinka buraluvchi sterjenning shakli bilan mos

keluvchi teshikli yupqa plastinkani yupqa plyonka (membrana) bilan qoplash mumkin bo'lsa, u holda tekis taqsimlangan yuklanish ta'sirida teshikdagi plyonka buralishdagi kuch chiziqlariga uxshash gorizontol sirt shaklida osilib qoladi.

Bosh va qiya yuzalardagi kuchlanishlarni grafik usulda aniqlash.

Kuchlanish tenzori komponentalari S_1, S_2, S_3 larni bir-biriga ko'paytirish natijasida kuchlanishlar holati limitik holatga teng bo'lsin.

Na'muna qismining qiyshiq deformatsiyalanishida material o'zida kuchga qarshilik ko'rsata boshlaydi, lekin na'muna uzunligi ortishi bilan kuch mirdori elastik qismiga nisbatan sekinlik bilan ortib boradi.

Materialning buzilmasdan yuklanishlarni ko'tara olish qobiliyati.

Eyler formulasi – sterjenning ikkita bosh tekistliklardan biri bo'yicha egishdagi bo'ylama kuchning kritik qiymatini aniqlash imkonini beruvchi ifoda.

Chetlari sharnirli mahkamlangan sterjen uchun

$$P_b = \frac{\pi^2 EJ_{\min}}{L^2}$$

Har xil mahkamlanishlar uchun

$$P_b = \frac{\pi^2 EJ_{\min}}{\mu L^2}$$

μ – keltirilgan uzunlik koeffitsienti.

uchlari sharnirli mahkamlangan sterjen uchun $\mu = 1$;

uchlari qistirib mahkamlangan sterjen uchun $\mu = 0,5$;

bir uchi erkin ikkinchi uchi qistirib mahkamlangan sterjen uchun $\mu = 2$;

Bir uchi qistirib mahkamlangan ikkinchi uchi sharnirli mahkamlangan sterjen uchun $\mu = 0,7$.

$$\text{Kritik siquvchi kuchlanish: } \sigma_b = \frac{P_b}{F} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$$

Bu yerda λ sterjen bikrligi

$$\lambda = \frac{\mu L}{i_{\min}}$$

Eng kichik bosh enersiya momenti

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{J_{\min}}{F}}$$

Egiluvchan sterjen uchun Eyler formulasining tadbiqi:

$$\lambda \geq \lambda_{kp} = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_{ny}}}$$

$\lambda_0 < \lambda < \lambda_b$ uchun Yasinskiy vormalasi qo'llaniladi:

$\sigma_b = \sigma_{oq}$ $\sigma_{kp} = a - b\lambda$, bu yerda a, b – tajriba natijasida Ct3 uchun olingan hisoblar.

Po'lat uchun olingan tajriba natijasi uchun $40 < \lambda < 100$.

Bikrlilik sharti:

$$\sigma = \frac{P}{F_{brutto}} \leq \sigma_y;$$

$$[\sigma_y] = \frac{\sigma_{kp}}{n_y}; [\sigma_y] = \varphi[\sigma].$$

$$F_{brutto} = \frac{P}{\varphi \sigma_y}$$

hisobga olmagan hol

Mor doirasi

**Murakkab kuchlanganlik holati
uchun mustahkamlik zahirasi
koeffitsienti**

Mustahkamlanish chegarasi

Mustahkamlik

Mustahkamlik (bo'ylama egilish)

Mustahkamlik nazariyasi

1-mustahkamlik nazariyasi (eng katta normal kuchlanishlar nazariyasi):

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 \leq [\sigma]$$

2- mustahkamlik nazariyasi (eng katta nisbiy deformatsiyalar nazariyasi):

$$\varepsilon_{\max} = \varepsilon_1 \leq [\varepsilon]$$

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{E}[\sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3)]$$

Mustahkamlik sharti

$$\sigma_{ekvII} = \sigma_1 - \mu(\sigma_2 + \sigma_3) \leq [\sigma]$$

3- mustahkamlik nazariyasi (eng katta urinma kuchlanishlar nazariyasi):

$$\tau_{\max} \leq [\tau]$$

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$$

Mustahkamlik sharti:

$$\sigma_{ekvIII} = \sigma_1 - \sigma_3 \leq [\sigma]$$

$$\sigma_{ekvIII} = \sqrt{(\sigma_z - \sigma_y)^2 + 4\tau_{zy}^2} \leq [\sigma]$$

$$\sigma_{ekvIII} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq [\sigma]$$

Agar $\sigma_y = 0$.

4- mustahkamlik nazariyasi (Energetik nazariya):

$$u_f \leq [u_f]$$

$$\sigma_{\text{эквIV}} = \sqrt{0,5 \cdot [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2]} \leq [\sigma]$$

Tekis kuchlanganlik holati uchun:

$$\sigma_{\text{эквIV}} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_z + \sigma_y}{2}\right)^2 + 3\left(\frac{\sigma_z - \sigma_y}{2}\right)^2 + 3\tau_{zy}^2} \leq [\sigma]$$

Agar $\sigma_y = 0$

$$\sigma_{ekvIV} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma]$$

Mor mustahkamlik nazariyasi

$$\sigma_{ekvM} = \sigma_1 - \frac{[\sigma_{ch}]}{[\sigma_s]} \sigma_3$$

Puxsat etilgan kuchlanish cho'zilishda $[\sigma_{ch}]$ va siqilishda $[\sigma_s]$ bir xil emas (chugun).

Mustahkamlik zahirasi koeffitsienti

Mustahkamlik zahirasi koeffitsienti shuni ko'rsatadiki qurilma elementlarida oquvchanlik chegarasi yoki vaqtinchalik qarshilikni e'tiborga olgan holda kuchlanishlarni bir necha barobar kamaytirish kerakki natijada qurilma yoki konstruksiyada buzilishlar bo'lmasin

Muvozanatning noustuvorligi

Kichiq qo'zg'alishlar natijasida sistema o'zining muvozanat holatidan uzoqlashadi.

Muvozanatning ustuvorligi

Kichiq qo'zg'alishlar natijasida sistema o'zining muvozanat holatiga qaytadi.

N

Neytral qatlam

Egilgan balkada siqiluvchi va cho'ziluvchi tolalar orasidagi chegara bo'lib, egilishda bu tolalar uzunligi o'zgarmas bo'ladi.

Nisbiy ko'ndalang deformatsiya

Ko'ndalang deformatsiya

$$\varepsilon^I = \frac{\Delta a}{a}$$

Nisbiy uzayish

$$\Delta L = \int_0^L \frac{N(z)}{E \cdot F(z)} dz = \frac{NL}{EF}$$

Nolli sikl

Normal kuchlanish

O

O'rtacha kuchlanish sikli

O'yg'otuvchi kuch

Oquvchanlik chegarasi

P

Plastik deformatsiya (qoldiq)

Plastiklik

Potensial energiya

Proporsionallik chegarasi

Puasson koeffitsienti

Q

Qiyshiq bruslar egilishida katta og'ishlarni hisobga olish

Minimal kuchlanishi nolga teng bo'lgan yuklanish sikli.

Vektor kuchlanishlarning to'liq tashkil etuvchilari qaralayotgan kesim normalini bo'yicha yo'nalgan.

Kuchlanish sikli maksimal va minimal qiyatlari o'rta arifmetigi

Elastik asosga ta'sir qiluvchi uyg'otuvchi kuch bo'lib, sistemaning majburiy tebranishlariga sabab bo'ladi.

Quyilgan yukning sezilmasdan ortib borishi bilan deformatsiyaning ulushidagi kuchlanish.

Jismdan tashqi kuch ta'siri olingach jismda qoladigan qoldiq deformatsiya.

Plastik (qoldiq) deformatsiyaga qadar material yemirilishini o'zida saqlash sususiyati.

$$U = A = \frac{P^2 L}{2 \cdot E \cdot F}$$

Maksima kuchlanish bo'lib, deformatsiya kuchlanishga to'g'ri propotsional.

Nisbiy ko'ndalang uzayishning nisbiy buylama uzayishga nisbati $\nu = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon}$ bo'lib berilgan material uchun doimiy bo'ladi.

$$\sigma = \frac{M \cdot y}{eF(r_H - y)}$$

Neytral qatlam radiusi

$$r_H = \frac{F}{\int_F \frac{dF}{\rho}}$$

Ichki va tashqi rariuslari R_1 va R_2 balandligi h , bo'lgan to'g'ri

Burchakli kesim uchun

$$r_H = \frac{h}{\ln \frac{R_2}{R_1}}$$

$$\text{Agar } \frac{h}{R} < \frac{1}{2} \quad e = \frac{J_x}{RF}$$

N hisobga olinsa

$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M \cdot y}{eF(r_H - y)}$$

Mustahkamlik nazariyasi

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{F} + \frac{M \cdot y}{eF(r_H - y)} \leq [\sigma]$$

$y = -h_2$ yoki $y = h_1$.

Qiyshiq egilish

Egilish turi bo'lib, balka ko'ndalang kesimida hosil bo'ladigan eguvchi moment birorta ham inersiya markaziy bosh o'qiga ega emas. Koordinatalari "x, y" bo'lgan nuqtadagi kuchlanishlar

$$\sigma = \frac{M_x y}{J_x} + \frac{M_y x}{J_y}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{M_y}{M_x}$$

$$M_x = M \cos \alpha; \quad M_y = M \sin \alpha,$$

$$\sigma = M \left(\frac{y \cdot \cos \alpha}{J_x} + \frac{x \cdot \sin \alpha}{J_y} \right)$$

Neytral chiziq tenglamasi:

$$\frac{M_x y_0}{J_x} + \frac{M_y x_0}{J_y} = 0$$

Yoki

$$\frac{y_0 \cos \alpha}{J_x} + \frac{x_0 \sin \alpha}{J_y} = 0$$

Bosh o'q "x" ga nisbatan neytral chiziq burilishi burchagi

$$\tan \beta = \frac{y_0}{x_0} = -\frac{M_y J_x}{M_x J_y} \quad \tan \beta = -\frac{J_x}{J_y} \tan \alpha$$

Maksimal kuchlanish

$$\sigma_{\max} = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq [\sigma]$$

Qarshilik momenti

$$W_x = \frac{J_x}{y_{\max}} \quad W_y = \frac{J_y}{x_{\max}}$$

O'qlar buyicha eguvchi momentlar

$$EJ_x \frac{d^2 w}{dz^2} = M_x; \quad EJ_y \frac{d^2 v}{dz^2} = M_y$$

$$f = \sqrt{v^2 + w^2} \quad "f" - \text{egilish.}$$

Qobiq

Qovushoqlik

Bir ulchami qolgan ikki ulchamiga nisbatan kichik bo'lgan jism.

Yuklangan qismlarda vaqt o'tishi natijasida kuchlanish va deformatsiyalarning o'zgarishi. Qovushoqlikning ikki turi mavjud: harakatdan so'ng va relaksatsiya.

R

Relaksatsiya

Rezonans

Doimiy deformatsiya natijasida materialdagi kuchlanishlarning kamayishi.

Xususiy tebranishlar chastotasi va uyg'otuvchi kuch chastotasi bir-biriga teng bo'lib qolib, amplitudaning ortib borish hodisasi

Ruxsat etilgan asosiy kuchlanishni pasaytirish koeffitsienti

Oddiy sterjenda qaraganda ko'ndalang siqilgan sterjenda ustivorlikning yo'qolishi natijasida kuchlanishning qanchaga farq qilishini ifodalovchi koeffitsient.

Ruxsat etilgan kuchlanish

$$[\sigma] = \frac{\sigma_o}{n}$$

S

Sev-Venan prinsipi

Agar jismning biror kichik qismining sirtiga quyilgan kuchlar sistemasini ikvivalent kuchlar sistemasini bilan almashtirsak bu qismdan uzoqroqda joylashgan bo'laklarida bu almashtirishning ta'siri sezilmaydi.

Sikl

Kuchlanishlarning bir martalik o'zgarishi, ya'ni to'liq davr ichida kuchlanishlarning ketma-ket qiymatlari to'plami.

Siklning simmetriklik koeffitsiyenti

Minimal kuchlanish davrining maksimal kuchlanishlarga bog'liqligi.

Siklning minimal kuchlanishi

Sikl kuchlanishi algebraik kichikligi ifodasi.

Siljish moduli, ikkinchi tur elastiklik moduli

Sof siljishdagi materialning elastiklik xususiyatini xarakterlovchi kattalik. Kichik deformatsiyalarda ya'ni, Guk qonuni o'rinli bo'lganda urinma kuchlanish bilan siljish deformatsiyasi orasidagi chiziqli bog'lanish bo'lib, elastiklik moduli ushbu kattaliklarni xarakterlovchi proporsionallikni ifodalaydi.

Simmetrik sikl

Kuchlanish sikli bo'lib, bunda kuchlanishlarning maksimal ($\sigma_{\max}$ yoki $\tau_{\max}$)

	va minimal (σ_{min} yoki τ_{min}) qiymatlari modul jihatidan teng va qarama-qarshi ishorali bo'ladi
Sof egilish	Brusning shunday yuklanishiki, brusning ko'ndalang kesimida hosil bo'ladigan oltita ichki kuchlardan faqat bitta eguvchi moment noldan farqli bo'ladi.
Sof siljish	Brusning shunday yuklanish turiki bunda, brus ko'ndalang kesimlarida hosil bo'ladigan 6 ta bosh vektor va bosh momentlaridan tuzilgan ichki kuchlardan faqat ko'ndalang (qirquvchi) kuch noldan farqli bo'ladi.
	$\tau = \frac{Q}{F}$
	Siljish burchagi
	$\gamma \approx \frac{\delta}{a}$
	Siljish uchun Guk qonuni: $\gamma = \tau/G$; $\tau = G\gamma$;
	Siljish moduli (ikkinchi tur elastiklik moduli):
	$G = \frac{E}{2(1 + \mu)}$
	Siljishdagi potensial energiya:
	$U = \frac{\delta \cdot Q}{2} = \frac{Q^2 a}{2GF}$
	Solishtirma potensial energiya:
	$u = \frac{U}{V} = \frac{Q^2 a}{2GFaF}$
	$u = \frac{\tau^2}{2G}$
	vajm $V = aF$
Statik aniq sistemalar	Tayanch reaksiyalari va ichki zo'riqishlari faqat muvozanat tenglamalaridan topish imkoni bo'ladigan masala.
Statik aniqmas sterjenli sistemalar	Tayanch reaksiyalari va ichki zo'riqishlari faqat muvozanat tenglamalaridan topish imkoni bo'lmagan sterjenli sistemalar.
Statik aniqmaslik	Konstruksiya yisob sxemasida noma'lum bog'lanish reaksiyalar soni muvozanat tenglamalaridan ortiqcha bo'lish xossasi.
Statik aniqmaslik darajasi	No'malum zo'riqishlar va o'zaro bog'liqmas muvozanat tenglamalari sonlarining farqi.
Statik qovushoqlik	Na'munani deformatsiyalash paytida materialning energiya yutish qobiliyati.
Sterjenning xususiy og'irligini hisobga olish	$N(z) = P + \gamma FL \quad \sigma_{max} = \frac{P}{F} + \gamma \cdot L \quad \Delta L = \frac{P \cdot L}{E \cdot F} + \frac{\gamma \cdot L^2}{2 \cdot E}$
T	
Tajriba bazasi	Charchashga sinash natijasida oldindan beriladigan katta sikllar soni.
Tebranishlar chastotasi	Birlik vaqt ichidagi tebranishlar soni.
Tebranishlar davri	Vaqt oralig'ida elastik sistemaning muvozanat holatidan maksimal og'ishi .
Tekis egilish	Egilish turi bo'lib, deformatsiyadan so'ng balka o'qi tekis chiziqligicha qoladi.
Tekis kesimlar gipotezasi (Bernulli gipotezasi)	Deformatsiyagacha sterjenning ko'ndalang kesimida o'q buylab hosil bo'ladigan tekis va normallar deformatsiyadan keyin ham tekis va normalligicha qoladi.
Termik charchash	Buzilish turi bo'lib, ishorasi o'zgaruvchi plastik deformatsiyani chaqiruvchi temperaturaning siklik o'zgarish jarayoni hisoblanadi.
To'g'ri egilish	Egilishlarning kuch tekisligi va ko'ndalang kesim bosh enersiya tekisliklaridan biri bilan ustma-ust tushadigan ko'rinishi.
Tutashlilik	Jism sirti bilan chegaralangan fazoni tulasincha (bushliqsiz) to'ldirishini anglatuvchi xossasi. Bu xossani e'tiborga olgan holda deformatsiya va kuchlanishlarni aniqlashda differensial va integral hisobning matematik

apparatini qullash imkonini beradi.

U

Uch moment teoremasi

$$M_{n-1}L_n + 2 \cdot M_n(L_n + L_{n+1}) + M_{n+1}L_{n+1} = -6 \cdot \left(\frac{\omega_n a_n}{L_n} + \frac{\omega_{n+1} b_{n+1}}{L_{n+1}} \right)$$

Urinma kuchlanish

Qaralayotgan kesim tekisligida yotuvchi vektor kuchlanishlarning to'liq tashkil etuvchilari.

Urinma kuchlanishlarning juftlik qonuni

Urinma kuchlanishlarning juftlik qonuni deb istalgan ikkita o'zaro perpendikulyar yuzachalardagi urinma kuchlanishlar miqdor jihatidan o'zaro teng bo'lib, ildemni qarama-qarshi tomonga aylantiradi.

V

Vaqtinchalik mustahkamlik chegarasi

Namuna kesimi yuzasida hosil bo'lgan dastlabki kuchlanish bo'lib, vaqt mobaynida berilgan temperatura ta'sirida qisqa vaqt ichida namunada buzilishning sodir bo'lishi.

Vaqtinchalik qarshilik (mustahkamlik chegarasi)

Cho'zilishda materialda hosil bo'ladigan maksimal kuchlanish (kuch qo'yilishi jarayonida ko'ndalang kesim yuzasi o'zgarishi hisobga olinmagan hol).

X

Xususiy qovushoqlik

Doimiy kuchlanish ta'sirida deformatsiyaning ortishi yoki xususiy qovushoqlik

Xususiy tebranish

Tashqi uyg'otuvchi kuchlardan holi bo'lib faqat ichki kuchlar ta'siridagi tebranma harakat.

Y

Yuklanish

Konstruksiya qismlariga quyilgan tashqi kuch.

Z

Zarbali yuklanish

Zarbali yuklanish deb istalgan tez o'zgaruvchi yuklanish tushuniladi.