

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA
MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

S.M.Xasanov

MEXANIKA. MATERIALLAR QARSHILIGI

DARSLIK

TOSHKENT –2020

UDK 531.534(075.8)

Xasanov S.M. Mexanika. Materiallar qarshiligi. Darslik. – T.: «.....», 2020. 352 b.

Darslik O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan tasdiqlangan namunaviy dasturlar asosida yozilgan bo'lib, 5320300- Texnologik mashinalar va jihozlar, 5320200 – Mashinasozlik texnologiyasi, mashinasozlik ishlab chiqarishini jihozlash va avtomatlashtirish, 5313600- Metallarga bosim bilan ishlov berish mashinalari ta'lim yo'nalishlari talabalari uchun mo'ljallangan.

Taqrizchilar:

- K.A.Karimov – ToshDTU «Nazariy mexanika va mashina va mexanizmlar nazariyasi» kafedrası mudiri, texnika fanlari doktori, professor;
- M.M.Mirsaidov – TIQXMMI «Nazariy va qurilish mexanikasi» kafedrası mudiri, texnika fanlari doktori, professor, O'zRFA akademigi.

© Toshkent, 2020.

Annotatsiya

Darslikda materiallar qarshiligining asosiy bo‘limlari cho‘zilish-siqilish, tekis kesim yuzalarinning geometrik xarakteristikalari, siljish, zarbali va o‘zgaruvchan yuklanishlar qulay va yetarli darajada bayon qilingan. Shuningdek tashqi kuch ta‘sirida hosil bo‘ladigan deformatsiya turlari va ularni aniqlash usullari ham bayon etilgan, har bir bob uchun masalalar yechimi berilgan.

Darslik O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi tomonidan tasdiqlangan na‘munaviy dasturlar asosida yozilgan bo‘lib, 5320300- Texnologik mashinalar va jihozlar, 5320200 – Mashinasozlik texnologiyasi, mashinasozlik ishlab chiqarishini jihozlash va avtomatlashtirish, 5313600- Metallarga bosim bilan ishlov berish mashinalari ta‘lim yo‘nalishlari bo‘yicha ta‘lim oladigan oliy texnika o‘quv yurti talabalari uchun mo‘ljallangan.

Аннотация

В учебнике доступно и на необходимом уровне изложены такие разделы науки «Соппротивление материалов» как растяжение-сжатие, геометрические характеристики плоских сечений, сдвиг, ударные и переменные нагрузки. Изложены виды деформаций, возникающие при воздействии внешних сил и методы их определения, также приведены примеры решения задач для каждой главы.

Учебник написан на основе типовой программы, утверждённой Министерством Высшего и средне специального образования Республики Узбекистан и рассчитан для студентов высших технических учебных заведений, обучающихся по направлениям образования: 5320300 - Технологические машины и оборудования, 5320200 - Технология машиностроения, Оборудование и автоматизация машиностроительного производства, 5313600 – Машины для обработки металлов давлением.

Annotation

In this textbook, basic sections of strength of materials such as stretching and compression, geometrical characteristics of plane section surfaces, moving and variable loadings are stated adequately and comfortably. Furthermore, types of deformations, which are evolved by the external forces, and definition types of them are also stated. There are solution of problems for every chapter in this textbook.

The textbook is for students who study at higher technical schools on the basics of standard programs, which are confirmed by Higher and Secondary-special Education Ministry of The Republic of Uzbekistan. It is for specialties of 5320300 – technological machines and equipment, 5320200 – Technology of mechanical engineering, equipment and automation of machine construction, 5313600 – machines of treating metals by pressure.

Materiallar qarshiligi fanidan qoʻllaniladigan asosiy belgilashlar va ularning oʻlchov birliklari:

A – koʻndalang kesim yuzasi, m^2

F – kuch, kN ;

E – choʻzilish va siqilishdagi elastiklik moduli, MPa ;

G – siljishdagi elastiklik moduli, MPa ;

I – kesimning inersiya momenti, m^4 ;

I_x, I_y – oʻqlarga nisbatan inersiya momenti, m^4 ;

I_{xy} – markazdan qochma inersiya momenti, m^4 ;

I_ρ – polyar inersiya momenti, m^4 ;

M – eguvchi moment, $kN \cdot m$;

N – boʻylama kuch, kN ;

Q – koʻndalang kuch, kN ;

S – kesimning statik momenti, m^3 ;

i – kesimning inersiya radiusi, m ;

m – toʻplangan moment, juft kuch, $kN \cdot m$;

q – taralgan kuch intensivligi, kN/m ;

α – materialning temperatura taʼsirida chiziqli kengayish koeffitsiyenti, $1/grad$;

γ – solishtirma ogʻirlik, kN/m^3 ;

Δ, δ – chiziqli koʻchish, mm ;

ε – nisbiy deformatsiya;

θ – ko‘ndalang kesimning aylanish burchagi, rad;

λ – sterjenning egiluvchanligi;

μ – Puasson koeffitsiyenti;

σ – normal kuchlanish;

τ – urinma kuchlanish, MPa.

Karrali yoki ulushli birliklar

Qo‘shimcha	Giga	Mega	Kilo	Gekto	Deka	Detsi	Santi	Milli	Mikro	Nano
Belgilash	G	M	k	g	Da	d	s	m	mk	n
Ko‘paytuvchi	10^9	10^6	10^3	10^2	10	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-9}

Mexanik qiymatlarning xalqaro o‘lchov birliklar sistemasidagi (SI) o‘lchov birliklari

Qiymatlar		O‘lchov birliklar (SI)		
Nomi	Belgilash	Nomi	Belgilash	Birliklar nisbati
Kuch	F, Q, N	Nyuton	N	$1N=1kg \cdot kuch$
Kuchlanish	σ, τ	Paskal	Pa	$1Pa=1N/m^2$
Elastiklik moduli	E, G	Paskal	Pa	$1MPa=10kg \cdot kuch/sm^2$
Kuch momenti	M	Nyuton-metr	$N \cdot m$	$1N \cdot m=0,1kg \cdot kuch \cdot M$
Taralgan kuch	q	Nyuton taqsim metr	N/m	$1N/m=0,1kg \cdot kuch \cdot M$

SO‘ZBOSHI

Hozirgi paytda Respublikamizda oliy ma‘lumotli mutaxasislarni tayyorlash sifatini oshirishga katta e‘tibor berilmoqda. Shu bois hozirgi talab darajasiga javob beradigan o‘zbek tilidagi o‘quv adabiyotlarini yaratish muxim ahamyatga ega ekanini e‘tiborga olib Materiallar qarshiligi fanidan darslik tayyorlandi.

Darslik amaldagi texnika oliy o‘quv yurtlari talabalari uchun “Materiallar qarshiligi” fani bo‘yicha tuzilgan o‘quv dasturiga mos ravishda, muallifning ko‘p yillar davomida oliy o‘quv yurtlarida o‘qigan ma‘ruzalari, amaliy mashg‘ulotlarida to‘plangan tajribalari asosida yozilgan. Hamda yetakchi xorijiy oliy o‘quv yurtlari mualliflari darsliklari va o‘quv qo‘llanmalaridan foydalanilgan. Darslikning har bir bobi oxirida talaba nazariy qismni yaxshi o‘zlashtirishi uchun bir qator masalalar, nazorat savollari keltirilgan.

Darslikda mo‘ljallangan yo‘nalishlardan kelib chiqib boblarning ba‘zilarini kengroq, ba‘zilarini esa qisqartirilgan holda yoritishdi. Oxirgi paytda qo‘yilayotgan talablardan biri ya‘ni mustaqil ta‘limga ko‘proq vaqt ajratilayotgani ham e‘tiborga olindi.

Darslik texnika oliy o‘quv yurtlari talabalari uchun mo‘ljallab yozilgan bo‘lib, undan magistrlar va texnika sohasida faolyat yuritayotan muhandislar ham foydalanishi mumkin.

Darslik haqidagi barcha fikr va mulohazalarni muallif oldindan minnatdorchilik bildirgan holda mamnuniyat bilan qabul qiladi.

I BOB. UMUMIY TUSHUNCHALAR

1.1 Materiallar qarshiligi fanining mohiyati. Asosiy tushunchalar

Materiallar qarshiligi fani mashina yoki inshoot qismlarini mustahkamlikka, ustuvorlikka, bikrlikka hamda tashqi kuch ta'sirida hosil bo'ladigan deformatsiyalarni hisoblash usullarini o'rgatuvchi fandır.

Mustahkamlik – mashina va uning qismlarini ma'lum bir yuklanish ta'sirida uzoq muddat yemirilmasdan ishlashidir.

Bikrlik – mashina va uning qismlarini ma'lum bir yuklanishda katta deformatsiya hosil qilmasligidir.

Ustuvorlik – mashina va uning qismlarini tashqi kuch ta'sirida boshlang'ich muvozanat holatini saqlashidir.

Mashina va uning qismlari yoki konstruktsiya tashqi yuklanishning qiymatiga qarab mustahkamlik, bikrlik va ustuvorlik talablariga javob berishi uchun uning mo'tadil o'lchamlarini aniqlash kerak bo'ladi. Konstruktsiya va uning qismlari o'lchamlarini oshirish bilan uning tashqi yuklanishga qarshiligini oshirish mumkin, lekin bu uning xususiy og'irligini oshirishga va natijada harakatlanadigan mexanizmlarda inersiya kuchini ortishiga, bu esa mexanizmning muddatidan oldin yemirilishiga olib keladi.

Bundan tashqari o'lchamlarning ortishi konstruktsiya uchun kerak bo'ladigan materiallarning ortiqcha sarf bo'lishiga olib keladi. Natijada konstruktsiyaning tannarxi oshib ketadi.

Demak, mashina va mexanizmlarni shunday loyihalash lozimki, u ham ishlash jarayonida mustahkam, ishonchli va arzon hamda yengil bo'lishi kerak.

Bu masalalarni yechish materiallar qarshiligi fanining asosiy vazifasidir.

Materiallar qarshiligi fani yuqoridagi asosiy umummuhandislik fanlaridan bo'lib masalalarni yechishda asosan nazariy mexanika, matematika, fizika va materialshunoslik fanlariga asoslangan holda yechadi.

Materiallar qarshiligi fani xususan mexanika fani IX - XII asrlarda taraqqiy eta boshladi.

Dastlab Abu-Yusuf al-Xorazmiy (X-asr) "Ilmlarning kalitlari" asari orqali mexanika asoslari ilmini o'rgangan. Ismoil al-Jazariy (XII- XIII asr), Muhammad al-Xuroson (XII- XIII asr) lar ham mexanika faniga katta hissa qo'shgan sharq olimlaridir.

Materiallarning chidamlilik xossasiga oid masalani dastavval XVII asrning birinchi yarmida (1638 yilda) mashhur italyan olimi Galileo Galiley maydonga tashlagan edi. Jismga qo'yilgan kuch bilan deformatsiya orasidagi bog'lanishni eng avval 1660 yilda ingliz olimi Robert Guk tajriba yo'li bilan aniqladi. Materiallar qarshiligi fanining keyingi rivojlanishi XVIII asrdan boshlab D.Bernulli va L.Eyler o'tkazgan katta ilmiy tekshirishlar bilan bog'liqdir. XIX asrda rus olimlaridan D.Juravskiy, F.S.Yasinskiy va fransuzlar Nave va Sen-Venanlar o'tkazgan ilmiy tadqiqot ishlari materiallar qarshiligini mustaqil fan sifatida shakllanishiga olib keldi.

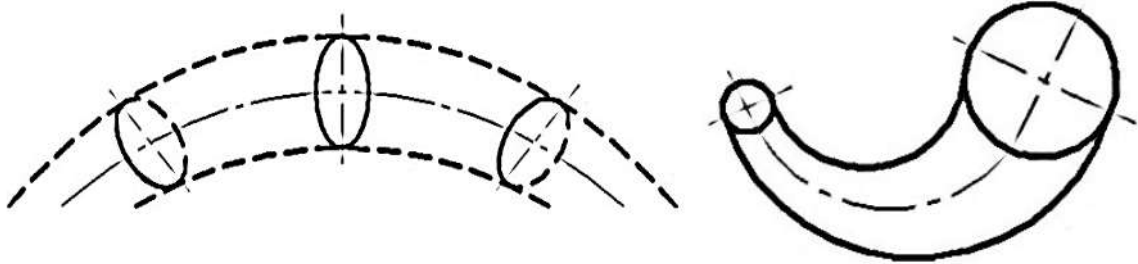
XX asrdan boshlab I.G.Bubnov, S.P.Timoshenko, N.M.Belyayev, M.M.Filolenko - Borodich, A.A.Ilyushin, X.A.Raxmatullin, M.T.O'rozboyev va boshqalar materiallar qarshiligi faniga katta hissa qo'shgan olimlardir.

1.2 Konstruksiya elementlari

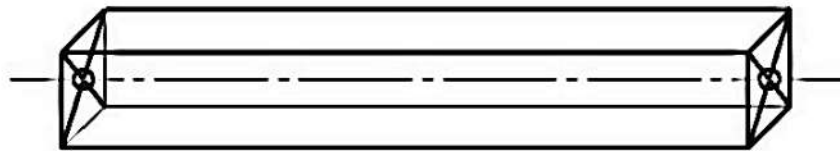
Materiallar qarshiligi fanida o'rganilayotgan konstruksiyalar asosan uch turga bo'linadi. Bular: brus, plastina va massivlar. Brus deb - uzunligi ko'ndalang kesimiga nisbatan bir necha katta bo'lgan jismga aytiladi (1.1 - rasm).

Bruslar egri chiziq (1.1-rasm *a*) yoki to'g'ri chiziq (1.1-rasm *b*) hamda o'zgaruvchi kesimli (1.1-rasm *d*) ko'rinishda bo'lishi mumkin.

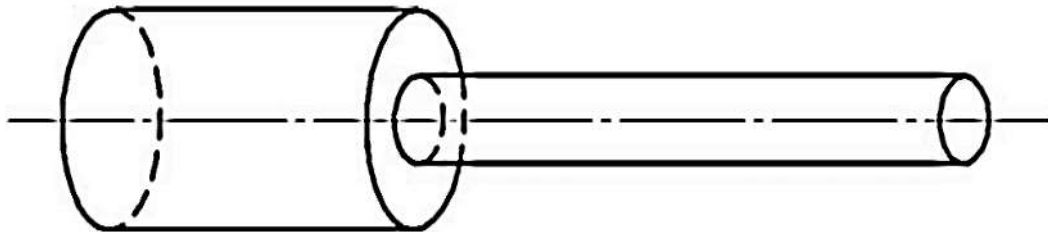
a)



b)



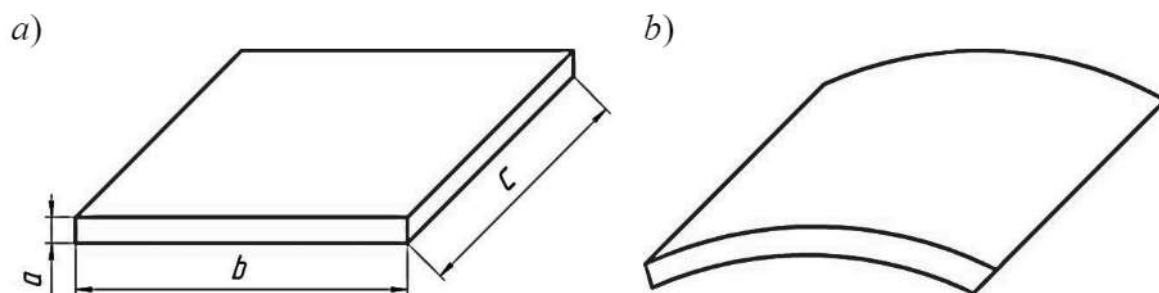
d)



1.1-rasm.

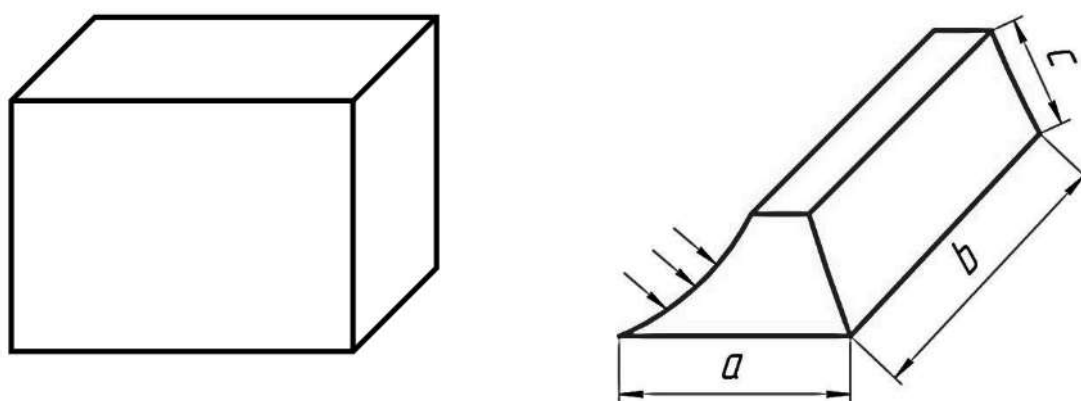
Plastina – qalinligi qolgan ikki o'lchamidan kichik bo'lgan jismga aytiladi (1.2-rasm *a*).

Egri sirtli plastinaga qobiq deyiladi (1.2 rasm *b*).



1.2-rasm.

Massiv – uchta o‘lchamlari bir-biridan katta farq qilmaydigan jism (1.3-rasm).



1.3-rasm

1.3 Tashqi kuchlar tavsifi

Materiallar qarshiligi fanida konstruksiyalarni hisoblashda hamma kuchlar asosan tashqi va ichki kuchlarga bo‘linadi. Tashqi kuchlar brusga (konstruksiya yoki uning elementlariga) tashqaridan ta’sir etayotgan bo‘lib, ular aktiv va reaktiv tashqi kuchlarga bo‘linadi.

Aktiv tashqi kuchlar yoki berilgan kuchlarga misol tariqasida brusga ta’sir etuvchi uning xususiy og‘irligi, samolyot yoki vertolyotga ta’sir etuvchi aerodinamik kuchlar, to‘g‘on devoriga suvning ta’siri, avtomobilning ko‘prikka ta’siri, yuk ko‘tarayotgan kranga yukning ta’siri va h.k. lar kiradi.

Bulardan tashqari tashqi kuchlar qatoriga harorat o‘zgarishidan hosil bo‘ladigan hamda ilgari lama va aylanma harakatlar natijasida hosil bo‘ladigan inersiya kuchlarini ham kiritish mumkin.

Reaktiv tashqi kuchlarga bog‘lanishlarda hosil bo‘ladigan tayanch reaksiya kuchlari kiradi.

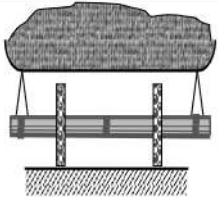

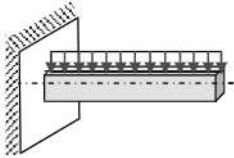
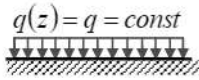
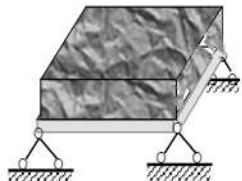
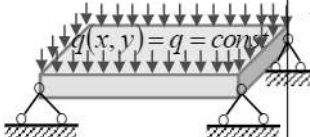

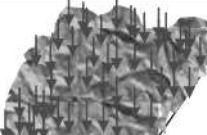
Aktiv va reaktiv kuchlar Dalamber prinsipiga asosan muvozanat holatdagi jismda doim muvozanatda bo‘ladi deb qabul qilingan.

Tashqi kuchlar o‘z navbatida qo‘yilishi bo‘yicha to‘plangan va taralgan kuchlarga bo‘linadi:

Yuklanish jismning nisbatan kichik yuzasi bo‘yicha ta’sir etayotgan bo‘lsa unda uni teng ta’sir etuvchi kuch to‘plangan kuch orqali ifodalanadi. To‘plangan kuchlar odatda N, kN va MN lar orqali o‘lchanadi (1-jadval a).

To‘g‘ri chiziq bo‘ylab taralgan kuchlar, o‘lchov birliklari N/m, kN/m (1-jadval b), yuza bo‘ylab, o‘lchov birliklari N/m², kN/m² (1-jadval d) hamda hajm bo‘ylab, o‘lchov birliklari N/m³, kN/m³ (1-jadval g) ta’sir etishi mumkin (1-jadval b,d,g).

1-jadval

	Konstruksiya elementlari turlari	Ta’sir kuchlari ko‘rinishi	Yuklar yoki kuchlarning nomi	Yuklar yoki kuchlarning o‘lchov birligi
a			To‘rlangan yoki bir nuqtaga ta’sir etuvchi kuch	N; kN.
b			Chiziq bo‘yicha tekis taralgan yuk	$\frac{N}{sm}; \frac{kN}{m}$.
d			Yuza bo‘yicha tekis taralgan yuk	$\frac{N}{sm^2}; \frac{kN}{m^2}$.
g			Jismlarning xususiy og‘irligi	$N \cdot sm^3;$ $kN \cdot m^3$

Konstruksiya yoki uning qismlariga ta'sir etuvchi tashqi kuchlar ularni biror vaqt birligidagi ta'siriga qarab statik yoki dinamik kuchlarga bo'linadi.

Agar kuch nisbatan sekin va bir tekisda qo'yilib noldan kerakli miqdorgacha oshirilsa va keyin o'zgarimasdan qolsa bunday kuchlar statik kuchlar deyiladi.

Dinamik kuchlar ta'sirida ham deformatsiyalanayotgan jism ham unga ta'sir etayotgan jismlarda katta tezlanishlar hosil bo'ladi, sababi kuch qisqa vaqt ichida o'z miqdori va tezligini oshiradi.

1.4 Deformatsiya va uning turlari

Tashqi kuch ta'sirida jismning geometrik shakli va o'lchamlarining o'zgarishiga deformatsiya deyiladi. Geometrik nuqtai nazardan deformatsiya ikki turga bo'linadi: chiziqli deformatsiya va burchakli deformatsiya.

Birorta qattiq jism tashqi kuchlar bilan yuklanganda uning ichki zarrachalarining o'zaro ta'siri natijasida tashqi kuchlarga qarshilik qiladigan ichki kuchlar hosil bo'ladi. Ular jismni boshlang'ich holatda ushlab turishga harakat qiladi.

Shuning uchun deformatsiyalar elastik va plastik deformatsiyalarga bo'linadi.

Deformatsiyani hosil qilgan kuchning qiymatini olganimizdan keyin jism o'zining boshlang'ich holatiga qaytsa, bunday deformatsiya turiga elastik deformatsiya deyiladi. Jism o'zining boshlang'ich holatiga qaytmasa plastik deformatsiya deyiladi.

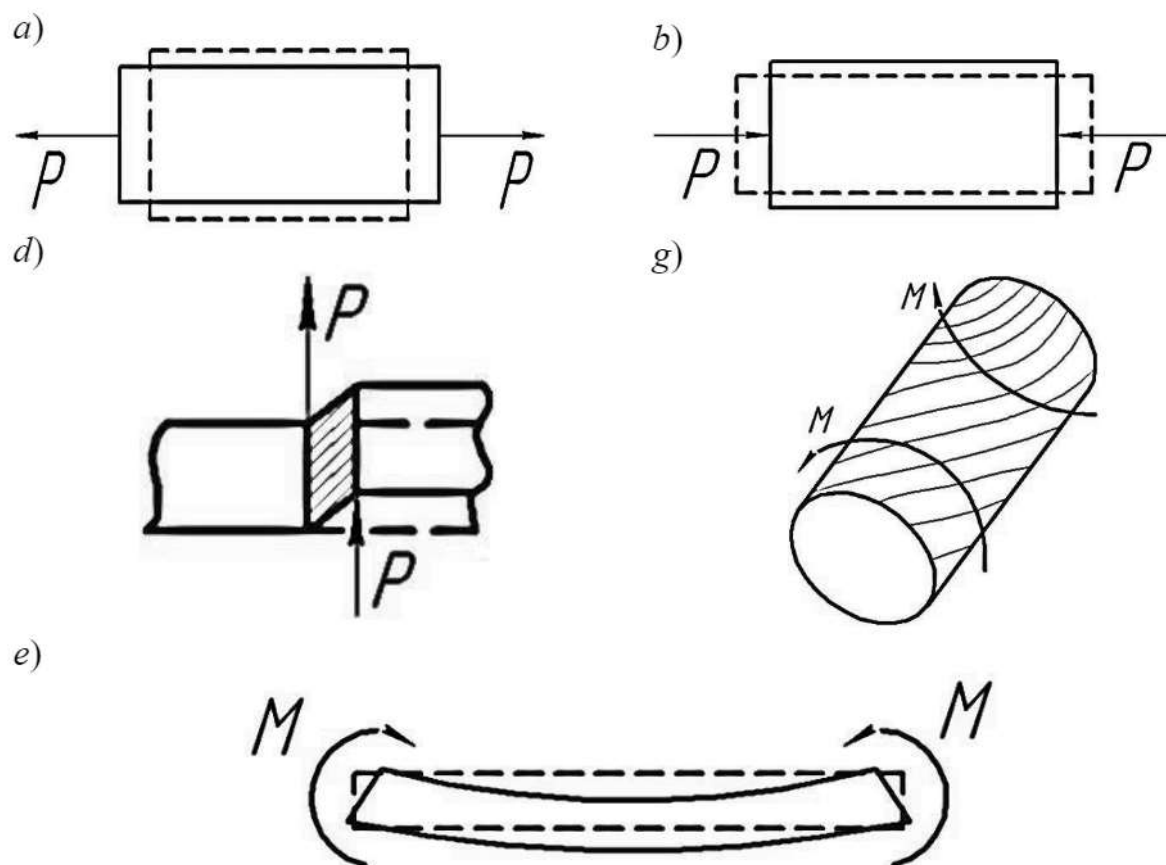
Amalda konstruksiya yoki uning qismlarini loyihalayotganda ularda faqat elastik deformatsiya hosil bo'lishiga erishishga harakat qilinadi. Buning uchun materiallar qarshiligida har bir holat uchun mustahkamlik shartlari qabul qilinadi.

Konstruksiya va uning qismlarini deformatsiyalanish jarayoni murakkab jarayondir. Bu jarayonni o'rganishda u oddiy deformatsiya turlariga bo'linadi.

Materiallar qarshiligi fanida konstruksiya va uning qismlarini hisoblashda quyidagi asosiy deformatsiya turlari ko'rib o'tiladi.

- Cho'zilish deformatsiyasi (1.4- rasm *a*);

- Siqilish deformatsiyasi (1.4-rasm *b*);
- Siljish deformatsiyasi (1.4-rasm *d*);
- Buralish deformatsiyasi (1.4-rasm *g*);
- Egilish deformatsiyasi (1.4-rasm *e*);



1.4-rasm

Ba'zi holatlarda konstruksiya va uning qirqimlari bir paytning o'zida bir necha xil deformatsiyaga ishlashi mumkin. Masalan cho'zilish bilan buralish (1.4-rasm *a*), yoki cho'zilish bilan egilish (1.4-rasm *b*).

Bunday deformatsiyaga murakkab deformatsiya deyiladi. Bruslar deformatsiya turiga qarab cho'zilish va siqilishda sterjen, buralishda val va balka (to'sin) deb ataladi.