

Б. Қорабоев, Ю.Ф. Лексашев

**МАТЕРИАЛЛАР
ҚАРШИЛИГИДАН
ЛАБОРАТОРИЯ
АМАЛИЙ
МАШҒУЛОТЛАРИ**



Б. Қорабоев, Ю.Ф. Лексашев

**МАТЕРИАЛЛАР
ҚАРШИЛИГИДАН
ЛАБОРАТОРИЯ
АМАЛИЙ
МАШҒУЛОТЛАРИ**



БУХОРО МУҲАНДИСЛИК-
ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

А Р М

РЕЕСТР № 76249

ТОШКЕНТ - "ЎЗБЕКИСТОН" - 2004

2014_у

30.121
Қ-61

Тақризчи: техника фанлари номзоди,
доцент П. Х. ҲАМРОЕВ

Муҳаррир: Г. КАРИМОВА



ISBN 5-640-02459-1

К 2004000000-51
М351(04)2002 2004

© "ЎЗБЕКИСТОН" нашриёти, 2004

СУЗ БОШИ

Фан-техника тараққистининг жадаллашуви ҳозирги замон муҳандисларидан янги жиҳозлар ва машиналарни ҳисоблаш ва лойиҳалаш соҳасида чуқур билимларга эга бўлишни талаб қилади.

Шу мақсадда бошқа фанлар билан бир қаторда материаллар қаршилиги фанини ҳам пухта ўрганиш муҳим аҳамиятга эгадир. Материаллар қаршилиги фанини пухта билиб олиш учун лаборатория машғулотларида турли машиналарда ҳар хил материалларнинг мустаҳкамлигини синов йўли билан ўрганиш жуда муҳимдир.

Олий техника ўқув юртларида назарий билимлар билан бир қаторда лаборатория машғулотлари ҳам ўқув жараёнининг муҳим қисми ҳисобланади. Улар талабаларнинг мустақил ишлаш маҳоратини ўстиради, назария билан тажриба орасидаги боғланишни англаш даражасини мустаҳкамлайди, назария масалаларининг физик моҳиятини ҳар тарафлама очиб бериш ва уларни ўзлаштиришга ёрдам беради, назарияни тасдиқлайди ва амалий тасвирлаб беради.

Амалий машғулотлар икки хил бўлиб, талабаларнинг аудиторияда масала счиши ҳам амалий машғулот, талабалар билан лабораторияда лаборатория ишларни бажариш ҳам амалий машғулот. Бу машғулотлар фақат лабораторияда ўтказилгани учун лаборатория машғулотлари деб аталади. Талаба назарий билимларини лаборатория машғулотлари орқали тажриба йўли билан текшириш имкониятига эга бўлади. Лаборатория машғулотларининг ўзига хослиги шундаки, талабалар назарий ва амалий ҳисоблашлардан ташқари, тажриба усулларини ўзлаштиради ҳамда фойдаланиладиган қурилма ва асбоблар билан танишади. Шунини таъкидлаш керакки, талаба ўрганилаётган назарий фан устида мунтазам равишда ишласагина амалий машғулотлар фойда келтиради.

Шуни ҳисобга олган ҳолда мазкур қўлланма Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги тасдиқлаган 80—120 соатлик дастур асосида ёзилган. Унда материаллар қаршилиги фанини ўзлаштиришда материалларнинг физик-механик хоссалари, чўзилиш, сиқилиш, буралиш, кўндаланг ва бўйлама эгилиш ва чидамлилиikka оид 20 та лаборатория иш-

ларини бажариш, синов машиналари ва асбоб-ускуналардан фойдаланиш усуллари берилган.

Муаллифлар ушбу китобни тайёрлашда ёрдамлашган профессор Т. М. Мавлонов, доцентлар М. М. Шукуров, М. С. Эшоннов, А. М. Маткаримов ҳамда китобнинг мазмунини янада яхшилаш мақсадида қимматли маслаҳатларини аямаган доцент П. Ҳ. Ҳамроевга ўзларининг самимий миннатдорчиликларини изҳор этадилар.

Қўлланмадан фойдаланиш жараёнида талабаларда баъзи мулоҳаза ва истаклар пайдо булиши табиий. Шундай мулоҳаза ва истакларни Тошкент Тўқимачилик ва енгил саноат институти-нинг (Тошкент 100, Шоҳжаҳон кўчаси, 5) "Материаллар қаршилиги" кафедрасига йўллашингизни сўраймиз. Уларни муаллифлар миннатдорчилик билан қабул қиладилар.

І БОБ

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТГА ТАЙЁРЛАНИШ

Материаллар қаршилиги тажриба-назарий фан, чунки унинг назарий қисми кўп жиҳатдан тажриба натижаларига асосланади. Талабалар материаллар қаршилигини ўргана туриб, назарий машғулотлар билан бирга асосий вазифаси қуйидагилардан иборат бўлган амалий машғулотларни ҳам бажарадилар:

1. Материалларнинг конструктив сифатларини аниқлаш мақсадида улар механик хоссалари — мустаҳкамлиги ва бикр-лигини урганиш.

2. Турли деформациялар ва юklar (нагрузкaлар) таъсирида материалнинг ҳолати қандай ўзгаришини аниқлаш мақсадида унинг асосий механик тавсифларини аниқлаш.

3. Маълум соддалаштириш ва фаразлардан фойдаланган ҳолда эришилган назарий хулосалар ва топилган ҳисоблаш формулаларини тажриба йўли билан текшириш. Ҳисоблашлар аниқлигини текшириш мақсадида эса кучланиш ва деформацияларни аниқлаш.

Лаборатория машғулотига материаллар қаршилиги курсининг асосий булимларини ўз ичига оладиган ишлар: чўзилиш-сиқилиш, силжиш, буралиш, кўндаланг ва бўйлама эгилиш, мураккаб деформациялар ва чидамлилиқни аниқлаш киради.

Лаборатория ишларига тайёрланишда талабалар лаборатория асбоб-ускуналарига мослаб ишлаб чиқилган услубий (методик) курсатмалардан фойдаланадилар. Уларга Давлат стандартлари (ГОСТ) нинг асосий талабларини ҳисобга олган ҳолда ишларни бажариш усули, синов машиналари ва улчов асбобларининг иш чизмалари, тажрибани бажариш тартиби, олинган натижаларни ишлаб чиқиш ва хулосалар келтирилади.

Лаборатория машғулотларига ажратилган вақт чекланганлиги туфайли талабаларга олдинроқ лаборатория ишла-

рига мос ўқув қўлланмалари бўйича тайёргарлик қўришлари тавсия этилади.

Материаллар қаршилигига доир лаборатория ишлари 6—8 кишидан иборат мустақил талабалар гуруҳи томонидан бажарилади ва лаборатория ҳисобот дафтарыда расмийлаштирилади. Талабалар лабораторияда бўлганларида тартиб-интизомга қатъий риоя қилишлари ва техника хавфсизлиги қоидаларини бузмасликлари зарур.

Ишни бажаришдан олдин талабалар лаборатория ҳисобот дафтери бўйича ўлчанадиган катталиклар ўлчамларини кўрсатган ҳолда ёзиб бориш тартибини аниқлашлари ва кузатишлар жадвалини тузишлари керак. Ишни хомаки ёзувлар билан бажариб, сўнгра белгиланган шакл ва тартибни ҳисобга олган ҳолда ҳисобот дафтарыга кўчириш тавсия этилади. Иш жараёнида асбоблар кўрсатаётган натижаларни диққат билан ёзиб олиб, уларни тартибли равишда жадвалга ёзиш керак. Шунинг унутмаслик керакки, бирламчи ёзувлар содир бўлаётган ҳодисани тавсифловчи ва тажриба маълумотларини қайд қилувчи ҳужжат ҳисобланади. Жадвал — асосий ҳужжат бўлиб, унда тажриба ўтказиш вақтида қайд қилинган кузатишлар акс эттирилади. Синовлар натижаси ишлаб чиқилади ва у якуний натижаларни ҳисоблаб чиқаришга асос бўлиб хизмат қилади.

Ҳисоблашлар микрокалькулятор ёрдамида уч рақамли қийматгача аниқланади (масалан: $0,0158$; 715 ; $2,18 \cdot 10^6$). Олинган қийматлар умумий қоида бўйича яхлитланади.

Айрим кўрсаткичларнинг аниқлигини ошириш мақсадида тажрибада ўлчашлар бир неча марта қайтарилади, сўнгра ўртача арифметик миқдор ҳисобланиб, якуний ҳисоблашларда фойдаланилади.

Олинган натижаларнинг таҳлилига ва уларни баҳолашга алоҳида эътибор қилиш керак, чунки улар мутлақ аниқ бўлмай, маълум даражада хатоликларга эга. Хатоликларнинг икки тури мавжуд: тажриба ўтказишдаги ва ҳисоблашлардаги хатоликлар. Якуний натижаларни ҳисоблашда уларнинг аниқлиги ўтказилган тажрибаларнинг аниқлигига мос ҳолда баҳоланади. Тажрибалар аниқлиги ўртача арифметик четлашиш (оғиш) катталиги билан белгиланади. Қийматларнинг бир-биридан тафовути кичик бўлса, яъни ўртача арифме-

тик четлашиш миқдори кичик бўлса, тажриба сифатли ўтказилган ҳисобланади.

Тажриба тугаганидан сўнг талабалар лаборатория ҳисобот дафтарини расмийлаштирадilar. Ҳисобот дафтарида синаладиган машина ва асбобларнинг тури, асбоблар ҳар бир бўлинмасининг қиймати, синов тезлиги ва намуна материали кўрсатилади; фойдаланиладиган мосламалар чизмаси, намунанинг синовдан олдинги ва кейинги хомаки чизмаси (эскизи) берилди. Ҳисобот дафтари жадвалларига ўлчов асбобларининг кўрсатишлари ва формулалардан ҳисоблаб чиқарилган натижалар очиқ-равшан қилиб сиёҳ билан ёзилади. Машина, асбоблар ва синаладиган намуналарнинг қабул қилинган ўлчамлардаги чизмалари ва схемалари қаламда чизилди. Диаграммалар ва чизмалар маълум масштабда миллиметр қоғозида чизилиб, ҳисобот дафтарига ёпиштириб қўйилди.

Лаборатория ҳисобот дафтарида бевосита тажрибадан олинган натижалар билан бирга бу натижаларга оид хулосалар ва танқидий мулоҳазаларни келтириш, уларни техник адабиётлардаги мавжуд маълумотлар билан солиштириш, яна олинган катталикларнинг уларга таъсир этувчи омиллар билан боғланиш таҳлилини келтириш зарур. Ҳисобот дафтарининг устки варағида лаборатория ишини бажарувчи талабаларнинг исми-шарифи, лаборатория ишини ўтказишга раҳбарлик қилган ўқитувчининг исми-шарифи кўрсатилади.

Лаборатория ишини тугатгач, талаба тажрибага доир айрим ноаниқ масалалар бўйича ўқитувчи билан суҳбатлашгани фойдадан ҳоли эмас.

Синовни якунлашдан олдин лаборатория иши бўйича ўқув қўлланмасидаги материалларни қайта кўриб чиқиш, бунда тажрибада фойдаланилган машина ва асбобларнинг тузилиши ва ишлашига яна бир бор аҳамият бериш зарур.

СИНОВ МАШИНАЛАРИ ВА АСБОБЛАРИ

1-§. СИНОВ МАШИНАЛАРИ

Материалларнинг механик хоссаларини урганиш турли тузилишга эга бўлган махсус синов машиналарида олиб борилади. Статик ва динамик синов машиналари мавжуд. Статик синовлар чузилиш, сиқилиш, эгилиш ва буралиш ҳодисаларига оиддир. Синов машиналарида материалларнинг механик характеристикалари, эластиклик ва пластиклик курсаткичлари ва бошқалар аниқланади.

Барча синов машиналари қуйидаги асосий қисмларга эга:

- а) юкловчи механизм;
- б) куч ўлчагич қурилма;
- в) диаграмма чизувчи асбоб.

Чузилиш-сиқилиш деформацияси бўйича синов ўтказиладиган машиналарда намунани юклашнинг икки тури мавжуд:

1) механик узатмали машиналарда юклаш (Р-5; УМ-5; ИМ-4А; ИМ-4Р ва б.) винтли узатма ёрдамида бажарилади;

2) гидравлик узатмали машиналарда намунани юклаш поршень штокини гидроцилиндр (УИМ-50; ГМС-100; УГ-20/2; ИМЧ-30 ва б.) даги ишчи суюқлик босими остида силжиши туфайли амалга оширилади.

Механик узатмали машиналарнинг юклаш чегараси 10 т дан ошмайди. Каттароқ юклар ҳосил қилиш учун гидравлик узатмали машиналар қўлланилади.

Буралиш бўйича синовда ишлатиладиган машиналар (К-6; К-50; КМ-50 ва б.) алоҳида гуруҳга кирази. Динамик синовлар маятникли тўқмоқ машиналарида (МК-30; МК-15; МК-30А ва б.) ва чидамлилиқка синаш (НУ; УКИ-10; МУИ-6000) машиналарида ўтказилади.

Қуйида материаллар қаршилиги кафедрасининг лабораторияларида қўлланиладиган асосий синов машиналари асбобларининг тузилиши кўриб чиқилади.

Шуни таъкидлаш керакки, фойдаланиладиган синов машиналарининг куч ўлчов шкаласи килограммларда даража-

ланган. Лаборатория ишларини бажаришда юк катталигини қуйидаги муносабат бўйича n (Ньютон) га айлантириш керак:

$$1 \text{ кг} = 9,8 \text{ н} \approx 10 \text{ н}.$$

Р-5 универсал синов машинаси

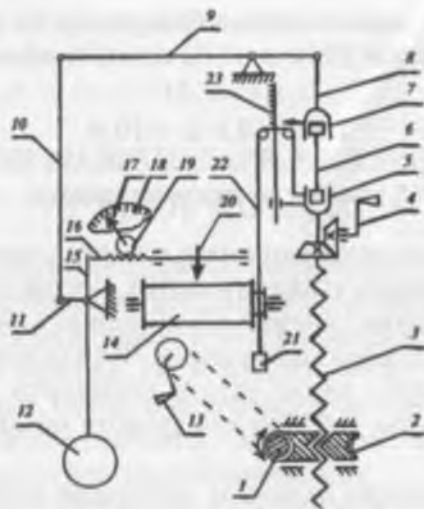
Р-5 универсал синов машинаси материалларни чузилиш-сиқилиш ва бўйлама эгилишга статик синаш учун мўлжалланган. Машинанинг умумий қўриниши ва кинематик чизмаси 1- ва 2-расмларда келтирилади. Чўян станина машинанинг асоси бўлиб, унинг устига юклатувчи қўрилма ва диаграмма чизувчи асбобли куч улчагич механизми ўрнатилган.

Электр двигатели валининг айланиши икки погонали редуктор орқали тишли гилдирак (червяк) 1 га узатилади. Тишли гилдирак 1 винт 3 га ўрнатилган бошқа тишли гилдирак (гайка) 2 га туташган. Винт пастки ҳаракатчан тутқич 5 билан уланган. Тишли гилдирак 1 нинг айланиш йўналишига боғлиқ ҳолда тишли гилдирак 2 винтни илгариланма ҳаракат билан пастга (чузилиш жараёнида) ёки юқорига (сиқилиш жараёнида) силжити-лади. Металл ўзакча ёрдамида мустақамланадиган конуссимон тишли узатгичли даста 4 синов вақтида пастки тутқични тез силжитиш учун хизмат қилади. Винт силжишидаги ҳаракат йўналишини ўзгартириш учун электродвигателини тескари улаш лозим бўлади.

Редуктор таянчи (ричаги) ҳолатини ўзгартириш йўли билан машинада пастки тутқичнинг икки хил ҳаракат тезлиги (11 мм/мин ёки 48 мм/мин)



1-расм



2-расм

ўрнатилади. Кичик тезликлар учун дастаки (қўл билан бошқариладиган) узатма 13 дан фойдаланилади.

Синалаётган намуна 6 машинанинг пастки 5 ва юқори 7 тутқичлари орасига жойлаштирилади. Чўзилиш бўйича синовларда намуна тутқичларда пона қисқичлар ёрдамида маҳкамланади. Сиқилиш бўйича синовларда эса машина тутқичларига махсус таянч металл плиталар ўрнатилади.

Юқори тутқич илгак 8, таянч 9 ва юк 10 орқали маятник 12 билан боғланган. Синаш жараёнида намунага таъсир этувчи куч маятникнинг елкаси 11 га узатилиб, у юкка мутаносиб равишда тик ҳолатдан четлашади. Маятник итаргичи 15 ўйиқли винт стержен 16 билан сурилади, куч ўлчашнинг алмаштириладиган шкаласи 18 нинг мили 17 билан бир ўқда жойлаштирилган тишли гилдирак 19 ни айлантирувчи узакни силжитади. Шкала бўйича силжиётган мил ёрдамида намунага қўйилган юк қиймати аниқланади.

Машина тўртта юк диапазониغا эга: 5000, 10000, 25000 ва 50000 н. Юкнинг чегаравий миқдори маятникка ўрнатилган юк оғирлиги ва унинг елкаси узунлигига боғлиқ.

Чўзилиш ёки сиқилиш диаграммаларини ёзиб бориш учун машина диаграмма чизувчи асбоб билан таъминланган. Асбоб барабанининг чеккаси 14 бўлиб, винт кесикли таёқча-

га ўрнатилган қалам 20 намунага қўйиладиган юкка мутаносиб равишда силжиб боради. Барабан унинг шкивига ўралган ип 22 ёрдамида айлантирилади. Ипнинг бир учи пастки тутқич билан уланган. Унинг бошқа учига таранглик ҳосил қилиш учун кичик юк 21 осиб қўйилган. Пастки тутқичнинг силжишида ип барабанни намунанинг деформациясига мутаносиб равишда айлантиради. Таёқча ва барабаннинг биргаликдаги ҳаракати туфайли қоғозда диаграмма чизиги ҳосил бўлади.

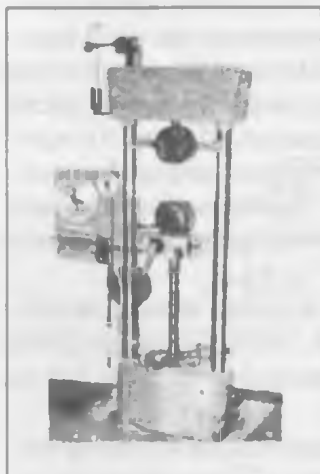
Юк бўйича диаграмма масштаби машина созланган кучлар чегарасига боғлиқ. Юклар 5000, 10000, 25000 ва 50000 н бўлганда диаграммадаги 1 мм тегишинча 50, 100, 250 ва 500 н га тенг бўлади.

Деформация бўйича диаграмма масштаби барабаннинг катта шкиви ипининг қамровига биноан 1:1 ни ташкил этади, кичик шкив ипининг қамрови бўйича эса — 2:1 га тўғри келади. Намуна деформациясининг катталиги тахтача 23 билан ҳам ўлчанади. Намуна емирилганидан сўнг маятникни секинлатиб тўхтатиш учун арқоқли тормоз хизмат қилади.

УМ-5 универсал синов машинаси

УМ-5 универсал синов машинаси (3-расм) чўзилиш, сиқилиш ва эгилишни статик синовлардан ўтказиш учун хизмат қилади. Машинанинг кинематик чизмаси 4-расмда кўрсатилган. Машинанинг қўзғалмас металл асоси сифатида қаттиқ ром хизмат қилиб, у ўз навбатида асос 3, иккита устун 5 ва 33 ҳамда юқори қўндаланг тўсин 18 дан ташкил топган. Қўзғалмас асосда юклатувчи қурилма ва диаграмма чизувчи асбобли куч ўлчагич механизми ўрнатилган.

Машина винт 4 га ўрнатилган тишли гилдирак (гайка) 2 билан уланган бошқа гилдирак 1 га айланма ҳаракат узатувчи тезликлар қутисига эга бўлган электр двигатели билан таъминланган. Винт билан боғланган траверса 6 да пастки тутқич 7 ўрнатилган. Тишли гилдирак айланганда траверса билан винт синов турига боғлиқ ҳолда пастга ёки юқорига илгариланма ҳаракат қилади. Траверса машина асосидаги устунларга маҳкамланган йўналтирувчи шпонкалар бўйлаб силжийди. Траверса ичида иккита конуссимон тишли гилдирак ва қўл билан ҳаракатлантириладиган узатма 32 механизми-

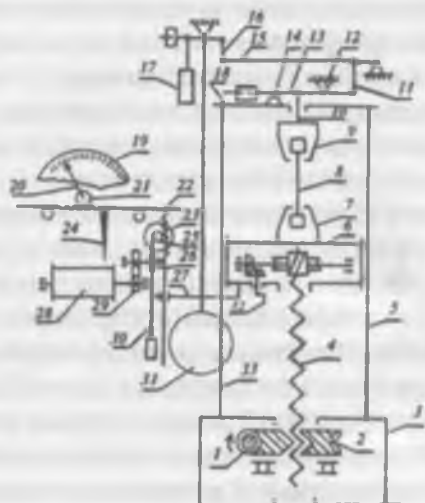


3-расм

нинг тишли гилдирак жуфти жойлашган. Электр двигателини тескари улаб, винт ҳаракат йўналишини ўзгартириш мумкин. Тезликлар кутиси синовларни 4, 10, 20 ва 60 мм/мин деформация тезликларида бажариш имкониятини беради.

Пастки 7 ва юқори 9 тутқичлар орасига намуна 8 жойлаштирилади. Ҷузилиш бўйича тажрибада намуна тутқичларда ўзи тараंगланадиган поналар ёки қирқилган ҳалқалар ёрдамида маҳкамланади. Сиқилиш бўйича тажрибада юқори тутқич қобигида таянч плитаси ўрнатилади, қуйи тутқичда эса ўзи ўрнаша оладиган таянч жойлашади. Эгилиш бўйича синовда юқори тутқичда сиқиб турадиган пичоқ ўрнатилади, қуйи тутқичда эса иккита кучадиган таянчли стол жойлашади.

Намунага таъсир этувчи куч юқори тутқич 9 ва тортувчи куч 10 орқали кўндаланг тўсинда ўрнатилган асосий таянч 13 га узатилади.



4-расм

Асосий таянч пастки 14 ва юқори 12 суянчиқларга эга. Чўзилишда асосий таянч куйи суянчиққа тақалади, суянчиқлар орасидаги масофа чўзилиш ва сиқилишда бир хил узатиш нисбатини таъминлайди. Куч ўлчагич шундай тузилганки, маятник фақат бир томонга оғади, шунинг учун уни қайта созламай туриб, чўзувчи ва сиқувчи юкланишларни ўлчаш мумкин.

Илгаклар 11 ва 16 га эга бўлган оралиқ таянч 15 орқали куч таъсири асосий таянчдан маятник 31 га узатилади ва уни оғиштиради. Маятникнинг оғиш бурчаги намунага қўйилган юкка мутаносибдир. Оғиш вақтида маятник тишли тахтача 22 ни силжитади, у эса ўз навбатида учта шкала А, Б ва В ли циферблат 19 да юкланишни кўрсатувчи мил 20 нинг ўқиға ўтқазилган тишли ғилдирак 21 ни бурайди. Маятник штангасига ўрнатилган алмашинувчи юк катталиғига боғлиқ ҳолда машинада юкланишнинг уч диапозони (10000, 20000 ва 50000 н) ни олиш мумкин. Шкалалар бир бўлимининг қиймати мос ҳолда 20, 40 ва 100 н ни ташкил қилади.

Машина деформациялари ўлчагич билан жиҳозланган бўлиб, унинг қисмлари ушбулардан иборат: пастки тутқичнинг кронштейни 27 га мустаҳкам ўрнатиладиган тахтача 26, тишли ғилдирак 25, диск-кўрсаткич 23 ва бир бўлимининг қиймати 0,5 мм га тенг бўлган шкала. Диск тўла бир айланганда пастки тутқич 50 мм га силжийди.

Куч ўлчагичнинг қобилиғига диаграмма чизувчи асбоб ўрнатилган. У эгилувчан ип 30 ва тишли ғилдиракка ўхшаш узатгич 29 ёрдамида деформация ўлчагичдан айланма ҳаракатга келувчи барабан 28 га эга. Барабаннинг бурилиши намуна деформациясига мутаносибдир. Асбоб 24 нинг тишли тахтача билан қаттиқ боғланган ўзиёзар қисми барабан 28 нинг маълум қисми бўйича силжиб, қоғозга диаграммани чизиб боради. Ўзиёзарнинг силжиши маятникнинг оғишига мутаносибдир.

Юкланиш бўйича диаграмманинг масштаби маятникдаги юкка боғлиқ. Юкланиш 10000, 20000 ва 50000 н бўлганида диаграммадаги 1 мм масофанинг қиймати мос ҳолда 50, 100 ва 250 н га тўғри келади. Деформация бўйича диаграмманинг масштаби 10:1 га тенг.

Намуна емирилганидан сўнг маятникнинг тескари юриши мойли амортизатор 17 ёрдамида тўхтатилади.

УИМ-50 универсал гидравлик машина

УИМ-50 универсал синов машинаси чўзилиш, сиқилиш ва эгилиш бўйича статик синовлар учун ишлатилади. Машинанинг умумий қўриниши ва асосий чизмаси 5- ва 6-расмларда келтирилган.

Универсал машина уч асосий қисм: юклатувчи қурилма, куч ўлчагич механизм ва бир-бири билан мой ўтказгич орқали ўзаро боғланган юқори босим насосидан иборат.

Юклатувчи қурилманинг асоси чўян плита 1 бўлиб, унинг юқори қисмида ҳожсимон қўзғалмас тўсин 11 билан қаттиқ боғланган туртта устун 7 ўрнатилган. Юқори тўсинда ишчи цилиндр 12 бўлиб, унинг ичида поршен 13 жойлашган. Устунлар бўйлаб поршенли штанга 9 лар билан уланган қўзғалувчи тўсин 8 силжиб боради. Штангаларнинг юқори қисмида винтли кесим бор. Насосдан келаётган мой электр двигател 24 билан поршенни ва у билан штанга орқали боғланган қўзғалувчи тўсинни кўтаради.

Чўзилиш бўйича синовда намуна қўзғалувчи тўсинда жойлашган понали тутқичларда ва асос билан винт 2 ёрдамида уланган стол 4 да маҳкам ўрнатилади. Юқори тутқич 6 қўзғалувчи тўсин ичида жойлашган. Намунани жойлаштириш вақтида столга ўрнатилган пастки тутқич 5 қўл билан бошқариладиган узатгич 3 ёрдамида ўз сатҳи бўйича силжитилади.

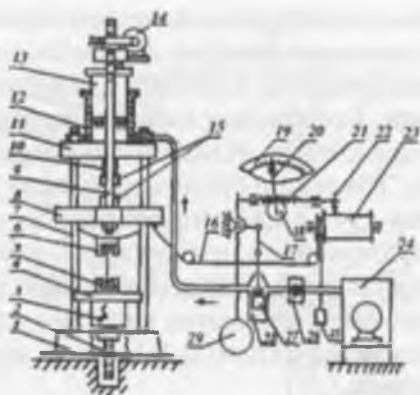
Сиқилиш бўйича синовларда намуна қўзғалувчи тўсинга ўрнатилган суянчиқ плиталар 15 ва юқори қўзғалмас тўсин штоки 10 орасида жойлаштирилади. Эгилиш бўйича тажрибада балка шаклидаги намуна қўзғалувчи тўсиннинг алмаштирилувчи суянчиқларида жойлашган, юқори тўсинга эса тиргак маҳкамланади.

Синовлар вақтида қўзғалувчи ва қўзғалмас тўсинлар орасидаги масофа машинанинг юқори қисмида жойлашган гилдирак узатма (червяк) 14 ли алоҳида электр двигател томонидан штанга орқали ростланади.

Машинанинг куч ўлчагич механизми маятникли-гидравлик турдаги куч



5-расм



6-расм

Ўлчагич ва диаграмма чизувчи асбоб билан биргаликда бошқариш пультада жойлашган. Мой дам берувчи насос томонидан машинанинг ишчи цилиндрига ва бир вақтнинг ўзида куч ўлчагичнинг кичик цилиндри 28 га узатилади. Мойнинг узатилиши тақсимот қутиси 26 нинг вентили ёрдамида тартибга солинади. Кичик цилиндр 27 нинг поршени пастга туширилади ва у тортувчи юк 17 ёрдамида уч елкали маятник 29 ни бурайди. Маятникнинг оғиши намунага қўйиладиган юкка мутаносибдир. Маятникнинг юқори елкаси оғиш жараёнида тишли тахтача 21 ни силжитади, у эса ўз навбатида ўққа ўтқазилган милли 20 тишли ғилдирак 18 ни бурайди. Мил циферблат 19 даги юк катталигини кўрсатади.

Маятникдаги алмаштирилувчи юк катталиги ва унинг елкаси узунлигига боглиқ ҳолда ушбу юкланишлар олинади: 500, 250, 100 ва 50 кн. Циферблатдаги бир бўлимнинг қиймати мос ҳолда 1000, 500, 200 ва 100 н га тенг.

Намунанинг деформация тезлиги ишчи цилиндрга узатиладиган мой миқдори билан ростланади.

Машина диаграмма чизувчи асбобга эга бўлиб, унинг барабани 23 ундаги шкивга ўралган ип 16 ёрдамида айланма ҳаракатга келтирилади. Ипнинг бир учи қўзғалувчи тўсинга маҳкамланган ва блоклар тизими орқали барабангача етказилган. Ипни таранг ҳолда тутиш учун унинг бошқа учи-га юк 25 осилган. Қўзғалувчи тўсиннинг силжиши барабаннинг айланишига олиб келади. Барабаннинг бури-

лиш бурчаги намуна деформациясига мутаносибдир. Тишли тахтачага маҳкамланган ўзиёзар 22 барабаннинг чекка томони бўйлаб силжийди ва намунага қўйилган юк катталигини ёзиб боради. Тахтачанинг ҳаракати ва барабаннинг айланиш жараёнида қогозда чўзилиш-сиқилиш диаграммаси чизилиб боради. Юкланиш бўйича диаграмма масштаби машина созланган куч миқдорига боғлиқ. Кучлар 500, 250, 100 ва 50 кН бўлганида диаграммадаги 1 мм масофанинг қиймати мос ҳолда 5000, 2500, 1000 ва 500 н га тенг.

Деформация бўйича диаграмма масштаби ип барабаннинг катта шкивини қамраб олганида 1:1, кичик шкивни қамраб олганида 2:1 бўлади.

Лаборатория тажриба синовларида бошқа универсал гидравлик машиналар ҳам қўлланилади. УГ-20/2 ва ГМС-100 машиналари УИМ-50 машинасидан кам фарқ қилади ҳамда 200, 500 ва 1000 кН тартибидаги энг катта юкланишларда ишлайди. Яна УИМ-50 машинасига ўхшаш тузилган, ишлайдиган ИМЧ-30 ва ИМЧ-60 машиналари бўлиб, уларда энг катта юкланиш мос ҳолда 300 ва 600 кН га тенг. Курсатилган машиналар турли тузилишга, сиртқи ўлчамга эга, устунлар сони ва дам берувчи насоснинг иш унуми ҳар хил, лекин ишлаш асоси бир хил.

Буралишга синашда ишлатиладиган КМ-50 машинаси

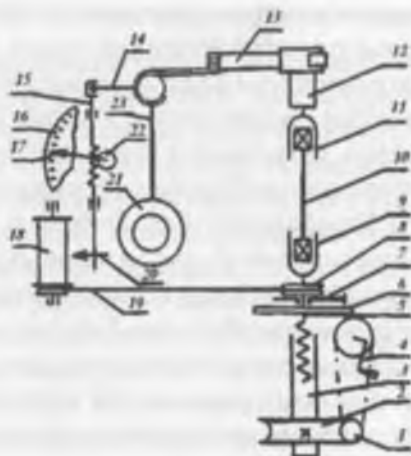


7-расм

КМ-50 машинаси (7-расм) доиравий, тўрт бурчакли ва найча шаклидаги намуналарни буралишга синашда ишлатилади.

КМ-50 машинасининг асосий чизмаси 8-расмда кўрсатилган. Машинанинг асоси икки устун ва кўндаланг тўсинга эга бўлган чўян плитадир. Унинг устига юклатувчи қурилма ва диаграмма чизувчи аппарат ҳамда бурчак ўлчагичли куч ўлчовчи механизм ўрнатилган.

Машина механик ва қўлда бошқариладиган узатмага эга. Механик узатмада буровчи момент электр дви-



8-расм

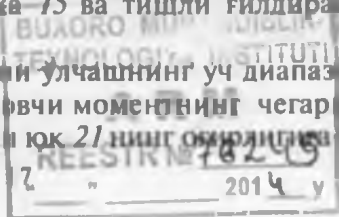
гателидан тасмали ва ғилдиракли узатгичлар ҳамда икки поғонали редуктор орқали тишли ғилдирак (червяк) 1 га узатилади. Бу тишли ғилдирак 1 юк ўқи 3 ўтқазилган бошқа тишли ғилдирак 2 га тишлашиб туради. Редуктор ўқни 0,3 ва 1,0 айл/мин тезлик билан таъминлайди ва сирпанувчи шпонка ёрдамида қайта уланади. Машинанинг қўл билан бошқарувчи узатмаси занжирли узатгич воситасида даста 4 билан ишга туширилади.

Синаладиган намуна 10 пастки 9 ва юқори 11 тутқичларда понасимон қисқичлар билан маҳкамланади. Пастки фаол тутқич, юк ўқи билан винт 5 воситасида уланган бўлиб, уни турли узунликдаги намуналарни ўрнатишда оғир ғилдирак (маховик) ёрдамида баландлик бўйича силжитиш мумкин, юқорига суст тутқич ўқ 12 билан уланган. Намунага қўйилган буровчи момент ўқ 12 билан эластик тортқич 13 воситасида уланган маятник туфайли мувозанатлашади. Маятникнинг оғиш бурчаги буровчи моментга мутаносибдир.

Маятникнинг оғиши шкала 16 бўйича силжиётган ва намунага қўйилган буровчи момент катталигини кўрсатувчи мил 17 га таянч 14, рейка 15 ва тишли ғилдирак 22 орқали узатилади.

Машина буровчи моментни ўлчашнинг уч диапазони: 100, 200 ва 500 нм га эга. Буровчи моментнинг чегарвий катталиги маятникка қўйилган юк 21 нинг оғирлигига боғ-

2— Қорабоев ва бошқ.



лик. Намуна емирилганидан сўнг маятникни секинлатиб тўхтатиш мойли амортизатор ёрдамида амалга оширилади.

Буралиш диаграммасини ёзиш учун машина диаграмма чизувчи аппарат билан таъминланган. Ўзиёзар 20 рейка учига маҳкамланган бўлиб, намунанинг буралиш бурчагига мутаносиб равишда бураладиган барабан 18 чеккаси бўйлаб силжийди. Рейка ва барабаннинг биргаликдаги ҳаракати туфайли қоғозда буралиш диаграммаси чизиб борилади.

Барабан пастки тутқич билан боғлиқ бўлган шкив 8 дан тортилган ип 19 ёрдамида айланади. Буралиш бурчакларининг ўқи бўйича ёзиш масштаби қуйидагича: $1\text{ мм} = 0,1^\circ$ ёки $1\text{ мм} = 0,5^\circ$. Буровчи момент ўқи бўйича диаграмма масштаби исталган ўлчаш диапазонида маятникнинг чегаравий оғишидаги ўзиёзарнинг 150 мм га силжишига мослаб топилади.

Синовлар жараёнида намунанинг буралиш бурчакларини ўлчаш учун лимб 6, курсаткич 7 ва тула айланишлар ҳисоблагичи хизмат қилади. Намунанинг буралиш бурчаги пастки ва юқори тутқичларнинг буралиш бурчаклари фарқидан аниқланади. Юқори ва пастки тутқичларнинг биргаликда буралишига тузатиш киритиш тузатиш киритувчи қурилма ёрдамида автоматик равишда амалга оширилади.

Буралиш бўйича синовларда тузилиши оддий К-6 машинаси ишлатилади. Бу машина чўян плита устига ўрнатилган юклатувчи механизм, куч ўлчагич ва диаграмма чизувчи асбобдан иборат. Машинада диаметри 8—9 мм ва узунлиги 360 мм гача бўлган намуналар синовдан ўтказилади. Машина қўлда бошқариладиган узатмага эга. Максимал буралиш моменти 60 нм.

Лабораторияларда буралишга синашда К-50 машинаси ишлатилади. У қаттиқ ромга ўрнатилиб, юклатувчи механизм, куч ўлчагич ва диаграмма чизувчи асбобдан ташкил топган. Синовдан ўтказиладиган намуналарнинг диаметри 10—25 мм ва узунлиги 100—700 мм. Намунага қўйиладиган чегаравий буровчи момент 100, 200 ва 500 нм га тенг.

Намунанинг айланиш тезлиги 0,3 ва 1,0 айл/мин. Намунани юклатиш электр двигатели ёки қўл билан бошқариладиган узатма ёрдамида амалга оширилади.

МК-30 маятникли тўқмоқ машинаси

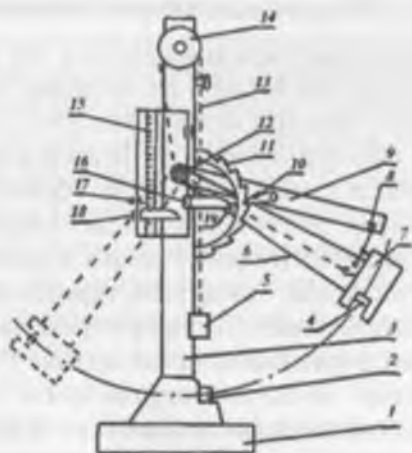
МК-30 маятникли тўқмоқ машинаси 300 нм потенциал энергия захирасига эга бўлиб, намуналарни зарб таъсирида эгиш нули билан синашга мўлжалланган (9-расм). Тўқмоқ машинанинг тузилиш чизмаси 10-расмда кўрсатилган. Бу машинанинг асоси қуйма чуян плита 1 бўлиб, унда иккита устун 3 ўрнатилган. Устунлар орасида горизонтал уқ 12 да оғир маятник ва кутаргич ром 9 эркин осилиб туради. Маятник ўргич 4 ли болға 7 ва қаттиқ таранглаб турувчи юкчалар бдан ташкил топган. Кутарувчи ром маятникни бошланғич баландликда ўрнатишга хизмат қилади. Ром зарур ҳолатга тишли сектор 11 ва тишсимон қием 10 ёрдамида хrapовикли механизм билан қотирилади. Кутарилган маятник ромда автоматик қулф тили 8 билан маҳкамланади.

Қулф бўшатишганида маятник тушиб кетади ва тўқмоқ машина устунлари орасидаги суянчиқларга жойлаштирилган намуна 2 ни синдиради.

Намунани синдириш ишини аниқлаш тўқмоқ машина устунига маҳкамланган махсус улчов қурилма ёрдамида бажарилади. Маятник кутарилганида унга бириктирилган ғалтак 19 шкала 15 га қаттиқ бириктирилган тахтача 16 ни юқорига кўтаради. Тахтача қанча юқори кўтарилса, маятникнинг энергия захираси шунча катта бўлади. Шкала бўйлаб эркин силжийдиган, кўрсаткичли 17 тахтача 18 қуйи ҳолатга туширилади. Зарбдан сунг маятник қандайдир баландликка кутарилади ва ғалтак (ролик) кўрсаткичли тахтачани юқорига силжитади. Ишқаланиш кучи туфайли тутиб турилган кўрсаткич шкалада намунани синдиришга сарфланган иш катталигини *иш* ҳисобида белгилайди.



9-расм



10-расм

Зарбдан кейин тўқмоқ машина маятникни тўхтатиш учун устунлар юқорисида қўзғалмас блок 14 ни қамраб олувчи пишиқ чилвир 13 (ишқаланишга асосланган секинлатгич) ишлатилади. Чилвир маятникка маҳкамланган бўлиб, учига юк 5 осиб қўйилган.

Амслер туридаги тўқмоқ машинаси юқоридагига ўхшаш тузилишга эга бўлиб, унинг ёрдамида намуналарни ўзилишга олиб келадиган зарбали синовларни ҳам ўтказиш имкониятини беради.

Маятникли МК-30А тўқмоқ машинанинг фарқи томони шундаки, унда тасмали секинлаткич ва иккита милга эга доиравий шкалали ўлчов қурилмаси мавжуд бўлиб, иккала мил кўрсатган қийматлар фарқи намунанинг синишига сарфланган ишни аниқлайди.

Чидамлилиكنи синовчи МУИ-6000 машинаси

МУИ-6000 машинаси (11-расм) икки суянчикда жойлашган айланувчи намунани такрорий ўзгарувчан соф эгилишда чидамлиликка синаш учун мўлжалланган. Синалаётган намунанинг айланиш тезлиги 6000 айл/мин га тенг, максимал эгувчи момент — 5000 нсм.

Машинанинг асосий чизмаси 12-расмда кўрсатилган. Машинанинг асоси қуйма чуян плита бўлиб, унинг устига қуйидаги асосий икки қисми ўрнатилган:

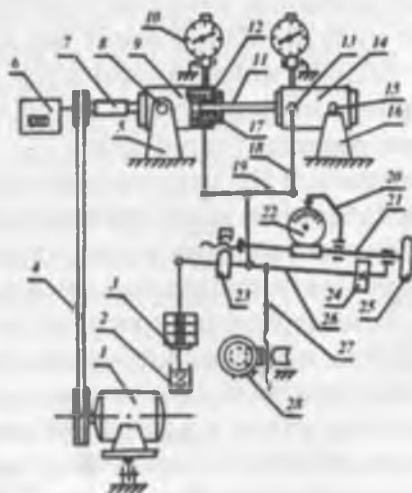
а) даврлар санагичи бўлган шпиндель қисмлари;

б) юклатиш таянчли механизми.

Шпиндель бабкалари (қисмлари) 9 ва 14 намуна 11 ни маҳкамлаш ва синов вақтида унга юкни узатиш учун хизмат қилади. Ҳар бир бабканинг қобигида намуна қалпоқчасини маҳкамлайдиган конуссимон цанга 12 ли шпинделлар 17 жойлашади. Бабкалар қобигида цапфалар 13 бўлиб, улар орқали юклатиш механизмларидан куч узатилиш жараёни бажарилади; яна уларда уялар, устунлар 5 ва 16 да ўрнатиладиган турум 8 ва 15 лар мавжуд. Ўнгдаги бабка машинанинг асоси бўлиб, устунлар текислигида силжиши мумкин. Чапдаги бабканинг суянчиги унинг устунлар уяларида бурилишига имкон беради. Чапдаги бабканинг шпиндели пона-



11-расм



12-расм

тасмали узатгич 4 ва эгилувчан вал 7 орқали электр двигатели 1 дан айланма ҳаракатга келади. Юклатиш даврларининг сони санагич 6 ёрдамида қайд қилинади. Намунани маҳкамлаганда унинг марказ қисмига жойлашганини назорат қилиш милли индикаторлар 10 ёрдамида амалга оширилади.

Юклатиш механизми юк таянчи (ричаги) 26 дан иборат бўйинли илгаклар (серьгалар) 18 ва тўсин 19 орқали шпиндел бабкаларига ошиқ-мошиқли боғланган. Юк таянчида қўзғалувчан юк 23 ўрнатилган, у машина асосининг уч томонида жойлашган залвор гилдирак 25 айланганда учи винтли вал 21 ёрдамида силжийди. Юк силжиганда шкала 22 айланади, ундаги қўзғалмас кўрсаткич 20 намунага қўйилган юкни 100 дан то 200 н гача оралиқда ҳисоблайди. Шкала бир бўлими қиймати 1 н га тенг.

Катта юкланишларга эришиш учун юк таянчининг ипига алмаштирилувчи юклар 3 ўрнатилади.

Винт 27 юк таянчини бир оз кўтарилган ҳолатда тутиб туради. Бабкаларга юкларнинг қўйилиши винтни пастга туширувчи машина асосининг олд қисмидаги оғир гилдирак 28 ни айлантириш йўли билан амалга оширилади. Бунинг натижасида таянч, тўсин ва илгак орқали юк шпиндель бабкаларига узатилади.

Юклатиш механизмини мувозанатлаштириш учун посанги 24 хизмат қилади. Машинанинг иш жараёнида юк таянчининг титрашини мойли амортизатор 2 сундиради. Намуна емирилганда микроўчиргич машина электр двигателини автоматик равишда ўчириб қўяди.

МУИ-6000 машинаси НУ машинаси асосида яратилган, юкланиш намунага бевосита алмаштириладиган юклар орқали қўйилади, намунага айланма ҳаракат оралиқ вал орқали тўғридан-тўғри электр двигателдан узатилади.

Бир-бирини тутиб турадиган (консолли) қилиб маҳкамланган ва айланаётган намуналарни бир вақтнинг ўзида чидамликка синаш учун УКИ-10 машинаси хизмат қилади. Синовдаги максимал эгувчи момент 10000 нсм ни ташкил қилади. Намунани юклатиш 75 дан 1000 н гача бўлган алмаштирилувчи юклар ёрдамида бажарилади. Намунанинг айланиш тезлиги 3000 айл/мин.

Қаттиқликни ўлчовчи ТШ асбоби

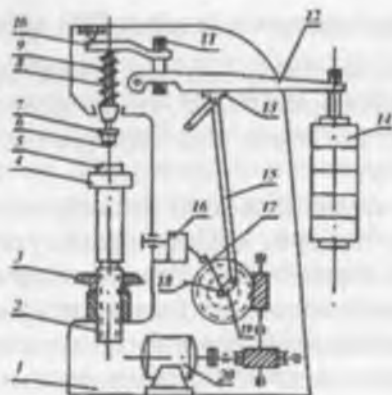
ТШ асбоби металллар қаттиқлигини Бринелл усулида ўлчашга мўлжалланган бўлиб, унинг иши намунанинг синаладиган сиртига пўлат шарчани ботириш усулига асосланган (13-расм).

Асбобнинг асосий чизмаси 14-расмда кўрсатилган. Асбобнинг асоси қаттиқ чўян қобик 1 бўлиб, унинг ичида намунани юклатиш механизмининг таянчли (ричаг) тизими жойлашган. Синалаётган намуна 5 винт 2 да ўрнатилган суянчиқ столча 4 га жойлаштирилади. Огир ғилдирак (маховик) 3 айланганда суянчиқ столчали винт юқорига кўтарилади ва шпиндель 8 нинг охирига ўрнатилган қалпоқча 7 нинг шарчаси 6 га намунани қисиб қўяди. Қобикнинг бош қисмида пружина 9 бўлиб, унга шпиндель тақалиб туради. У намунага бошлангич 100 кг юк қўйилишига мўлжалланган.

Юклатиш механизмининг асосий элементи юк таянчи 12 ҳисобланади. Унинг учига алмаштириладиган юк 14 лар осилган. Алмаштирилувчи бир неча юкни ишлатиб, намунага зарур бўлган 187,5 дан то 3000 кг гача юкларни ҳосил қилиш мумкин. Намунани автоматик равишда юклатиш учун қайта улагич 16 тугмасини босиб, электр двигатели 20 ни ишга тушириш лозим. Электр двигателининг айланиши иккита тишли ғилдирак (червяк) жуфти орқали кривошип 19 га узатилади. Кривошип билан уланган шатун 15 таянч 13 ни пастга силжитади ва юкли таянчни бушатади. Бурилиш чоғида бу таянч узанги 11 орқали ўзига қўшиб, оралиқ таянч 10 ни тортади. Алмашувчи юклар таъсиридаги юкланиш оралиқ таянчдан шпинделга узатилади ва шарчани намуна сиртига ботиради. Олдиндан берилган юклатишга эришилганда асбобда сигнал лампаси ёнади. Маълум юклатишга бардош берилганидан сўнг кўчувчи тиргак 18 қайта улагич билан электр двигателининг айланиш йўналишини ўзгартиради. Кривошип шатун



13-расм



14-расм

ёрдамида таянчни бошлангич ҳолатига қайтаради. Юкли таянч бир текис кутарилиб, намунадан юкни олиб ташлайди. Бу ҳолда қўзғалмас тиргак 17 электр юритгични автоматик равишда ўчиради. Юкланишга бардош бериш вақти кривошип валига ўрнатилган кучли тиргак ёрдамида тартибга солинади.

Синовлар натижасида намунанинг синалаётган сиртида тамга деб аталувчи чуқурча ҳосил бўлади. Шарча тамғасининг диаметри сановчи МПБ-2 микроскоп ёки махсус андоза ёрдамида ўлчанади.

2-§. АСБОБЛАР

Синов жараёнларида ҳосил бўладиган деформациялар жуда кичик қийматларга эга. Чизиқли деформациялар махсус асбоб-тензометрларда ўлчанади. Улар деформацияси ўлчанаётган қисм узунлигининг ўзгаришини аниқлайди. Ишлаш тарзига қараб тензометрлар механик, оптик-механик ва электр турларга бўлинади.

Бурчак деформациялари торсиометрларда ўлчанади. Улар бир кўндаланг кесимнинг бошқа кўндаланг кесимга нисбатан бурилиш бурчагини аниқлайди.

МИЛ тензометри

Намунанинг бўйлама деформацияларини ўлчашда кўпинча тирсак-таянчли МИЛ тензометри ишлатилади (15-расм). Ас-

бўб иккита бир хил таянч-
 лар тензометрлардан ташкил
 топган бўлиб, улар намуна-
 нинг икки томонига пружин-
 нали исканжа ёрдамида маҳ-
 камланади. Иккита тензо-
 метрнинг мавжудлиги намунага қўйилган юкла-
 нишнинг марказига нисба-
 тан носимметриклиги таъсиридан халос қилади. Намунанинг



15-рasm

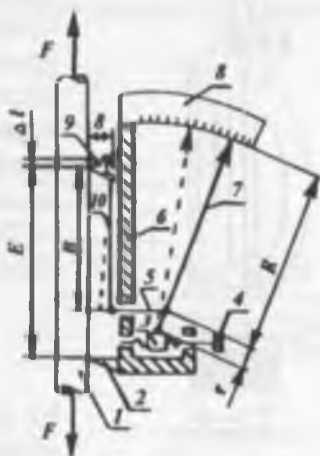
деформацияси икки тензометр кўрсатган натижаларнинг ўрта-
 ча катталиги тартибида аниқланади. Тензометрнинг асосий
 чизмаси 16-рasmда кўрсатилган.

Ромча 6 тензометр асоси бўлиб хизмат қилади. Ромчанинг
 бўйлама чуқурчасида ўққа осилган тирсакли таянч 10 жой-
 лашган. Калта елка призма 9 кўринишида бажарилиб, у ром-
 чадаги кўзгалмас тиг 2 билан биргаликда намуна 1 нинг сир-
 тига қисиб қўйилади. Тиг билан призма орасидаги масофа
 тензометрнинг ўлчаш базаси дейилиб, у $l = 100$ мм га тенг.
 Таянчнинг узун елкаси оралиқ тортувчи куч 5 ёрдамида ром-
 чага маҳкамланган кўзгули шкала 8 нинг мили 7 га уланган.
 Милнинг таянчи силжувчи (ползунок) 3 га жойлаштирилган
 бўлиб, у винт 4 ни бураш натижасида милни шкаланинг ноль
 бўлинимасига ўрнатишда силжиши мумкин. Намуна Δl — кат-
 таликка деформацияланган-
 нида призма 9 таянч 10
 билан биргаликда буралади
 ва оралиқ тортувчи куч 5
 орқали мил 7 ни оғдиради.

Тензометрнинг катта-
 лаштириш коэффиценти
 ушбу муносабатдан аниқ-
 ланади:

$$K = \frac{BR}{br},$$

бу ерда B , R , b ва r — чиз-
 мада кўрсатилган таянчлар
 елкаларининг ўлчамлари.



16-рasm

Тензометрнинг катталаштириш коэффициенти $K = 500$, шкала бир бўлимининг қиймати $0,002$ мм га тенг. Катталаштириш коэффициенти ва шкала бўлимининг аниқ қийматлари асбоб аттестатида берилади.

ТР-794 таянчли тензометр

ТР-794 тензометри (17-расм) кичик чизиқли деформацияларни ўлчовчи таянчли (ричагли) асбобдир. Бу тензометрнинг чизмаси 18-расмда кўрсатилган.

Тензометрнинг кўзгалмас призма 10 га эга рамкаси 9 асос вазифасини ўтайди. Таянч 4 билан қаттиқ боғланган ҳаракатланувчи ромбсимон призма 2 нинг бир учи рамка чуқурчасига киради. Тензометр намуна 1 нинг сиртига призмалар тигини қисиб турувчи исканжа ёрдамида намунага мустаҳкам ўрнатилади. Призмалар орасидаги масофа — тензометрнинг ўлчаш базаси, $l = 20$ мм га тенг.

Махсус узайтиргичлар ёрдамида база $50—100$ мм гача оширилиши мумкин.

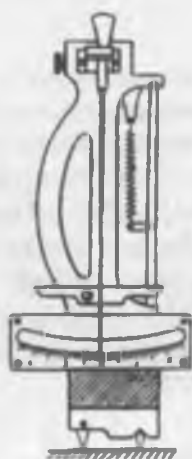
Намунанинг деформацияланиши туфайли призмалар орасидаги масофа ўзгаради, натижада ҳаракатланувчи призма 2 буралади ва таянч 4 ни оғиштиради. Таянчнинг оғиши оралик юк 5 орқали мил 8 га узатилади. Силжувчи (ползунок)нинг ўқи бўйлаб бурилган мил, шкала 3 бўйлаб призмалар

орасидаги масофа ўзгаришига мутаносиб равишда силжийди. Силжувчи ўрнатгич винт 7 ёрдамида то тажриба бошлангунга қадар милни шкаланинг керакли бўлинимасига ўрнатишга ёрдам беради. Асбобнинг кўзгу шкаласи мм да даражаланган.

Тензометрнинг катталаштириш коэффициенти қуйидагига тенг:

$$K = \frac{bH}{ah},$$

бу ерда: a , b , H ва h — чизмада кўрсатилган таянч елкаларининг ўлчамлари.



17-расм

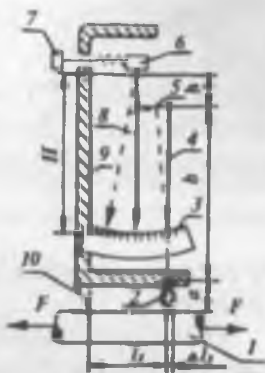
Тензометрнинг катталаштириш коэффициенти $K = 1000$ бўлганида шкаладаги 1 мм қиймат 0,001 мм деформацияга мос келади. Коэффициент қиймати ва шкала бир бўлимининг қиймати тензометр аттестатида кўрсатилади.

ТР-100 экстензометр

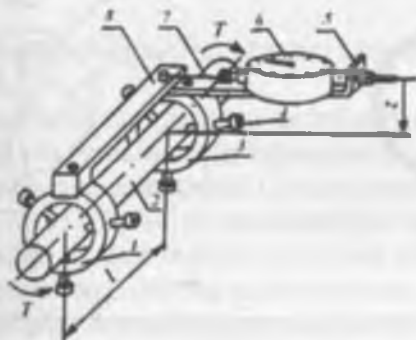
Бу асбоб намунанинг эластик деформациялар оралиғидаги бурилиш бурчакларини аниқ ўлчашга мўлжалланган. ТР-100 экстензометри 19-расмда кўрсатилган.

Асбоб винтлар 4 ёрдамида намунанинг ҳисобланган узунлиги белгиларида мустаҳкамланувчи икки ҳалқа 1 ва 3 га эга.

Алмаштириладиган тахтача 8 га эга бўлган ҳалқа машинанинг юқори тутқич томонидан мустаҳкамланади. Кронштейн 5 га ўрнатилган милга индикатор 6 ли ҳалқа 3 пастки тутқич томонидан маҳкам ўрнатилади. Индикатор штифти эластик сим 7 воситасида юқори ҳалқанинг тахтачаси билан уланади. Намунани бураганда ҳалқа 3 индикатор билан биргаликда ҳалқа 1 га нисбатан φ бурчакка бурилади ва тахтача 8 эластик сим 7 орқали индикатор штифтини силжитади. Намунанинг бурилиш бурчаги индикатор шкаласи бўйича ҳисобланади.



18-расм



19-расм

Экстензометр базаси $l = 100$ мм, бурилиш бурчагининг ўлчов чегаралари 0 дан 17° гача. Индикатор бир бўлимининг қиймати 0,01 мм га тенг бўлиб, экстензометр пастки ҳалқасининг 1° бурчак бурилишига мос келади. Индикаторнинг кўрсатишлари A бурилиш бурчагига мутаносибдир:

$$A = \varphi r,$$

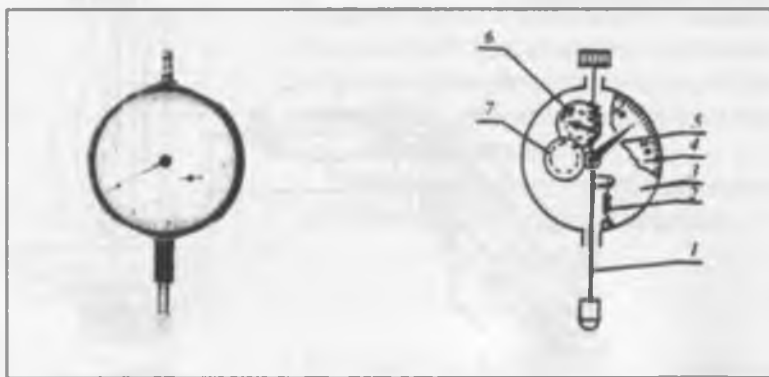
бу ерда: r — намуна ўқлари ва индикатор штифти орасидаги масофа.

ТР-100 экстензометрининг тузилиши оддий ва ишла-тиш учун қулай бўлиб, бурилиш бурчагини старли даражадаги аниқликда ўлчаш имкониятини беради.

Милли индикатор

Милли индикатор (20-расм) чизиқли ва бурчак сил-жишларини ўлчашга мўлжалланган асбобдир. Милли инди-каторнинг чизмаси эса 21-расмда кўрсатилган.

Асбобнинг асоси бўлиб қути 3 хизмат қилади, унинг ичида тишли гилдиракчалар 7 тизимга эга бўлган мил 5 га боғлан-ган тишли кесикларга эга бўлган ўлчаш штифти 1 жойлаш-ган. Штифтнинг илгариланма ҳаракати натижасида тишли кесиклар тишли гилдиракларни айлантиради, бу эса ўз нав-батида доиравий шкала 4 бўйича силжийдиган милга узати-лади. Мил 5 нинг тўла айланиши штифтнинг 1 мм га силжи-



20-расм

21-расм

шига мос келади. Индикатор шкаласининг бир бўлими 0,01 мм га тенг. Мил 5 нинг тўла айланиш сони кичик мил 6 шкаласи бўйича қайд этилади. Пружина 2 индикатор штифтини доимий равишда чеккадан сиқиб туради. Индикатор штифтининг максимал силжиши 2 дан 10 мм гача.

Ўлчаш бўлими 0,001 ва 0,002 мм ли юқори аниқликдаги индикаторлар мавжуд. Бундай индикаторларнинг тузилиши оддий ва иши пухта бўлади.

Электрик тензометрлаш

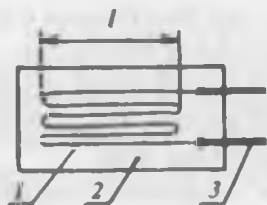
Ҳозирги замон лаборатория амалиётида деформация ва кучланишларни ўлчашда электр токи ёрдамида тензометрлаш усули кенг миқёсда қўлланади. Бу усул деформацияни баъзи электр катталиклар (қаршиликлар, сифимлар ёки индуктивлик)нинг ўзгаришига алмаштириш имкониятига асосланган. Деформацияни қабул қилиб олувчи ўзгартиргич датчик номи билан юритилади. Унинг қаршилик датчиги, сифим датчиги ва индуктив датчик турлари бор. Электрик тензометр қурилмаси датчик ва у билан боғлиқ электр занжири ҳамда қайд қилувчи тузилмадан иборат. Ўлчанган деформация бўйича Гук қонуни асосида кучланиш аниқланади.

Электрик тензометрлаш усулининг афзаллиги қуйидагилар:

- а) ўлчаш аниқлиги юқорилиги;
- б) доимий ва тез ўзгарувчан деформацияларни ўлчаш мумкинлиги;
- в) ўлчашни масофадан туриб бажариш имконияти борлиги;
- г) бир неча йўналишда бир нуқтада деформацияни ўлчаш мумкинлиги.

Ичхамлиги ва қўлланишдаги қулайлиги туфайли симли қаршилик датчиклари энг кўп тарқалган.

Симли қаршилик датчиклари. Симли қаршилик датчиклари (22-расм) узун, 0,02—0,05 мм диаметрли ингичка симлар бўлиб, улар икки қатлам пишиқ қоғоз ёки пластмасса парда 2 орасига елимлаб жойлаштирилган бир неча параллел ҳалқа / шаклига эга. Датчиклар юқори солиштира қаршиликка эга бўлган константан, манганин ёки нихром симларидан



22-расм

ясалади. Сим учларига электр занжирини улаш учун мисли симлар 3 пайвандланган. Ҳалқа узунлиги l датчик базаси дейилиб, у 5, 10 ва 20 мм ни ташкил қилади.

Датчик намунанинг бир қисми сиртига БФ-2 ёки БФ-4 елими ёрдамида шундай ёпиштирилиши керакки, токи унинг базаси ўлчанадиган деформация йўналишига мос тушсин.

Датчикни пухта ёпиштириш учун ёпиштириладиган жойи қумқоғоз билан тозаланади ва ацетон билан мойсизлантирилади.

Намунанинг бир қисми деформацияланганда датчикнинг сими ҳам деформацияланади, натижада унинг қайд қилувчи қурилма ёрдамида ўлчанаётган омик қаршилиги ўзгаради. Чузилишда омик қаршилик ортади, сиқилишда эса камаёди.

Датчик қаршилигининг ўзгариши бўйича деформацияни ўлчаш учун тажриба йўли билан топилган ушбу боғланишдан фойдаланилади:

$$\Delta R = \varepsilon Rk,$$

бу ерда: ΔR — деформация вақтида датчик қаршилигининг ортган қисми; ε — намуна (қисм)нинг нисбий деформацияси; R — датчикнинг бошланғич қаршилиги — 100—200 ом; k — датчик материали ва базасига боғлиқ бўлган датчикнинг сезгирлик коэффиценти (1,8 дан то 2,1 гача).

Кўриниб турибдики, датчик қаршилигининг ўзгариши нисбий деформацияга мутаносиб:

$$\varepsilon = \frac{\Delta R}{Rk}.$$

Фойдаланилган датчик учун R ва k қийматлари ўзгармас.

Қайд қилувчи қурилмалар. Деформация вақтида датчик қаршилиги жуда кам ўзгаради. Статик юкланишларда деформацияни ўлчаш учун қуйидаги кўприк чизмали (Уитстон кўприги) қайд қилувчи қурилмалар ишлатилади:

- а) гальванометр бўйича санашга асосланган;
- б) нолли усулда санашга асосланган;
- в) кучайтиргични қўллашга асосланган.

Кўприкли чизмалар ушбу иш тартибларида қўлланади:

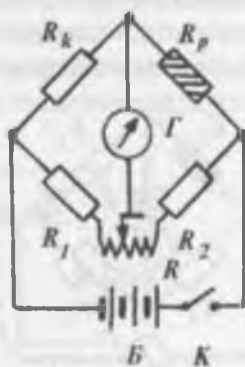
- а) мувозанатлашган кўприк;
- б) мувозанатлашмаган кўприк.

23-расмда гальванометр бўйича санашга асосланиб, сим-ли датчик қаршилиги ўзгаришини ўлчашга оид кўприк чизма кўрсатилган. Кўприк чизма ёпиқ тўртбурчакни ҳосил қилувчи тўртта қаршилиқ R_1 , R_2 , R_3 ва R_4 дан иборат. Намуна (қисм)нинг сиртига ёпиштирилган ишчи датчик R_x кўприкнинг бир елкасига уланиб, бошқа елкасига температурани мослаштирувчи R_t датчик уланади. Бу датчик ва ишчи датчикнинг қаршиликлари тенг бўлиб, намуна билан бир хил бўлган металл пластинага ёпиштирилади. Датчикли пластина намунага яқин жойлаштирилиб, R_1 ва R_2 датчикларга бир хил температура шароити яратилади.

Ўзгартириладиган қаршилиқлар R_1 ва R_2 қолган иккита қўшни елкага уланади. R_3 ва R_4 қаршилиқлар орасига уларнинг қаршилигини аниқ созлаш учун реохорд R қўйиш мўлжалланган. Чизмада ишлатиладиган тўртта бир хил қаршилиқлар мувозанатлашган кўприкни ҳосил қилади. Кўприкнинг бир диагонаliga 4—6 ли батарея B уланган, бошқа ўлчагич диагонаliga эса ГЗП-47, М91А ва бошқа турдаги ута сезгир гальванометр G уланган. Калит K деформацияни ўлчаш вақтида занжирни қисқа улашга мўлжалланган.

Синовдан олдин R_1 ва R_2 қаршилиқлар катталигини созлаш билан кўприк мувозанатлаштирилади. Бу ҳолда гальванометр мили нолга ўрнатилади, бу ҳол ўлчовчи диагоналда ток йўқлигини билдиради.

Намунанинг деформацияси жараёнида R_x датчик қаршилиги ΔR га ўзгаради, кўприк мувозанати бузилади ва гальванометр ўлчагич диагонаldан ток ўтаётганини билдиради. Намуна деформациясини аниқлашда гальванометр шкаласининг бир бўлинмасига мос келувчи датчик деформацияси ϵ_0 ни би-лиш талаб қилинади.



23-расм

У ҳолда намуна деформацияси ϵ ушбуга тенг бўлади:

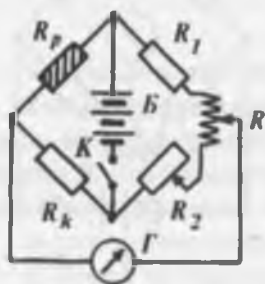
$$\epsilon = \epsilon_0 m,$$

бунда: ϵ_0 — гальванометр шкаласи бир бўлимининг қиймати, датчикнинг нисбий деформацияси бўйича белгиланган; m — бўлинмалар сони.

Одатда, гальванометр шкаласининг бир бўлими эгилишга бир хил қаршилиқ кўрсатадиган тўсиқ шаклидаги пластинага ёпиштирилган датчикни даражаларга бўлиш йўли билан аниқланади. Даражаларга бўлинадиган тўсин сиртига ишчи датчикка ўхшаш датчик ёпиштирилади. У билан ёнма-ён таянчли тензометр ўрнатилади. Мослаштирувчи датчик тўсиннинг ўқиға тик ҳолатда ёпиштирилади. Сўнг датчик кўприк чизмага уланади. Тўсинга юк қўйиб, гальванометр ва тензометр кўрсатишларидан нисбий деформация бирликларида гальванометр шкаласи бир бўлимининг қиймати аниқланади. Гальванометр бўлимининг қиймати кучланиш бирликларида аниқланиши мумкин. Бунинг учун нисбий деформацияда ҳисобланган бўлинманинг қиймати материалнинг эластиклик модулиға кўпайтирилади.

Гальванометр бўйича санаш усулидаги чизманинг камчилиги шундаки, кўрсатишлар батарея кучланишиға боғлиқ бўлади.

Нолли усулда деформацияни ўлчашнинг кўприк чизмаси (24-расм) гальванометр бўйича санаш усулидаги чизма билан деярли ўхшаш. Фарқи деформацияни ўлчаш усулида. Ўлчаш олдидан кўприк мослаштирилади ва нолға ўрнатилган гальванометр милининг ҳолатида реохорд сурилгичининг ҳолати белгиланади. Деформация натижасида ишчи датчикнинг қар-



24-расм

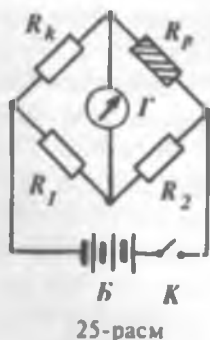
шилиги ўзгаради ва ўлчовчи диагоналда гальванометр кўрсатиши бўйича ток ҳосил бўлади. Реохорд сурилгичини силжитиш билан кўприк яна мувозанатлаштирилади ва деформацияни санаш сурилгичнинг силжиш катталиги бўйича олиб борилади. Реохорд шкаласи бир бўлинмасининг қиймати гальванометр шкаласидагидек аниқланади.

Нолли усулнинг афзаллиги шундаки, бунда мувозанати бузилган кўприк ҳолатида гальванометр бўйича санаш усулига нисбатан аниқроқ ўлчанади. Бу ҳолда кўрсаткичлар батарея кучланишининг тебранишига боғлиқмас, чунки санаш вақтида кўприк мувозанатлаштирилган бўлиб, ўлчовчи диагоналда бўлмайди.

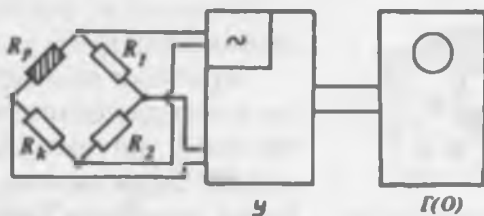
Ишчи датчик қаршилигининг ўзгаришини ўлчаш учун, мувозанатлаштирилган кўприклардан ташқари, яна динамик жараёнларни тадқиқ қилишда қўлланадиган мувозанатлаштирилмаган кўприклар (25-расм) ишлатилади. Бу ҳолда, деформация таъсирида ишчи датчик қаршилигининг ортиши ўлчашдан олдинги ва кейинги гальванометр кўрсатишлари фарқига тўғри мутаносибдир.

Кўприкнинг ўлчовчи диагоналидаги кичик ток деформацияни ўлчаш учун кўпинча кучайтиргич ёки қайд қилувчи сезгир асбоб қўллаш керак бўлади. Кучайтиргич билан ишловчи кўприк чизма 26-расмда кўрсатилган. Кучайтиргич $У$ дан фойдаланиб ўлчаганда ишчи R_1 ва мувозанатлаштирувчи R_2 датчиклар ёрдамида ҳосил қилинган кўприкнинг биринчи ярми синаладиган қисмида маҳкамланади. Кўприкнинг иккинчи ярми созланувчи қаршиликлар R_3 ва R_4 ҳамда кўприк чизманинг бошқа элементлари билан биргаликда кучайтиргич қобигида жойлаштирилади. Кучайтиргичда бир неча канал бўлиб, бу бир вақтнинг ўзида бир неча ишчи датчиклардан натижа олиш имконини беради.

Статик юклатишларда қайд қилувчи асбоб тариқасида гальванометр Γ хизмат қилади. Динамик юклатишларда ўзга-



25-расм



26-расм

рувчан деформацияни ўлчаш учун шлейфли ёки катод осциллограф О ишлатилади.

Электрик тензометрлаш билан боғлиқ лаборатория ишларини ИМ-70М асбобида бажариш қулайдир.

Бу асбоб (27-расм) статик деформация ва секундига 1/2 даврдан кўп бўлмаган частота ўзгаришларига мос равишда секин ўзгарувчи ўзгарувчан деформацияларни ўлчашга мўлжалланган. Қўлланадиган симли датчикларнинг қаршилиги 10—500 ом, сезгирлик коэффиценти 1,8—2,2 бўлиши мумкин. Ишлаб чиқарилаётган асбобларнинг юклатилиши 120 ом қаршилиқ ва сезгирлиги 2 бўлган датчикларга мўлжалланган. Бу ҳолда ўлчов асбоби бўлинмасининг қиймати ушбуга тенг:

$$\epsilon_n = 10^{-3} \text{ 1/бўлинма.}$$

Бир ўқли чўзилиш жараёнида шкала бир бўлинмасининг қиймати кучланиш бирликларида баҳоланиши мумкин. Эластиклик модули $E = 2,1 \cdot 10^5$ Мпа бўлган пўлат учун бир бўлинма 261 Мпа кучланишга мос келади. Бошқа параметрли датчиклардан фойдаланилганда шкала қўшимча даражаланади.

Асбобнинг чизмасида ўзгарувчан токнинг мувозанатлаштирилган кўприги бўлиб, у индикатор ва занжирни мувозанатлаштирувчи қурилма билан таъминланган ҳамда кучайтиргич электрон блокига эга.

Асбобнинг асосий қисмлари қуйидагилар:

- 1) бир ҳиссали ўлчагич кўприк;
- 2) узатувчи частота генератори;
- 3) икки поғонали қуйи частота кучайтиргичи;
- 4) ҳалқасимон детектор кўринишидаги деформация ишорасини аниқлагич;



27-расм

5) ишчи ва мослаштирувчи датчикларни қайта улагич.

Асбобнинг панелида ўрнатилган кичик қаршиликли қайта улагич ишчи датчиклардан келувчи электр сигналларини кетма-кет ўлчаш имконини беради. Асбоб штепсель ва қайта улагич ёрдами-

да икки датчик билан ёки 9 та ишчи ва 9 та мослаштирувчи гуруҳлар билан ёки иккинчи ишчи датчиклар билан галмагал уланиб ишлаши мумкин.

Датчикларнинг кўрсатиши панелга ўрнатилган миллиамперметрда аниқланади. Ўлчагич кўприкнинг ташқи туташ елкалари ишчи ва мослаштирувчи датчиклардан иборат, асбоб қобигидаги ички туташ елкалар мосланувчи қаршиликлардан ташкил топади.

Кўприкнинг ўзгарувчан ток билан ишлашини узатувчи частота генератори таъминлайди, бу эса кучайтиргичнинг оддий тузилган туридан фойдаланиш имконини беради. Асбобнинг ажрата олиш қобилиятини ошириш учун кўприкнинг мослашишини бузувчи кучланиш олдин кучайтиргичга берилиб, сўнгра нолли шкала ўртасида бўлган ўлчагич асбобга узатилади. Ўлчагич асбобнинг милини нолга келтиришда асбобнинг панелида кўприк қаршиликларини қўпол ва текис мослаштиришга мўлжалланган дасталар бор. Деформациянинг ишораси (чўзилиш ёки сиқилиш) милнинг нолдан қарама-қарши томонга оғишини кўрсатади.

Асбоб 220 в ли ўзгарувчан ток манбаидан таъминланади.

МАТЕРИАЛЛАРНИНГ МЕХАНИК ТАВСИФЛАРИНИ АНИҚЛАШ БЎЙИЧА ЛАБОРАТОРИЯ ИШЛАРИ

1-§. КАМ КАРБОНЛИ ПУЛАТНИ ЧЎЗИЛИШГА СИНАШ

Материалларнинг механик тавсифлари шу синаладиган материаллардан ясалган намуналарни лабораторияда синаш йўли билан аниқланади. Олинган кўрсаткичлардан машина ва механизмларнинг айрим қисмларини ясаш учун материаллар танлашда ва уларнинг мустаҳкамлигини ҳисоблашда фойдаланилади.

Энг кўп тарқалган синов тури материални чўзилишга статик синашдир. Уларни бажариш оддий бўлиб, материалнинг механик хоссаларини ёрқин намоён қилади.

Синовларнинг натижалари материал хоссасига ҳамда намунанинг шакли ва ўлчамига боғлиқ бўлади. Солиштиришга осон натижаларни олиш учун стандарт намуналар чўзилиш бўйича синовдан ўтказилади.

Чўзилиш бўйича синовлар Давлат стандартлари (ГОСТ 1497-73) талабларига мос ҳолда олиб борилади.

Ишдан кўзда тутилган мақсад — кам карбонли пулатни то емирилгунича чўзилишга синаш, чўзилиш диаграммасини олиш ва асосий механик тавсифини аниқлаш, яъни материалнинг мустаҳкамлик ва пластикликка оид характеристикаларини белгиловчи катталикларни топиш.

Тажриба учун керакли асбоб-ускуналар

Чўзилишга синовлар Р-5, УМ-5, УММ-10 ва бошқа механик ёки гидравлик узатмали машиналарда олиб борилиб, улар ± 1 фоиз аниқликда юкланишларни ўлчаш имконини беради, уларда синов натижаларини қайд қилувчи диаграмма асбоби ҳам бўлади. Таранглаб турувчи юк намуналарнинг қатъий бўйлама ўқи бўйича таъсир этиши учун машиналарнинг тутқичи намуналарни ишончли равишда марказий қисмда тутиб туришини таъминлаши керак. Кўзгалувчи тутқич 20 мм/мин дан ортиқ бўлмаган тезликда текис силжиши керак.

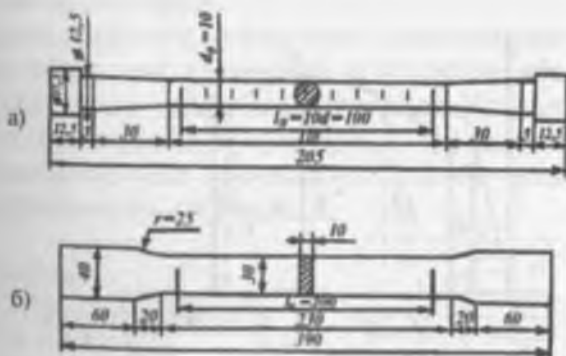
Синаладиган намуналар

Чўзилишга синовларда цилиндр шаклидаги ёки ясси намуналар олинади. Намунанинг ишчи қисми ва уни машина тутқичларида маҳкамлаш учун думалоқ каллагига бўлади. Машина тутқичларининг тузилишига қараб, наmunанинг каллак қисми шакли ва ўлчами танлаб олинади. Кучланиш бир жойга йиғилиб қолмаслиги учун наmunанинг каллак қисми ишчи қисмига бир текис ўтадиган қилинади. Намуна ишчи қисмининг сирти силлиқланади.

Наmunанинг узайиши аниқланадиган ишчи қисмининг узунлиги ҳисобий узунлик l_0 дейилади. Ҳисобий узунлик намунада чуқур чизиклар билан белгиланиб, унинг устида ҳар 5—10 мм оралиқда бўлувчи машина билан бўлинмалар чизиб қўйилади.

Давлат стандарти (ГОСТ) бўйича узун ва қисқа намуналар билан иш кўрилади. Цилиндр шаклидаги узун намуналарнинг ҳисобий узунлиги $l_0 = 10d_0$ га тенг, қисқа намуналар учун эса $l_0 = 5d_0$ қилиб олинади. Ясси узун намуналар учун ҳисобий узунлик $l_0 = 11,3\sqrt{A_0}$, қисқа намуналар учун эса $l_0 = 5,65\sqrt{A_0}$ қилиб олинади.

Цилиндр шаклидаги $d_0 = 10$ мм диаметрли намуна асосий намуна дейилади. Бошқа диаметрдаги ёки тўғри тўрт бурчакли кўндаланг кесимга эга бўлганлари мутаносиб намуналар дейилади. Чўзилишга синовда ишлатиладиган цилиндр шаклидаги $d_0 = 10$ диаметрли намуна ва $h = 10$ мм қалинликдаги ясси намуналар 28-расм (а ва б) да кўрсатилган.



28-расм

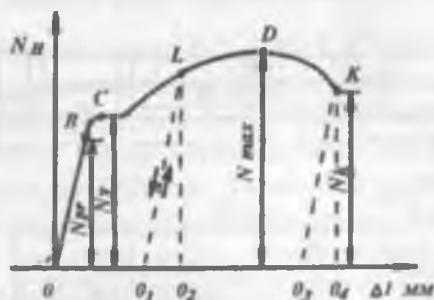
Синовларни ўтказиш тартиби

Синовни бошлашдан олдин 0,01 мм аниқликдаги микрометр ёрдамида намуна ҳисобий узунлигининг диаметри, шунингдек 0,1 мм аниқликдаги штангенциркуль воситасида намунада чуқур чизиклар билан белгиланган ҳисобий узунлик ўлчанади.

Ўлчанган намуна машина тутқичларида маҳкамланади ва то емирилгунига қадар юки секин-аста оширилади ва чўзилиб борилади. Синов 4—10 м/мин деформация тезлигида олиб борилади.

Бу ҳолда диаграмма чизувчи асбоб қуйидаги координаталарда чўзилиш диаграммасини ёзиб боради: N — буйлама куч (н да) ва намунанинг деформация жараёнини намоён қилувчи Δl — намунанинг узайиши (мм да). Синов давомида намунанинг ҳолатини кўз билан ва чўзилиш диаграммасидан кузатиб борилади. Пластик материал — кам карбонли пўлатнинг маълум масштабда ёзилган чўзилиш диаграммаси 29-расмда кўрсатилган.

Диаграмманинг бошланғич қисми оғма тўғри чизик бўлиб, у Гук қонунига асосан юк ва деформация орасидаги чизикли боғланишни кўрсатади. Диаграмманинг бошланишидаги бу қийшайиш машина механизмларидаги ёриқларни йўқотиш ва намуна думалоқ каллакларининг тутқичларда эзилиши билан боғлиқ. Диаграммадан фойдаланаётганда бу қийшайишни ҳисобга олмаслик учун ушбу қисмни O нуқтада абсцисса ўқи билан кесишгунча давом этдириб, уни координата боши деб қабул қилинади.



29-расм

Диаграмма тўғри чизиқли қисми охиридаги *B* нуқтанинг ординатаси мутаносиблик чегарасига мос келади. Гук қонунига риоя қилингунгача бўлган таранглик мутаносиблик чегараси ҳисобланади. *B* нуқта яқинида шундай нуқта борки, у эластиклик чегарасига мос келади. Эластиклик чегараси деб шундай тарангликка айтиладики, унда намунада $0,002-0,005$ фоизга етадиган жуда кичик қолдиқ деформация пайдо бўлади. Нуқталар бир-бирига жуда яқин бўлгани учун мутаносиблик ва эластиклик чегаралари тенг деб қабул қилинади.

ОВ қисмида эластик характерга эга бўлган деформациялар намунадан юк олиб ташлангандан сўнг бутунлай йўқолади. Намунага яна юклатиш таъсир этдирилса, тўғри қисм қийшайди, сўнгра юк унча оширилмаса ҳам чўзилиш кўпаяверади. Бу ҳодиса материалнинг оқувчанлиги дейилади. У диаграммада горизонтал қисм — оқувчанлик майдончаси ҳосил бўлишига олиб келади. Бу қисмнинг бошланишидаги *C* нуқта оқувчанлик чегарасига мос келади. Оқувчанлик чегарасига мос келадиган таранглик шундайки, у даражага етганда намунада бир хил юкланишда ҳам деформация ортиши кузатилади. Оқувчанлик механизми материал кристалл панжарасининг бузилиши билан боғлиқ. Оқувчанлик жараёнида намунанинг силлиқланган сирти хира бўлиб қолади. Унинг устида намуна уқига нисбатан 45° бурчак остида 30-расм, а да кўрсатилган Чернов Д. К. чизиқлари (силжиш чизиқлари) ҳосил бўлади. Оқувчанлик ҳолати намунанинг бор узунлиги бўйича пластик деформацияларнинг тарқалиши билан ифодаланади.

Юқори карбонли ва қотишма аралаштирилган (легирланган) пўлат, мис, алюминий ва бошқалар диаграммаларида оқувчанлик майдончаси бўлмайди. Улар учун шартли оқувчанлик чегараси аниқланади, бу шунда *Y* тарангликни ифодалайдики, унда намуна узунлигининг қолдиқ узайиши $0,2$ фоизни ташкил қилади.



30-расм

Оқувчанлик чегарасидан ўтгандан кейин материал пишиқлашади, юкланиш ортади ва Д нуқтада максимал қийматга эришади. Намуна бир текис узаяди ва бор бўйича тораяди. Максимал юкланишга эришилгандан сўнг намунада жузъий торайиш, яъни бўйинча (30-расм, б) ҳосил бўлади. Д нуқта мустаҳкамлик бўйинчасига мос келади. Мустаҳкамлик чегараси максимал юкланиш таъсирида юзага келади.

Қолдиқ деформация бўйинча зонасида мужассамлашади, бу эса унинг кўндаланг кесими камайишига ва юкланиш пасайишига олиб келади. Намунанинг узилиши энг кичик кесими бўйича К нуқтада рўй беради. Ҳақиқий кучланиш шу онда пасаймайди, балки наmunанинг узилишига қадар ошади.

Намуна юкдан бўшатилса, L нуқтадан то O₁ нуқтагача юкланишдан бўшаш чизиги ОВ чизигига параллель боради. Эластик деформация (O₁O₂ қисм) йўқолади, қолдиқ деформация (OO₁ қисм) эса намунада сақланади. OO₂ қисм наmunанинг берилган юкланишдаги тўла деформациясидир. Қайта юклатишда O₁L чизиги бўйлаб, оқувчанлик майдончасини ҳосил қилмай давом этади. Диаграммада мутаносиблик чегарасининг кўтарилиши ва қолдиқ чўзилишининг пасайиши кузатилади. Мутаносиблик чегарасининг кўтарилиши ва материал пластиклигининг пасайиши ҳодисаси қайта юклатишда парчинлаш дейилади. Парчинлаш техникада пўлат тросслар, занжирлар ва ҳоказоларни янада пишиқлаштириш учун фойдаланилади.

Диаграммдан фойдаланилганда К нуқтадан абсцисса ўқига тик KO₄ туширилади ва ОВ қисмга параллел KO₁ тўғри чизик ўтказилади, OO₄ қисм наmunанинг узилишдаги тўла деформациясини аниқлайди. У эластик (O₃O₄) ва қолдиқ (OO₃ қисм) деформациялардан ташкил топган.

Синов тугагач ёзилган диаграмма машинадан олинади ва емирилган наmunанинг иккала бўлаги ажратилади.

Натижаларни ишлаб чиқиш ва хулосалар

Кам карбонли пўлатни синаш натижасида Давлат стандарти (ГОСТ) бўйича унинг механик тавсифлари — пишиқлик ва пластиклик кўрсаткичлари аниқланади.

Олдин диаграмма ишлаб чиқилади ва намунанинг бирлаштирилган қисмларида буйинча диаметри d_1 ва чекка чуқурча чизиклар орасидаги ҳисобий узунлик l_1 ўлчанади. Пишиқлик кўрсаткичларига мутаносиблик чегаралари, оқувчанлик ва пишиқлик киради.

Мутаносиблик чегараси ушбу формула асосида ҳисобланади:

$$\sigma_{pr} = \frac{N_{pr}}{A_0} \text{ н/мм}^2,$$

бунда N_{pr} — мутаносиблик чегарасига мос келувчи юк, н;
 A_0 — намуна кўндаланг кесимининг бошланғич сатҳи, мм².

Кўндаланг кесимнинг бошланғич сатҳи

$$A_0 = \frac{\pi d_0^2}{4}, \text{ мм}^2,$$

бунда d_0 — намуна ишчи қисмининг диаметри, мм.

Мутаносиблик чегарасига мос келувчи юк чўзилиш диаграммасидан аниқланади.

Оқувчанлик чегараси (физикавий) ушбу формула асосида ҳисобланади:

$$\sigma_y = \frac{N_y}{A_0} \text{ н/мм}^2,$$

бунда N_y — оқувчанлик чегарасига мос келувчи юк, н.

Материалнинг оқувчанлиги, пайдо бўладиган юк катталиги диаграммадаги оқувчанлик сатҳининг ҳолатидан аниқланади ёки машинанинг куч ўлчагичи шкаласидан милнинг тўхтаган ва унинг тезлиги кескин пасайган вақтида қайд қилинади.

Оқувчанликнинг шартли чегараси ушбу формула асосида ҳисобланади:

$$\sigma_{0.2} = \frac{N_{0.2}}{A_0} \text{ н/мм}^2,$$

бу ерда $N_{0.2}$ — намунанинг ҳисобий узунлиги бўйича 0,2 фоиз қолдиқ деформацияга мос келувчи юк, н.

Бу юкни топиш учун чўзилиш диаграммасидаги абсцисса ўқида қабул қилинган масштабда намунанинг ҳисоблан-

Оқувчанлик чегарасидан ўтгандан кейин материал пишиқлашади, юкланиш ортади ва Д нуқтада максимал қийматга эришади. Намуна бир текис узаяди ва бор бўйича тораяди. Максимал юкланишга эришилгандан сўнг намунада жузъий торайиш, яъни бўйинча (30-расм, б) ҳосил бўлади. Д нуқта мустаҳкамлик бўйинчасига мос келади. Мустаҳкамлик чегараси максимал юкланиш таъсирида юзага келади.

Қолдиқ деформация бўйинча зонасида мужассамлашади, бу эса унинг кундаланг кесими камайишига ва юкланиш пасайишига олиб келади. Намунанинг узилиши энг кичик кесими бўйича К нуқтада рўй беради. Ҳақиқий кучланиш шу онда пасаймайди, балки намунанинг узилишига қадар ошади.

Намуна юкдан бўшатилса, L нуқтадан то O_1 нуқтагача юкланишдан бўшаш чизиги ОВ чизигига параллель боради. Эластик деформация (O_1O_2 қисм) йўқолади, қолдиқ деформация (OO_1 қисм) эса намунада сақланади. OO_2 қисм намунанинг берилган юкланишдаги тула деформациясидир. Қайта юклатишда O_1L чизиги бўйлаб, оқувчанлик майдончасини ҳосил қилмай давом этади. Диаграммада мутаносиблик чегарасининг кўтарилиши ва қолдиқ чузилишининг пасайиши кузатилади. Мутаносиблик чегарасининг кўтарилиши ва материал пластиклигининг пасайиши ҳодисаси қайта юклатишда парчинлаш дейилади. Парчинлаш техникада пўлат тросслар, занжирлар ва ҳоказоларни янада пишиқлаштириш учун фойдаланилади.

Диаграммадан фойдаланилганда К нуқтадан абсцисса ўқига тик KO_4 туширилади ва ОВ қисмга параллел KO_3 туғри чизик ўтказилади, OO_4 қисм намунанинг узилишдаги тула деформациясини аниқлайди. У эластик (O_3O_4) ва қолдиқ (OO_3 қисм) деформациялардан ташкил топган.

Синов тугагач ёзилган диаграмма машинадан олинади ва емирилган намунанинг иккала бўлаги ажратилади.

Натижаларни ишлаб чиқиш ва хулосалар

Кам карбонли пўлатни синаш натижасида Давлат стандарти (ГОСТ) бўйича унинг механик тавсифлари — пишиқлик ва пластиклик кўрсаткичлари аниқланади.

Олдин диаграмма ишлаб чиқилади ва намунанинг бир-лаштирилган қисмларида буйинча диаметри d_1 ва чекка чуқурча чизиклар орасидаги ҳисобий узунлик l_1 ўлчанади. Пишиқлик кўрсаткичларига мутаноснблик чегаралари, оқувчанлик ва пишиқлик киради.

Мутаноснблик чегараси ушбу формула асосида ҳисобланади:

$$\sigma_{pr} = \frac{N_{pr}}{A_0} \text{ н/мм}^2,$$

бунда N_{pr} — мутаноснблик чегарасига мос келувчи юк, н;
 A_0 — намуна кўндаланг кесимнинг бошланғич сатҳи, мм².

Кўндаланг кесимнинг бошланғич сатҳи

$$A_0 = \frac{\pi d_0^2}{4}, \text{ мм}^2,$$

бунда d_0 — намуна ишчи қисмининг диаметри, мм.

Мутаноснблик чегарасига мос келувчи юк чузилиш диаграммасидан аниқланади.

Оқувчанлик чегараси (физикавий) ушбу формула асосида ҳисобланади:

$$\sigma_y = \frac{N_y}{A_0} \text{ н/мм}^2,$$

бунда N_y — оқувчанлик чегарасига мос келувчи юк, н.

Материалнинг оқувчанлиги, пайдо бўладиган юк катталиги диаграммадаги оқувчанлик сатҳининг ҳолатидан аниқланади ёки машинанинг куч ўлчагичи шкаласидан милнинг тўхтаган ва унинг тезлиги кескин пасайган вақтида қайд қилинади.

Оқувчанликнинг шартли чегараси ушбу формула асосида ҳисобланади:

$$\sigma_{0.2} = \frac{N_{0.2}}{A_0} \text{ н/мм}^2,$$

бу ерда $N_{0.2}$ — намунанинг ҳисобий узунлиги буйича 0,2 фоиз қолдиқ деформацияга мос келувчи юк, н.

Бу юкни топиш учун чузилиш диаграммасидаги абсцисса ўқида қабул қилинган масштабда намунанинг ҳисоблан-

ган узунлигига нисбатан 0,2 фоиз қолдиқ деформация булганидаги намуна узайганига тенг қисм қўйиб борилади. Қисм охиридан тўғри чизиқли булакка параллел тарзда тўғри чизиқ ўтказилади. Унинг диаграмма эгри чизиги билан кесишган нуқтаси оқувчанликнинг шартли чегарасига мос келувчи юк ординатасини аниқлайди.

Пишиқлик чегараси ушбу формула асосида ҳисобланади:

$$\sigma_u = \frac{N_{max}}{A_0} \text{ н/мм}^2,$$

бу ерда N_{max} — намунанинг узилишидан олдинги максимал юк, н.

Пишиқлик чегарасига мос келувчи максимал юк чўзилиш диаграммасининг энг юқори ординатаси катталиги бўйича аниқланади ёки машина куч ўлчагичининг шкаласидаги назорат мили ёрдамида қайд қилинади.

Намуна бузилишидаги ҳақиқий кучланиш ушбу формула бўйича ҳисобланади:

$$S_k = \frac{N_k}{A_1} \text{ н/мм}^2,$$

бу ерда N_k — намунанинг узилиш ондаги юк, н; A_1 — узилиш жойидаги бўйинчанинг кўндаланг кесим сатҳи, мм².

Узилиш жойидаги бўйинчанинг кўндаланг кесими сатҳи

$$A_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} \text{ мм}^2,$$

бу ерда d_1 — бўйинча диаметри, мм.

Намуна узилиш ондаги юк чўзилиш диаграммасидан аниқланади.

Эгилувчанлик кўрсаткичларига нисбий узайиш ва нисбий кўндаланг торайишлар киради. Нисбий қолдиқ узайиш ушбу формула асосида ҳисобланади:

$$\epsilon_r = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100\%,$$

бу ерда l_0 — намунанинг ҳисобий узунлиги, мм; l_1 — намунанинг бузилишдан кейинги ҳисобий узунлиги, мм.

Нисбий кўндаланг торайиш ушбу формула асосида ҳисобланади:

$$\psi_r = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \cdot 100\%.$$

Намунанинг емирилиши учун сарфланган тўла иш чўзилиш диаграммаси бўйича тақрибан аниқланади. Бу ҳолда диаграмма сатҳи (31-расм) тўғри тўртбурчак сатҳига тенг деб олинади. Тўғри тўртбурчакнинг диаграмма билан тўла тўлдирилмаганлиги диаграммани тўлдириш коэффиценти η билан ҳисобга олинади. Кам карбонли пўлатлар учун $\eta = 0,8-0,9$.

Тўла иш катталиги ушбу формуладан ҳисобланади:

$$W = N_{\max} \Delta l \eta,$$

бунда $N_{\max}$ — намуна бузилишидан олдинги максимал юк, н; Δl — наmunанинг тўла узайиши, м; η — диаграмманинг тўлдириш коэффиценти.

Деформациянинг солиштирма иши ушбу формуладан ҳисобланади:

$$a = \frac{W}{V} \text{ нм/см}^3,$$

бу ерда $V = A_0 l_0$ — намуна ҳисобий узунлигининг ҳажми, см^3 .

Бу кўрсаткич материалнинг пишиқлигини ҳамда пластиклигини ифодалайди.

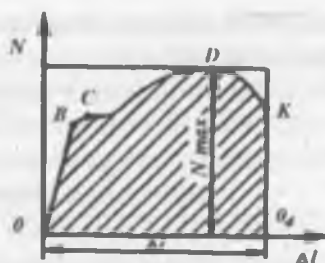
Дж да белгиланган тўла ишни олганда деформация солиштирма ишнинг ўлчамлиги дж/м^3 , 1 кгм иш тахминан 9,81 дж га тенг.

Синовлар натижаси 1-жадвалга ёзиб борилади.

Аниқланган механик тавсифлар асосида давлат стандарти (ГОСТ) бўйича синалаётган материалнинг маркаси тахминан аниқланади.

2-§. ПўЛАТНИНГ БЎЙЛАМА ЭЛАСТИКЛИК МОДУЛИНИ АНИҚЛАШ

Юклатишнинг эластик босқичида пластик материалларнинг деформацияси кучланишга тўғри мутаносибдир. Куч-



31-расм

ган узунлигига нисбатан 0,2 фоиз қолдиқ деформация бўлганидаги намуна узайганига тенг қисм қўйиб борилади. Қисм охиридан туғри чизиқли булакка параллел тарзда туғри чизиқ ўтказилади. Унинг диаграмма эгри чизиғи билан кесишган нуқтаси оқувчанликнинг шартли чегарасига мос келувчи юк ординатасини аниқлайди.

Пишиқлик чегараси ушбу формула асосида ҳисобланади:

$$\sigma_u = \frac{N_{max}}{A_0} \text{ н/мм}^2,$$

бу ерда N_{max} — намунанинг узилишидан олдинги максимал юк, н.

Пишиқлик чегарасига мос келувчи максимал юк чўзилиш диаграммасининг энг юқори ординатаси катталиги бўйича аниқланади ёки машина куч ўлчагичининг шкаласидаги назорат мили ёрдамида қайд қилинади.

Намуна бузилишидаги ҳақиқий кучланиш ушбу формула бўйича ҳисобланади:

$$S_k = \frac{N_k}{A_1} \text{ н/мм}^2,$$

бу ерда N_k — намунанинг узилиш ондаги юк, н; A_1 — узилиш жойидаги бўйинчанинг кўндаланг кесим сатҳи, мм².

Узилиш жойидаги бўйинчанинг кўндаланг кесими сатҳи

$$A_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} \text{ мм}^2,$$

бу ерда d_1 — бўйинча диаметри, мм.

Намуна узилиш ондаги юк чўзилиш диаграммасидан аниқланади.

Эгилувчанлик кўрсаткичларига нисбий узайиш ва нисбий кўндаланг торайишлар киради. Нисбий қолдиқ узайиш ушбу формула асосида ҳисобланади:

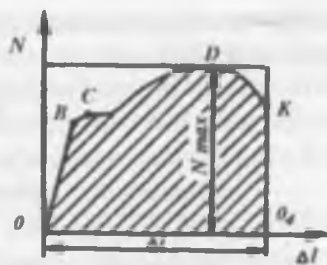
$$\epsilon_r = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot 100\%,$$

бу ерда l_0 — намунанинг ҳисобий узунлиги, мм; l_1 — намунанинг бузилишдан кейинги ҳисобий узунлиги, мм.

Нисбий кўндаланг торайиш ушбу формула асосида ҳисобланади:

$$\psi_r = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \cdot 100\%.$$

Намунанинг емирилиши учун сарфланган тўла иш чўзилиш диаграммаси бўйича тақрибан аниқланади. Бу ҳолда диаграмма сатҳи (31-расм) тўғри тўртбурчак сатҳига тенг деб олинади. Тўғри тўртбурчакнинг диаграмма билан тўла тўлдирилмаганлиги диаграммани тўлдириш коэффиценти η билан ҳисобга олинади. Кам карбонли пўлатлар учун $\eta = 0,8—0,9$.



31-расм

Тўла иш катталиги ушбу формуладан ҳисобланади:

$$W = N_{\max} \Delta l \eta \text{ нм},$$

бунда $N_{\max}$ — намуна бузилишидан олдинги максимал юк, н; Δl — намунанинг тўла узайиши, м; η — диаграмманинг тўлдириш коэффиценти.

Деформациянинг солиштирма иши ушбу формуладан ҳисобланади:

$$a = \frac{W}{V} \text{ нм/см}^3,$$

бу ерда $V = A_0 l_0$ — намуна ҳисобий узунлигининг ҳажми, см³.

Бу кўрсаткич материалнинг пишиқлигини ҳамда пластиклигини ифодалайди.

Дж да белгиланган тўла ишни олганда деформация солиштирма ишнинг ўлчамлиги дж/м³, 1 кгм иш тахминан 9,81 дж га тенг.

Синовлар натижаси I-жадвалга ёзиб борилади.

Аниқланган механик тавсифлар асосида давлат стандарти (ГОСТ) бўйича синалаётган материалнинг маркаси тахминан аниқланади.

2-5. ПЎЛАТНИНГ БЎЙЛАМА ЭЛАСТИКЛИК МОДУЛИНИ АНИҚЛАШ

Юклатишнинг эластик босқичида пластик материалларнинг деформацияси кучланишга тўғри мутаносибдир. Куч-

ланиш ва деформация орасидаги чизиқли боғланиш Гук қонуни дейилади:

$$\sigma = E \cdot \epsilon.$$

1-жадвал

Намуна ўлчамлари

СИНОВГАЧА	СИНОВДАН КЕЙИН
диаметр d_0 , мм	бўйинча диаметри d_1 , мм
ҳисобий узунлик l_0 , мм	узилгандан кейинги ҳисобий узунлик l_1 , мм
кўндаланг кесим сатҳи A_0 , мм ²	узилиш жойида кўндаланг кесим сатҳи A_1 , мм ²
ҳисобий узунлик ҳажми V , см ³	
СИНОВДАГИ ЮКЛАНИШЛАР	
мутаносиблик чегарасига мос келувчи юк N_p , Н	
оқувчанлик чегарасига мос келувчи юк N_u , Н	
пишиқлик чегарасига мос келувчи юк N_{mat} , Н	
намунанинг смирилиш онисидаги юк S_b , Н	
ПИШИҚЛИК КЎРСАТКИЧЛАРИ	
мутаносиблик чегараси s_p , Н/мм ²	
оқувчанлик чегараси s_y , Н/мм ²	
муштаҳкамлик чегараси s_u , Н/мм ²	
узилишдаги ҳақиқий кучланиш S_1 , Н/мм ²	
ЭЛАСТИКЛИК КЎРСАТКИЧЛАРИ	
нисбий қолдиқ узайиш ϵ , %	
нисбий кўндаланг торайиш γ , %	
СТАТИК ҚАЙИШҚОҚЛИК КЎРСАТКИЧЛАРИ	
намунани узишга сарфланган иш W , Нм	
деформация солиштира иши a , Нм/см ³	

Формулага кирувчи мутаносиблик коэффициенти E буйлама эластиклик модули (Юнг модули) дейилади. У материалнинг эластик деформацияларга қаршилиқ кўрсатиш қобилиятини ифодалайди. Ўлчамлиги н/мм^2 ёки н/см^2 бўлган эластиклик модулининг катталиги фақат материалга боғлиқ бўлиб, лаборатория тажрибасида аниқланади.

Буйлама эластиклик модули материалнинг эластиклик хоссалари учун асосий тавсиф бўлиб, қурилмалар элементларининг деформациясини ҳисоблашда фойдаланилади.

Ишдан кўзда тутилган мақсад — пулатнинг буйлама эластиклик модулини топиш ва қўзилишдаги Гук қонунини текшириш.

Тажриба учун керакли асбоб-ускуналар

Буйлама эластиклик модули қўзилишга синаш натижа-сида аниқланади. Бу ҳолда намунанинг буйлама йўналиши-да жуда кичик эластик деформациялар ўлчанади. Уларни ўлчаш учун махсус асбоблар — тензометрлардан фойдала-нилади.

Синовлар қўзилиш бўйича статик синовлар ўтказилади-ган УМ-5, Р-5, УИМ-10 ва бошқа синов машиналарида бажарилади. Машина тутқичлари намунани яхши маҳкам-лашни таъминлаши ва уларнинг буйлама ўқи қўзилиш йўна-лишига мос келиши лозим.

Синаладиган намуналар

Синаш учун диаметри $d = 10$ мм ва ҳисобий узунлиги $l_0 = 100$ мм бўлган, Давлат стандарти (ГОСТ 1497-73) бўйича тайёрланган узун цилиндр шаклидаги намуна ишла-тилади.

Синовни ўтказиш тартиби

Синашни бошлашдан олдин намуна ишчи қисмининг диаметри 0,01 мм аниқликда микрометрда ўлчанади. Наму-на ўлчамларини ҳисобга олган ҳолда Гук қонунига биноан энг катта юк ҳисоблаб чиқилади:

$$F_{\max} \leq \sigma_{\text{пр}} A_0 n,$$

Тензометрларнинг бўлинмалардаги кўрсаткишлари									
Юк F , н	Юкнинг ортиши, ΔF , н	бўйлама деформация				кўндаланг деформация			
		санаш A_1	санаш A_2	санашлар йиғиндиси ($A_1 + A_2$)	саноқлар- нинг ўсиши $\Delta(A_1 + A_2)$	санаш B_1	санаш B_2	санашлар йиғиндиси ($B_1 + B_2$)	саноқлар- нинг ўсиши $\Delta(B_1 + B_2)$
		Тензометрларнинг юклатиш поғонасига мос келувчи саноқ A_1 ва A_2 йиғиндисиининг ўртача ўсиши, $\Delta A_{\text{орт}}$				Тензометрларнинг юклатиш поғонасига мос келувчи саноқ B_1 ва B_2 лар йиғиндисиининг ўртача ўсиши, $\Delta B_{\text{орт}}$			

Юклатишнинг охириги погонасидан кейин намуна юки бошлангич юк даражасигача енгиллаштирилади ва жадвалдаги биринчи ёзувлар бўйича ўлчовлар текширилади. Юкни камайтиришдаги ўлчовлар билан бошлангич ўлчовларнинг тенг чиқиши синовлар тўғри бажарилганлигини кўрсатади.

Натижаларни ишлаб чиқиш ва хулосалар

Синовлар тугагач, 3-жадвалда бўйлама ва кўндаланг деформацияларни ҳамда юк ортиб бориши билан уларнинг ўсишини ўлчовчи тензометрлардаги саноқлар йиғиндиси ҳисоблаб чиқилади. Кейин эса юклатиш поғонаси ΔF га мос келувчи ҳар иккала тензометрнинг кўрсатишлари бўйича санаешлар йиғиндисининг ўртача қиймати $A_{\text{урт}}$ ва $B_{\text{урт}}$ ҳисоблаб топилади.

$$\Delta A_{\text{урт}} = \frac{\Sigma \Delta(A_1 + A_2)}{2n} \text{ ва } \Delta B_{\text{урт}} = \frac{\Sigma \Delta(B_1 + B_2)}{2n},$$

бунда n — юклатиш поғоналарининг сони.

Шу миқдорлар асосида мутлақ бўйлама ва кўндаланг деформациялар аниқланади:

$$\Delta l = \Delta A_{\text{урт}} m, \text{ мм}$$

ёки

$$\Delta l_1 = \Delta B_{\text{урт}} m_1, \text{ мм},$$

бу ерда m ва m_1 — мос ҳолда бўйлама ва кўндаланг деформацияларни ўлчовчи тензометрлар бир бўлинмасининг қиймати. Намунанинг нисбий бўйлама ва кўндаланг деформациялари ушбуга тенг:

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l} \text{ ва } \epsilon' = \frac{\Delta l_1}{l_1},$$

бунда l ва l_1 — мос ҳолда бўйлама ва кўндаланг деформацияларни ўлчовчи тензометрларнинг базалари.

Ҳисоблаб топилган деформациялар ϵ ва ϵ' дан фойдаланиб, Пуассон коэффицентининг катталиги аниқланади:

$$\nu = \frac{\epsilon'}{\epsilon}.$$

Синовлар натижаларини баҳолаш учун топилган Пуассон коэффициентининг катталиги унинг пулат учун қабул қилинган норматив қийматига солиштирилади.

4-§. ПЛАСТМАССАЛАРНИ ЧЎЗИЛИШГА СИНАШ

Пластик массалар техниканинг турли соҳаларида конструктив материаллар сифатида кенг қўлланади. Машинасозликда полиамидлар, винипласт, полистирол, полиэтилен, фотопласт, шиша пластиклар, текстолит ва бошқалар қўлланади.

Пластмассалар механик хоссаларининг асосий кўрсаткичлари пишиқлик ва эгилувчанлик бўлиб, уларга температура, юклатиш тезлиги, материалнинг анизотропияси, намунанинг шакли ва ўлчамлари катта таъсир кўрсатади.

Пластмассаларни чўзилишга синаш Давлат стандарти (ГОСТ 11262-76) бўйича олиб борилиб, бунда оқувчанлик чегарасини аниқлаш, емирувчи ва максимал кучланишни ҳамда узилиш ва оқувчанлик чегарасидаги нисбий узайиш аниқлаш талаб қилинади. Пластмассаларнинг алоҳида ўзига хос хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда уларни чўзилишга синаш Давлат стандарти (ГОСТ) нинг талабларига қатъий риоя қилиш билан олиб борилади.

Лаборатория ишларини бажаришда одатда синаладиган пластмассанинг икки-учта механик характеристикалари урганилади.

Ишнинг мақсади — чўзилишдаги пластмассани емирувчи кучланишни ва намунанинг узилиш чоғидаги нисбий узайишини аниқлаш.

Тажриба учун керакли асбоб-ускуналар

Пластмассаларни чўзилишга синаш УМ-5, Р-5, FM-1000 ва бошқа синов машиналарида бажарилади, уларнинг диаграмма чизувчи асбоби бўлиб, юкланишни ± 1 фоиз аниқликда ўлчаш мумкин. Машинанинг тутқичлари синаладиган намуна ўқларини тўғри жойлаштирган ҳолда маҳкамлаши зарур, унинг сирпаниб ва қийшайиб кетишига йўл қўймаслик керак. Машина қўзғалувчи тутқичининг силжиш тезлиги ўзгармас бўлиб, то емирилишигача бўлган даврда намуна юклатилиши 1 мин дан кам бўлмаган вақтда таъминланиши керак.

Синаладиган намуналар

Пластмассаларни чўзилишга синашда Давлат стандарти (ГОСТ) бўйича уч турдаги намуналар қўлланади.

Биринчи тур намуналар катта нисбий узайишга эга бўлган юмшоқ пластмассаларни синашда ишлатилади.

Иккинчи тур намуналар кичик нисбий узайишга эга бўлган қаттиқ пластмассаларни синашда ишлатилади.

Учинчи тур намуналар шиша пластикларини синашда ишлатилади.

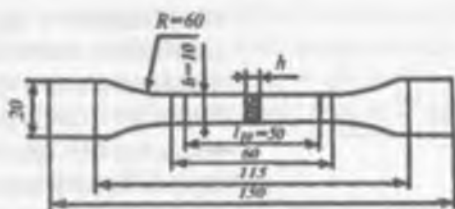
Винипласт, полистирол, органик шиша ва бошқа қаттиқ пластмассаларни синашда механик ишлов бериш йўли билан ясси материал бўлакларидан иккинчи тур намуналар тайёрланади. Намунанинг шакли ва ўлчамлари 34-расмда кўрсатилган. Қалинлиги 3 дан то 10 мм гача олинади.

Тайёрланган намуналар тўппа-тўғри ва силлиқ сиртга эга бўлиши, синиқ, ёриқ, кертик ва нуқсонлари бўлмаслиги керак. Намунага ҳисобланган узунликни ва машинага маҳкамлаш вақтида тутқичлар чеккасини чегараловчи белгилар чизилади.

Синовларни ўтказиш тартиби

Синашдан олдин намунанинг қалинлиги ва ишчи қисмининг эни микрометр билан 0,01 мм аниқликда ўлчанади. Ўлчанган намуна машина тутқичларида шундай маҳкамланиши керакки, унинг бўйлама ўқи машина тутқичларининг ўқи билан мос келиши керак, ундан кейин намуна то емирилишига қадар юклатилади.

Синовлар машина кўзгалувчи тутқичларининг 10—20 мм/мин ораликдаги тезлигида ўтказилиб, бунда юклатишдан то намунанинг емирилишига қадар 1 мин дан кам бўлмаган



34-расм

вақт билан таъминланади. Синовлар $20 \pm 2^\circ\text{C}$ температурада ўтказилади.

Синовлардан ушбу координаталарда: N — буйлама куч, н; l — намунанинг узайиши, мм; эгилувчан ва мўрт пласт-массалар ҳолати ўзгаришини белгиловчи диаграмма ёзиб борилади.

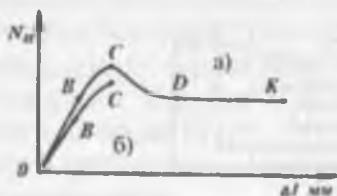
Эгилувчан полимернинг (35-расм, а) чўзилиш диаграммаси деформациянинг ҳар бир босқичига боғлиқ бўлган уч қисмдан иборат. Бошланғич тўғри чизиқли OB қисм расман Гук қонунига мос деформацияга тегишли бўлиб, у эластик ва юқори эгилувчанлик деформациясидан ташкил топган.

Юклатиш давом этганда диаграммада C нуқтада букилган эгри чизиқли BC қисм пайдо бўлади. Деформацияланишнинг бу босқичида намунада мажбурий қайишқоқлик деформацияси ривожлана бошлайди, бу эса материалнинг оқишига сабаб бўлади. Юкланишнинг ортиши C нуқтагача бўлади, бу оқувчанлик чегарасига (мажбурий қайишқоқликка) мос келади. Материалнинг оқиши CD эгри чизиқ бўйича юкланишнинг пасайишига ва намунада бўйинча ҳосил бўлишига олиб келади. Бўйинча доирасида полимернинг тузилиши ўзгариб кетади, бу ундаги йўналишларнинг ўзгариши натижасида яна ҳам пишиқланиши билан боғлиқ. Кўндаланг кесим сатҳи бўйича ҳисобланган ҳақиқий кучланиш материалнинг пишиқлиги ортганини билдиради.

Диаграмманинг қия DK қисмида юк ўзгармай қолади, чунки бўйинчанинг кўндаланг кесими деярли ўзгармайди. Чўзилишнинг бу босқичида мажбурий қайишқоқлик деформацияси секин-аста намунанинг ишчи қисмига тарқалиши, натижада намуна бўйинчаси узунлигининг ортиши ҳисобига чўзила боради.

Намунанинг емирилиши K нуқтада релаксацион (бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга тез ўтиш) характерга эга ва юкла-

тиш тезлигига боғлиқ бўлган мажбурий қайишқоқлик деформациялари рўй беради. Нормал температурада бу (бошланғич ҳолатига) қайтарилмас деформация бўлиб, намуна қиздирилганда йўқолади.



35-расм

Мўрт полимернинг чўзилиш диаграммаси (35-расм, б) иккита қисмга эга. Бошланишида диаграммада тўғри чизиқли *ОВ* қисм кузатилади, бунда Гук қонуни қандайдир тақрибийликда бажарилади. Чўзилишнинг бу босқичи эластик ва юқори қайишқоқлик деформациялари учун характерлидир.

Юкланиш ортиб бориши билан диаграмманинг тўғри чизиқли қисми эгилиб, эгри чизиқли *ВС* қисмни ҳосил қилади, сўнгра максимал юкланишга борганда тўсатдан узилади. Намунанинг емирилиши унча катта бўлмаган деформацияларда бўйинча ҳосил бўлмай, *С* нуқтада руй беради, чунки мажбурий қайишқоқлик деформациялари деярли ривожланмайди.

Полимерларнинг кўриб чиқилган чўзилиш диаграммалари нормал температурада олинган. Температуранинг ҳамда деформация тезлигининг ортиши ёки пасайиши, полимерлар механик хоссаларининг температура ва синов тезлигига боғлиқлиги туфайли, диаграмма эгри чизиқлари характерини ўзгартириб юборади.

Пластик полимер-винипластнинг ва мўрт полимер-полистиролнинг чўзилишда емирилган намуналари мос ҳолда 36 а ва б расмларда кўрсатилган.

Синовда, намунанинг узилиш ониди, куч ўлчагич машинанинг шкаласида емирувчи юкланиш, деформациянинг ўлчагич шкаласида эса — намунанинг узайиши қайд қилинади.

Натижаларни ҳисоблаш ва хулосалар

Пластмассаларни синашда иккита асосий кўрсаткичлар аниқланади. Чўзилишдаги емирувчи кучланиш

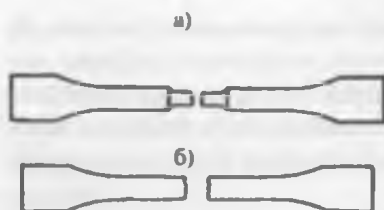
$$\sigma_u = \frac{N_{\max}}{A_0} \text{ н/мм}^2,$$

бу ерда $N_{\max}$ — намунани емиришга олиб келган юк, н; A_0 — намуна бошланғич кўндаланг кесимининг сатҳи, мм²;

Намуна кесимининг сатҳи $A_0 = bh$ мм²,
бунда b — ишчи кесимнинг эни, мм; h — ишчи қисмнинг қалинлиги, мм.

Узилишдаги нисбий узайиш

$$\epsilon_r = \frac{\Delta l}{l_0} 100\%,$$



36-расм

бу ерда: Δl — намунанинг узилиш вақтидаги ҳисобланган узунлигининг узайиши, мм; l_0 — намунанинг ҳисобланган узунлиги, мм.

Каттиқ пластмассаларни синашга оид иккинчи турдаги намуналарнинг бошланғич ҳисобланган узунлиги $l_0 = 50$ мм ташкил қилади.

Олинган натижалар 4-жадвалга ёзилади.

Полимерларнинг емирилиш характериға деформация тезлиги ва синов температураси таъсир этади. Юклатишнинг тезликларида мўрт емирилиш, кичик тезликларда эса — пластик емирилиш кузатилади. Температурани ошириш пластик емирилишга, температурани пасайтириш мўрт емирилишга олиб келади.

5-§. МЕТАЛЛАРИИ СИҚИЛИШГА СИНАШ

Конструкцион материаллар ўз хоссалари бўйича шартли равишда мўрт ва пластик турларга бўлинади. Пластик металлларга кам карбонли пўлат, мис, алюминий ва қўрғошин, мўртларига — кўп карбонли пўлат, кулранг ва оқ чўянлар киради. Улар орасидаги фарқ шундаки, мўрт металллар кичик қолдиқ деформацияларда емирилади, пластик металллар эса емирилишга қадар катта қолдиқ деформацияларни беради.

Пластик металллар чўзилиш ва сиқилишга бир хил қаршилик кўрсатади ва мўрт металллар учун хавфли бўлган маҳаллий кучланишларга сезгирлиги кам. Мўрт металллар сиқилишга, чўзилишга нисбатан кўпроқ қаршилик кўрсатади ва сиқилишда ишлайдиган конструкция элементларида қўлланади.

4-жадвал

Пласт-масса мар-каси	Намуна ўлчамлари		Қўндаланг кесимининг сатҳи A_0 , мм ²	Бузувчи юк N_{max} , Н	Пишиқлик чегараси σ_s , Н/мм ²	Намуна ҳисобий узунлигининг узайиши Δl , мм	Узилиш вақтидаги нисбий узайиш ϵ , %
	қалинлиги h , мм	эни b , мм					

Шу муносабат билан сиқилишни синаш пластик металллар учун чўзилиш бўйича синовларга қўшимча ҳисобланади, мўрт металллар учун эса — асосий синов тури ҳисобланади. Сиқилишни синаш Давлат стандарти (ГОСТ 2055-43)нинг асосий талабларини ҳисобга олган ҳолда ўтказилади. Бу синовлар учун, мўрт металллардан кулранг чўян, пластик металллардан эса машинасозликда кенг қўлланадиган кам карбонли пўлатдан фойдаланилади.

Мақсад — мўрт ва пластик металлларнинг ташқи юк таъсиридан қандай ўзгаришини қиёсий ўрганиш ва уларнинг сиқилишдаги механик тавсифларини аниқлаш.

Тажриба учун керакли асбоб-ускуналар

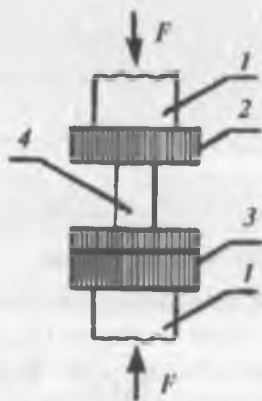
Сиқилишни синаш УМ-5, Р-5 ва бошқа юкланишни ± 1 фойз аниқликда ўлчайдиган ва диаграмма чизувчи асбобга эга бўлган синов машиналарида ҳамда прессларда ўтказилади.

Сиқилишни синашда (37-расм) машина тутқичлари 1 га винтлар ёрдамида юқори 2 ва қуйи 3 таянч плиталари маҳкамланиб, улар орасига синаладиган намуна 4 ўрнатилади. Намунани марказга яхшилаб ўрнатиш ва юкни унинг кўндаланг кесими бўйича бир текис тақсимлаш учун қуйи плитага шарсимон таянч ўрнатиш.

Синалаётган намуналар

Сиқилиш бўйича синовларда 8 дан то 25 мм гача диаметрдаги цилиндр шаклидаги намуналар қўлланади. Намуналарнинг диаметри синов машиналари томонидан таъминланадиган чегаравий юкланиш билан аниқланади.

Намунанинг чекка сиртлари ва машина плиталари орасида ҳосил бўладиган ишқаланиш кучлари ва бўйлама эгилишни юзага келтиришга сабабчи бўладиган юкнинг марказий қисмга яхшилаб жойлаштирилгани синов натижасига катта таъсир кўрсатади. Ишқаланиш кучлари пайдо бўлгани сабабли синов-



37-расм

лар мураккаб кучланиш ҳолатида ўтади. Ишқаланиш кучлари намуна чекка сиртлари бўйлаб деформациянинг ортиб боришига тўсқинлик қилади ва бу намуна секин-аста бочкасимон шаклга киради. Ишқаланиш кучларининг таъсири намунанинг баландлиги ортиши билан камаёди, лекин бу ҳолда бўйлама эгилишнинг таъсири кўпаяди.

Синов натижаларини емирилишдан сақлаш учун баландлиги ва диаметри орасида муносабат қуйидагича бўлган намуналарни қўллаш тавсия этилади:

$$h = (1 + 3)d \text{ мм.}$$

Тайёрланган намуналарнинг сирти ишлов берилгани сезилмайдиган даражада силлиқ, чекка сиртлари эса ясси-параллел, намуна ўқига тик бўлиши керак.

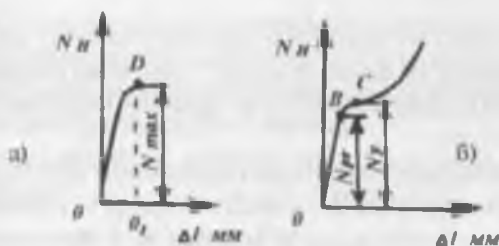
Ишқаланиш кучларини камайтириш учун намуна чекка сиртларига графитли мой суркаш ёки конусли бурчаги ишқаланиш бурчагига тенг бўлган конуссимон чекка сиртга эга бўлган намуна ва таянч тагликни қўллаш керак. Бундай намуналар сиқилганда ўзининг цилиндр шаклини сақлайди.

Синовни ўтказиш тартиби

Синовдан олдин 0,1 мм аниқликда штангенциркуль билан намунанинг диаметри ва баландлиги ўлчанади. Ўлчанадиган намуна машинанинг таянч плиталари орасига жойлаштирилиб, унга то емирилишга қадар юкланиш берилади. Синовлар машина қўзгалувчи тутқичларининг 2 мм/мин дан ортиқ бўлмаган ҳаракат тезлигида ўтказилади. Синовларда ушбу координаталарда: N — бўйлама куч, n ва Δl — намунанинг қисқариши, мм; сиқилиш диаграммалари ёзиб борилади, уларда чуян ва пўлатдан ясалган намуналарнинг деформация жараёнлари яққол намоён бўлади. Синовда намуналарнинг ҳолатини кўз билан ва сиқилиш диаграммаларидан кузатиб борилади.

а) Чуяни синаш

Синашнинг бошланишида диаграмма (38-расм, а) деярли тўғри чизиқли қисмга эга бўлиб, у расман Гук қонуни бўйича бажарилади. Сиқилган намуна қисқаради ва бочкасимон шаклга эга бўлади. Юклатиш давом этганида диаграмма қийшаяди ва юк максималга етганда намуна емирилиш они-



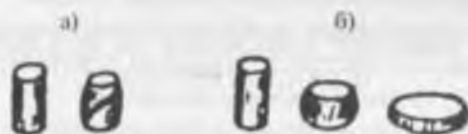
38-расм

да узилади. Намуна унча катта бўлмаган қолдиқ деформацияларда тўсатдан емирилиши мумкин. Емирилишдан олдин намунада унинг ўқига 45° ли бурчак таъсири йўналишида дарз пайдо бўлади. Демак, чўян сиқилишга нисбатан чўзилишга кам қаршилиқ кўрсатади. Емирувчи юк машина куч ўлчагичининг шкаласида қайд қилинувчи D нуқтада эришилган максимал юкланишга тўғри келади. Синовдан олдин ва кейинги чўян намунасига оид натижа 39, a -расмда кўрсатилган. Чўяннинг сиқилишдаги диаграммаси чўзилишдагисига ўхшаш. Лекин сиқилишдаги пишиқлик чегараси чўзилишдагига нисбатан бир неча марта юқори.

б) Пулатни синаш

Сиқилиш диаграммасининг бошланғич қисми (38-расм, б) Гук қонунига мос юкланиш ва деформация орасидаги чизикли боғланишни ифодаловчи оғишган тўғри чизикни беради. Бу қисмнинг охиридаги B нуқта мутаносиблик чегарасига мос келади. Кейин эса эғри чизикли қисмга ўтиш бошланиб, юкланиш унчалик ортаганида ҳам қолдиқ деформацияларнинг тез ўсиши кузатилади. Юк узлуксиз ортиб бориши туфайли диаграмма яққол кўринадиган оқувчанлик майдончасига эга эмас. Синалаётган намуна катта қолдиқ деформацияларни қабул қилади ва бочкасимон шаклга киради.

Юкланиш давом этганда, намуна кўндаланг кесимининг сатҳи ортиши туфайли диаграмма эғри чизиги кескин юқори



39-расм

кутарилади. Сиқилишнинг бу босқичида намуна секин-аста яссиланиб, дискка айланиб қолади. Синовлар синов машинаси имконияти даражасидаги чегаравий юкланишга бorganда тўхтатилади.

Пластик металллар сиқилишда намунанинг яхлитлиги сақланган ҳолда емирилади. Шу сабабдан емирувчи юкни аниқлаш ва пулатнинг сиқилишдаги пишиқлик чегарасини ҳисоблаб топиш имконияти йўқолади. Пулат намунанинг сиқилишдаги деформацияси 39-рasm, б да кўрсатилган. Пулатни сиқилишга синашда материалнинг хавфли ҳолатига мос келувчи оқувчанлик чегараси аниқланади.

Диаграммада оқувчанлик майдончаси бўлмаганида, намунанинг қолдиқ деформацияси 0,2 фоизга етгандаги кучланишга тенг бўлган оқувчанликнинг шартли чегараси топилади. Бошланиш қисмида пулатнинг сиқилиш диаграммаси чузилиш диаграммаси билан бир хил бўлади. Чузилиш ва сиқилишда мутаносиблик ва оқувчанлик чегаралари тахминан бир хил.

Натижаларни ҳисоблаш ва хулосалар

Чўянни синашда Давлат стандарти (ГОСТ) бўйича унинг асосий механик тавсифлари — сиқилишдаги пишиқлик чегараси топилади:

$$\sigma_u = \frac{N_{max}}{A_0} \text{ н/мм}^2,$$

бунда N_{max} — намуна емирилишидаги максимал юк, н; A_0 — намуна кундаланг кесимининг сатҳи, мм².

Намуна кундаланг кесимининг сатҳи

$$A_0 = \frac{\pi d_0^2}{4} \text{ мм}^2,$$

бу ерда d_0 — намунанинг диаметри, мм.

Чўяннинг сиқилишдаги пишиқлиги юқори даражада бўлиб, унинг таркиби, куйилиши сифати ва намунанинг ўлчамлари орасидаги нисбатга боғлиқ бўлади.

Пулатни сиқилишга синовни тугагач, оқувчанликнинг физик ёки шартли чегараси топилади. Оқувчанлик (физик) чегараси ушбу формуладан ҳисобланади:

$$\sigma_y = \frac{N_y}{A_0} \text{ н/мм}^2,$$

бунда N — оқувчанлик чегарасига мос юкланиш, н. Материалнинг оқувчанлиги машина куч ўлчагичи шкаласидаги миллининг кескин секинлашиши вақтида аниқланади ёки сиқилиш диаграммасидан топилади.

Оқувчанликнинг шартли чегараси ушбу формуладан ҳисобланади:

$$\sigma_{0.2} = \frac{N_{0.2}}{A_0} \text{ н/мм}^2,$$

бунда $N_{0.2}$ — намуна баландлигига нисбатан 0,2 фоиз қолдиқ деформацияга мос келувчи юкланиш, н. Шу юкланишни топиш учун сиқилиш диаграммасида абсцисса ўқи бўйича қабул қилинган масштабда нисбий деформациянинг кўрсатилган катталигида намунанинг қисқаришига тенг бўлган бўлак ажратилади. Бу бўлакнинг охиридан диаграмманинг тўғри чизиқли қисмига параллел тўғри чизиқ ўтказилади. Тўғри чизиқнинг диаграмма эгри чизиғи билан кесишган нуқтаси оқувчанликнинг шартли чегарасига мос келувчи юкланиш ординатасини аниқлайди. Олинган натижалар 5-жадвалга ёзилади.

Тажириба шуни кўрсатдики, сиқилиш деформациясининг ўзига хос томонларини материалнинг пишиқлик захираси коэффицентини танлашда ҳисобга олиш керак.

5-жадвал

Намуна материали	Намуна ўлчамлари		Қўндаланг кесими сатҳи A_0 , мм ²	Оқувчанлик чегарасига мос келувчи юкланиш N , н	Оқувчанлик чегараси σ , н/мм ²	Максимал юкланиш N_{max} , н	Сиқилишдаги пишиқлик чегараси σ_s , н/мм ²
	диаметри d_0 , мм	баландлиги h , мм					

6-§. Ёғочни бўй ва қўндаланг толалари бўйича сиқилишга синаш

Қурилишда ёғоч конструкциялар кенг қўлланади. Ёғоч анизотроп материалларга киради ва турли йўналишларда ҳар

хил механик хоссаларга эга. Ёғочнинг пишиқлиги унинг нам-лигига боғлиқ. Шу сабабли ёғоч стандарт-15 фойз намликда синовлардан ўтказилади. Ёғочни сиқилишга синаш Давлат стандарти (ГОСТ 11492-65) талабларига биноан ўтказилади.

Ишнинг мақсади — ёғоч ҳолатларини сиқилишда со-лиштириб ўрганиш ва унинг толалари бўйлаб ва кўндалан-гига пишиқлик чегараларини аниқлаш.

Тажриба учун керакли асбоб-ускуналар

Синовлар УМ-5, Р-5 ва бошқа сиқилишни ўрганишга мос-лашган синов машиналарида ёки ўзи жойлашадиган таянч-ларни қўллаш билан ишлайдиган прессларда олиб борилади.

Синаладиган намуналар

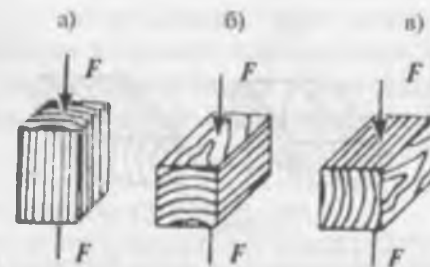
Синаш учун намуналар асоси 20×20 мм ва толалари бўйлаб узунлиги 30 мм бўлган тўғри тўртбурчакли призма шаклида ёғочдан ясалади. Бу намуналарда ёриқлар, чиқиб қолган ўсим-талар ва бошқа нуқсонлар бўлмаслиги керак. Асослари ўзаро параллел ва призма қирраларига тик бўлиши зарур.

Синовларни ўтказиш тартиби

Синовдан олдин намунанинг ўлчамлари штангенциркуль билан 0,1 мм аниқликда ўлчанади. Ўлчанган намуна маши-нанинг таянч плиталари орасига жойлаштирилиб сиқилади, шу жараён давомида ушбу координаталарда диаграмма ёзиб борилади: N — бўйлама куч, n ва Δl — намунанинг қисқа-риши, мм.

а) Толалар йўналиши бўйлаб синаш

Синаладиган намуна машинага шундай ўрнатиладики, сиқувчи юк тола бўйлаб таъсир этиши керак (40-расм, а). Намунани юклатиш бир текис — 40000 н/мин тезликда, ± 25 фойз белгиланган четлашиш оралигида бажарилади. Си-нов намуна емирилгунга қадар олиб борилади. Машина куч ўлчагичнинг шкаласи бўйича тажриба жараёнида эришил-ган максимал юкланиш қайд қилинади. Ёғочнинг толалар йўналишидаги сиқилиш диаграммаси (41-расм, а) абсцис-са ўқига катта бурчак остида оғишган деярли тўғри чизик-ни кўрсатади. Бу эса ёғочнинг сиқувчи юкланишларга катта қаршилиқ кўрсатишини билдиради. Максимал юкланишга

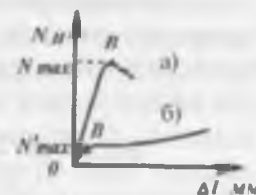


40-расм

эришилганда намуна емирила бошлайди ва юкланишнинг пасайиши кузатилади. Намунанинг емирилиши чекка сирт-ларининг эзилиши, кўндаланг йўналишда буришган қисм-ларнинг ҳосил бўлиши, бўйи бўйлаб ёруғлар пайдо бўлиши билан характерланиб, у нисбий кичик қолдиқ деформаци-яларда рўй беради. Толалар йўналишида сиқилган ёғоч 42-расм, а да кўрсатилган.

б) Толаларга тик йўналишда синаш

Ёғоч анизотропиясини мукаммал ўрганиш учун толалар-га тик йўналишда сиқилишга синаш радиал (радиус бўйлаб) ва тангенциал (бўйи бўйлаб) йўналишларда олиб борилади. Бу йўналишларда ҳар бир ёғоч тури турлича пишиқликка эга бўлади. Қарағай тангенциал йўналишда, эман эса радиал йўна-лишда, пишиқроқ. Сиқилишда радиал йўналишда (40-расм, б) синаладиган намуна машинада шундай ўрнатиладики, юкланиш ёғочнинг йиллик қатламларига тик йўналишда таъ-сир этадиган бўлиши, тангенциал йўналишда сиқилганда эса (40-расм, в) — бу қатламларга нисбатан уринма йўналишида таъсир қиладиган бўлиши керак. Намунанинг юклатилиши бир текис — ўртача 1000 н/мин тезликда, ± 20 фойз четла-шиш чегарасида ўтказилади. Намунада жуда катта қолдиқ деформациялар ҳосил бўлганида си-наш тўхтатилади. Ёғочнинг толаларига тик йўналишдаги сиқиш диаграмма-лари радиал ва тангенциал йўналиш-лардаги шакли бўйича бир хилдир. То-лаларга тик йўналишдаги сиқилиш ди-аграммасида (41-расм, б) дастлаб тола бўйлаб сиқилиш диаграммасига нис-



41-расм



42-расм

батан абсцисса уқига кичикроқ оғиш бурчагига эга бўлган ихчамроқ тўғри чизикли қисм кузатилади. Юклатиш давом этса, диаграммада сал эгилган чизик пайдо бўлиб, у деформация ортиб бориши билан секин-аста юқорига кўтарилиб боради. Толаларга тик йўналишда сиқилганда намуна емирилиши кузатилмайди ва ёғочнинг оддий тахтачаланиши намён бўлади. Толага тик ҳолда радиал ва тангенциал йўналишларда сиқилган ёғоч намуналари мос ҳолда 42-расм, б ва в ларда кўрсатилган.

Натижаларни ҳисоблаш ва хулосалар

Синовлар натижасида ёғочнинг сиқилишдаги пишиқлик чегаралари аниқланади. Толалар бўйлаб ёғочни сиқилишдаги пишиқлик чегараси ушбу формуладан ҳисобланади:

$$\sigma_0 = \frac{N_{\max}}{A_0} \text{ н/мм}^2,$$

бунда $N_{\max}$ — емирилишдаги максимал юкланиш, н; A_0 — намунанинг ишчи сатҳи, мм².

Ишчи сатҳ намуна асосининг сатҳига тенг

$$A_0 = a^2 \text{ мм}^2,$$

бу ерда a — намуна асосининг томони, мм.

Ёғочнинг толаларга тик йўналишда сиқилишида Давлат стандарти (ГОСТ) бўйича пишиқлик чегарасининг шартли қиймати топилади. Сиқилиш диаграммасидан топиладиган чегаравий юкланиш деб юк билан деформация орасидаги чизикли боғланишдан четга чиқиш бошланишига олиб келган таъсир этувчи юкка айтилади. Толаларга тик томондан радиал ва тангенциал йўналишларда сиқилгандаги пишиқликнинг шартли чегараси ушбу формуладан ҳисобланади:

$$\sigma_0 = \frac{N'_{\max}}{A_1} \text{ н/мм}^2,$$

бунда $N'_{\max}$ — диаграммада тўғри чизиқли қисмдан эгри чизиқли қисмга ўтишдаги ординатага келувчи чегаравий юкланиш, н; A_1 — намунанинг ишчи сатҳи, мм².

Ишчи сатҳ намуна ён қиррасининг сатҳига тенг

$$A_1 = a/l \text{ мм}^2,$$

бу ерда l — намуна узунлиги, мм.

Намуналарнинг намлиги стандарт катталиқдан четлашганида ёғочнинг пишиқлик чегараси ушбу формуладан қайта ҳисобланади:

$$\sigma_{\omega(15)} = \sigma_u [1 + \alpha(\omega - 15)] \text{ н/мм}^2,$$

бунда ω — намунанинг намлиги, фоизда; α — сифат коэффициенти, 0,04 + 0,05 га тенг.

Ёғоч пишиқлик чегарасининг катталиги сиқилишда унинг намлиги ортиши билан пасаяди. Олинган натижалар б-жадвалга ёзилади.

Синовлар ёғочнинг анизотропияси жуда катталигини кўрсатади. Ёғочнинг толалар бўйлаб пишиқлиги толаларга тик йуналишга нисбатан 8—10 марта ортиқ.

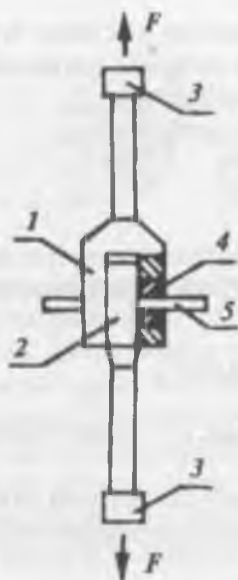
7-§. МЕТАЛЛНИ ИККИ ТЕКИСЛИК БЎЙИЧА ҚИРҚИЛИШГА СИНАШ

Силжиш деформацияси юклатилган жисмнинг қирқиш пайтида емирилиши билан тугайди. Қирқишга ишлатиладиган конструкцияларнинг қисмларига михпарчин, болтлар, шпонкалар, штифтлар ва бошқалар киради. Қирқишда силжиш одатда эгилиш ва эзилишга олиб келади. Шу сабабли, қирқишдаги йўл қўйиладиган кучланишлар катталигини аниқлашда тажриба натижаларига асосланилади. Қирқиш бўйича синов, конструкциялардаги қисмларнинг реал иш шароитига яқин бўлган, цилиндр шаклидаги намунанинг икки марта қирқиш чизмаси бўйича олиб борилади.

Ишнинг мақсади — кам карбонли пўлатни қирқишдаги пишиқлик чегарасини аниқлаш ва уни чўзилишдаги пишиқлик чегараси билан солиштириш.

Тажриба учун керакли асбоб-ускуналар

Икки марта қирқишга синаш Р-5, УМ-5 ва бошқа синов машиналарида олиб борилади, улардаги махсус мослаштир-



43-рaсм

гич ёрдамида юкланишни ± 1 фоиз аниқликда ўлчаш таъминланади.

Мослаштиргич (43-рaсм) икки айрим қисмлардан иборат. Унинг юқори қисми санчқилик темир таёқча 1 бўлиб, қуйи қисми эса кулоқчали темир таёқча 2 дир. Кулоқча санчқининг ёригига киради. Темир таёқчалар бошча 3 га эга бўлиб, уларни машина тутқичларида маҳкамлаш учун керак. Санчқи ва кулоқчадаги тешикларга намуна диаметрига тенг калибрланган тешикли тобланган пулат ҳалқа 4 лар тахтакачлаб ўрнатилган. Санчқи ва кулоқчаларнинг бир-бирига мос келувчи ҳалқа тешикларига намуна 5 ўрнатилади. Мослаштиргични юклатишда ҳалқанинг чузувчи

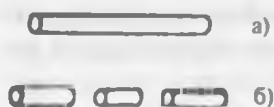
кучи билан намуна иккита текисликда қирқилади, яъни икки карра қирқишга эришилади.

Синаладиган намуналар

Қирқиш бўйича синовда диаметри 6—10 мм ва узунлиги 90—100 мм бўлган кам карбонли пулатдан ясалган цилиндр шаклидаги намуналар (44-рaсм, а) қўлланади.

Синовни ўтказиш тартиби

Синовдан олдин штангенциркуль билан намуна диаметри 0,1 мм аниқликда ўлчанади. Ўлчанган намуна мослаштиргич ҳалқаларининг тешигига жойлаштирилади ва машина тутқичларига маҳкамланади ва то намунанинг бузилишига қадар



44-рaсм

таранглаб турувчи куч билан юклатилади. Машина куч ўлчагичининг шкаласи бўйича синовда топилган максимал юкланиш қайд қилинади. Қирқиш бўйича синовдан кейин емирилган намуна 44-рaсм, б да кўрсатилган.

	Толалар бўйлаб	Толаларга тик йўналишда	
		раднал йўналишда	тангенциал йўналишда
Намуналар ўл- чамлари, мм: асосининг то- монлари a , узунлиги l			
Намунанинг иш- чи сатҳи A , мм ²			
Максимал (чега- равий) юкланиш N_{max} , Н			
Сиқилишдаги пишиқлик чегараси σ_c , Н/мм ²			

Натижаларни ҳисоблаш ва хулосалар

Синов вақтида намунанинг қирқилган текисликларида уринма кучланиш пайдо бўлади. Фараз қилинадики, бу кучланишлар қирқиш текислиги бўйича бир текис тақсимланади. Тажриба натижалари бўйича қирқишдаги пишиқликнинг шартли чегараси аниқланади:

$$\tau_s = \frac{F_{\text{max}}}{A_s} \text{ Н/мм}^2,$$

бунда F_{max} — намуна емирилишидаги максимал юкланиш, Н; A_s — қирқиш сатҳи, мм².

Қирқилиш сатҳи намунанинг синовдан олдинги кўндаланг кесимининг иккиланган сатҳига тенг

$$A_s = 2 \frac{\pi d_0^2}{4} \text{ мм}^2,$$

бу ерда d_0 — намунанинг диаметри, мм.

Намунанинг ўрта қисми учун эзилиш кучланишини ҳисоблаш мумкин

$$\sigma_{\text{con}} = \frac{F_{\text{max}}}{A_p} \text{ Н/мм}^2,$$

бунда A_p — эзилиш сатҳи, мм².

Эзилиш сатҳи шартли равишда намуна диаметрал кесимининг сатҳига тенг деб қабул қилинади

$$A_p = d_0 l \text{ мм}^2,$$

бу ерда: d_0 — намуна диаметри, мм; l — қулоқча ҳалқасининг узунлиги, мм.

Чўзилишдаги (σ_u) ва қирқилишдаги (τ_u) пишиқлик чегаралари орасида пулат учун ушбу турғун муносабат мавжуд:

$$\tau_u = (0,6 + 0,8)\sigma_u.$$

Тажриба натижалари бўйича пишиқлик чегаралари орасидаги муносабатларни аниқлашнинг қирқиш ва чўзилишда қўйилиши мумкин бўлган кучланишлар бўйича қабул қилинган нисбатларни баҳолаш учун амалий аҳамияти бор. Бу ҳолда, қирқиш ва чўзилишни синашда ишлатиладиган намуналар бир хил материалдан тайёрланади.

Чўзилишдаги пишиқлик чегарасининг катталиги σ_u материалнинг механик тавсифларини аниқлаш билан боғлиқ бўлган лаборатория ишидан олинади ёки тақрибан ушбу формуладан ҳисоблаб топилади:

$$\sigma_u = (0,30 + 0,36) H_n \text{ н/мм}^2,$$

бу ерда: H_n — н/мм² ўлчамдаги Бринелл бўйича қаттиқлик сон.

Олинган натижалар 7-жадвалга ёзилади.

Емирилган намунани кўриб чиқиш қирқиш бўйича синаш мураккаб шароитларда бўлиб ўтишини кўрсатади. Намунанинг деформацияланган қисмларида эзилиш ва эгилиш излари аниқ кўриниб туради.

7-жадвал

Намуна материали	
Намуна диаметри d_0 , мм	
Кесириш сатҳи A_s , мм ²	
Эзилиш сатҳи, A_u , мм ²	
Намуна емирилишидаги максимал юкланиш F_{max} , Н	
Қирқилишдаги пишиқлик чегараси τ_u , н/мм ²	
Эзилиш кучланиши σ_u , н/мм ²	
Қирқилиш ва чўзилишдаги пишиқлик чегараларининг нисбати	

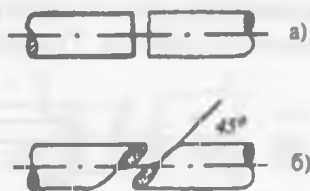
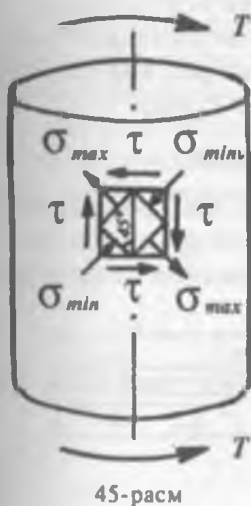
8-5. МЕТАЛЛАРНИ БУРАЛИШГА СИНАШ

Буралиш деформациянинг куп тарқалган турларидан ҳисобланади. Турли машина ва механизмларнинг вали, пружиналар ва бошқалар буралиш билан ишлайди. Буралишда темир таёқча материали мураккаб кучланиш ҳолатини кечиради (45-расм). Темир таёқчанинг кўндаланг ва бўйлама кесимларида уринма кучланишлар пайдо бўлади, унинг ўқиға нисбатан 45° ва 135° бурчак остидаги кесимларда эса нормал (бош) кучланишлар ҳосил бўлади. Бунда, бир кесимда чўзувчи кучланиш $\sigma_{\max}$, бошқа кесимда эса сиқувчи $\sigma_{\min}$ кучланиш таъсир этади. Нормал ва уринма кучланишлар катталиги жиҳатидан ўзаро тенг, шу сабабли буралишда емирилиш икки турда: қирқилиш ва узилиш бўлади.

Емирилиш характери материалга ва унинг силжишига ҳамда узилишга қаршилигига боғлиқ. Уринма кучланишлардан емирилиш темир таёқчанинг (46-расм, а) кўндаланг кесими бўйича қирқилиш орқали рўй беради. Нормал кучланишлардан емирилиш темир таёқчанинг ясовчисига (46, б-расм) нисбатан 45° га оғган винтли сирт бўйлаб узилиш натижасида рўй беради. Бир вақтнинг ўзида қирқилиш ва узилишга боғлиқ бўлган емирилишнинг аралаш тури ҳам учрайди.

Буралишга синаш Давлат стандарти (ГОСТ — 3565-58) бўйича буралишни синовчи машиналарда бажарилади.

Ишнинг мақсади — буралишда мўрт ва пластик металллар ҳолати ўзгаришини солиштириб ўрганиш, уларнинг асосий пишиқлик курсаткичларини ва намуналарнинг емирилиш характерини аниқлаш.



46-расм

Тажриба учун керакли асбоб-ускуналар

Буралишни синаш К-6, К-50, КМ-50 ва бошқа буровчи моментни ± 1 фоиз аниқликда ўлчаш имкониятини берувчи ва синов натижаларини қайд қилувчи диаграмма аппаратига эга бўлган, маятникли куч ўлчагич бор синов машиналарида ўтказилади. Машина бир текис статик юкланишни, унинг тутқичлари эса намунанинг ишончли равишда марказий қисмга жойлаштирилишини таъминлаши зарур.

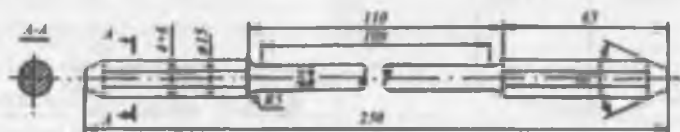
Синаладиган намуналар

Буралишга синаш учун ишчи қисми ва бошчаси бўлган цилиндр шаклидаги намуналар ишлатилади (47-расм). Нормал намуна $d_0 = 10$ мм диаметрга, 100 ҳамда 50 мм ҳисобий узунликка эга. Ишчи қисмининг ҳисобий узунлиги — бу намунанинг буралиш бурчакларини ўлчовчи асбоб — экстензометрнинг маҳкамланадиган жойлари орасидаги масофадир. Намуна бошчаларининг шакли ва ўлчамлари унинг машина тутқичларида маҳкамлаш усули билан аниқланади. Бошчалардан ишчи қисмга ўтиш бир текис бажарилади. Намуна ишчи қисмининг сирти силлиқланади. Нормал намунага мутаносиб, найча ва тўғри тўртбурчак шаклидаги намуналар қўлланишига рухсат этилади. Ишчи қисмга намунанинг ўқи бўйлаб тўғри чизиқ ўтказилиб, унда чуқур чизиқли белгилар билан ҳисобий узунлик белгиланади.

Синов ўтказиш учун мўрт ва пластик металлдан намуналар тайёрланади. Кулранг чўян мўрт металл, кам карбонли пўлат эса пластик металл вазифасини ўтайди.

Синовларни ўтказиш тартиби

Синовдан олдин микрометр билан 0,01 мм аниқликда намуна диаметри, штангенциркулда эса 0,2 мм аниқликда ҳисобий узунлик ўлчанади. Ўлчанган намуна машина тутқичлари-



47-расм

да маҳкамланади ва то емирилишга қадар секин-аста ўсиб борадиган буровчи момент билан юклатилади. Синовлар 0,3 ёки 1 айланиш/мин деформация тезлигида ўтказилади.

Синов жараёнида диаграмма аппарати ушбу координаталарда: T — буровчи момент, нм ва φ — буралиш бурчаги, градус; буралиш диаграммасини ёзиб боради, унда намунадаги деформация жараёни яққол кўзга кўриниб туради. Намунанинг емирилиш ониди бурчак ўлчагич қурилманинг лимбада ёки буралиш диаграммасида буралиш бурчаги аниқланади. Синов вақтида намуналардаги ўзгаришлар кўз билан ёки диаграммалар бўйича кузатиб борилади.

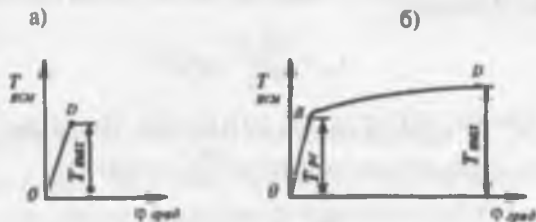
а) Чўянни синаш

Чўяннинг емирилишга қадар бўлган буралиш диаграммаси (48-рasm, а) дўнг томони юқорига қараган, бир оз оғишган эгри чизиқдан иборат. Диаграмманинг курсатишича, чўян расман Гук қонунига бўйсунди. Д нуктада буровчи момент максимал қийматга эришганида намуна тўсатдан шовқин билан емирилиб кетади. Намуна унча катта бўлмаган қолдиқ деформацияларда узилиб кетади.

Донадор тузилишда дарз кетиб, унда металл заррачалари сезилари даражада узилиб чиққани из қолдиради. Намунанинг ясовчисига мос келувчи тўғри чизиқ бир оз эгилади.

б) Пўлатни синаш

Пўлатнинг буралиш диаграммасидаги (48-рasm, б) бошланғич қисми оғишган тўғри чизиқ бўлиб, у Гук қонунига асосан буровчи момент билан намунанинг бурилиш бурчаги орасидаги чизиқли боғланишни кўрсатади. Бу қисмнинг охиридаги В нукта материалнинг мутаносиблик чегарасига мос келади. Кейинчалик буровчи момент бир оз оширилганда бураш бурчаги



48-рasm

тез ортади ва оқувчанлик майдончаси ҳосил бўлмаган ҳолда, диаграммада эгри чизиқли қисм ҳосил бўлади. Буровчи момент D нуқтада намуна бузилгунга қадар ортиб боради. Намуна катта қолдиқ деформацияларда шовқинсиз қирқилиб, тўсатдан емирилади. Дарз кетган жойи текис ва силлиқ сиртга эга. Намунанинг ишчи қисмида унинг ўқиға параллел ўтказилган тўғри чизиқ 4—5 ўрамли бурама чизиққа айланади.

Натижаларни ҳисоблаб чиқиш ва хулосалар

Чўянни синаш натижасида Давлат стандарти (ГОСТ) га мос буралишдаги пишиқликнинг шартли чегараси аниқланади.

$$\tau_u = \frac{T_{\max}}{W_p} \text{ Н/см}^2,$$

бу ерда $T_{\max}$ — максимал буровчи момент, Н см,
 W_p — қаршиликнинг қутб моменти, см³.

Кесим қаршилигининг қутб моменти

$$W_p = \frac{\pi d_0^3}{16} \text{ см}^3,$$

бунда d_0 — намуна диаметри, см.

Пулатнинг буралишдаги мутаносиблик чегараси ушбу формуладан ҳисоблаб топилади:

$$\tau_{\mu} = \frac{T_{\mu}}{W_p} \text{ Н/см}^2,$$

бунда T_{μ} — мутаносиблик чегарасига мос келувчи буровчи момент. Мутаносиблик чегарасига мос келувчи буровчи момент буралиш диаграммасининг тўғри чизиқли қисми охиридаги B нуқтанинг ординатасидан аниқланади.

Емирилишдаги уринма кучланишлари намуна кесими бўйича ночизиқ тақсимотга эгалиги туфайли пўлатнинг буралишдаги пишиқлигининг шартли чегараси ушбу формуладан ҳисобланади.

$$\tau_u = \frac{T_{\max}}{W_{\mu}} \text{ Н/см}^2,$$

бу ерда W_{μ} — қаршиликнинг пластик моменти, см³.

Кесим қаршилигининг пластик моменти

$$W_{\mu} = \frac{\pi d_0^3}{12} \text{ см}^3,$$

Буралишдаги материалнинг пластик хоссалари радианларда 1 мм узунликка тўғри келадиган буралишнинг солиштирма бурчагини баҳолайди:

$$\theta = \frac{\varphi}{l_0} \text{ 1/мм,}$$

бунда φ — намунанинг емирилишидаги буралиш бурчаги, радиан;

l_0 — намунанинг ҳисобланган узунлиги, мм.

Синовлар натижаси 8-жадвалга ёзилади.

8-жадвал

Намунанинг асосий таъсирфлари	Намуна материали	
	кулранг чўян	кам карбонли пўлат
Диаметр d_n , мм		
Ҳисобий узунлик l_n , мм		
Қаршиликнинг қутб моменти W , см ⁴		
Қаршиликнинг пластик моменти $W_{пл}$, см ⁴		
Мутаносиблик чегарасига мос келадиган буровчи момент $T_{ог}$, н см		
Максимал буровчи момент $T_{ма}$, н см		
Емирилишдаги буралиш бурчаги φ , град		
Мутаносиблик чегараси $t_{ог}$, н/см ²		
Пишиқлик чегараси $t_{ма}$, н/см ²		
Буралишнинг солиштирма бурчаги θ , 1/мм		

Иш тугагач намуналарнинг буралишдаги ҳолати, емирилишнинг сабаблари ва характери таҳлил қилиниб, материалларнинг пишиқликлари солиштирилади. Буралишдаги мутаносиблик чегарасининг топилган қиймати унинг ушбу назарий нисбатдан аниқланган қиймати билан солиштирилади.

$$\sigma_{ог} = 0,5 \sigma_{ог}$$

9-§. ПўЛАТНИНГ СИЛЖИШ МОДУЛИНИ АНИҚЛАШ

Юмалоқ пўлат таёқчани бураганда унинг кўндаланг ва бўйлама кесимларида уринма кучланишлар пайдо бўлади. Демак, таёқчанинг ҳар бир элементи соф силжиш ҳолатида

бўлади. Юклатишнинг эластик босқичида уринма кучланишлар τ Гук қонуни бўйича силжиш вақтида нисбий силжиш y га тўғри мутаносибдир

$$\tau = G\gamma.$$

Мутаносиблик коэффициенти G силжиш модули дейилади. Бўйлама эластиклик модули E га ўхшаш, н/см² ёки н/мм² ўлчамликка эга бўлган силжиш модули ҳар бир материал учун доимий катталиқ бўлиб, унинг силжишдаги эластик деформацияларга қаршилиқ кўрсата олиш қобилиятини харақтерлайди. Силжиш модулининг қиймати Давлат стандарти (ГОСТ 3565-58) талабларига мос ҳолда лаборатория тажрибаларида аниқланади.

Ишнинг мақсади пулатнинг силжиш модулини аниқлаш ва буралишдаги Гук қонунини текширишдир.

Тажриба учун керакли асбоб-ускуналар

Силжиш модули буралиш бўйича синовда аниқланади. Синовлар К-6, К-50, КМ-50 ва бошқа маятникли куч ўлчегичга эга бўлган, ± 1 фоизгача аниқликда буровчи моментни ўлчаш имконини берувчи ва бир текис статик юклатишни ҳамда намунани тутқичларда ишончли равишда марказий қисмга жойлаштиришни таъминловчи синов машиналарида олиб борилади.

Намунанинг буралишдаги деформацияси бир кўндаланг кесимнинг бошқа кесимга нисбатан буралган бурчаги φ деб аталувчи бурчакка бурилишидан иборат. Силжиш модулини аниқлашда намунадаги буралишнинг жуда кичик эластик бурчаклари ўлчанади.

Уларни аниқ ўлчаш учун махсус асбоблар-торсиометрлар: Мартенснинг кўзгули бурчак ўлчегичи, С. В. Бояршиновнинг бурчак ўлчегичи, экстензометр ТР-100 ва бошқалардан фойдаланилади.

Синаладиган намуналар

Силжиш модулини аниқлаш учун диаметри $d_0 = 10$ мм ва ҳисобий узунлиги $l_0 = 100$ мм бўлган, Давлат стандарти (ГОСТ 3565-58) бўйича тайёрланган, нормал цилиндр шаклидаги намуна ишлатилади.

Синови ўтказиш тартиби

Синовдан олдин 0,01 мм аниқликда макрометрда намуна диаметри, 0,2 мм аниқликда штангенциркулда унинг ҳисобий узунлиги ўлчанади. Намунанинг ўлчамларини ҳисобга олган ҳолда, Гук қонунига асосан энг катта буровчи момент ҳисоблаб топилади:

$$T_{\max} = \tau_{\text{пр}} W_p \text{ нсм},$$

бу ерда $\tau_{\text{пр}}$ — буралишдаги мутаносиблик чегараси, н/см²; W_p — қаршилиқнинг қутб моменти, см³.

Кам карбонли пўлат учун $\tau_{\text{пр}} = (0,5 \div 0,6) \sigma_{\text{пр}}$ н/см², чузилишдаги мутаносиблик чегараси эса $\sigma_{\text{пр}} = 20000$ н/см².

Устига экстензометр ўрнатилган намуна, ўлчанишдан кейин, машина тутқичларига маҳкамланади, тутқичларда намуна бошчаларини қисиб туриши учун ва машина қисмларидаги оралиқни йўқотиш учун буровчи момент $T_0 = 1000$ нсм ёрдамида унга бошланғич юкланиш берилади.

Бундан кейин, экстензометр индикаторининг мили, эгилувчан сими таранг тортилган вазиятда, қўзғалувчи чамбракни айлантериш билан шкаланинг нол бўлинмасига ўрнатилади.

Кейинчалик намунага бир хил босқичлар билан ортиб борувчи қатор буровчи моментлар қўйилади ва 9-жадвалга ҳар бир юкланиш босқичига мос келувчи экстензометр кўрсатишлари ёзиб борилади. Синовдаги буровчи моментнинг ортиши $\Delta T = 500 - 800$ нсм ни ташкил қилади, юкланиш босқичларининг сони эса — 5 дан то 6 гача. Синов тугагач, буровчи моментнинг бошланғич қийматигача тушириб, намунани юкланишдан бўшатиш керак ва экстензометр бўйича назорат ўлчовларини бажариш зарур. Тажриба тўғри олиб борилганида бошланғич ва назорат ўлчовлари бир хил катталикларни беради.

Натижаларни ҳисоблаб чиқиш ва хулосалар

Синовдан кейин 9-жадвалда ушбу юклатиш босқичига мос келувчи буралиш бурчакларининг ўртача ортиши ҳисоблаб топилади.

$$\Delta A_{\text{ур}} = \frac{\sum \Delta A}{n} \text{ мин},$$

бунда n — юклатиш босқичларининг сони.

Буровчи момент T , нсм	Буровчи моментнинг ортиши ΔT , нсм	Экстензометр- нинг курсатишлари A , минут	Экстензометр курсатишлари - нинг ортиши ΔA , минут
Юклатиш босқичига мос келувчи, буралиш бурчакларининг орттирмаси ўртача қиймати, $\Delta A_{\text{орт}}$			

Радиянларда берилган буралиш бурчакларининг ўртача ортиши ушбуга тенг:

$$\Delta\varphi_{\text{орт}} = \frac{\Delta A_{\text{орт}} \pi}{60 \cdot 180^\circ} \text{ рад.}$$

Намунанинг буралиш бурчаги эластик деформациялар оралиғида буровчи момент билан қуйидаги чизиқли боғланишга эга

$$\varphi = \frac{T}{GJ_p} \text{ рад.}$$

Тажриба натижаларидан фойдаланган ҳолда бу формуладан силжиш модули аниқланади

$$G = \frac{\Delta T l_0}{\Delta\varphi_{\text{орт}} J_p} \text{ Н/см}^2,$$

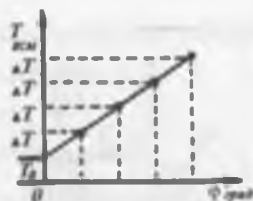
бу ерда: ΔT — буровчи моментнинг ортиши, нсм; l_0 — наmunанинг ҳисобий узунлиги, см; $J_p = \frac{\pi d_0^4}{32}$ — кесимнинг қутб инерция моменти, см⁴; $\Delta\varphi_{\text{орт}}$ — намуна буралиш бурчакларининг ўртача ортиши, рад.

Буралишдаги эластик деформациялар босқичида тажриба маълумотлари асосида қуйидаги координаталарда график чизиш (49-расм) билан Гук қонуни тасдиқланади: T — буровчи момент ва φ — буралиш бурчаги, град.

Нуқтанинг тўғри чизикда ётиши ёки уларнинг бу чизикдан бир оз четлашиши буралиш бурчагининг буровчи момент билан чизикли боғланишини яққол кўрсатади.

Синовлар қайд қилинган ёзувларда силжиш модулининг топилган қийматлари келтирилади.

Топилган силжиш модулининг қиймати материалнинг қуйидаги учта эластик доимийлиги орасидаги боғланишни ифодаловчи формуладан ҳисоблаб топилган назарий катталик билан солиштирилади.



49-расм

$$G_T = \frac{E}{2(1+\nu)} \text{ н/см}^2,$$

бу ерда E — пўлатнинг бўйлама эластиклик модули, н/см²; ν — Пуассон коэффиценти.

Сўнг силжиш модулининг тажриба ва назарий қийматларининг фоишлардаги фарқланиши қабул қилинган катталиклар $E = 2 \cdot 10^7$ н/см² ва $\nu = 0,25$ ни эътиборга олган ҳолда ҳисоблаб чиқилади

$$\delta = \frac{G_T - G}{G_T} \cdot 100\%$$

10-§. Чўянни эгилишга синаш

Чўянни эритиб қуйиш пайтида унинг эгилишга қаршилиги пишиқлигининг муҳим кўрсаткичидир. Синовдан мақсад — икки таянч орасида жойлаштирилган ва то емирилишга қадар унинг ўртасига тўпланган куч билан юкланганда намунани эгишдир. Бажарилиши жиҳатидан оддий ҳисобланган бу синовлар мўрт материаллар — кулранг ва чукичланувчи чўян, иш қуролларида ишлатиладиган пўлат учун олиб борилади.

Чўянни эгиш бўйича синаш натижалари юклатилиш шариоитлари, намунанинг шакли ва ўлчамларига боғлиқ бўлиб, Давлат стандарти (ГОСТ 2055-43) талаблари асосида олиб борилади.

Ишнинг мақсади — чўяннинг эгилишдаги пишиқлигининг шартли чегарасини ва емирилиш оннда намунанинг эгилишини аниқлаш.



50-расм

Тажриба учун керакли асбоб-ускуналар

Синовлар Р-5, УМ-5, УМ-10 ҳамда ± 1 фоиз аниқликда юкланишни улчаш имконини берувчи диаграмма асбобига эга бўлган эгилишни амалга оширувчи мослама билан таъминланган синов машиналарида ўтказилади. Эгилишни синаш-

да (50-расм) машинанинг қуйи тутқичига иккита суриладиган таянчли стол ўрнатилиб, юқори тутқичига эса қисиб турувчи қурилма маҳкамланади. Машина ҳаракатчан тутқичининг тезлиги 6 мм/мин дан ошмаслиги керак.

Синаладиган намуналар

Эгилишини синаш учун диаметри $d = 30$ мм ва узунлиги 340 ёки 640 мм ли қуйилган чўян намунаси ишлатилади. Ишлов берилган намунанинг сирти қум ва қуйиндидан тозаланади.

Синовларни ўтказиш тартиби

Синовдан олдин, намуна узунлигига боғлиқ ҳолда, столда суриладиган таянчларнинг ғилдиракчалари орасида 300 ёки 600 мм масофа қолдирилади. Бунда сиқиб турадиган қурилмага нисбатан таянчларнинг симметрик жойлашиши таъминланади. Синаладиган намуна таянчларга жойлаштирилади ва қўлда бошқариладиган узатма орқали сиқиб турувчи қурилма билан туташтирилади. Кейин электр юриткич улашиб, намуна то емирилишга қадар юклатилади. Машинанинг куч ўлчагич шкаласи бўйича намунанинг дарз кетиш онидagi юкланиш қайд қилинади. Синов жараёнида эгилиш диаграммаси ушбу координаталарда ёзилади: F — юк, n ва f — намунанинг букилиши, мм.

Намунанинг мўрт емирилишини ҳисобга олиб, машина столини металл тўр билан тўсиб қўйиш керак.

Натижаларни ҳисоблаб чиқиш ва хулосалар

Синов тугагач дарз кетган жойида намунанинг диаметри d штангенциркулда 0,1 мм аниқликда ўлчанади.

Эгилишдаги мустаҳкамликнинг шартли чегараси ушбу формуладан ҳисобланади:

$$\sigma_n = \frac{M_{\max}}{W} \text{ н/см}^2,$$

бу ерда $M_{\max}$ — эгувчи максимал момент, нсм; W — ўқ қаршилиқ моменти, см³.

Эгувчи максимал момент

$$M_{\max} = \frac{F_{\max} l}{4} \text{ нсм},$$

бу ерда $F_{\max}$ — дарз кетиш ондаги энг катта юк, н; l — таянчлар орасидаги масофа, см.

Ўқ қаршилиқ моменти

$$W = \frac{\pi d^3}{32} \text{ см}^3.$$

Намунанинг эгилиш миқдори унинг емирилиш онда эгилиш диаграммаси бўйича 0,1 мм аниқликда топилади.

Синовлар натижаси 10-жадвалга ёзилади.

10-жадвал

Таянчлар орасидаги масофа l , см	
Намунанинг дарз кетиш жойидаги диаметри d , см	
Энг катта юкланиш $F_{\max}$, н	
Эгувчи максимал момент $M_{\max}$, нсм	
Ўқ қаршилиқ моменти w , см ³	
Чўяннинг эгилишдаги мустаҳкамлик чегараси σ_n , н/см ²	
Намунанинг дарз кетиш ондаги эгилиши f , мм	

11-§. ЁҶОЧ ТҶСИННИ ЭГИЛИШГА СИНАШ

ЁҶоч конструкцияларнинг қисмлари кўпинча эгилиш деформациясига дучор қилинади. Ўтказилаётган синов ёғочи эгилиш ҳолатини яққол намоён қилади. Давлат стандарти (ГОСТ 11494-65)га биноан икки таянчга ётқизилган намунани эгилишга синаш унинг ўрта қисмидаги тўпланган куч

таъсирида ўтказилади. Синаладиган намуна то емирилишга қадар юклатилади.

Ишнинг мақсади — ёғочнинг эгилишдаги эластиклик модулини ва мустаҳкамлик чегарасини аниқлаш ва унинг емирилиш хусусиятини ўрганиш.

Тажриба учун керакли асбоб-ускуналар

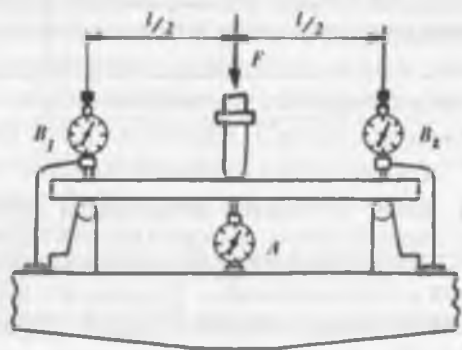
Синовлар Р-5, УМ-5, УММ-10 ҳамда 10000 н гача юкланишларда куч ўлчашни ± 1 фоиздан кўп бўлмаган хатолик билан ўлчай оладиган ва намунани эгувчи мослама билан таъминланган синов машиналарида ўтказилади.

Синаладиган намуналар

Синовда тўрт қиррали $20 \times 20 \times 300$ мм ўлчамли ёғоч ишлатилади. Ёғочнинг йиллик қатламлари намунанинг бир жуфт қарама-қарши ёқларига параллел бўлиши керак. Тайёрланган намуналарда ёриқлар, ўсимталар ва бошқа нуқсонлар бўлмаслиги керак. Намунанинг материали қарағай, қора қарағай ёки қайин.

Синовларни ўтказиш тартиби

Намунани синашдан олдин унинг қоқ ўртасидан 0,1 мм гача аниқликда штангенциркуль билан тангенциаль йўналиш бўйича баландлиги h ва радиаль йўналиш бўйича эни b ўлчанади. Машинанинг столида, унинг суриладиган таянчларининг филдиракчалари орасида 240 мм га тенг масофа ўрнатилади. Таянчлар қисиб турувчи қурилмага (51-расм) нисбатан симметрик равишда жойлаштирилади. Синалади-



51-расм

ган намуна таянчларда шундай ўрнатиладики, куч таъсири йиллик қатламларга уринма йўналишида бўлади. Сунгра намуна қўл билан бошқариладиган узатма ёрдамида дастлабки 200 н юклатишга қўйилади.

Эгилиш катталигини ўлчаш учун намунанинг учта кўндаланг — ўрта ва икки таянч кесимларида милли индикаторлар ўрнатилади. Таянчлар устида жойлашган B_1 ва B_2 индикаторлар намунани синашдаги индикатор A ўлчайдиган эгилиш катталигига таъсир этувчи эзилишни ҳисобга олади. Индикаторлар милини қўзғалувчи филдиракчаларни айлан-тириш билан ноль бўлинмасига қўйилади.

Намуна бир хил $\Delta F = 200 - 300$ н босқичларида, босқичлар сони 6—8 орасида бўлганида юклатилади. Ҳар бир юклатиш босқичидан кейин 11-жадвалга юк миқдори ва унга мос индикаторлар кўрсатиши ёзилади.

Эгилишнинг ўсиши сезиларли кўпайганда у Гук қонунининг таъсир чегараси бузилганини кўрсатади ва бу ҳолда намунани юклатиш тўхтатилади. Намунани то бузилишгача олиб борувчи юклатиш эгилишни ўлчамасдан, индикаторларни столдан олиб қўйилган ҳолатда амалга оширилади. Намуна дарз кетган онда куч ўлчагич шкаласида емирувчи кучнинг $F_{\max}$ миқдори аниқланади.

Натижаларни ҳисоблаб чиқиш ва хулосалар

Синов охирида 11-жадвалда юклатиш босқичига мос келувчи эгилишнинг ўртача ортиши $\Delta f_{\text{орт}}$ ҳисоблаб чиқилади

$$\Delta f_{\text{орт}} = \frac{\sum \Delta f}{n} \text{ мм},$$

бунда n — юклатиш босқичларининг сони.

Ёғоч эластиклик модулининг қиймати ушбу формулага асосланиб аниқланади:

$$f = \frac{Fl^3}{48 EJ_z} \text{ см},$$

ундан

$$E = \frac{\Delta Fl^3}{48 J_z \Delta f_{\text{орт}}} \text{ н/см}^2,$$

бу ерда ΔF — юклатиш босқичи, н; $\Delta f_{\text{орт}}$ — эгилишнинг ўртача ўсиши, см; l — намуна узунлиги, см.

$J_z = \frac{\delta h^3}{12}$ — балка кўндаланг кесимининг нейтрал ўққа нисбатан инерция моменти, см⁴.

Ёғочнинг эгилишдаги мустаҳкамлик чегараси

$$\sigma_u = \frac{M_{\max}}{W_z} \text{ н/см}^2,$$

бунда $M_{\max} = \frac{F_{\max} l}{4}$ — эгувчи моментнинг энг катта қиймати, нсм.

$W_z = \frac{\delta h^2}{6}$ — балка кўндаланг кесимининг нейтрал ўққа нисбатан қаршилиқ моменти, см³. Шу формулалардан синов натижалари ҳисоблаб топилади. Топилган эластиклик модули ва мустаҳкамлик чегарасининг эгилишдаги қийматлари шартли миқдорлардир, чунки ёғочнинг чўзилиш ва сиқилишдаги эластиклик модуллари турлича бўлади.

Намунанинг емирилиш хусусияти ёғочнинг сифати билан боғлиқ. Юқори сифатли ёғоч толасимон, пайрахасимон дарз кетади, паст сифатлиси эса — пўк ёғочдек дарз кетади. Толалар бўйлаб сиқилганда ёғочнинг мустаҳкамлик чегараси чўзилишдагига нисбатан кам бўлади. Шу сабабли, намунанинг емирилиши сиқилиш доирасида буришган қатлам ҳосил бўлиши билан бошланади, чўзилиш доирасида эса толаларнинг узилиши ёки эзилиши ва тўла дарз кетиши билан тугалланади.

12-§. ЗАРБГА СИНАШ

Металларнинг механик хоссалари куп даражада юкланиш тезлигига боғлиқ. Статик синовларда олинган механик таъсирларга қаршилиқ кўрсатиш қобилиятини аниқлай олмайди. Зарбга синаш пайтида материалнинг сифатли томонлари зарбли юкланишларда рўёбга чиқади, мўрт емирилишга мойиллиги аниқланади ва статик юклатишда сезилмаган нуқсонлари намоён бўлади.

Давлат стандарти (ГОСТ 9454-60)га асосан синовнинг маъноси шуки, зарбли эгилишда намуна тилиниб дарз кетади ва унинг емирилишига кетган иш ўлчанади.

Ишнинг мақсади — материалнинг зарбли қайишқоқлигини аниқлаш ва динамик юклатишларда пластик ва мўрт металларнинг хоссаларини солиштиришдир.

Тажриба учун керакли асбоб-ускуналар

Зарб билан эгиш бўйича синашда МК-30, МК-30А, Амслер туридаги ва бошқа маятникли туқмоқ қўлланади.

Маятникли туқмоқ қуйидаги шартларни қаноатлантириши керак:

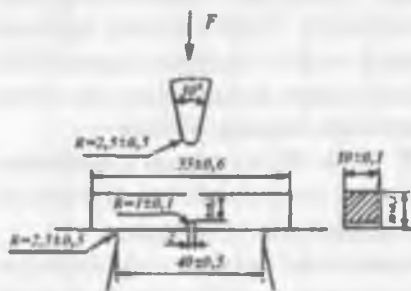
- 1) маятникнинг тебраниш текислиги тик йўналишда бўлиши;
- 2) маятникнинг ҳаракат тезлиги зарб ониди 4 дан то 7 м/сек гача бўлиши;
- 3) зарб маркази маятник туқмоғининг зарб берган жойи билан устма-уст тушиши.

Синаладиган намуналар

Синаш учун Давлат стандарти талабларига мувофиқ тирналган намуналар қўлланиб, уларнинг шакли ва ўлчамлари 52-расмда кўрсатилган. Намунанинг тирналгани, унинг кесимини бўшаштириб, материални яна ҳам оғирроқ ишчи шароитларга олиб келади.

Тирналган кертикнинг чуққисига яқин жойда зарб вақтида, уч ўқли чўзилишнинг ҳажмий кучланган ҳолатини ҳосил қилувчи жузъий кучланишлар пайдо бўлади. Бу кучланишлар намунанинг хавфли кесимида пластик деформацияларнинг ўсишини қийинлаштиради ва зарбли юкланиш самарасини кучайтириб, материалнинг мўрт емирилишини юзага келтиради.

Тилиш иши намунанинг ёқларига қатъиян тик йўналишда, унинг ўрта қисмида бажарилади. Тайёрланган намуналар ишлов берилган изларга сезилмайдиган даражада тоза сиртга эга бўлиши керак. Синовда кам карбонли пўлат ва кулранг чўян ишлатилади.



52-расм

Синовларни ўтказиш тартиби

Синовдан олдин штангенциркулда 0,05 мм аниқликда тилинган жойида намунанинг эни b ва баланглиги h ўлчанади. Синов температураси $15 \pm 25^\circ\text{C}$.

Ўлчанган намуна андоза ёрдамида тўқмоқ таянчларига шундай ўрнатилиши керакки, токи зарб кертikka қарама-қарши томондаги кучсизланган кесимга тўғри келсин. Маятникни бошланғич ҳолатига кўтариб қўйилади ва уни кўтарувчи ромга қулфловчи тил билан маҳкамланади. Шу ҳолатда ўлчовчи қурилма соланади.

Сўнгра маятникнинг қулфловчи тили бушатилади, натижада, маятник пастга туша бориб, болғачаси билан намунани бузди. Ўлчовчи қурилманинг кўрсаткичи ва шкаласи бўйича намунани емиришга сарфланган иш аниқланади. Бу ишнинг миқдори материалга, намуна ўлчамига, кертик ва маятник болғачасининг шаклига, температура ва зарб тезлигига боғлиқ. Синаладиган намунага бир карра зарб берилади.

Натижаларни ҳисоблаб чиқиш ва хулосалар

Материалнинг динамик юкланишларга қаршилиқ кўрсата олиш қобилиятини зарбдаги қайишқоқлик α кўрсатиб, у намунани зарб билан емиришга сарфланган иш W ни кертик жойидаги кўндаланг кесими A_n нинг сатҳига нисбатан кўрсатади:

$$\alpha = \frac{W}{A_n} \text{ нм/см}^2,$$

бу ерда W — зарбнинг намунани емиришга сарфлаган иши, нм; A_n — намуна кертик кесимининг сатҳи, см².

Агарда намунани емиришга сарфланган иш $Dж$ да ифодаланса, зарбдаги қайишқоқлик $Dж/м^2$ ўлчамга эга бўлади.

Тўқмоқнинг бурчак ўлчагич шкаласидан намунани емириш иши маятникнинг кўтарилиш ва баландга учиб чиқиш бурчаклари бўйича ушбу формуладан ҳисобланади:

$$W = G \cdot l(\cos\beta - \cos\alpha) \text{ нм},$$

бунда G — маятник оғирлиги, н; l — ўқидан то оғирлик марказигача бўлган масофага тенг бўлган маятник таёқчасининг узунлиги, м; α ва β — маятникнинг намунани емирилишдан олдинги ва кейинги кўтарилиш бурчаклари.

Синолда қийматлари материални емириш ишлари ва зарбдаги қайишқоқлик қийматлари 12-жадвалга ёзилади.

Материалнинг пластиклиги қанча юқори бўлса, намунанинг емирилишига сарфланадиган ишнинг қиймати шунча катта бўлади. Хулосаларда таъкидланишича, намуналарнинг емирилиш жойлари турли хусусиятга эга. Қайишқоқлик билан емирилишда дарз кетган сирт хира ва майда донли, мурт, емирилишда эса ялтироқ ва йирик донли бўлади.

12-жадвал

Материал	Тилиниш жойидаги намунанинг ўлчамлари, мм		Кўндаланг кесимининг сатҳи A_n , см ²	Намунанинг дарз кетишида сарфланган иш W , нм	Зарбли қайишқоқлик α , нм/см ²
	эни b	қалинлиги h			
Пўлат					
Кулранг чўян					

13-§. ҚАТТИҚЛИККА СИНАШ

Материалнинг ичига бошқа жисмнинг қаршилиқ кўрсата олиш қобилияти қаттиқлик дейилади. Қаттиқликни ўлчаш турли усулларда бажарилиб, улардан энг кўп тарқалгани Бринелл ва Роквелл бўйича қаттиқликка синашдир. Қаттиқлик ўлчови сифатида қаттиқлик сони деб аталувчи миқдор хизмат қилади. Бу муҳим кўрсаткич тайёр маҳсулотларни назорат қилиш ва материал пишиқлигини тахминий баҳолаш учун ишлатилади.

Бринелл бўйича қаттиқликка синаш Давлат стандарти (ГОСТ 9012-59) талабларига биноан, махсус прессда тобланган пўлат шарчани синалаётган намунага ботириш йўли билан амалга оширилади.

Ишнинг мақсади — турли материалларнинг Бринелл бўйича қаттиқлигини аниқлаш ва натижаларни солиштириш.

Тажриба учун керакли асбоб-ускуналар

Синовни ўтказиш учун юкланишни керакли қийматига ± 1 фоиз аниқликда бир текис ўсиб боришини ва уни

маълум вақт давомида тутиб туришни таъминловчи махсус асбоблар — Бринеллнинг гидравлик пресси, қаттиқликни ўлчагичлар — ТШ ва ТШК қўлланади. Юк қатъий равишда намуна ёки маҳсулотнинг сиртига тик равишда қўйилиши керак.

Синалаётган намуналар

Ўрганиладиган материалдан қирқиб олинadиган тайёр маҳсулот ёки намуналар синаладиган намуналар сифатида хизмат қилади. Намуна сиртига, унинг тозалиги ва силлиқлиги таъминлангани ҳолда, текислик учун юмшоқ ва қаттиқ металллар — алюминий, пўлат ва чўян ишлатилади.

Синовини ўтказиш тартиби

Синовдан олдин штангенциркуль билан намунанинг қалинлиги ва эни ўлчанади. Материал ва намунанинг қалинлигига боғлиқ ҳолда Давлат стандарти (ГОСТ) жадвали бўйича синов вақтидаги юкланиш миқдори, шарча диаметри ва унинг юк остида бардош бериш вақти топилади. Олти турли юкланишларнинг миқдори 187,5 дан то 3000 кг гача ўзгаради. Синовда диаметри 10,5 ва 2,5 мм бўлган шарчалардан фойдаланилади. Бардош бериш вақти 10—60 сек.

Юкланиш ва шарча диаметри D орасидаги нисбат қора металллар учун $F = 30 D^2$, рангли металллар учун эса $F = 10 D^2$. Синов жараёнида қуйидаги шартларни бажариш зарур:

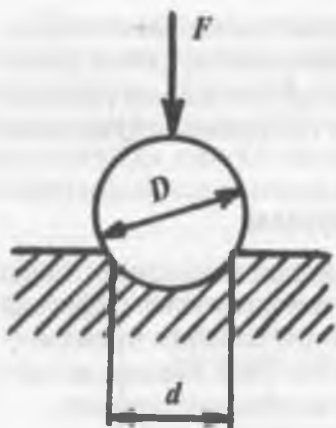
а) тамгалар марказлари орасидаги масофа шарчанинг иккиланган диаметридан кам бўлмаслиги керак, тамга марказидан намуна четигача эса — бир диаметрдан кам бўлмаслиги керак;

б) тамгаларнинг умумий сони 3 тадан кам эмас.

Қаттиқлик ўлчагични синовга тайёрлаш ушбу ишларни ўз ичига олади:

1) талаб қилинган диаметрдаги шарча билан учдонни шпинделда маҳкамлаш; 2) алмаштирилувчи юклар билан зарур юкланишни ўрнатиш; 3) юкланишга бардош бериш вақтини сошлаш.

Синаладиган намуна столчага ўрнатилади, оғир филдирак айлантрилиб, шарчага тақалади ва унга дастлабки юкланиш берилади. Сўнг тугма босилиб, электр юритгич ула-



53-расм

нади, у намунани бир текис юк-
латади, тегишли бардош вақти
тугагандан кейин автоматик ра-
вишда ўчади. Синов тугагач, на-
муна столчадан олиб қуйилади.
МПБ-2 санагич микроскоп ёки
андоза ёрдамида шарча тамғаси-
нинг диаметри d (53-расм) ўлча-
нади. Тамға диаметри икки ўза-
ро тик йўналишларда ўлчанади
ва уларнинг ўртача арифметик
қиймати аниқланади.

Натижаларни ҳисоблаб чиқиш ва хулосалар

Бринелл бўйича қаттиқлик сони H_B шарчани ботирувчи
куч F ни синалаётган намунадаги тамға A сферик сиртининг
сатҳига нисбатини билдиради.

$$H_B = \frac{F}{A} \text{ кг/мм}^2.$$

Тамға сатҳи ушбу формуладан ҳисобланади:

$$A = \frac{\pi D}{2} \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right) \text{ мм}^2.$$

Шарча диаметри ва юкка боғлиқ ҳолда Давлат стандар-
ти (ГОСТ) жадвали бўйича қаттиқлик сонини аниқлаш
мумкин.

Бринелл бўйича қаттиқлик сони ва карбони кўп пўлат-
нинг мустаҳкамлик чегараси орасида ушбу эмпирик боғла-
ниш мавжуд:

$$\sigma_u = (0,30 + 0,36) H_B \text{ н/мм}^2.$$

Бунда Бринелл бўйича қаттиқлик сони н/мм^2 ларда ифода-
ланади. У боғланиш пишиқлик чегарасини чўзилишга синов утқа-
зилмасдан туриб тақрибан аниқлаш имкониятини беради.

Бринелл бўйича қаттиқлик сонларининг формулалардан
ҳисоблаб топилган қийматлари ва пўлатнинг мустаҳкамлик
чегараси 13-жадвалга ёзилади.

Синовлар натижалари курсатишича, қаттиқ металллар юмшоғига нисбатан Бринелл бўйича катта қаттиқлик сонига эга.

13-жадвал

Материал	Намуна қалинлиги h , мм	Шарча диаметри D , мм	Шарчага қўйилган юк, F , кг	Юкланишга бардош берган вақти t , сек	Тамғанинг ўртача диаметри d , мм	Бринелл бўйича қаттиқлик сони H_b , кг/мм ²	Пишиқлик чегараси σ_s , н/мм ²
Пулат							
Кулранг чуян							
Алюминий							

14-§. ЧИДАМЛИЛИККА СИНАШ

Миқдори ва йўналиши бўйича ўзгарувчи юкланиш таъсирида турли конструкциялар элементларида ўзгарувчан кучланишлар пайдо бўлади. Бундай кучланишлар валлар, кривошип-шатунли механизмлар ва бошқа бир қатор қисмларга таъсир кўрсатади.

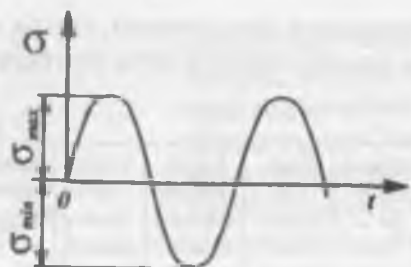
Ўзгарувчан кучланишлар таъсирида материалларнинг емирилиши тўсатдан, чегаравий қийматлардан бирмунча кичик кучланишларда рўй беради. Бу ҳодиса чарчаш дейилади.

Ўзгарувчан кучланишлар кетма-кет қийматларининг йиғиндиси улар ўзгариши жараёнининг бир тула даврида кучланишлар циклини намоён қилади. Юкланиш хусусиятига боғлиқ ҳолда қуйидаги кучланиш циклларини ажратиш мумкин:

- симметрик цикл;
- асимметрик цикл;
- тепкили цикл.

Вақт бўйича ўзгарувчан кучланишларнинг ўзгариши қонунга мос деб тахмин қилинади.

Материалнинг ўзгарувчи кучланишларга қаршилик кўрсата олиш қобилияти унинг чидамлилигини аниқлайди. Материал чегараланмаган даражада юкланишнинг кўп сонли циклларига емирилмасдан бардош берган энг катта ўзгарувчан кучланишининг чидамлилик чегараси σ_R дейилади.



54-расм

Энг хавфлиси симметрик цикл (54-расм) ҳисобланади, чунки бу ҳолда чидамлик чегараси энг кичик қийматга эга. Чидамлик материал хоссасига, деформация турига, циклнинг асимметриясига, маҳаллий кучланишларга, деталь ўлчамларига, сирт тозалилига ва бошқаларга боғлиқ.

Давлат стандарти (ГОСТ 2860-65) га биноан чидамлик чегараси кучланишлар ўзгаришининг симметрик циклида эгилишга синаш йўли билан аниқланади.

Пулатнинг чидамлик чегаралари орасида эгилишда σ_{-1} , чузилиш-сиқилишда σ_{-1} , ва буралишда τ_{-1} тажриба нисбатлари мавжуд:

$$\sigma_{-1} = 0,7\sigma_{-1} \text{ ва } \tau_{-1} = 0,58\sigma_{-1}$$

Чидамликка синаш узоқ вақтни талаб қилади. Шу муносабат билан ушбу ишни бажариш намойиш хусусиятига эга бўлади.

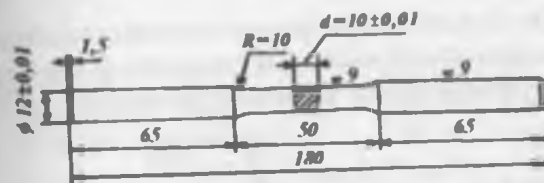
Ишнинг мақсади — материалнинг чидамлик чегарасини аниқлаш усули билан танишиш.

Тажриба учун керакли асбоб-ускуналар

Намуналарнинг чидамлигини синаш МУИ-6000, НУ, УКИ-10 ва бошқа машиналарда олиб борилиб, уларда таянч тизими юклатиш механизмининг нисбий хатолиги ± 1 фоиз бўлиб, намунанинг тебранишига 0,03 мм дан кўп бўлмаган чегара қўйилган.

Синаладиган намуналар

Намуналар ўз шакли, ўлчамлари ва сиртига ишлов беришнинг тозалиги бўйича Давлат стандарти (ГОСТ) талабларига қатъий риоя қилинган ҳолда тайёрланади. Ишчи қис-



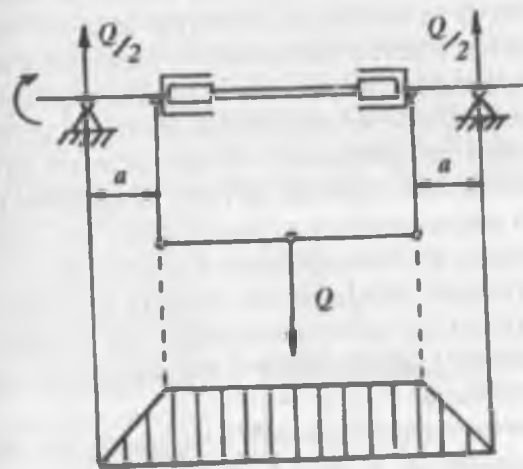
55-расм

мининг узунлиги $l = 5d$ бўлганида намуна диаметри $d = 5, 7,5$ ёки 10 мм ни ташкил қилади. МУИ-6000 машинасида синаш учун олинган намуна 55-расмда кўрсатилган. Намуна materiali — пулат 3.

Синовни ўтказиш тартиби

Материалнинг чидамлик чегараси юклатиш чизмаси бўйича (56-расм) бутунлай эгилиш ҳолатида бўлган намуналарни синаш асосида ўрнатилади. Намуналарнинг 6—8 донадан иборат стандарт сериялари ҳар бир намунани синашда кетма-кет пасайтирилувчи қайтариладиган-ўзгарувчи юкланишга қўйилади.

Дастлаб, намуналар диаметри микрометрда 0,01 мм аниқликда ўлчанади, сўнг кўндаланг кесимларнинг қаршилик моментлари W нинг қийматлари ҳисобланади.



56-расм

Циклнинг энг катта ўзгарувчан кучланишларини келтириб чиқарувчи доимий юкланиш миқдори Q ҳар бир намуна учун ушбу формуладан ҳисоблаб топилади:

$$\sigma_{\max} = \sigma_{\min} = \frac{M}{W} = \frac{32Q_a}{\pi d^3}.$$

Бундан

$$Q = \frac{\sigma_{\max} \pi d^3}{16a} \text{ Н},$$

бу ерда d — намуна диаметри, мм,

a — куч қўйилган нуқтадан таянчгача бўлган масофа, мм.

Биринчи намуна учун циклнинг максимал кучланиши ушбуга тенг:

$$\sigma_{\max} = 0,6 \sigma_u.$$

Иккинчи ва ундан кейинги намуналар, олдинги қийматларга нисбатан, 20—30 Н/мм² га пасайтирилган максимал кучланишларда синалади. Кучланиш пасайтирилганда намуналар кўпроқ цикллар сонига бардош бера олади.

Ҳисоблаб топилган юкланиш Q ни назарда тутиб, машинанинг юк дастагига мос алмаштирилувчи юklar ўрнатилади. Қўшимча қилиб, юкланиш миқдори машина ён томонидаги оғир ғилдиракни айлантириш билан мосланади. Синаладиган намуна машинанинг шпиндель валиклариди маҳкамланади. Намунанинг марказий қисмига жойлаштирилишни милли индикаторлар воситасида текширилади. Юкланиш циклларининг санагичи нолга қўйилади. Сўнг электр юритгич уланади ва оғир ғилдиракни айлантириш билан машинанинг олд томонидаги юк дастаги пастга туширилади, бу билан намуна биринчи босқич юк Q_1 билан юклатилади. Айланаётган намуна то емирилгунча бутунлай эгилади шу онда электр юритгич автоматик равишда ўчирилади. Санагич бўйича юкланишнинг цикллар сони n_1 белгиланади.

Шунга ўхшаш тарзда кейинги намуналар ҳам ҳар бири тегишли юкланиш Q_2 , Q_3 ва ҳ. к. лар таъсирида синалади. Синовлар натижалари 14-жадвалга ёзилади.

Намуналар тартиб сони	Намуна диаметри d , мм	Кесим- нинг қаршилик моменти, W , мм ³	Юк Q , н	Эгувчи момент M , нм	Цикл- нинг макси- мал кучла- ниши σ_{max} н/мм ²	Емири- лишга қадар цикллар сони n
1						
2						
3						
4						
5						
6						

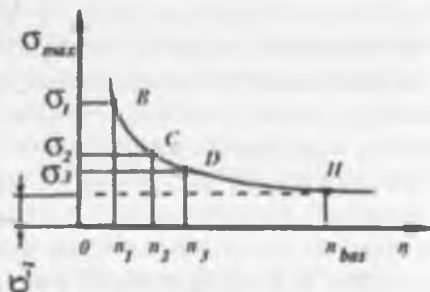
Ўқув лабораториясида бу синовлар ўрнига машина иши-
ни намоёиш қилиш билангина чегараланилади.

Натижаларни ҳисоблаб чиқиш ва хулосалар

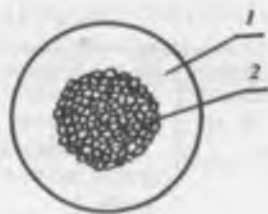
Материалнинг чарчашга пишиқлигини чидамлилиқ эгри
чизиги ёки Велер эгри чизиги характерлаб беради, у илгари
утказилган синовлар натижалари бўйича чизилади.

Чидамлилиқ эгри чизиги (57-расм) кучланиш σ ва цикл-
лар сони n орасидаги график боғланишдан иборат. Ҳар бир
намунани синашдаги натижа эгри чизиқда аниқ нуқта билан
белгиланади. Кўриниб турибдики, эгри чизиқ бошида кескин
пастга тушиб кетади, сўнгра бир оз қиялик билан асимметрик
равишда горизонтал ўққа яқинлашади. Эгри чизиқ асимптота-

сининг ординатаси чидам-
лилиқ чегараси σ_{-1} нинг
миқдориға мос келади.
Синовнинг юклатиш цикл-
ларининг сони, цикллар-
нинг база сони деб ата-
лувчи, чегаравий миқдор
 n_{bas} билан чегараланади.
Пулат ва чуян учун
 $n_{bas} = 10^7$ цикл.



57-расм



58-расм

Материалнинг қайтарилувчи-ўзгарувчан юкланишлардаги емирилиш хусусияти статик юкланишлардаги емирилиш хусусиятидан тубдан фарқ қилади. Емирилиш жараёни намуна сиртида микро ёриқлар ҳосил бўлишидан бошланади, унинг кўндаланг кесимининг сатҳи камая бориб, секин-аста материал ичига тар-

қалади. Ёриқлар одатда хавфли кесимларда ва маҳаллий кучланишларнинг тўпланган манбаларида, чуқурчалар, йўнилган қисм, кертик жойлар ва ҳ. к. ларда пайдо бўлади. Ёриқларнинг катталашиши ва кесимларнинг бўшашиб кетиши намунанинг тўсатдан емирилишига олиб келади. Дарз кетган қисм ортида (58-расм) икки яққол доира кўриниб туради. Ёриқларнинг ривожланишидан ҳосил бўлувчи силлиқ, ишқаланиб мосланган сиртли, секин-аста емирилувчи 1-доира ва донacha тузилишга эга бўлган мўрт, тўсатдан емирилувчи 2-доира.

IV БОБ

КУЧЛАНИШЛАР ВА ДЕФОРМАЦИЯЛАРНИ АНИҚЛАШ БЎЙИЧА ЛАБОРАТОРИЯ ИШЛАРИ

1-§. ЧЎЗИЛИШДАГИ КУЧЛАНИШЛАРНИНГ ҚУЮҚЛАНИШИНИ ТАДҚИҚ ҚИЛИШ

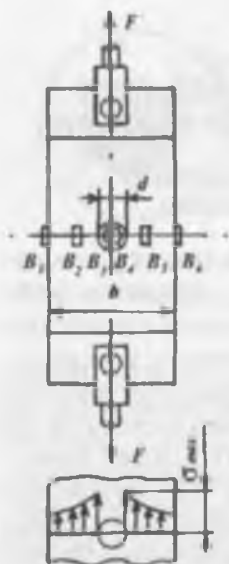
Маълумки, деталларнинг шакли ва кўндаланг ўлчамлари кескин ўзгарган жойларида тешиклар, йўнилган жойлар, кертиклар ва ариқчалар мавжуд бўлганида кучланишлар жуда ортиб кетади ва кесим бўйича нотекис тақсимланади. Бу ҳодиса кучланишларнинг қуёқлашиши деб ном олган. Кучланишларнинг қўпайиши маҳаллий хусусиятга эга ва унча катта бўлмаган доирада тарқалади. Тешиклар, йўнилган жойлар, кертиклар, ариқчалар ва ҳ. к. лар кучланишнинг қуёқлашиши дейилади. Қуёқлаштирувчи омиллардан стартича узоқда бўлган кесимларда кучланишлар амалда бир текис тақсимланади. Кучланишлар исталган деформация турларида қуёқлашиши мумкин ва энг хавфлиси қайтарилувчи-ўзгарувчан кучланишларда бўлади. Кучланишларнинг қуёқлашиш даражасини кучланишларнинг қуёқлашиш коэффициентини характерлайди, у детални қуёқлаштирувчи омилларнинг кўриниши ва ўлчамликларига боғлиқ бўлади.

Ишнинг мақсади — юмалоқ тешиклар туфайли сусайган намунанинг чўзилишдаги кучланишларининг қуёқлашишини ўрганиш, кучланишлар қуёқлашиш коэффициентини аниқлаш ва электрик тензометрлаш усули билан танишиш.

Тажриба учун керакли асбоб-ускуналар

Синовлар куч ўлчашни ± 1 фоиз аниқликда ўлчашни таъминловчи Р-5, УМ-5, УММ-10 ва бошқа синов машиналарида ўтказилади. Намунанинг чўзилишидаги кучланишларни ўлчашда базаси $l = 5$ мм ва бир хил сезгирлик коэффициентига эга бўлган симдан ясалган қаршилик датчикларидан фойдаланилади. Қайд қилувчи қурилма тариқасида кучайтиргичли кўприк чизмалар (ТУ-6, ТА-5 ва бошқа) ва гальванометр бўйича ўлчаш усулидан фойдаланилади. Ишни бажаришда ишчи датчиклардан келувчи электр сигналларини кетма-кет ўлчаш имкониятини берувчи ИД-70 М маркали деформация ўлчагични қўллаш мақсадга мувофиқ бўлади.

Синаляётган намуналар



59-расм

Синаладиган намуна сифатида туғри тўртбурчак кесимли томонлари нисбати $b/h = 10 + 15$ бўлган таёқча (59-расм) хизмат қилади. Кенг томонининг ўртасида намунанинг бўйлама ўқида диаметри $d = (0,1 + 0,2) b$ га тенг бўлган тешик ҳосил қилинади. Тортиб турувчи юк машина тутқичларидан намунага намуна чеккаларида қўйилган тешикларга ўрнатилган илгак ва штифтлар орқали узатилади. Намунадаги тешиклар марказлари унинг бўйлама ўқи билан устма-уст тушади.

Намунанинг хавфли кесимида тешикнинг ўртасига туғри келувча сатҳга олдиндан олтига ишчи датчиклар елимлаб ёпиштирилади. Датчиклар намуна ўқида параллел равишда B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 ва B_6 нуқталарда ёпиштирилади. Бунда икки датчик намунанинг ён ёқларида, иккитаси эса тешикнинг ичида жойлашади. Охириги икки датчик намунанинг кенг томонида унинг ўқида симметрик равишда ўрин олади. Ишчи датчикларга ўхшаш, компенсацияловчи датчиклар ҳам намуна билан бир хил бўлган металл пластинага ёпиштирилади.

Синовни ўтказиш тартиби

Синовдан олдин намунанинг эни b ва қалинлиги h штангенциркулда $0,1$ мм аниқликда ўлчанади. Ўлчанган намуна ёпиштирилган датчик билан биргаликда машина тутқичларига маҳкамланиб, унга дастлабки $1000—2000$ н юкланиш бериледи. Компенсацияловчи датчик ўрнатилган пластина синаладиган намунага яқин жойлаштирилади.

Намунани синашдаги рухсат этилган чегаравий юкланиш қўйидаги формуладан аниқланади:

$$F_{\max} = \sigma_{\text{adm}} A_0 \text{ н,}$$

бунда σ_{adm} —рухсат этилган кучланиш, н/мм², A_0 — намуна қўндаланг кесимининг сатҳи, мм².

Ишчи ва компенсацияловчи датчиклар ярим кўприкни ҳосил қилиб, улар куч ўлчагичга уланади. Кўприкларнинг

иккинчи яримлари актив қаршилиқ тариқасида куч ўлча-
гичнинг ўзида жойлашган. Ҳар бир каналда куч ўлчагични
созлаш билан ўлчагич асбобнинг мили нол бўлинмага ўрна-
тилади. Сўнг намунага бериладиган юкланиш бир хил ΔF
 $= 5000 - 10000$ н поғонада ошириб борилади, бу поғоналар
сони 4—5 та.

Ҳар бир юкланиш поғонасидан кейин, кучайтиргич ка-
налларига галма-галдан улаб, ҳар бир ишчи датчик учун ўлчов
асбобининг кўрсатишларини санаб, ёзиб борилади. Асбоб-
лардан олинган саноклар 15-жадвалга ёзилади. Синов тугагач
намунанинг юки дастлабки юкланиш даражасигача пасайти-
рилади. Ўлчов асбоби милининг нол ҳолатига қайтиши таж-
рибанинг қаноатланарли ўтказилганини кўрсатади.

Натижаларни ҳисоблаб чиқиш ва хулосалар

Энг катта кучланиш миқдори $\sigma_{\max}$ қуюқлаштирувчи омил
турига боғлиқ бўлиб, тажриба йўли билан аниқланади. Қу-
юқлаштириш коэффиценти қуюқлаштирувчи омил билан
биргаликдаги кесимдаги энг катта кучланишни номинал
(ўртача) кучланишга нисбатан ифодалайди.

$$\alpha_k = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_0}$$

Намунанинг кучсизланган кесимидаги номинал кучла-
ниш қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\sigma_0 = \frac{F}{A_{\min}} = \frac{F}{(b-d)h} \text{ Н/мм}^2,$$

бу ерда b ва h — намунанинг эни ва қалинлиги, мм; d —
тешикнинг диаметри, мм.

Шуни таъкидлаш керакки, бунда статик юкланишда элас-
тиклик чегарасида топиладиган кучланишлар қуюқланиши-
нинг назарий коэффиценти аниқланади. У материал хос-
салари ва пластик деформацияларнинг маҳаллий кучланиш-
ларга таъсирини ҳисобга олмайди.

Синовлар натижалари ҳисоблаб чиқилганда юклатиш
поғонасига мос келувчи ҳар бир нуқтада асбоб кўрсатиш-
ларининг ўртача ўсиши қуйидагича аниқланади:

$$\Delta B_{\text{ўрт}} = \frac{\Sigma \Delta B}{n}$$

бу ерда n — юклатиш поғоналарининг сони.

Кейинчалик нисбий деформациянинг ўртача ўсиши ҳисобланади

$$\Delta \varepsilon = \varepsilon_0 \Delta B_{\text{yrr}},$$

бунда ε_0 — нисбий деформацияда асбоб бир бўлинмасининг қиймати.

Ҳар бир нуқтада нормал кучланишларнинг ўртача қиймати Гук қонунига асосан ушбу формуладан аниқланади:

$$\sigma = E \Delta \varepsilon = E \varepsilon_0 \Delta B_{\text{yrr}}$$

Ҳисоблашлар натижаси 15-жадвалга кўчирилади. Кўринишича, энг катта кучланишлар тешик чеккасида 3 ва 4 нуқталарда пайдо бўлади.

Юқорида келтирилган формулалардан намунанинг хавфли кесимидаги номинал кучланиш ҳисоблаб топилади, кейин эса кучланишлар қуюқланишининг назарий коэффиценти топилиб, у адабиётларда келтириладиган қиймати билан солиштирилади.

Олинган натижалардан фойдаланиб, намунанинг кучсизланган кесимидаги нормал кучланишларнинг ясси чизмаси чизилади.

2-§. ВИНТСИМОН ЦИЛИНДРИК ПРУЖИНАНИ СИНАШ

Пружиналар машинасозликда турли конструкцияларнинг эластик элементлари сифатида кенг қўлланади. Винтсимон пружина — бу ўқи винтсимон чизикдан иборат бўлган ингичка узун брусдир.

Пружиналарни лойиҳалашда сиқувчи ва чузувчи юklar таъсиридаги кучланишлар ва деформациялар ҳисобга олинади. Ўрамларининг қиялик бурчаклари кичик бўлган пружиналарга тегишли уринма кучланишлар ва деформацияларни аниқлаш учун тақрибий формулалар қўлланиб, уларни келтириб чиқаришда пружина ўрамларини ўровчи, буровчи моментгина ҳисобга олинади. Бу ҳолда, қабул қилинган фаразлар асосида, кўндаланг, бўйлама ва эгувчи кучлар ҳамда пружина стержени ўқининг эгилганлиги таъсири ҳисобга олинмайди.

Пружинанинг асосий механик тавсифи — бу бикирлик коэффиценти бўлиб, у узунлик бирлигига тенг бўлган

[illegible]

пружина деформациясини келтириб чиқарувчи юкланиш миқдорини беради:

$$C = \frac{F}{\lambda} \text{ н/мм.}$$

Ишнинг мақсади — винтсимон пружинанинг сиқилишдаги деформацияси ҳисобланадиган назарий формулани тажрибада текшириш ва унинг бикирлик коэффицентини аниқлаш. Ундан ташқари, пружинада пайдо бўладиган уринма кучланиш ҳисоблаб топилади.

Тажриба учун керакли асбоб-ускуналар

Пружинани синаш УМ-5, Р-5, ИМ-4А ва бошқа сиқилиш бўйича ишга созланган синов машиналарида ёки ± 1 фоиз аниқликда юкланишни ўлчашни таъминловчи прессларда олиб борилади.

Пружинани синашда машинанинг 1 ва 6 тутқичларига винтлар билан қуйи 2 ва юқори 5 таянч плиталари маҳкамланади (60-расм). Қуйи плита шарсимон сиртли таянч билан таъминланган. Плиталар орасига синаладиган пружина 4 жойлаштирилади. Пружина деформациясини ўлчаш пружинанинг икки диаметрал қарама-қарши томонларига ўрнатилган иккита милли индикаторлар 3 ва 7 ёрдамида бажарилади.

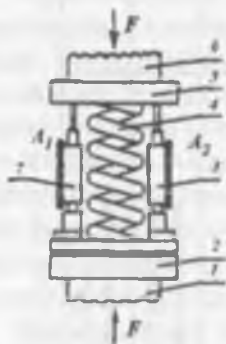
Синовни ўтказиш тартиби

Синовга ўрамнинг оғиш бурчаги кичик $\alpha = 5 + 10^\circ$ бўлган винтсимон пўлат пружина қўйилади. Синов бошида 0,1 мм аниқликда штангенциркулда пружинанинг ташқи диаметри

D_n ва унинг стержени диаметри d ўлчаниб, сўнг ишчи ўрамларининг сони n ҳисоблаб топилади ва пружинанинг ўртача диаметри аниқланади

$$D = D_n - d \text{ мм.}$$

Бундан кейин пружина синов машинасига ўрнатилади. Пружина деформациясини ўлчаш учун индикаторлар таглик билан биргаликда қуйи плитага жойлаштирилади ва ўлчов штифтлари ёрдамида юқори плитага тақалади. Қўл билан бошқариладиган узатма



60-расм

бўйича юклатиш поғонасига мос келувчи санашлар йиғиндисининг ўртача ўсиши

$$\Delta A_{\text{урт}} = \frac{\Sigma \Delta(A_1 + A_2)}{2m} \text{ бўлади,}$$

бу ерда m — юклатиш поғоналарининг сони.

Сўнг пружина деформациясининг ўртача қиймати ҳисоблаб топилади:

$$\Delta \lambda_{\text{та}} = \Delta A_{\text{урт}} S \text{ мм,}$$

бунда S — индикатор бир бўлинмасининг қиймати.

Тажриба натижалари бўйича пружина бикирлиги ушбуга тенг:

$$C_{\text{та}} = \frac{\Delta F}{\Delta \lambda_{\text{та}}} \text{ Н/мм.}$$

Пружинанинг тажрибадан олинган кўрсаткичларини солиштириш учун уларнинг назарий қийматлари ҳисобланади.

Пружина деформацияси қуйидаги формуладан аниқланади:

$$\Delta \lambda = \frac{8 \Delta F D^3 n}{G d^4} \text{ мм,}$$

бу ерда ΔF — юклатиш поғонаси, Н; D — пружинанинг ўртача диаметри, мм; d — пружина стерженининг диаметри, мм; n — ишчи ўрамларнинг сони; G — пўлатнинг силжиш модули, у $8 \cdot 10^4$ Н/мм² га тенг.

Кейинчалик пружинанинг бикирлик коэффиценти ҳисоблаб топилади:

$$C = \frac{\Delta F}{\Delta \lambda} \text{ Н/мм.}$$

Деформация ва бикирлик коэффиценти бўйича назарий ва тажрибавий миқдорлари орасидаги фарқланишни фоизларда қуйидаги формуладан ҳисобланади:

$$\delta = \frac{\Delta \lambda - \Delta \lambda_{\text{та}}}{\Delta \lambda} 100\% \text{ ва } \Delta = \frac{C_{\text{та}} - C}{C_{\text{та}}} 100\%.$$

Пружина бикирлик коэффиценти тажрибавий миқдори назарий қийматидан бирмунча ортиқроқ, бунинг сабаби ҳисоблаш формулаларини келтириб чиқаришда маълум фаразиялар қабул қилинган эди.

Тажриба жараёнида энг катта юкланиш F_{max} бўйича пружинадаги уринма кучланиш ҳисоблаб топилади:

$$\tau = \kappa \frac{8 F_{\text{max}} D}{\pi d^3} \text{ Н/мм}^2.$$

Пружина ўрамининг эгрилигини инобатга олувчи коэффицент κ ушбу формуладан топилади:

$$\kappa = \frac{4c+2}{4c-3},$$

бунда $c = \frac{D}{d}$ — пружина индекси.

Тажриба натижалари асосида ушбу координаталарда: F — юкланиш, Н; λ — пружина деформацияси, мм; пружинанинг тажрибадан олинган ва назарий тавсифлари қалин ва ингичка чизиқларда чизилган (61-расм). Тавсифларни тузишда абсцисса ва ордината ўқлари бўйича масштаблар кўрсатилади.

Тажриба шуни кўрсатадики, пружина деформацияси аниқланадиган формула етарли даражадаги аниқликда амалий ҳисобларни олиб боришга ҳам ярайди.

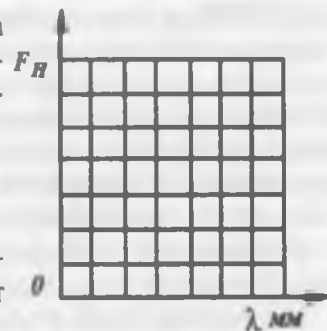
3-§. БАЛКА (ТЎСИН)НИНГ ТЕКИС ЭГИЛИШДАГИ НОРМАЛ КУЧЛАНИШЛАРИНИ АНИҚЛАШ

Тўғри ўқли брус ўқига тик йўналган кучлар ёки бруснинг геометрик ўқи орқали ўтувчи текисликда ётадиган жуфт кучлар таъсирида брус эгилади, яъни деформацияланади. Бундай кучлар таъсирида бруснинг тўғри чизиқли геометрик ўқи эгри чизиққа айланади. Стерженнинг бундай деформацияси эгилиш дейилади. Эгилишга қаршилик кўрсатувчи бруслар балка деб айтилади.

1. Балканинг бирор участкасида эгувчи момент ўзгармас миқдор бўлиб, кесувчи куч нолга тенг бўлса, балканинг шу участкасидаги эгилиш соф эгилиш дейилади.

2. Балканинг участкаларида эгувчи моментлар ўзгарувчан миқдор бўлиб, кесувчи куч нолга тенг бўлмаган, бу участкадаги эгилиш қўндаланг эгилиш дейилади.

Тажрибалар шуни кўрсатадики, балки эгилганда унинг толалари турлича деформацияланади: яъни қавариқ томо-



61-расм

нидаги толаси чузилиб, ботиқ томонидаги толаси сиқилади. Улар орасидаги бирор толанинг узунлиги ўзгармайди. Балканинг чузилмаган ҳамда сиқилмаган бу толалари ётган қавати нейтрал қават дейилади. Нейтрал қават текислиги билан балканинг кўндаланг кесим текислиги кесишган чизиқ мазкур кесимнинг нейтрал ўқи деб аталади; нейтрал ўқдан энг узоқда ётган толаларнинг деформацияси энг катта бўлади.

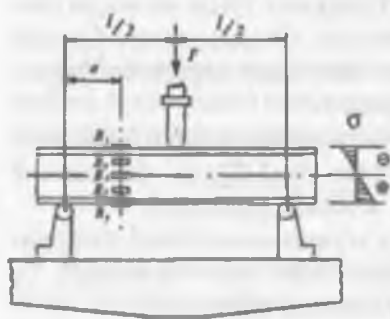
Бу бажарилаётган ишда тўсин унинг ўрта қисмига тўпланган куч таъсирида эгилади.

Ишнинг мақсади — текис эгилишдаги тўсиннинг кўндаланг кесими бўйича нормал кучланишларнинг тақсимот қонунини ўрганиш. Ҳисоблаш формулаларининг аниқлигини баҳолаш учун кучланишларнинг тажрибавий ва назарий миқдорларини солиштириш.

Тажриба учун керакли асбоб-ускуналар

Синовлар УММ-10, УИМ-50, ГМС-20 ва бошқа ± 1 фоиз аниқликда юкланишни ўлчашни таъминловчи ва тўсинларни эгувчи мосламага эга бўлган синов машиналарида ўтказилади. Эгилишга синашда (62-расм) тўсин қуйи ҳаракатланувчи икки таянчли траверсга ўрнатилади. Юқори кўзғалмас траверсга тўсинни юклатувчи тиргак маҳкамланган.

Тўсин деформацияларини ўлчаш учун ТР-794 дастакли тензометрлар ёки базаси 20 мм, бир хил сезгирлик коэффициентига эга бўлган симли қаршилик датчикларидан фойдаланилади. Ишни бажаришда датчиклардан фойдаланиш тавсия этилади. Қайд қилувчи қурилма тариқасида кучайтиргич (ТУ-6, ТА-5 ва бошқа) ва гальванометрдаги кўрсаткичли кўприк чизмалар хизмат қилади. Тензометрик қурилмада ИД-59 ёки ИД-70М деформация ўлчагичларини ишлатиш мумкин.



62-расм

Синаладиган намуналар

Синов учун қўштавр (дутавр) кесимига эга бўлган 14—20 рақамли пулат тўсин намуна сифатида ишлатилади. Тўсин узунлиги $l = 100 - 120$ см га тенг. Қўштаврнинг

ўлчамлари ва геометрик тавсифлари, унинг номерини ҳисобга олган ҳолда, Давлат стандарти (ГОСТ) жадвалларидан чиғирланган пўлат сиртларидан танлаб олинади.

Нормал кучланишларнинг тақсимот қонунини тадқиқ қилиш таянчдан $a = 1/4$ масофада жойлашган кесимда ўтказилади. Шу кесимда қўштаврнинг баландлигида, тўсиннинг бўйлама ўқиға параллел ҳолда, дастлаб бешта ишчи датчиклар елимлаб ўрнатилади. V_1 ва V_5 датчиклар қўштаврнинг токчаларига жойлаштирилади, V_3 датчик эса нейтрал қатламға ўрнаштирилади. Оралиқ V_2 ва V_4 датчиклари нейтрал қатламдан қўштаврнинг $1/4$ баландлигига тенг масофада бир-биридан бир хил узоқликда қўштавр деворига ёпиштирилади. Ишчи датчикларға ўхшаш, компенсацион датчиклар қўштавр токчаларига ёпиштирилади.

Синовни ўтказиш тартиби

Тўсиннинг узунлигини ҳисобга олган ҳолда, машинанинг ҳаракатчан қўндаланг тўсинида, суриладиган таянчларнинг фидиракчалари орасида зарурий масофа ўрнатилади. Таянчлар босиб турувчи тиргакларға нисбатан симметрик жойлашади.

Тўсин ўзида ёпиштирилган датчиклар билан биргаликда траверсни тўсин таянчларига жойлаштирилади. Ишчи ва компенсацион датчиклар кучайтиргичға уланадиган ярим кўприкка бириштирилади. Кўприкларнинг иккинчи ярми кучайтиргичда йиғилган актив қаршиликларни ташкил қиладилар.

Кейин тўсин ўзининг ўрта қисмида дастлабки $F_0 = 3000 - 5000$ н юк билан юклатилади. Балкаға рухсат этилган юк, юклатиш чизмасига боғлиқ ҳолда, эғувчи максимал момент бўйича аниқланади.

$$M_{max} = \sigma_{adm} W_z \text{ нсм},$$

бу ерда σ_{adm} — рухсат этилган кучланиш, н/см²;

W_z — кесим қаршилиқ моменти, см³.

Кучайтиргични созлаш билан ҳар бир каналда ўлчагич асбобнинг мили нол бўлинмага ўрнатилади.

Балкани кейинги юклатишлар бир хил $\Delta F = 10000 - 12000$ н поғоналарда олиб борилади. Поғоналар сони 3—4 та. Юклатишнинг ҳар бир поғонасидан кейин ўлчагич асбобнинг кўрсатишлари ҳар бир ишчи датчикдан олиниб, кучайтиргич турли каналларға галма-галдан қайта уланади. Асбобнинг кўрсатиш-

лари 17-жадвалга ёзилади. Агар тўсин синовдан кейин дастлабки юк даражасигача енгиллатилганда ўлчагич асбобнинг мили нол бўлинмага қайтса, бу тажрибанинг тўғри ўтказилганидан дарак беради.

Натижаларни ҳисоблаб чиқиш ва хулосалар

Балкадаги нормал кучланишларни тажрибадан аниқлаш деформацияларни электрик тензометрлаш усули ёрдамида ўлчаш ва бундан кейин Гук қонуни асосида кучланишларни ҳисоблаб топишга боғлиқ. Синов тугагач, 17-жадвалда ҳар бир нуқта учун юклатиш погонасига оид асбоб курсатишлари ўртача ортиши ҳисоблаб чиқилади:

17-жандан.

[illegible]

$$\Delta B_{\text{ypr}} = \frac{\Sigma \Delta B}{n},$$

бунда n — юклатиш погоналарининг сони.

Нисбий деформация ортисининг уртача миқдори ушбу-
га тенг:

$$\Delta \varepsilon = \varepsilon \Delta B_{\text{ext}},$$

бу ерда ϵ_0 — нисбий деформациядаги асбоб булинмасининг қиймати. Мнқдор ортишининг ишоралари деформацияни чўзилиш ёки сиқилишга оидлигини кўрсатади.

Ундан сўнг қўштаврнинг ҳар бир нуқтасидаги нормал қўчланишларнинг ўртача қиймати ҳисобланади:

$$\sigma_{\text{н}} = E\Delta\varepsilon = E \cdot \varepsilon_{\text{н}} \Delta B_{\text{н}}$$

Эгилишдаги нормал кучланишларни аниқлайдиган ҳисоблаш формуласи кўндаланг кесимнинг исталган нуқтасида ушбу кўринишга эга:

$$\sigma = \frac{M_y}{J_z} \text{ Н/см}^2,$$

бу ерда M_z — кесимдаги эгувчи момент, нсм; J_z — кесим инерциясининг уқ моменти, см⁴; y — кучланиш ҳисобланадиган нуқта координатаси, см.

Юклатиш поғонаси ΔF га мос келувчи, таянчдан $1/4$ масофадаги тадқиқ қилинаётган кесимдаги эгувчи момент қуйидагига тенг:

$$M_{\perp} = \Delta Fl/8 \text{ Нсм.}$$

Ундан кейин ҳисоблаш формуласидан ҳар бир нуқта учун назарий нормал кучланишлар ҳисоблаб топилади. Ҳисоблаб топилган қийматлардан қўштавр кесими баландлиги бўйича нормал кучланишлар тақсимотининг ясси чизмаси чизилади. Бу ясси чизма устига тажрибадан топилган нормал кучланишлар ясси чизмаси туширилади.

Кучланишларнинг чизилган ясси чизмалари солиштирилгач, ҳисоблаш формуласининг ўринли эканлиги ва си-

қилиш жараёнида кесимдаги нормал кучланишлар тақсироти чизиқли қонуниятга бўйсунishi ҳақида хулоса чиқарилади.

Синов натижалари бўйича ҳар бир нуқтада тажрибавий ва назарий кучланишлар миқдорлари орасидаги фарқланишлар фоизларда ҳисоблаб чиқилади:

$$\delta = \frac{\sigma - \sigma_{\text{та}}}{\sigma} 100\%.$$

Ҳисоблаш жараёнида топилган қийматлар 17-жадвалга ёзилади. Кучланишларнинг баъзи фарқланишлари одатда синовдаги хатоликлар билан боғлиқ.

4-§. ТЕКИС ЭГИЛИШДАГИ БАЛКАНИНГ ДЕФОРМАЦИЯСИНИ АНИҚЛАШ

Балкага қўйилган ташқи кучлар таъсирида унинг туғри чизиқли ўқи эгилади. Балканинг қийшайган ўқи эластик чизиқ дейилади. Эгилишдаги балканинг кундаланг кесимларининг кўчиши эгилиш ва кесимнинг оғиш бурчаги билан характерланади. Бу деформациялар одатда таҳлил усулида аниқланади ва бикирликни ҳисоблашда амалий аҳамиятга эга.

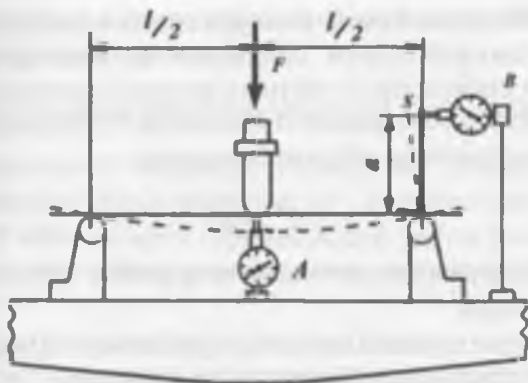
Ишнинг мақсади деформациядаги салқиликни ва кундаланг кесимнинг оғиш бурчагини тажрибадан аниқлаш ва уларни назарий қийматлари билан солиштириш.

Тажриба учун керакли асбоб-ускуналар

Синовлар Р-5, УМ-5, УММ-10 ва бошқа ± 1 фоиз аниқликда 5000 н гача юкланиш билан боғлиқ куч ўлчаш имконини берувчи ва балкани эгувчи махсус мосламали синов машиналарида олиб борилади. Бу ишни бажариш учун СМ-5 ва СМ-7 асбобларидан ёки лабораторияда тайёрланган қурилмалардан фойдаланиш мумкин.

Синалаётган намуналар

Синаладиган намуна сифатида туғри бурчакли, баландлиги $h = 8-10$ мм, эни $b = 50-60$ мм ва узунлиги $l = 600-800$



63-расм

мм бўлган пўлат тасма хизмат қилади. Балка ўлчамлари шундай танлаб олинадики, токи унча катта бўлмаган юкланишда каттагина деформациялар пайдо бўлсин. Намуна эластиклик модули $E = 2 \cdot 10^5$ н/мм² бўлган пўлат 3 дан тайёрланади.

Синовларни ўтказиш тартиби

Синовдан олдин балканинг узунлигини ҳисобга олган ҳолда, қисиб турувчи қурилмага симметрик равишда суриладиган таянчларнинг ғилдиракчалари орасида зарур масофа ўрнатилади. Штангенциркул билан 0,1 мм аниқликда балканинг баландлиги ва кўндаланг кесимининг эни ўлчанади.

Ўлчанган балка мосламанинг таянчларига жойлаштирилади. Балкани эгиш унинг ўртасида тўпланган куч ёрдамида амалга оширилади (63-расм). Бу ҳолда, максимал эгилиш куч қўйилган кесимда рўй беради, максимал бурилиш бурчаги эса таянч бор жойдаги кесимда пайдо бўлади. Кейин эса намуна қўл билан бошқариладиган узатма ёрдамида шартли нолга қабул қилинган дастлабки юк $F_0 = 400$ н билан юклатилади.

Балканинг ўртасидаги эгилиш миқдорини ўлчаш учун милли индикатор А ишлатилади. Таянчли жойда жойлашган кесимдаги эгиш бурчаги бурчак ўлчагич қурилма билан ўлчанади. Балканинг таянчли кесимида тик тахтача мустаҳкам

жойлаштирилган бўлиб, унга ўрнатилган индикатор B нинг штифти тақалиб туради. Балканинг эгилишида тахтача буралади ва индикатор штифти s миқдорга сурилади. Индикатор штифтининг сурилиши кесимнинг бурилиш бурчаги φ ва тахтача узунлиги a билан боғланган:

$$s = a \operatorname{tg} \theta.$$

Оғиш бурчагининг кичиклиги туфайли $\operatorname{tg} \theta \approx \theta$. У ҳолда $\theta = \frac{s}{a}$ бўлади.

Синовдан олдин индикатор ҳаракатчан чамбаракни айлантириш билан нол бўлинмасига қўйилади.

Синовда балкани юклатиш тенг поғоналар $\Delta F = 500-600$ н билан бажарилади. Поғоналар сони 4—5 та. Ҳар бир юклатиш поғонасидан сўнг 18-жадвалга юк миқдорлари ва индикаторларнинг мос кўрсатишлари ёзиб борилади. Тажиба туғри қўйилганини текшириш учун балка юкдан бўшатилади ва

18-жадвал

Юк, н	Юкнинг ортиши, н	Индикатор A нинг кўрсатишлари ва букилишнинг ортиши, мм		Индикатор B нинг кўрсатишлари ва сурилишнинг ортиши, мм	
F	ΔF	A	ΔA	B	ΔB
Ортишларнинг ўртача қийматлари					

индикаторларнинг назорат кўрсатишлари бошланғич маълумотлар билан солиштирилади.

Натижаларни ҳисоблаб чиқиш ва хулосалар

Синов тугагач 18-жадвалда эгилишнинг ўртача ортиши Δf ва кесимнинг бурилиш бурчаги θ ҳисобланишига оид, индикатор B нинг штифти сурилишидаги ўртача ўсиш аниқланади. Олинган натижалар юклатиш поғонаси ΔF га мос келади.

Тажибавий миқдорларни солиштириш учун формулардан уларнинг назарий қийматлари ҳисоблаб топилади:

$$\Delta f = \frac{\Delta F l^3}{48 E J_z} \text{ мм ва } \Delta \theta = \frac{\Delta F l^2}{16 E J_z} \text{ рад.}$$

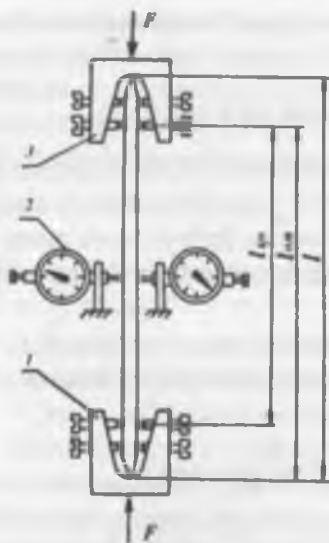
Формулаларни қўллаш ўринли эканлиги ҳақидаги хулосаларни эгилиш ва кесимнинг бурилиш бурчаклари бўйича назарий ва тажибавий миқдорлар орасидаги фозизларда ўлчанган фарқланишларни ҳисоблаш асосида чиқарилади:

$$\sigma = \frac{\Delta f - \Delta f_{\text{та}}}{\Delta f} 100\% \text{ ва } \Delta = \frac{\Delta \theta - \Delta \theta_{\text{та}}}{\Delta \theta} 100\%.$$

Синовлар натижалари 19-жадвалга ёзилади. Юкланиш қўйиладиган жойни ёки деформация аниқланадиган кесимни ўзгартириб, бажариладиган иш турларини ўзгартириш мумкин. Бунда, таҳлил усулида тажибада ўлчанганидек, эгилиш ва кесимларнинг бурилиш бурчаклари ҳисоблаб топилади.

19-жадвал

Деформациялар	Назарий қиймат	Тажибавий қиймат	Фарқлари, %
Тусиннинг букилиши, Δf , мм			
Кесимнинг бурилиш бурчаги, $\Delta \theta$ рад			



64-расм

5-5. БҲЙЛАМА ЭГИЛИШНИ СИНАШ

Турғунлик — бу деформацияланган жисмнинг юк остида ўзининг бошланғич мувозанат шаклини сақлаш қобилиятидир. Ўқ бўйлаб таъсир этувчи кучлар таъсиридаги сиқилишда турғун турғи чизиқли мувозанат шаклини йўқотиш билан боғлиқ бўлган узун ва ингичка стерженларнинг янги эгри чизиқли шаклига кириши бўйлама эгилиш дейилади. Бундай ҳодиса конструкциялар элементларида деформация ва кучланишларнинг тез ўсишига олиб келади.

Турғунликни йўқотадиган энг кичик куч қиймати критик куч F_{cr} деб номланади. Бу кучнинг миқдори материалга, стержен узунлигига, кесим шаклига ва таянч турларига боғлиқ.

Ишнинг мақсади — ўқ бўйлаб сиқилган стерженларнинг турғунлик ҳолатини йўқотиш жараёнини ўрганиш ва тажриба йўли билан критик кучни аниқлайдиган Эйлер формуласини текшириш.

Тажриба учун керакли асбоб-ускуналар

Синаш ишида Р-5, УМ-5, УММ-10 ва бошқа синов машиналаридан фойдаланилади, уларда узун стерженларни сиқиш имконияти бўлади. Машина тутқичларига махсус таянчлар 1 ва 3 маҳкамланади, уларнинг ясси стержен учларини маҳкамлаш учун тегишли ёриқлари бор (64-расм). Синовда стержен букилишини унинг ўртасига мос келувчи баландликда икки томонидан ўрнатилган милли индикаторлар 2 ўлчайди.

Қисиб турувчи винтларга эга, таянчлар стержен учларини маҳкамлашнинг уч усулини амалга ошириш имконини беради:

1) винтлари бўшатилган ҳолатда, шарнирли қўзғалмас таянч билан маҳкамлаш;

2) винтлар қотирилган ҳолатда, иккала учларини қаттиқ қисиб қўйиш;

3) бир учини қўзғалувчан таянч билан маҳкамлаб, бошқа учини қаттиқ қисиб қўйиш.

Синов вақтида стерженни таянчларда керакли даражада марказлаштириб ўрнатиш зарур. Бу тажриба турли конст-рукцияга эга бўлган, махсус тайёрланган қурилмаларда ҳам бажарилади.

Синалаётган намуналар

Синаладиган намуна тариқасида тўғри бурчакли кесим-даги учлари понасимон шаклдаги пўлат стерженлар хизмат қилади. Яхши эгилувчанлигини таъминловчи стерженнинг ўлчамлари қуйидаги нисбатларда аниқланади:

$$l/h \geq 15 \text{ ва } h/b \geq 8,$$

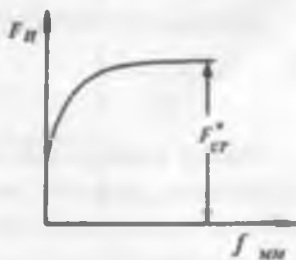
бу ерда b , h ва l стерженнинг қалинлиги, эни ва узунлиги. Стержен материали эластиклик модули $E = 2 \cdot 10^7$ н/см² га тенг бўлган пўлат 3.

Синовларни ўтказиш тартиби

Штангенциркуль билан синовдан олдин 0,1 мм аниқ-ликда стержен қалинлиги b ва эни h ўлчанади, узунлиги l эса чизғичда ўлчанади.

Ўлчанган стержен мослама таянчлари орасига жойлаш-тирилиб, унча катта бўлмаган юк билан сиқилади. Бу юк шартли нолга қабул қилинади. Сўнг стерженнинг кенг то-монлари сиртига ўлчагич штифтлар ёрдамида тақалиб ту-рувчи индикаторлар маҳкамланади. Ҳаракатчан чамбарак-ларни айлантириш билан инди-каторлар миллири нол бўлинмага ўрнатилади.

Стерженни юклатиш секин-аста, қўл билан бошқариладиган узатма ёрдамида, бир хил юк по-яоналарида амалга оширилади. Юк-ланишларнинг ортиши 500—1000 н ни ташкил қилади. Синов жараё-



65-расм

нида индикаторларнинг ҳар бир юклатиш поғонасига мос келувчи кўрсатишлари ёзиб олинади. Бу кўрсатишлар 20-жадвалга ёзилади. Синовда стержен ҳолати узлуксиз кузатиб борилади. Бошланишида, юклатиш давомида асбоблар кўрсатишлари бир текис ортиб боради. Критик куч миқдорига борганда, деярли юк оширилмаганда ҳам, индикаторлар кўрсатишлари сезиларли ортади ва стержен тўсатдан турғунлигини йўқотади, яъни қийшаяди. Шу билан тажриба тугайди. Стерженни синаш уни турли усулларда маҳкамлаш йўли билан олиб борилади.

Натижаларни ҳисоблаб чиқиш ва хулосалар

Синовлар тугагач, 20-жадвалдан фойдаланиб, юк F ва стержен деформацияси f (65-расм) орасидаги боғланиш графиги чизилади. Бу график асимптотик равишда горизонтал ўққа яқинлашувчи эгри чизиқни ифодалайди. Эгри чизиқ асимптотасининг ординатаси тахминан критик куч F_{cr} нинг тажрибавий миқдорига мос келади.

Критик кучнинг назарий қиймати Эйлер формуласидан ҳисобланади:

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EJ_{min}}{(\mu l)^2} \text{ Н,}$$

бу ерда: E — материал бўйлама эластиклигининг модули, Н/см^2 ; J_{min} — кесим инерция моменти энг кичик миқдори, см^4 ; l — стержен узунлиги, см ; μ — узунлиқнинг келтирилган коэффиценти. У стержен учларини маҳкамлаш усулига боғлиқ.

Кесим инерция моментининг энг кичик миқдори

$$J_{min} = \frac{b^3 h}{12} \text{ см}^4.$$

Критик кучланиш ушбу формуладан аниқланади:

$$\sigma_{cr} = \frac{F_{cr}}{A} \text{ Н/мм}^2.$$

Эйлер формуласи эластик деформациялар чегарасида қўлланиши мумкин, яъни критик кучланиш ушбу мутаносиблик чегарасидан ортиқ бўлмаган ҳолда

$$\sigma_{cr} \leq \sigma_{pr}$$

ёки стержен эгилувчанлигини қуйидаги тенгсизликни қаноатлантирганида

$$\lambda = \frac{\mu l}{i_{\min}} \geq \lambda_{\lim},$$

бунда $i_{\min}$ — стерженни кесим инерция радиусининг минимал қиймати, мм.

Пулат 3 учун чегаравий эгилувчанлик $\lambda_{\lim} = 100$.

Формулалар бўйича натижаларни ҳисоблашда стержен учларини маҳкамлаш усули ҳисобга олинади.

Маҳкамланишнинг биринчи усулида коэффициент $\mu = 1$, стержен узунлиги l унинг учлари бўйича ўлчанади.

Маҳкамланишнинг иккинчи усулида коэффициент $\mu = 0,5$, стержен узунлиги l винтларнинг ўқлари орасидаги масофа $l_{\text{қо}}$ га мос келади.

Учинчи маҳкамлаш усулида коэффициент $\mu = 0,7$. Стержень узунлиги l винт ўқидан унинг охиригача бўлган $l_{\text{ом}}$ масофага тенг.

Юқорида келтирилган формулалардан фойдаланган ҳолда, критик куч ва қўчланиш ҳамда Эйлер формуласининг қўлланишини баҳоловчи стерженнинг эгилувчанлиги ҳисобланади.

Ҳисоблашлар тугагач, критик кучнинг назарий ва тажрибавий қийматлари орасидаги фарқланиш фоизлари аниқланади

$$\Delta = \frac{F_{\text{ср}} - F_{\text{ср}}^T}{F_{\text{ср}}} \cdot 100\%.$$

Тажрибадан олинган миқдорлар 21-жадвалга ёзилади.

Хулосаларда стерженни синашда кузатиладиган ҳодисалар тавсифланади ва Эйлер формуласи қўлланишининг баҳоси келтирилади.

21-жадвал

Миқдорларнинг номи	Стержен учларининг маҳкамланиш усули		
	1	2	3
Стерженнинг ўлчамлари:			
қалинлиги b , мм			

Эни h , мм			
Узунлиги l , мм			
Қўндаланг кесимининг сатҳи A , мм ²			
Кесимнинг энг кичик инерция моменти $J_{\min}$ см ⁴			
Кесим инерциясининг минимал радиуси $r_{\min}$ мм			
Узуликнинг келтирилган коэффициенти μ			
Стерженнинг эгилувчанлиги λ			
Критик куч, н	назарий, F_{σ}		
	тажрибавий F_{CT}		
Фарқланиш Δ , %			
Критик кучланиш, н/мм ²	назарий, σ_{σ}		
	тажрибавий σ_{CT}		

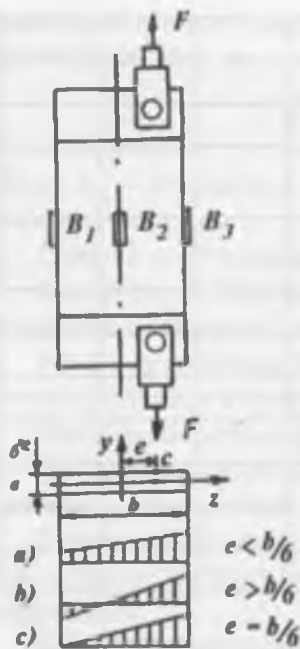
6-5. ПЎЛАТ СТЕРЖЕННИ НОМАРКАЗИЙ ЧЎЗИЛИШГА СИНАШ

Номарказий чўзилиш деб стерженнинг шундай деформациясига айтиладики, бунда чўзувчи кучнинг таъсир чизиғи стержен қўндаланг кесимининг оғирлик маркази билан устма-уст тушмайди. Куч қўйилган нуқта — полюсдан кесимнинг оғирлик марказигача бўлган масофа эксцентриситет e дейилади. Бундай чўзилишда стерженнинг қўндаланг кесимларида учта ички куч омиллари пайдо бўлади: бўйлама куч ва бош марказий уқларга нисбатан иккита эгувчи моментлар. Бу ҳолда, стержен мураккаб деформацияга учрайди.

Ишнинг мақсади — номарказий чўзилишда стержен қўндаланг кесимининг турли нуқталаридаги нормал кучланишларни тажрибадан аниқлаш ва уларни ҳисоблаб топилган назарий қийматлар билан солиштириш. Стержен кесими бўйича кучланишлар тақсимотининг ясси чизмасини чизиш.

Тажриба учун керакли асбоб-ускуналар

Синовлар Р-5, УМ-5, УММ-10 ва бошқа ± 1 фоиз аниқликда юк-ланишни ўлчашни таъминловчи синов машиналарида олиб борилади. Деформацияларни ўлчаш учун синовда учта ТР-794 тензометр ёки бир хил базали ва сезгирлик коэф-фициентига эга бўлган симдан ясал-ган қаршилик датчиклари ишлати-лади.



66-расм

Синалаётган намуналар

Синаладиган намуна сифатида (66-расм) номарказий чўзилишда тўғри тўрт бурчак кесимли стержендан фой-даланилади. Намунанинг кенглиги унда учта тензометрни ўрнатишни

ёки датчикларнинг ёпиштирилишини таъминлаши керак. Си-нов учун эни $b = 60$ мм ва қалинлиги $h = 10$ мм бўлган стержендан фойдаланиш тавсия этилади. Намунанинг четла-рида унинг ўқидан e масофада тешиklar ҳосил қилинади. На-мунага чўзувчи юкни машина тутқичларидан тешиklarга ўрна-тилган илгаклар ва штифтлар узатади. Юкнинг таъсир чизиги тешиklar марказидан ўтади.

Намунанинг деформациясини ўлчаш учун синовда сим-дан ясалган қаршилик датчикларидан фойдаланиш қулай бўлиб, улар намуна сиртига унинг ўқиға параллел ҳолда B_1 , B_2 , ва B_3 нуқталарда ёпиштирилади. Деформацияни ўлчаш намунанинг қирралари ва ўқида бажарилади.

Синовни ўтказиш тартиби

Штангенциркулда синовдан олдин $0,1$ мм аниқликда на-мунанинг эни b ва қалинлиги h ўлчанади. Синаладиган на-муна учун эксцентриситет e нинг миқдори белгиланади.

Ўлчанган намуна машина тутқичларида маҳкамланади ва унга дастлабки $F_0 = 2000 - 3000$ н юклар берилади.

Намунани синашда чегаравий рухсат этилган юк ушбу формуладан аниқланади:

$$F_{\text{рас}} = \frac{\sigma_{\text{адм}} b h}{1 + 6e/b} \text{ Н,}$$

бу ерда $\sigma_{\text{адм}}$ — рухсат этилган кучланиш, н/см²; b ва h — намунанинг эни ва қалинлиги, см; e — юк қўйилиш экс-центриситети, см.

Датчиклар деформация ўлчагич ИД-70 М га уланади. Куприклар мувозанатлаштирилганидан сўнг ҳар бир датчикнинг миллиамперметрининг дастлабки кўрсатишлари 22-жадвалга ёзилади. Кейин намуна поғонали — ўсувчи юк таъсирида чўзилиш синовига қўйилади. Юклатиш поғонаси $\Delta F = 10000 - 12000$ н ни ташкил қилади. Намуна бир хил поғонада юклатилади, ҳар бир датчик бўйича галма-гал асбоб кўрсатишларини олиб, улар жадвалга киритилади. Кури-ниб турибдики, юк ортганида ўлчовчи асбоб B_1 ва B_2 нуқта-ларда чўзилиш деформациясини, B_1 нуқтада эса сиқилиш деформациясини қайд қилади.

Уч-тўрт поғона юклатишни амалга ошириб, синов тугатилади ва намуна то дастлабки юклатиш даражасигача юкдан енгиллаштирилади ҳамда асбобнинг назорат кўрсатишлари ёзиб олинади. Дастлабки ва назорат кўрсатишлари тажриба тўғри бажарилганида бир хил қийматларга эга бўлади.

Натижаларни ҳисоблаб чиқиш ва хулосалар

Синов тугагач, 22-жадвалда ҳар бир нуқта учун юклатиш поғонасига мос келувчи асбоб кўрсатишларининг ўртача ортиши ҳисоблаб топилади:

$$\Delta B_{\text{орт}} = \frac{\Sigma \Delta B}{n},$$

бу ерда n — юклатиш поғоналарининг сони.

Сўнг нисбий деформациянинг ортишлари ҳисобланади

$$\Delta \varepsilon = \varepsilon_0 \Delta B_{\text{орт}},$$

бунда ϵ_0 — нисбий деформациядаги асбоб бир бўлинманинг қиймати.

B_1 , B_2 ва B_3 нуқталарда нормал кучланишларнинг ўртача ортиши ушбу формуладан аниқланади:

$$\sigma_T = E\Delta\epsilon = E\epsilon_0\Delta B_{\text{орт.}}$$

Умумий ҳолда номарказий чўзилишда нормал кучланишлар кесимнинг ихтиёрий нуқтасида ушбу формуладан ҳисобланади:

$$\sigma = F \left(\frac{1}{A} + \frac{Y_F Y}{J_x} + \frac{Z_F Z}{J_y} \right) \text{ н/см}^2,$$

бу ерда: F — чўзувчи куч, н; A — кўндаланг кесим сатҳи, см²; J_x ва J_y — кесим инерция моментлари, см⁴; Y_F ва Z_F — куч координаталари, см; Y ва Z — кучланиш аниқланган нуқтанинг координаталари, см.

Юклатишнинг хусусий ҳолида, агар қутб Z ўқида жойлашган бўлса, кучланиш исталган нуқтада ушбу формуладан топилади:

$$\sigma = F \left(\frac{1}{A} + \frac{Z_F Z}{J_y} \right) \text{ н/см}^2.$$

Юкланиш номарказий йўсинда қўйилса, стерженнинг кўндаланг кесимида кучланиш нотекис тақсимланади. Нейтрал ўқ кесимнинг огирлик марказидан ўтмайди ва уни чўзилган ва сиқилган кесимларга бўлади. Эксцентриситетнинг миқдорига боғлиқ ҳолда, кучланишлар ясси чизмаси (66, a , b ва σ -расмларда) кўрсатилган кўринишлардан бирига эга бўлиши мумкин. Ясси чизмаларга мос ҳолда нейтрал ўқ кесим ташқи кўриниши ортида, кесим ташқи кўриниши ичида ва кесим чегараси бўйлаб ўтиши мумкин. B_1 , B_2 ва B_3 нуқталардаги кучланишларнинг назарий қийматлари бир юклатиш поғонаси ΔF учун ҳисоблашни бажариш билан юклатишнинг хусусий ҳолига тегишли формуладан аниқланади. Кейинчалик ҳар бир нуқтадаги кучланишларнинг тажрибавий ва назарий қийматлари орасидаги фарқ фоизларда ҳисоблаб топилади:

$$\delta = \frac{\sigma - \sigma_{\text{н}}}{\sigma} 100\%$$

Агар фарқлар пайдо бўлса, у одатда тажриба хатоликлари билан тушунтирилади. Олинган натижалар 22-жадвалга ёзилади. Иш якунида кучланишларнинг тажрибавий ва назарий қийматлари бўйича нормал кучланишларнинг ясси чизмаси чизилади.

22-жадвал

Юк F , н	Юкнинг ортиши ΔF , н	Асбоб шкаласининг кўрсатишлари					
		V_1	ΔV_1	V_2	ΔV_2	V_1	ΔV_1
Кўрсатишларининг ўртача ортиши $\Delta V_{\text{орт}}$							
Тажрибавий куч- ланиш $\sigma_{\text{н}}$ н/см ²							
Назарий кучла- ниш σ , н/см ²							
Фарқланиш, δ %							

Айрим материалларнинг механик таъсифлари ва эластик доимийлиги

Материал	Оқувчан- лик чегара- си, σ_s , н/мм ²	Мустаҳкамлик чегараси σ_u , н/мм ²			Нисбий ўзайиш ϵ_s , %	Этилиш- даги чидам- лилик чегара- раси $\sigma_{0.2}$, н/мм ²	Зарбли қайиш- қоқлик α , нм/мм ²	Бринелл буйича қаттиқ- лик сон H_B , кг/мм	Буйлама эластик- лик модули $E \cdot 10^3$, н/мм ²	Силжиш модули $G \cdot 10^4$, н/мм ²	Пуас- сон коэф- фициенти ν
		чўзи- лишда	сиқи- лишда	эги- лишда							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Оддий сифатли пўлат п.1, п.2, п.3, п.4, п.5	210—290	340—620			13—28	160 —300	50—70	130—250	2,0—2,1	8,0—8,1	0,2—0,28
Юқори сифатли пўлат 10, 20, 30, 40, 50	220—380	44 —720			15—32		70—100	130 —250	1,9—2,2	8,0—8,4	0,2—0,30
Қотишмали пўлат 30ХГСА	850	1100			10	510 —540	45	229	2,1—2,2	8,0—8,1	0,2—0,30
Кам қотишмали пўлат 20Х	650	800			11	380	60	179			
Кулранг чуян Оқ чуян		12—380 145—200	50—1300 1700	280—600 —	1 1	60—150 —	6—9 —	140—270 330—410	1,15—1,5 1,7	4,5	0,23—0,27
Техник мис	70—100	180—240			18—50	67—110	53—56	35—120	1,08 —1,3	4,0—4,9	0,3—0,34

илованинг давоми

Ишлатиладиган алюминий (катонний)		30—40	80—110			40				0,—0,72	2,6—2,7	0,3—0,36
Қарағай	толалар буйлаб		80—85	42—43				1,9		0,—0,12	0,045 —0,065	
	толалар тик			3—4	79—83			2,1		0,004 —0,01		

АДАБИЁТЛАР

1. *Авдеев Б. А.* Техника определения механических свойств материалов. М., Машгиз, 1958.
2. *Афанасьев А. М., Марьин В. Д.* Лабораторный практикум по сопротивлению материалов. М., Физматгиз, 1960.
3. *Беляев Н. М.* ГИТЛ, Лабораторные работы по сопротивлению материалов. Л., 1956.
4. *Ердаков В. И., Минин Л. С.* Лабораторный практикум по сопротивлению материалов. М., Высшая школа, 1961.
5. *Кирнос В. И.* Измерение механических характеристик материалов. М., Изд. стандартов, 1976.
6. *Коньков А. А., Луговская Н. А., Чертков А. К.* Руководство к лабораторным работам по сопротивлению материалов. П., изд. ПГУ, 1975.
7. *Қорабоев Х. Т.* Материаллар қаршилигидаги лаборатория ишлари. Т., Ўқитувчи, 1983.
8. *Синяговский И. С., Дерезглазова А. Д., Засова А. Ф., Баловнев Г. Г.* Руководство к лабораторным работам по сопротивлению материалов. М., Высшая школа, 1961.
9. *Шапошников Н. А.* Механические испытания металлов. М.-Л., Машгиз, 1954.
10. *Яковлев В. Ф.* Измерение деформаций и напряжений деталей машин. М.-Л., Машгиз, 1963.

МУНДАРИЖА

Суз боши	3
I боб. Амалий машғулотга тайёрланиш	5
II боб. Синов машиналари ва асбоблари	8
1-§. Синов машиналари	8
Р-5 универсал синов машинаси	9
УМ-5 универсал синов машинаси	11
УИМ-50 универсал гидравлик машина	14
Буралишга синашда ишлатиладиган КМ-50 машинаси	16
МК-30 маятникли тўқмоқ машинаси	19
Чидамлилиқни синовчи МУИ-6000 машинаси	20
Қаттиқлиқни ўлчовчи ТШ асбоби	23
2-§. Асбоблар	24
МИЛ тензометри	24
ТР-794 таянчли тензометр	26
ТР-100 экстензометр	27
Милли индикатор	28
Электрик тензометрлаш	29
III боб. Материалларнинг механик тавсифларини аниқлаш бўйича лаборатория ишлари	36
1-§. Кам қарбонли пўлатни чўзилишга синаш	36
2-§. Пўлатнинг бўйлама эластиклик модулини аниқлаш	43
3-§. Пўлатнинг Пуассон коэффициентини аниқлаш	48
4-§. Пластмассаларни чўзилишга синаш	52
5-§. Металларни сиқилишга синаш	56
6-§. Ёғочни бўй ва кўндаланг толалари бўйича сиқилишга синаш	61
7-§. Металлни икки текислик бўйича қирқилишга синаш	65
8-§. Металларни буралишга синаш	69
9-§. Пўлатнинг силжиш модулини аниқлаш	73
10-§. Чўянни эгилишга синаш	77
11-§. Ёғоч тўсинини эгилишга синаш	79
12-§. Зарбга синаш	83

13-§. Каттиқликка синаш	86
14-§. Чидамлиликка синаш	89
IV боб. Кучланишлар ва деформацияларни аниқлаш бўйича лаборатория ишлари	95
1-§. Чўзилишдаги кучланишларнинг қуюқланишини тадқиқ қилиш	95
2-§. Винтсимон цилиндрик пружинани синаш	98
3-§. Балка(тўсин)нинг текис эгилишдаги нормал кучланишларини аниқлаш	103
4-§. Текис эгилишдаги балканинг деформациясини аниқлаш	108
5-§. Бўйлама эгилишни синаш	112
6-§. Пулат стерженни номарказий чўзилишга синаш	117
Илова	122
Адабиётлар	124

Босит Қорабоев, Юрий Федорович Лексашев

**МАТЕРИАЛЛАР ҚАРШИЛИГИДАН ЛАБОРАТОРИЯ
АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАРИ**

Тошкент — "Ўзбекистон" — 2004

Техник муҳаррир *Т. Харитонова*

Бадий муҳаррир *М. Калинин*

Мусахҳиҳ *Н. Умарова*

Компьютерда тайерловчи *Г. Отаскевич*

Теришга берилди 03.02.03. Босишга рухсат этилди 05.03.04.

Қоғоз бичими 84×108¹/₃₂ Офсет босма усулида босилди.

Шартли босма т 6,72. Нашр т. 6,0. Нусхаси 1000. Буюртма № 343.

"Ўзбекистон" нашриёти, 700129, Тошкент, Навоий, 30.
Нашр № 124-2002

Ўзбекистон Матбуот ва ахборот агентлигининг Тошкент
китоб-журнал фабрикасида чоп этилди. 700194, Тошкент,
Юнусобод даҳаси, Муродов кўчаси, 1.

Қорабоев Б., Лексашев Ю. Ф.

Қ-61 **Материаллар қаршилигидан лаборатория амалий машғулоти: Олий техника ўқув юртларининг талабалари учун ўқув қўлланма. — Ў. Қ.:**

Ўзбекистон, 2004. — 128 б.

1. Автордош

ISBN 5-640-02459-1

Материаллар қаршилиги фани техника ўқув юртлари талабалари ўрганадиган энг мураккаб фанлардан биридир. Республика Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги тасдиқлаган дастур асосида ёзилган ушбу қўлланмада материаллар қаршилиги фанини ўзлаштиришда материалларнинг физик-механик хоссалари, чўзилиш, сиқилиш, бурилиш, кўндаланг ва бўйлама эгилиш ҳамда чидамлилиқка оид лаборатория ишларини бажариш, синов машиналари ва асбоб-ускуналардан фойдаланиш усуллари ёритилган.

Ўқув қўлланма олий техника ўқув юртларининг талабалари учун мўлжалланган бўлиб, ундан академик лицейлар ва коллежларнинг ўқувчилари ҳам фойдаланишлари мумкин.

ББК 30.121.73

К 2004000000-51
М351(04)2002 **2004**