

Р.Н.ТОЖИБОВ, А.ЖУРАЕВ

МАШИНА ДЕТАЛЛАРИ

*Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим
вазирлиги техника олий ўқув юртларининг бакалаврлари учун
дарслик сифатида тавсия этган*

(қайта ишланган 2— наشري)

ТОШКЕНТ „ЎҚИТУВЧИ“ 2002

Машина деталлари: Олий ўқув юртлари—
нинг бакалавлари учун дарслик / муаллифлар:
Р.Н.Тожибоев, А.Жураев. — Т.: "Ўқитувчи",
2002, 268 бет.

Ушбу дарслик уч қисмдан иборат бўлиб, техника олий ўқув юртларининг
галабалари учун мулжалланган. Унда машиналарнинг деталь ва узелларини
ҳисоблаш, уларнинг иссиқликка, титрашга, ейилишга чидамлилигини аниқ—
лашга доир масалалар ёритилган. Китобда зарур чизмалар, жадваллар ҳамда
намуна сифатида масалалар ечиб кўрсатилган.

Тақризчилар: проф. *Ш.Алимухамедов*, доцент *Т. Абдукаримов*

РУСТАМ НАШИРОВИЧ ТОЖИБОВ
АНВАР ЖУРАЕВ

МАШИНА ДЕТАЛЛАРИ

Тошкент "Ўқитувчи", "Зиё-Ношир" КШК 2002

Мухаррир *Ф. Орипова*
Расмлар муҳаррири *Ф. Насқадамбоев*
Техник муҳаррир *Т. Грешникова*
Мусахҳиҳ—оператор *Н. Жалилова*

ИБ 8133

Оригинал—макетдан босишга рухсат этилди 28.10.2002. Бичими 60×90 ¹/₁₆.
Кегли 10 шпонли. Таймс гарн. Офсет босма усулида босилди. Шартли 6 т.
16,75. Нашр. т. 17,0. . Тиражи 500 д. Буюртма №289

"Зиё-Ношир" КШК. Тошкент, Навоий кучаси—30. Шартнома № 8—2002.

МЧЖ "РАНГЛИ ТУРКИСТОН" босмахонасида чоп этилди.
Тошкент ш., Хуршед кучаси, 122
буюртма № 289 — 500 — 2002

2702000000

© "Ўқитувчи" нашриёти, "Зиё-Ношир" КШК, 1999
© "Ўқитувчи" нашриёти, "Зиё-Ношир" КШК, 2002

Замон талабига жавоб берадиган юқори малакали мутахассисларни тайёрлашда умуминженерлик фанлари орасида „Машина деталлари фани алоҳида урин тутати. Чунки бу фан машиналарнинг таркибий қисми бўлмиш деталь ва узелларининг тузилиши, ишлаши ҳамда уларнинг мустаҳкамликка, бикрликка иссиқлик ва ейилишга ҳисоблашнинг назарий асосларини урганади.

Техника ва технология тараққиёти талабаларнинг техника фанларини, жумладан, машина деталлари фанини пухта билишларини талаб этмоқда. Шу муносабат билан ҳозирги замон талабига жавоб берадиган ва янги дастурга мос келадиган дарслик ёзиш эҳтиёжи тугилди.

Дарслик 15 та бобдан иборат бўлиб, унинг Кириш қисми, 7.31, 11.15—§ ларини, ҳамда 12 — 15—бобларини проф. Ж.Жураев, қолган бобларни доц. Р.Н. Тожибоев ёзган.

Дарсликдаги ҳар бир бобнинг якунида утилган материалларининг қандай ўзлаштирилганлигини текшириш учун берилган савол ва топшириқлар ҳамда намуна сифатида ечиб кўрсатилган масалалар талабаларнинг мазкур фанни чуқурроқ ўзлаштиришларига ёрдам беради.

Муаллифлар дарслик қўлёзмасини ўқиб чиқиб, берган фойдали маслаҳатлари учун профессорлар Б.Давидбоев, С.Йулдошбековларга чуқур миннатдорчилик билдирадилар.

КИРИШ

Халқ ҳужалигини ҳар томонлама ривожлантириш, меҳнат самарадорлигини ошириш, маҳсулот сифатини яхшилаш фан асосида яратилган техникага боғлиқдир. Техника ва технологиянинг жадал суръатларда ривожланиши, автоматлаштириш ва бошқариш тизимининг кенг миқёсда қўлланилиши техника фанларига бўлган талабни янада кучайтирмоқда. Шунинг учун лойиҳаланган машиналар, уларнинг деталлари мумкин қадар енгил, етарли даражада мустаҳкам, ишқаланишга чидамли, бежирим, давлат стандартларига тулиқ мос келадиган бўлиши шарт. Бундан ташқари, деталлар ишдан чиққанда уларни янгисига тез ва қулай алмаштиришнинг ҳам имкони бўлиши зарур.

Саноатда ишлатиладиган барча машиналарда шундай узел ва деталлар борки, бу деталь ва узелларни алоҳида гуруҳ сифатида қараб, лойиҳалаш, ҳисоблаш ва унинг назарий асосларини яратиш мумкин. Масалан, бирикмалар, ўз навбатида тузилиш жиҳатидан ажралмас ва ажралувчан бирикмаларга бўлинади. Узатмалар ҳаракатни бир валдан иккинчи валга узатиш учун ишлатиладиган механизмлар бўлиб, улар энергия манбаи билан ишчи вал ўртасида ўрнатилади. Ҳаракатни ишқаланиш ёки илашиш ёрдамида узатиш мумкин.

Машина деталлари фани, асосан, юқорида кўрсатилган деталь ва узелларни, яъни саноатда ишлатиладиган машиналарга хос бўлган деталларни лойиҳалаш, ҳисоблаш ва ҳисоблашнинг назарий асосларини ўрганади.

Ҳозирги замон дунё фани ва техникасининг ривожига Урта Осиё олимларининг қўшган ҳиссалари беқийсдир.

Купгина оддий кўринишдаги деталлар ҳамда содда тузилишдаги механизмлар Урта Осиё олимлари томонидан яратилган. Айниқса, буюк олим Абдул Аббос Аҳмад ибн Муҳаммад Қасир ал-Фарғоний (788 йилда тутилган) томонидан яратилган механик календарь, бурчакларни улчаш асбоблари ва бошқа асбоблар, Абу Али ал-Хусайн ибн Абдуллоҳ ибн Синонинг (980–1087) "Ақл мезони" асарида механикадаги оддий системалар, яъни чигирлар, ричаглар,

блоклар, винтлар ва поналардан тузилган механизмларнинг ишлаш принципларини батафсил баён этиши, Абу Юсуф ал-Хоразмий (X аср) нинг "Илмларининг калити" номли китоби, Исмоил ал-Жазоирнинг (XII-XIII аср) "Мухандислик механикасини билиш" китоблари эътиборга сазовордир.

Форзацдаги 1— расмда урта асрларда деталларни чизишда қўлланилиб келинган чизмачилик асбобларининг турлари келтирилган. 2— расмда буюк олим Ибн Синонинг "Ақл мезони" китобида келтирилган қўпгина ускуналарда ишлатиладиган винт турлари ҳамда винтли узатмалар, 3— расмда эса кенг тарқалган ускуналарнинг алоҳида деталлари кўрсатилган. 4— расмда дарбозани очиш учун ишлатиладиган механизм схемаси тасвирланган. Чизмадан кўриниб турибдики, ушбу механизмда механиканинг >Олтин қондаси"га тўла амал қилинган. Бунда кичкина куч моменти билан катта оғирликдаги дарбоза ҳаракатга келтирилган. Худди шу усулни қўллаб турли хил узатмалардан фойдаланиб ясалган дарбозани очиш—ёпиш ускуналарининг схемаси 5,6— расмларда кўрсатилган. 7— расмда эса винтли механизмларни қўллаш ускунаси кўрсатилган.

Ушбу келтирилган мисоллар техниканинг ривожланишига Урта Осиёнинг қўллаб буюк алломалари ўзларининг муносиб ҳиссаларини қўшганлигини исботлаб турибди.

Ҳозирда Ўзбекистоннинг техника соҳасидаги олимлари мустақил мамлакатимиз фан ва техникасини ривожлантириш, яъни янги машина ва механизмларни яратиш, ҳисоблашнинг назарий асосларини яратишда ва бу машиналарни лойиҳалашда салмоқли ишлар қилмоқдалар.

Машинасозлик илмига мамлакатимиз олимларининг қуйидаги янгиликлари муносиб ҳисса бўлиб қўшилди: янги ўзгарувчан узатиш нисбатли тишли узатмалар; ричагли муфтлар; занжирли узатмалар; узатиш сони ўзгарувчан бўлган тасмали узатмалар; эпидиклик механизмлар; эгилувчан бўгинли кулисаи механизмлар. Мазкур янги узатма ва механизмлар ҳисоблаш ва лойиҳалаш асосида ишлаб чиқарилиб, халқ ҳужалигида кенг миқёсда қўлланилмоқда. Янги машиналарнинг назарий асосларини яратиш, лойиҳалаш ва ҳисоблашда таниқли олимларимиз Ҳ.Ҳ.Усмонхўжаев, Ғ.С.Қўзибоев, Р.Ғ.Маҳкамов, Ғ.Ш.Зокиров, А.Жўраев, Р.И.Каримов, Ш.Алимуҳамедов, А.Д.Глуценко, О.В.Лебедев ва бошқаларнинг ҳиссалари катта. Шунингдек, юқори малакали мутахассисларни тайёрлашда фан ютуқларини ўқув жараёнига татбиқ қилган етук олимлардан И.С.Сулаймонов, У.А.Икромов, С.Т.Мусаев, А.Қоплонов, Б.Давидбоев, С.Йўлдошбеков, А.Ҳамидов, Э.У.Зоиров ва бошқаларнинг меҳнатлари эътиборга лойиқдир.

МАШИНА ДЕТАЛЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИ- ҲАЛАШГА ДОИР УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Машина деталлари фани барча турдаги машиналар учун умумий бўлиш деталь (болт, гайка, тишли гилдирак ва бошқалар) ва узелларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш асосларини ўргатувчи фандир.

Машина — деталь ва узеллар йигиндисидан иборат бўлиб, муайян ишни бажариш учун мўлжаллангандир.

Деталь — машинанинг бир хил материалдан тайёрланган ва алоҳида бўлакларга ажралмайдиган қисми. Масалан, болт, гайка, вал, шкив, тишли гилдирак ва бошқалар.

Машинада маълум бир вазифани бажариш учун мўлжалланган ва бир неча деталдан тузилган қисм *узел* деб аталади.

Саноатда ишлатиладиган машиналар учун умумий деталлар ва узелларнинг асосийлари вал, ўқ, тишли гилдирак, червяк, шкиф, подшипник, муфта, болтли, пайвандли, понали, шлицли ва бошқа бирикмалардир.

1. ДЕТАЛЛАРНИНГ ИШЛАШ ЛАЁҚАТИ ВА УНИ ТАЪМИНЛАШ

Янги лойиҳаланаётган машина ва деталлар ишончли, аниқ, мустаҳкам, ишлаш муддати узоқ, йиғиш осон, иш унуми юқори, бошқариш учун қулай, ўлчамлари кичик, кўриниши эстетик жиҳатдан кўркем ҳамда иқтисодий жиҳатдан тежамли бўлиши керак.

Лойиҳаланаётган машина деталларининг ишлаш лаёқати уларнинг мустаҳкамлиги, бикрлиги, иссиққа, ейилишга ва титрашга чидамлилиги билан белгиланади. Деталнинг ишлаш лаёқати унинг ишлаш шароитига нисбатан белгиланади. Масалан, тишли гилдиракларнинг нормал ишлаши учун тиш юзасининг мустаҳкамлик шarti қўйилса, сирпаниш подшипниклари учун ейилишга чидамлилиқ, валлар учун эса бикрлик, мустаҳкамлик ва титрашга чидамлилиқ муҳим шартлардан ҳисобланади. Шунинг учун деталларнинг қандай шароитда ишлашига қараб, қандай шарт қўйилишини белгилаш керак. Уларни ҳисоблаш ва лойиҳалашда шу шарт бажарилишини таъминлаш лозим.

Мустаҳкамлик деталнинг деформацияланиши меъёрида бўлган ҳолда маълум вақт давомида ишлай олиш хусусияти. Деталнинг

мустаҳкамлиги унинг хавфли кесимидаги нормал ва уринма кучланишлар қиймати билан белгиланади.

Мустаҳкамлик иш жараёнида деталларнинг емирилиши натижасида пасаяди. Емирилиш бу статик кучлар таъсирида ёки деталларни иш жараёнида толиқиши натижасида рўй беради. Деталларнинг статик кучлар таъсирида емирилиши иш жараёнида ҳосил бўлган кучланиш қиймати шу деталь материали учун мустаҳкамлик чегра-
раси $[\sigma_x]$ қийматидан ошганда ёки ҳисобга олиш мумкин бўлмаган ўта юкланишлар ҳосил бўлганда рўй беради. Деталларнинг толиқиши натижасида емирилиши эса, деталга узоқ вақт давомида ўзгарувчан кучларнинг таъсири натижасидир. Бунда таъсир этувчи кучлар қиймати шу деталь материали учун чидамлилиқ чегра-
раси $[\sigma_{-1}]$ қийматидан катта бўлади. Деталларда (галтель, шпонка учун чуқурча) кучланишларнинг тупланиш ҳоллари рўй берса, бунда толиқишдан емирилиш тезлашади.

Деталь ва узелларни мустаҳкамликка ҳисоблаш асослари „Материаллар қаршилиги“ курсида ўрганилади. Машина деталлари курсида эса алоҳида узатмалар, вал ва подшипниклар, бирикмалар ҳамда муфталар ҳисобланади.

Ишлаш жараёнида деталнинг эластик деформацияси жоиз қийматдан ортиб кетмаслиги учун унинг бикрлиги етарли даражада таъминланиши керак. Масалан, маълум куч ва момент таъсирида айланаётган вал мустаҳкам бўлишига қарамай, жоиз қийматдан ортиқ эгилиши мумкин. Валнинг жоиз қийматдан ортиқ эгилиши унга ўрнатилган деталларнинг муддатдан олдинроқ ишдан чиқишига сабаб бўлади. Шунинг учун бундай деталларнинг мустаҳкамлигидан ташқари, бикрлиги ҳам таъминланиши лозим. Баъзи деталларнинг ҳаддан ташқари бикр бўлиши эса уларнинг чидамлилигига салбий таъсир кўрсатади. Масалан, пўлатдан тайёрланган тишли гилдирак тишларининг ортиқ даражада бикр бўлиши ишлаш вақтида динамик кучларнинг пайдо бўлишига ва шовқиннинг кучайишига олиб келади. Демак зарур бўлган ҳолларда деталларнинг маълум даражада мосланувчан бўлиши талаб этилади.

Иш жараёнида деталларнинг бикрлигини таъминлаш учун чиққили ва бурчак силжишларнинг қийматлари жоиз қийматдан ошмаслиги керак, яъни қуйидаги шарт $\varphi_{\max} < [\varphi]$; $f_{\max} < [f]$ бажарилиши керак.

Ейилиш — деталларнинг ўзаро ишқаланиши туфайли содир бўлиб, деталлар ўз ўлчамини аста-секин ўзгартиради. Натижада ўзаро ишқаланувчи юзалар орасида бўшлиқ катталашади, бу эса машина ва механизмларнинг ФИК ни камайтиради, иш жараёнида шовқин чиқишига, қўшимча динамик кучларнинг ҳосил бўлишига ҳамда деталларнинг тезда ишдан чиқишига сабаб бўлади. Шунингдек,

деталлари ейилган станокларда тайёрланган маҳсулотларнинг улчамлари аниқ чиқмайди. Шунинг учун деталларнинг ейилиши маълум даражага етгандан сўнг уни алмаштириш тавсия этилади.

Ҳозирги вақтда саноатда ишлатилаётган машиналарнинг 85 – 90 фоизи деталларининг ейилиши туфайли ишга яроқсиз ҳолга келмоқда. Ишлатиш жараёнида машиналарнинг тез—тез таъмирлаб турилиши чиқарилаётган маҳсулотнинг таннархини оширади. Демак, машинасозлик саноатида лойиҳаланаётган, тайёрланаётган машиналарни иш жараёнида иложи борича таъмирламасдан ишлаши таъминланиши керак. Шунингдек, деталларни ейилиш сабабларини, яъни ишлаш шароити, мойланиш даражаси, контакт кучланишининг қийматлари ва бошқа омиллар яхши ўрганилиши керак.

Машинасозлик саноатида деталларнинг ейилишини камайтириш учун ишқаланувчи юзаларда суюқликдаги ишқаланиш ҳосил қилувчи конструкциялар яратиш устида изланишлар олиб борилмоқда (бунда ишқаланиш коэффициенти 0,005 атрофида бўлади). Масалан, сирпаниш подшипниклари учун бундай конструкция яратилган. Бунда ташқи куч, айланиш частотаси, мойни ёпишқоқлик хусусиятларининг ўзаро боғлиқлигига асосан 1883 й. Н.П.Петров суюқликдаги ишқаланиш назариясини яратди. Лекин бундай суюқликда ишқаланиш режимини ҳар қандай ўзаро ишқаланувчи узелларда ҳосил қилиш мумкин эмас. Суюқликда ишқаланиш ҳосил бўлмаган ҳолларда деталларнинг ейилишига чидамлилигини таъминловчи аниқ бир ҳисоблаш усулини тавсия этиш қийин. Бу усуллардан энг кўп тарқалгани солиштирма босим q ва шартли коэффициент $q \cdot v$ ни аниқлаб, уларни жоиз катталиклар билан солиштириш усулидир:

$$q \leq [q]; \quad q v \leq [q v]$$

бу ерда: v — ишқаланиш тезлиги.

Ишқаланувчи деталларни тез—тез мойлаб туриш, термик қайта ишлаш, ейилишга чидамли материалларни ишлатиш ейилишни камайтириш чора—тадбирлари ҳисобланади.

Титрашга чидамlilik. Машинанинг ишлаш жараёнида титраш натижасида деталларда қўшимча динамик кучлар ҳосил бўлади бу эса уларнинг толиқишига сабаб бўлади ва ишдан чиқишини тезлаштиради. Масалан, металл кесадиган станоклар иш жараёнида титраса, қайта ишланган деталларнинг улчамлари аниқ чиқмайди. Деталларнинг титрашга чидамлилигини таъминлаш учун резонанс ҳодисасини келтириб чиқарадиган сабабларни йўқотиш керак. Маълумки, резонанс ҳодисаси деталнинг ўзида ҳосил бўладиган хусусий тебраниш частотаси билан ташқи куч таъсирида бўладиган тебраниш частотаси бир хил бўлиб қолганда рўй беради. Шунинг

учун бу икки частотани ҳисоблаб, бир—бирига тенг бўлиб қолмаслигини таъминлаш керак.

Машиналарда титраш ҳодисасини камайтириш учун статик ва динамик мувозанатлаш шунингдек титрашни сундиргичлардан, яъни махсус эластик элементлардан фойдаланиш тасвия этилади.

Технологик машиналарни пойдеворига титрашни камайтириш учун турли қайишқоқликка эга бўлган кўп қаватли ёстиқчаларни қўллаш билан эришиш мумкин. Шунингдек машинани пойдеворини бирлаштириш болтларини ҳам таркибли қилиб титраш таъсирини ўтказмасликка эришиш мумкин. Лекин, титрашни умуман сундириш муаммосини илмий асослари ўз ечимларини тўлиқ топгани йўқ. Ушбу муаммони ҳал қилиш умчун янги илмий изланишлар олиб борилиши зарур.

Иссиққа чидамлилик. Деталлар ўзаро бир—бирига ишқаланиши натижасида қизийди, бу қизиш натижасида эса қуйидаги салбий ҳоллар рўй бериши мумкин: деталларнинг мустаҳкамлиги пасаяди: мойларнинг мойлаш хусусиятлари камаяди, натижада ўзаро ишқаланувчи деталларнинг ейилиши ортади, орасидаги бўшлиқ катталашади, бу эса машина ва механизмларнинг ишидаги ноаниқликка олиб келади. Шунинг учун машиналар қизиши меъёридан ортиб кетмаслиги керак, яъни $Q < Q_1$ шарт бажарилиши керак. Бу ерда: Q — машинанинг ишлаш жараёнида ҳосил бўлган иссиқлик миқдори, ккал; Q_1 — машинадан ташқарига тарқалувчи иссиқлик миқдори, ккал.

Машинанинг қизишида салбий ҳоллар рўй бермаслиги учун, машина ва механизмлар қизишга текширилади, бунда машиналарнинг қизиши меъёридан ортиқ бўлса, махсус совутгичлар ишлатилади ёки машинага конструктив ўзгаришлар киритилади.

Машиналарнинг ишончли ишлаши бу берилган вақт мобайнида уларни тўхтаб қолмай, ишлаш даражасига қараб белгиланади.

Машина ва механизмларнинг ишончли ишлашини таъминлашни қуйидаги босқичларга бўлиш мумкин: лойиҳалаш, машина ва механизмлар деталларини тайёрлаш, йиғиш ҳамда шу машина ва механизмларни ишлатиш даври.

Лойиҳалаш даврида машиналарнинг ишончли ишлашига асос солинади. Конструктор чизмаларда, ҳисоблашларда, техник ҳужжатларда шу машина ишончли ишлаши учун зарур барча шартларни кўрсатган бўлиши керак.

Машина ва механизм деталларини тайёрлаш жараёнида уларнинг ишончли ишлаши учун конструктор томонидан қўйилган ҳамма шартлар бажарилиши керак.

Машиналарнинг ишончли ишлаши, ундан фойдаланиш жараёнида тўхтаб қолмай ишлаш даражасига қараб белгиланади. Масалан,

двигателни ишга тушириш учун 100 марта ҳаракат қилинганда, 99 мартасида ишлаб кетса, бу машинанинг ишончлилик коэффициенти 0,99 бўлади, яъни

$$P(t) = 99/100 = 0,99.$$

Ишончлилик коэффициентининг қиймати, деталь қанча вақт давомида текширилганига ҳамда шу деталнинг янги ёки эскилигига боғлиқ. Эски деталларда $P(t)$ нинг қиймати кам бўлади.

Машиналарнинг ишончлилик коэффициенти ундаги ҳар бир деталнинг ишончлилик коэффициенти қийматларининг купайтмасига тенг, яъни:

$$P(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot P_n(t).$$

Демак, бу формуладан:

1. Машинанинг ишончлилик коэффициенти, унинг энг кам ишончлилик коэффициентига эга бўлган деталининг қийматидан ҳам кам бўлади.

2. Машинада деталлар қанча куп бўлса, унинг ишончлилик коэффициентининг қиймати ҳам шунча кам бўлади. Масалан, машинада 100 та элемент бўлиб, барча деталларининг ишончлилик коэффициентининг қиймати $P(t) = 0,99$ бўлса, бутун машинанинг ишончлилик коэффициенти $P(t) = 0,99^{100} = 0,37$ бўлади. Демак, бундай машина ишга яроқсиз ҳисобланади.

Машина ва механизмларнинг ишончли ишлаштини таъминлаш билан фаннинг махсус соҳалари шугулланади, машиналарни ишончли ишлаши учун уларни лойиҳалаш жараёнида қуйидагиларга алоҳида аҳамият бериш даркор:

1. Лойиҳаланаётган машина ва узелларда иложи борича кам деталь ишлатилиши, тузилиши оддий бўлиши ҳамда ҳар бирининг ишончли ишлаши таъминланган бўлиши керак.

2. Машиналарнинг ишончли ишлаштини таъминлаш учун унинг ишчи юзаларида ҳосил бўлган кучланиш қийматларини камайтириш керак. Бунинг учун машина деталларига учун мустақамлиги юқори бўлган ҳамда термик қайта ишланган материалларни ишлатиш мақсадга мувофиқ. Масалан, тийли гилдиракларни термик қайта ишлаш йўли билан юкланиш даражасини 2...4 марта ошириш мумкин.

3. Ишончли ишлашни таъминловчи омиллардан бири, бу ишқаланувчи юзаларни мойлашдир, бунда мойнинг турини танлаш, мойни ишчи юзага етказиш, ишчи юзани ташқи муҳитдаги майда зарралардан сақлаш ва узелларни махсус корпусларга ўрнатишдир.

4. Машина ва механизмларни ишлаш жараёнида ҳисоблаш мумкин бўлмаган қўшимча юкланишлар бўлиши кутилса, бунда махсус

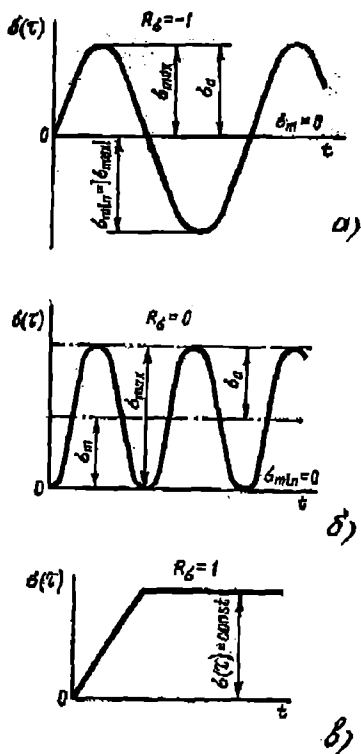
сақлагич муфтлар ишлатиш тавсия этилади, бу эса ишончли ишлашни таъминлайди.

5. Стандарт деталь ва узеллардан кўпроқ фойдаланиш керак, чунки бу деталь ва узеллар кўп йиллик тажрибалар асосида лойиҳаланган бўлиб, уларнинг ишончли ишлаши таъминланган. Шунингдек, бу деталь ва узеллар (болт, гайка, подшипник) махсус автомат заводларда тайёрланиб машина ва узелларда ишлатиладиган деталларнинг бир хиллигини таъминлайди.

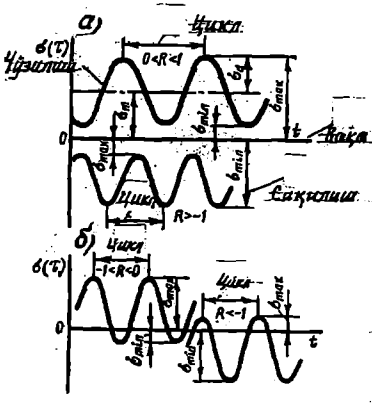
6. Механизмнинг ишончли ишлашини ошириш учун баъзи ҳолларда унинг элементларини кетма-кет эмас, балки параллел ҳолда бириктириш тавсия этилади. Бунда механизмларни ишончли ишлаши нисбатан яхши таъминланади, лекин машинасозликда бу ҳол узелларни габарит ўлчамларини ва унинг таннарини оширганлиги боис нисбатан кам қўлланилади (самалётсозлик бундан мустасно). Масалан, иккита ёки тўртта двигателли самолётларда унинг биттаси ёки иккитаси ишдан чиққан ҳолатларда ҳам самолётлар ўз ишчи ҳолатини йўқотмайди.

7. Машинасозликда ишлатиладиган кўпгина машиналар учун унинг деталларини таъмирлаш қандай йўлга қўйилганлиги катта аҳамиятга эга, чунки детални таъмирлашга кетган вақтни унинг ишчи вақтга нисбати шу механизмни ишончли ишлаш даражасини белгиловчи кўрсаткичлардан биридир.

Юқорида қайд этилган омиллар машина ва механизмларни лойиҳалаш жараёнида яхши таъминланса,



1.1 - расм.



1.2 - расм.

лойиҳаланган машиналарни ишончли ишлаши ҳам таъминланган бўлади.

Умуман айтганда, барча деталлар учун зарур бўлган энг асосий омил мустаҳкамликдир, чунки мустаҳкам бўлмаган деталлар бутунлай ишлай олмайди.

Деталларнинг ишлаш лаёқати, яъни мустаҳкамлик ҳамда бикрлигининг таъминлаганлиги ҳисобий кучланиш қиймати орқали белгиланади. Ҳисобий кучланиш қиймати жоиз кучланиш қиймати билан таққосланади, яъни $\sigma_{\max} < [\sigma]$; $\tau_{\max} < [\tau]$; ёки эҳтиётлик коэффициентининг қиймати $S \geq [S]$ бўлиши керак.

2. ЖОИЗ КУЧЛАНИШ

Деталнинг ишончли ва узоқ муддат ишлашини таъминловчи энг катта кучланиш жоиз кучланиш деб аталади.

Ҳар қандай детални лойиҳалаш жоиз кучланиш қийматини танлашга боғлиқ бўлиб, деталнинг машинада яхши ишлашини, материал нисбатан кам сарф қилинишини таъминлайди.

Жоиз кучланишнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$[\sigma] = \sigma_{\lim} [S]; [\tau] = \tau_{\lim} [S] \quad (1)$$

бунда: $[\sigma]$, $[\tau]$ — нормал ва уринма кучланишларнинг жоиз қийматлари; $[S]$ — эҳтиётлик коэффициентининг жоиз қиймати; $\sigma_{\lim}$, $\tau_{\lim}$ — нормал ва уринма кучланишлар.

Деталдаги кучланишлар ўзгарувчан ва ўзгармас бўлиши мумкин, (1.1—расм, *a*, *б*, *в* лар) бунда энг катта ва энг кичик кучланишлар йигиндисининг ярми уртача кучланиш, айирмасининг ярми эса циклнинг амплитудаси дейилади.

$$\sigma_{\text{yp}} = (\sigma_{\max} + \sigma_{\min})/2; \quad \sigma_{\text{a}} = (\sigma_{\max} - \sigma_{\min})/2 \quad (2)$$

$$\tau_{\text{yp}} = (\tau_{\max} + \tau_{\min})/2; \quad \tau_{\text{a}} = (\tau_{\max} - \tau_{\min})/2 \quad (3)$$

Энг кичик кучланишнинг энг катта кучланишга нисбати кучланишнинг асимметрик цикл коэффициентини деб аталиб, R ҳарфи билан белгиланади:

$$R_{\sigma} = \sigma_{\min}/\sigma_{\max}; \quad R_{\tau} = \tau_{\min}/\tau_{\max} \quad (4)$$

Асимметрия цикл коэффициенти $R_{\sigma} = \sigma_{\min}/\sigma_{\max} = -1$ бўлганда кучланиш симметрик цикл буйича ўзгаради (1.1—расм, *a*). $R_{\sigma} = 0$ ёки $R_{\sigma} = -\infty$ бўлганда, бундай кучланиш цикли ноллик (1.1—расм, *б*) цикл дейилади. $R_{\sigma} = 1$ бўлса, кучланиш ўзгармас цикл (1.1—расм, *в*), $R_{\sigma} \neq -1$ бўлганда кучланиш асимметрик цикл билан ўзгаради (1.2—расм).

3. МАШИНАСОЗЛИКДА ИШЛАТИЛАДИГАН АСОСИЙ МАТЕРИАЛЛАР ВА УЛАРГА ТЕРМИК ҚАЙТА ИШЛОВ БЕРИШ

Машина деталларини тайёрлаш учун ишлатиладиган материаллар иш жараёни давомида таъмирланмасдан ишончли ишлаши ҳамда таннархи арзон, технологик жиҳатдан эса тайёрлаш осон бўлиши керак.

Машиналар таннархининг асосий қисмини унга сарф қилинган материаллар ташкил этади. Масалан, бу миқдор автомобиль саноатида 55 ... 70%ни, кутариш—ташиш машиналарида 70 ... 75% ни ташкил этади.

Деталларни тайёрлаш учун ишлатиладиган материалларни танлаш унга қўйилган талабларга боғлиқ бўлади. Масалан, деталнинг улчамлари унинг мустаҳкамлиги билан белгиланса, бу деталларни механик характеристикалари юқори бўлган (термик қайта ишлаш, яъни яхшилаш, тоблаш йули билан эришилган) пулат ёки чуян материаллардан тайёрлаш тавсия этилади. Деталларнинг улчамлари унинг биқрлиги билан белгиланса, бундай деталларни эластиклик модули юқори бўлган термик қайта ишланмаган пулат ва чуян материаллардан тайёрлаш керак.

Ишлаш жараёнида деталларда контакт кучланиш ҳодисаси, ҳамда шу узаро илашган юзаларда сирпаниш натижасида ейилиш ҳодисаси рўй берса, бу деталларни қаттиқлиги юқори бўлган, яъни тобланган материаллардан тайёрлаш тавсия этилади.

Илашшида сирпаниш, яъни деталларнинг узаро ейилишини камайтириш учун деталлар ейилишга чидамли материаллардан тайёрланиши керак. Бунда илашаётган деталлар антифрикцион жуфт (подшипниклар) ҳосил қилиш учун антифрикцион (бронза, антифрикцион пластмасса) материаллардан, фрикцион жуфтларда (муфта, тормоз, фрикцион узатма) эса фрикцион материаллар ишлатилиши керак.

Машина деталлари асосан қора, рангли ва металлмас материаллардан тайёрланади. Шу деталларни тайёрлаш учун ишлатиладиган асосий материаллар билан танишиб чиқамиз.

Чуян. Бу темир (92% гача), углерод (2,14% дан 5% гача) ҳамда кремний (4,3 % гача), марганец (2 % гача), олтингутурт (0,07% гача), фосфор (1,2% гача) аралашмалардан ташкил топган. Бу таркибий қисмлар чуян хоссасига қўйидагича таъсир кўрсатади.

Чуянда углерод икки хил кўринишда: эркин ҳолатда графит кўринишида; темир билан кимёвий бирикма ҳолатида — цементит кўринишида бўлади. Агар чуяндаги углерод бутунлай ёки қисман графит кўринишида бўлса, сингдирилган юзаси кулранг бўлади, шунинг учун *кулранг чуян* деб юритилади. Агар сингдирилган юзаси

оқ рангда бўлса, *оқ чуян* деб аталади. Кремний кулранг чуян, марганец эса оқ чуян олиш имконини беради. Олтингутурт ва фосфор зарarli аралашмалар бўлиб, чуяннинг мўртлик хусусиятини оширади. Кулранг ва оқ чуянлар хоссаларига кўра бир—биридан кескин фарқ қилади. Оқ чуян жуда қаттиқ ва мўрт бўлиб, унга асбоб билан ишлов бериш қийин, асосан пўлат эритиш учун ишлатилади, шунинг учун ҳам *қайта ишланувчи чуян* деб аталади. Кулранг чуян яхши қўйилади, нисбатан юмшоқ, асбоблар билан осон ишлов бериш мумкин, ейилишга яхши қаршилиқ кўрсата олади.

Пўлат материаллар. Машинасозликда ишлатиладиган пўлат материаллар ГОСТ асосида углеродли ва легирланган пўлатларга ажратилади.

Таркибида кўпи билан 0,6% (айрим ҳоларда 0,85 % гача етади) углерод бўлган пўлатларга конструкцион углеродли пўлатлар дейилади. *Конструкцион углеродли пўлатлар* сифатига кўра оддий сифатли ва сифатли группаларга бўлинади.

Оддий сифатли пўлатлар муҳим бўлмаган қурилиш конструкциаларини, маҳкамлаш деталларини, парчин михлар, рельслар, валлар, кулачоклар ва ҳоказоларни тайёрлашда ишлатилади.

Оддий сифатли конструкцион углеродли пўлатлар ГОСТ 380—71 га мувофиқ ишлаб чиқарилиб А, Б, В группаларга бўлинади. Корхоналарга А группадаги пўлатлар механик характеристикаси бўйича, Б группалилар кимёвий таркиби бўйича, В группадагилари эса ҳам кимёвий таркиби, ҳам механик хоссалари бўйича етказиб берилади.

Сифатли конструкцион углеродли пўлат, кимёвий таркиби ва механик таркибига кўра етказиб берилади. Бу пўлатларда олтингутуртнинг миқдори 0,04% гача, фосфор эса 0,35% гача бўлишига рухсат этилади. Бундан ташқари пўлатда 0,25% никель, 0,35% гача хром бўлади.

ГОСТ 1050—74 га асосан сифатли пўлатларнинг қўйидаги маркалари белгиланган: 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 60Г, 65Г, 70Г. Пўлат маркасидаги иккита рақам углероднинг фоиз миқдорининг юзга бўлиб олинган ўртача қийматини, Г ҳарфи эса марганец миқдори кўп 0,9 ... 1,2% гача эканлигини (нормал пўлатда марганец 0,35 ... 0,80% бўлади) билдиради.

Сифатли конструкцион пўлат материаллар техникада кўп ишлатилади. У оддий пўлатдан мустаҳкамлиги катталиги ҳамда зарбий кучларга чидамлилиги билан фарқ қилади. Агар оддий сифатли пўлатларнинг энг катта мустаҳкамлиги 700 МПа га тенг бўлса, сифатли пўлатларда бу кўрсаткич 1100 ... 1150 МПа ни ташкил этади, қаттиқлиги эса 185 НВ га тенг.

Пўлатнинг 25, 30, 35 маркалари махсус ишловдан сўнг валиклар, шайбалар, уқлар, муфгалар, болт ва гайкаларни тайёрлаш учун ишлатилади. Бу пўлат материалларнинг мустаҳкамлиги 280 ... 320 МПа га тенг.

Уртача углеродли пўлатларга 40, 45, 50 маркали пўлат материаллар киради. Бундай пўлатлар мустаҳкамлиги ёки сиртининг қаттиқлиги юқори бўлган, шунингдек уртача юкланган, лекин ишқаланиб ейиладиган деталлар тайёрлаш учун мўлжалланган. Тоблангандан сўнг унинг мустаҳкамлиги 580 ... 600 МПа гача ортади. Бундай пўлатлардан тирсакли валлар, втулкалар, поршень халқалари ясалади.

Юқори углеродли пўлатнинг 55, 60, 70, 75, 80, 85 маркалари мустаҳкамлиги ва қаттиқлиги юқорилиги билан ажралиб туради ва прокат станларнинг валларини, трос симларини тайёрлаш учун ишлатилади.

Марганец миқдори кўп бўлган 60Г, 65Г, 70Г маркали пўлатлар чуқурроқ тобланади, ейилишга чидамли, пружина, рессорлар тайёрлашда ишлатилади.

Легирланган пўлатлар. Бу пўлат материаллар таркибида одатдаги аралашмалардан ташқари, унинг хоссаларини белгиловчи легировчи элементлар ҳам бўлади. Легировчи элементларга хром, вольфрам, ванадий, молибден, никель, шунингдек, кремний ва марганец каби элементлар киради. Легирланган пўлатлардан фойдаланиш металл сарфини камайтириб, буюмнинг пухталигини ва узоқ муддат ишлашини таъминлайди.

Конструкцион легирланган пўлатларнинг сифатли, юқори сифатли ва жуда юқори сифатли хиллари бўлади. Юқори сифатли пўлат маркасининг охирига А ҳарфи, жуда юқори сифатли пўлат маркасининг охирига дефис орқали Ш ҳарфи қўйилади. Масалан, 12ХНЗА пўлат юқори сифатли, 30ХГС—Ш пўлат жуда юқори сифатлидир. Сифатли пўлатда 0,25% гача, юқори сифатли пўлатларда эса 0,015% гача олтингугурт бўлишига рухсат этилади.

Конструкцион легирланган пўлатлар турли соҳаalarda ишлатилади.

Қаттиқлиги, мустаҳкамлиги, коррозияга чидамлилиги юқори бўлган хромли 15Х, 20Х, 30Х, 45Х, 40ХР, 40ХЦ маркали пўлат материаллар жуда кўп ишлатилади.

Хром—никелли, хром—никель—молибденли пўлатларнинг 40ХН, 2МА, 13ХЗНФА ва бошқа маркалари машинасозликда муҳим роль ўйнайди. Бу материаллар машиналарнинг тишли гилдираклари, турбина деталларини тайёрлашда ишлатилади. Уларнинг ейилишга чидамлилиги юқори. Легирланган конструкцион пўлатларга шартли подшипникбоп пўлатлар ҳам киради. Бу пўлатнинг ШХ6, ШХ15,

ШХ15ГС маркалари мавжуд. Рақам хромнинг миқдорини фоизнинг ундан бир улушида кўрсатади.

Термик ишлов бериш жараёни бу детални маълум иссиқликгача қиздириб, шу иссиқликда ушлаб туриш ва белгиланган тезликда совутишдан иборат.

Термик ишлов бериб, жоиз кучланишни ошириш, деталлар ва механизмларнинг огирлигини камайтириш, уларнинг ишончлилигини ва узоқ муддат ишлашини таъминлаш мумкин.

Сиртқи қатламларининг қаттиқлигини, чидамлилиқ чегарасини ва ишқаланиб ейилишга қаршилигини ошириш мақсадида машина деталларининг сирти пухталанади. Сиртни пухталашнинг учта усули мавжуд: юзани тоблаш, кимёвий—термик ишлов бериш ва пластик деформациялаб пухталаш.

Юзани тоблаш — деталлар (тишли гилдираклар, валларнинг бўйинлари, металл кесиш станокларининг йуналтирувчилари)нинг қаттиқлиги, ейилишга чидамлилиги ҳамда чидамлилиқ чегарасини ошириш учун қўлланади. Бунда пулат ўзагининг қаттиқлиги ошмайди, натижада ундан ясалган буюм зарбий кучларга яхши бардош беради. Юзани тоблашнинг индукцион газ алангасида, электролитда қиздириб тоблаш усулларида фойдаланилади. Айниқса, юқори частотали ток (ЮЧТ) билан индукцион усулда қиздириб юзани тоблаш кенг тарқалган.

ЮЧТ билан тоблашда тобланган қатламнинг қалинлиги 2 мм га етади. Юзани тоблашда электр контакт усули билан қиздириш камдан—кам қўлланади.

Кимёвий—термик ишлов бериш — бу усул пулат материалларнинг сиртқи қатламининг таркиби, хоссаларини ўзлаштириш мақсадида унга бир йўла ҳам кимёвий, ҳам термик таъсир ўтказишдан иборат.

Кимёвий—термик ишлов беришнинг углерод билан тўйинтириш, азот билан тўйинтириш, углерод ҳамда азот билан тўйинтириш ва диффузион металлалаш каби усуллари мавжуд.

Углерод билан тўйинтириш — бу усул юзани углерод билан диффузион тўйинтириш жараёнидир. Тобланган деталь сиртининг қаттиқлиги 58–60 HRC гача бўлиб, унинг ўзагининг қаттиқлиги ўзгармайди. Кам углеродланган 10, 15, 20 маркали ҳамда кам углеродли легирланган материаллардан тайёрланган деталларни углерод билан тўйинтириш тавсия этилади.

Азотлаш — бу пулатнинг сиртқи қатламини диффузион йўл билан азотга тўйинтиришдир. У сиртнинг қаттиқлигини, ейилишга чидамлилигини ҳавода, сувли, бугли ва ҳоказо муҳитларда коррозияланишга қаршилигини оширади. Бу усул билан легирланган пулат материаллардан тайёрланган деталларни азотлаш яхши самара беради. Сиртнинг қаттиқлиги 1100 HV га етади. Лекин азотлаш

жараёни углевод билан тўйинтириш жараёнига нисбатан узок давом этади.

Диффузион металлеш — бу пулатнинг сиртқи қатламини алю— миний, хром, кремний билан тўйинтиришдир. Алюминий билан металлешда деталларнинг оташбардошлиги ортади. Бундай детал— ларни 1200°С температурада ҳам ишлатиш мумкин. Кремнийлаш оташбардошликни 800—850°С температурагача оширади, ишқаланиб ейилишга чидамлилигини, баъзи кислоталарда коррозиябардош— ликни оширади. Хролаш қаттиқликни 1600 ... 1800 НВ гача етка— зиб коррозиябардошликни кучайтиради. Диффузион металлешда металллар темир билан ўрин алмашинувчи қаттиқ аралашмалар ҳосил қилади. Диффузион металлешдан фойдаланиш техник жиҳатдан самарали, иқтисодий жиҳатдан фойдалидир. Углеродли пулатлардан ясалган ва сирти хром, алюминий, кремний билан тўйинтирилган деталлар оташбардош бўлади. Бу эса уларни қимматбаҳо легирланган оташбардош пулатлардан тайёрлашда анча фойдалидир.

Рангли металллар. Мис, алюминий, магний, титан, қалай, кўргошин, никель рангли муҳим металллардан ҳисобланади. Машина деталлари асосан уларнинг қотишмаларидан тайёрланади.

Бронза. Миснинг қалай, алюминий, никель каби элементлари билан ҳосил қилган қотишмаси бронза деб аталади. Таркибига кўра қалай ва қалайсиз бронзалар бўлади. Бронзалар яхши қўймакорлик хоссаларига эга, босим остида ва кесиб яхши ишлов бериш мумкин. Кўпгина бронзалар коррозиябардошлигининг яхшилиги билан ажралиб туради, бундан ташқари улар антифрикцион қотишма сифатида ҳам кенг қўламда ишлатилади.

Алюминий. Энг енгил конструкцион материаллардан бири бўлиб, шўр сувларда, атмосферада коррозияга чидамлилиги юқори— лилиги билан ажралиб туради.

Эластиклиги ва электр ўтказувчанлиги юқори бўлганлигидан алюминий электротехника саноатида симлар, кабеллар, само— лётсозлик саноатида, қувурлар, мой ва бензин қувурлари; енгил ва озиқ—овқат саноатида фольга ҳамда идиш товоқлар тайёрлашда ишлатилади. Мустаҳкамлиги кичик бўлганлиги туфайли техник тоза алюминий конструкцион материал сифатида камдан—кам қўл— ланилади. Унинг магнит, мис, рух ва бошқа металллар билан ҳосил қилган қотишмаларининг мустаҳкамлиги етарли даражада юқори, зичлиги кичик, технологик хоссалари яхши бўлганлиги учун асосан деталларни тайёрлашда ишлатилади.

Металлмас материаллар. Мамлакатимиз бой ресурсларга эга. Лекин қора металлургия заҳиралари талабларимизни тўла қондира олмайди. Шунинг учун металлни ўрнини боса оладиган юқори даражада физик—механик характеристикаларга эга бўлган полимер

материалларни қўллаш муҳимдир. Пластмассалар металлмас материаллар бўлиб, табиий ва синтетик полимерлар асосида олинади ва улардан пластик деформациялаш усулларида деталлар тайёрланади.

Пластмассалар бир неча гурпуага бўлинади: машина деталлари учун ишлатиладиган конструкцион пластмассалар термореактив смолалардан иборат композитиядир: агрессив муҳитда ишлайдиган деталлар учун қўлланадиган коррозиябардош пластмассаларга кирадиган фторопластлар ва полихлоровиниллар; иссиқликни ўтказмайдиган асботекстолит ва шишатекстолит пластмассалар; қистирма, зичламабоп пластмассалар; электроизоляцияцион гетинакс, фторопласт материаллар; фрикцион асботекстолитлар; антифрикцион, ёруғлик ўтказадиган ва бошқа турларга бўлинади.

Пластмассалардан деталлар пресслаш, босим остида қуйиш, пластмасса листларини штамплаш ва бошқа усуллар билан олинади.

Резина — бу табиий ва сунъий синтетик каучукнинг кимёвий ўзгариши (вулканизация қилинган) натижасида ҳосил бўлган маҳсулот бўлиб, у юқори эластик, ейилишга чидамликлик электр-изоляцияцион хоссаларининг яхшилиги, кимёвий барқарорлик, газ ва сув ўтказмаслик каби хоссалари туфайли халқ ҳужалигининг турли соҳаларида кенг қўлланилади.

Резинанинг мустаҳкамлигини ошириш учун ундан ясалган деталлар армирланади, яъни металл—корд, пулат—сим ёки тур, шиша ёки капрон иплар қўшиб туқилади.

Резиналар ичида полиуретанлар алоҳида ўрин эгаллайди.

Резиналарга қараганда уларнинг физик—механик хоссалари юқори, агрессив муҳитларга, ёғ, суюлтирилган кислота ва ишқорларга чидамлироқ, мустаҳкамлиги катта, ейилишга чидамлидир.

Савол ва топшириқлар

1. Машина деталлари курсининг вазифаси нима?
2. Умумий ва махсус деталь ва узелларга мисоллар келтиринг.
3. Машинасозлик саноатида энг кўп ишлатиладиган материаллар ва уларни турларини ёзинг?
4. Машина ва деталларнинг ишга лаёқатлигини курсатинг.
5. Мустаҳкамлик ва бикрлик нима? Шартларини ёзинг.
6. Деталнинг ейилишини, қизишини, титрашини камайитиш усуллари сизлаб беринг.

1.1-§. Умумий маълумотлар

Маълумки, машиналар деталь ва узеллардан ташкил топиб бирикмалар воситасида йигилади. Бирикмалар эса ажраладиган ва ажралмайдиган турларга бўлинади.

Ажралмайдиган бирикмалар, бу шундай бирикмаларки, бунда машина узелларини айрим қисмларга ажратиш учун, бирикма элементларини синдириш ёки иш юзасини қайта ишлаш керак бўлади. Парчин михли, пайванд ҳамда деталлари ўзаро тигизлик билан ўтказилган бирикмалар шундай бирикмалар ҳисобланади.

Резьбали, шпонкали, шлицли бирикмалар ажраладиган бирикмалар бўлиб, бунда узеллар деталларга ажратилганда деталнинг ишчи қисмига шикаст етказилмайди.

Машиналарнинг яхши ишламаслиги, муддатдан олдин ишдан чиқиши, ишлаш жараёнида шовқиннинг ошиб кетишига ундаги бирикма сифатининг паслиги (сифатли маҳкамланганлиги, пайванланмаганлиги, бирикма учун материал нотўғри танланганлиги ва ҳ.к.) сабаб бўлади.

Бирикма элементлари асосан мустаҳкамликка ҳисобланади. Бунда бирикма элементларининг мустаҳкамлиги бириктирилаётган деталларнинг мустаҳкамлиги билан бир хилда бўлишига эришиш керак.

1.2-§. Резьбали бирикмалар

Ажраладиган бирикмаларнинг энг кўп тарқалган тури резьбали бирикмалардир. Болт, винт, шпилка хусусий ҳоллари бўлиб, машиналарнинг улар воситасида йигилган узеллари керак бўлган вақтда айрим деталларга ажратилиши ва яна қайта йигилиши мумкин.

Резьбали бирикмаларнинг афзалликлари шундан иборатки, улар нисбатан катта юкланиш таъсирида етарли даражада ишончли ишлайди; уларни ажратиш ва йигиш осон; нисбатан арзон, барча ўлчамлари стандартлаштирилган.

1.3-§. Резьба ҳақида умумий маълумот

Резьбанинг шакли ҳар хил, яъни учбурчакли, тўғри тўртбурчакли, трапеция, доиравий шаклларда бўлиб цилиндрсимон ёки конуссимон сиртларда кесилади. Асосан цилиндрсимон сиртда кесилган резьба ишлатилади. Жипс бирикмалар ҳосил қилиш учун эса резьба конуссимон сиртда (масалан, қувур, тиқин ва бошқалар) кесилади.

Резьбанинг ўрамини чапдан ўнгга томон йўналган бўлса, ўнг резба, чапга томон йўналган бўлса, чап резба дейилади.

Бунда ўрамлар сони икки ва ундан кўп бўлиб, улар бир-бирига параллел равишда ёнма-ён жойлаштирилган ҳолда ўқ атрофида айлантирилса, икки ва ундан ортиқ қиримли резба ҳосил қилинади. Шунинг учун резбалар бир қиримли, икки қиримли, уч қиримли ва ҳоказо турларга бўлинади.

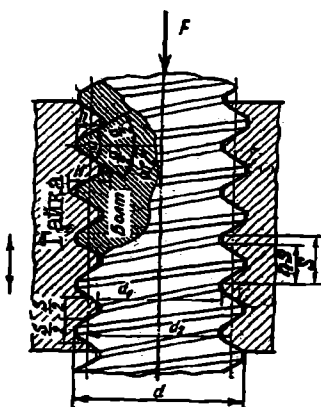
Деталларни маҳкамлаш учун асосан бир қиримли резба ишлатилади. Агар резбанинг ўлчамлари мм ҳисобида ифодаланса метрик резба деб, дюйм билан ифодаланганда дюйм резба деб аталади.

Машинасозликда асосан ГОСТ 8724-81 асосида тайёрланган метрик резбалар ишлатилади. Бунда резба М ҳарфи ҳамда сон билан белгиланади, масалан, М 24 — бу $d = 24$ мм бўлган метрик резбанинг шартли белгисидир.

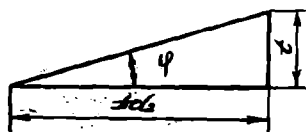
Қадами кичик бўлган резбалар учун қадам ўлчами курсатилади, масалан М 12х1,5 бунда $d = 12$ мм, қадами $S = 1,5$ мм.

Қуйида асосан метрик резбалар ҳақида гап юритилади, бунда учбурчак шакли метрик резбаларда шакл бурчаги 60°га тенг (1.3-расм). Резбанинг асосан геометрик ўлчамлари: d — резбанинг сиртқи диаметри; d_1 — резбанинг ички диаметри; d_2 — резбанинг ўртача диаметри; h — резба шаклининг баландлиги (гайкага, винтга бураб қиритилганда резбаларнинг ўзаро тегиб турадиган сирти баландлиги); S — резбанинг қадами (винтнинг икки қўшни ўрамини орасида ўқ бўйлаб ўлчанган масофа); t — резба йули (бир марта тўда айланган винтнинг ўқ бўйлаб силжиган масофаси); бир қиримли резбалар учун $t = S$, кўп қиримли резбалар учун эса $t = n \cdot S$ (бу ерда n — қиримлар сони); α — резба шаклининг бурчаги; ϕ — ўрамнинг қутарилиш бурчаги. Винт чизигининг бир ўрамини текисликда ёйилса (1.4-расм), бу тўғри бурчакли учбурчакда $\operatorname{tg} \phi = t / \pi d_2$ бўлади.

Резбалар бажарадиган ишига нисбатан маҳкамлаш учун ишлатиладиган метрик учбурчакли резбалар, қувурларда ишлатиладиган доиравий, ёғочлар учун мулжалланган винтлар, шунингдек



1.3 - расм.



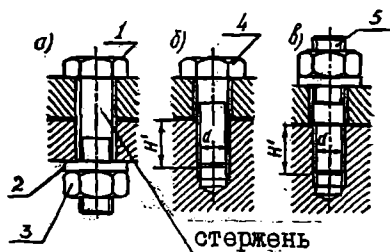
1.4 - расм.

винтли механизмларда ишлатиладиган түгри түртбурчакли трапециядал симметрик ва носимметрик ёки тирак резъбаларга бўли-
нади.

Резъбаларнинг бажарадиган ишига нисбатан ҳар хил талаблар қўйилади, масалан маҳкамлаш учун ишлатиладиган резъбалар мустаҳкамлик, ишқаланиш кучи нисбатан катта ҳамда иш жараёни-
да уз—узидан бушаб кетмаслик шарти қўйилса, винтли механизм-
ларда ишлатиладиган резъбалар мустаҳкам бўлиши билан бирга ейилишга чидамли, ФИК юқори бўлиши учун ишқаланиш кучи нисбатан кам бўлиши керак.

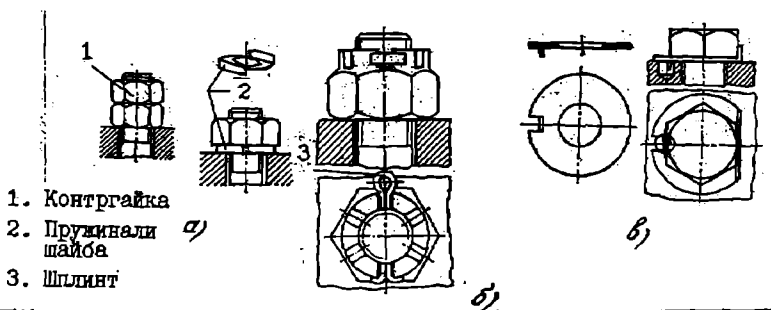
Бирикма ҳосил қилишда резъбали деталлардан болт, винт, шпилька ва гайкалар ишлатилади (1.5—расмлар а, б, в).

Болт бир учи калит ёки отверка учун мулжалланган каллаги, иккинчи учидан эса гайка бураб киритиладиган резъбаси булган стержендир (1.5—расм, а). Болтнинг гайка учун мулжалланган резъбали учига гайка буралмай, бу учи бириктирилиши лозим булган деталга бураладиган булса, бундай болт винт (1.5—расм, б) дейилади. Агар стерженнинг икки учи резъбали қилиб ясалган булса, у шпилька деб аталади (1.5—расм, в).



1—болт; 2—шайба; 3—гайка;
4—винт; 5—шпилька

Узгарувчан куч ва момент таъсирида резъбали бирикмалар уз—узидан буралиб бушаши мумкин. Бунинг сабаби шуки, титраш натижасида резъбалардаги ишқаланиш камаяди ва бунинг оқибатида уз—узидан тормозланиш хусусияти йуқолади. Шунинг учун узга-
рувчан кучлар таъсирида бирикмалардаги резъбаларнинг уз—узидан буралмаслигига қуйидаги усуллар ёрдамида эришиш мумкин:



1. Контргайка
2. Пружинная шайба
3. Шплинт

1.6 — расм.

1. Контргайка ва пружиналовчи шайба қўйиш йули билан (1.6—расм, а). Бунда қўшимча деталлар ҳисобига резбадаги умумий қаршилиқ ошади.

2. Шплинт ёки симдан фойдаланиб (1.6—расм, б). Бунда гайка болт стерженига шплинт ёки сим воситасида маҳкамлаб қўйилади.

3. Гайкани деталга махсус планка ёки шайба ёрдамида маҳкамлаш йули билан (1.6—расм, в).

1.4—§. Гайкага қўйилган буровчи момент билан винтга уқ бўйлаб таъсир этувчи куч орасидаги боғланиш

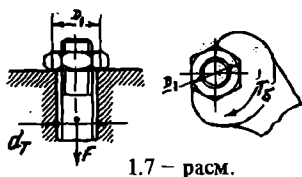
Болтли бирикмада ташқи куч болт уқи бўйлаб таъсир қилганда бирикмани ҳосил қилиш учун гайкани буровчи момент таъсирида бураб киритиш керак бўлади. Калитга қўйилган буровчи момент (1.7—расм) қиймати қуйидагича аниқланади:

$$T_6 = T_p + T_T \quad (1.1)$$

бунда: T_p — резбадаги момент:

T_T — гайканинг деталга тегиб турган сиртида ҳосил бўлган ишқаланиш кучининг momenti.

Бу қийматлар қуйидагича аниқланади:



$$T_p = F \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\varphi + \rho), \quad T_T = Ff \left(\frac{d_{yp}}{2} \right),$$

$$d_{yp} = \frac{D_1 + d_T}{2}$$

d_{yp} — ишқаланиш кучи таъсир этаётган доиранинг ўртача диаметри; D_1 — гайка юзасининг сиртқи диаметри; d_T — винт учун мулжалланган тешикчанинг диаметри; f — ишқаланиш коэффициент; φ — винт резбасининг кутарилиш бурчаги; ρ — ишқаланиш бурчаги. T_p , T_T — қийматларни (1.1) формулага қўйиб, гайкани маҳкамлаш учун керакли буровчи момент қиймати аниқланади:

$$T_6 = F \frac{d_2}{2} \left[\operatorname{tg}(\varphi + \rho) + f \left(\frac{d_{yp}}{d_2} \right) \right]$$

Гайкани бушатиш учун керакли момент қиймати қуйидагича аниқланади:

$$T^I = F \frac{d_2}{2} \left[\operatorname{tg}(\varphi - \rho) + f \left(\frac{d_{yp}}{d_2} \right) \right]$$

Нормал қадамли метрик резьбалар учун $\varphi = 2^\circ 30'$, $d_2 = 0,9 d$, $d_{\text{н}} = 1,4 d$, $f = 0,15$ қабул қилсак, гайкани маҳкамлаш учун керакли буровчи момент билан ташқи куч F уртасида қуйидаги боғланиш бўлади, яъни:

$$T_6 = 0,2 F \cdot d$$

Калитнинг узунлигини $14d$ га тенг қилиб олиш тавсия этилади, натижада калитга таъсир этувчи қўл кучи билан винт ўқига таъсир этувчи куч қуйидагича боғланади $F = 70 F_k$.

Шундай қилиб, маҳкамлаш учун ишлатиладиган резьбали болтлардан калитга қўл кучи ёрдамида қуйилган кучи қиймати 70 мартача ошиши мумкин.

Болт (винт)ли бирикмаларда болт—гайка жуфт узгарувчан куч ва момент таъсиридан буралиб бушашмаслиги учун уларда ўз—ўзидан тормозланиш хусусияти бўлиши керак. Бу хусусиятни таъминловчи асосий шарт $\varphi < \rho$ дир, яъни резьбанинг кутарилиш бурчаги ундаги ишқаланиш бурчагидан кичик бўлиши керак. Маълумки, ишқаланиш бурчаги гайка билан винт орасидаги ишқаланиш кучига ҳамда уларнинг қандай материалдан тайёрланганлигига боғлиқ. Маҳкамлаш деталлари учун ишлатиладиган резьбаларда кутарилиш бурчаги $1,5^\circ$ дан 4° гача бўлади. Ишқаланиш бурчаги эса, ишқаланиш коэффиценти қийматига қараб 60° дан ($f = 0,1$ бўлганда) 16° гача ($f = 0,3$ бўлганда) бўлиши мумкин. Демак, маҳкамлаш деталлари учун ишлатиладиган резьбаларнинг ҳаммаси ўз—ўзидан тормозланиш хусусиятига эга бўлади.

Винтли жуфтнинг фойдали иш коэффицентининг қийматини гайкани бураш учун сарфланган ишида ишқаланиш йўқ, яъни $f = 0$, $\rho = 0$ деб фараз қилингандаги қийматни, ишқаланиш мавжуд бўлгандаги қийматга бўлиш йўли билан аниқланади, яъни $\eta = T_2/T_1$

$$\eta = \lg \varphi / \lg (\varphi + \rho) \quad (1.2)$$

Юқорида айтиб утилганидек, купчилик винтли жуфтларда $\varphi < \rho$ бўлганда ўз—ўзидан тормозланиш бўлади. Шу сабабдан уларнинг фойдали иш коэффиценти ҳамма вақт 0,5 дан кичик. Агар винтли жуфтнинг ўз—ўзидан тормозланишига зарурият бўлмаса, уни фойдали иш коэффицентининг кутарилиш бурчаги φ нинг қийматини камайтириш эвазига ошириш мумкин. Бунинг учун куп киримли винтлардан фойдаланилади.

1.5—§. Резьбани мустаҳкамликка ҳисоблаш

Резьбани мустаҳкамликка ҳисоблашда юкланиш резьба урамлари орасида бир хилда тақсимланади деб қабул қилинади. Лекин тажрибалар шуни кўрсатадики, бу юкланиш бир хил бўлмайди,

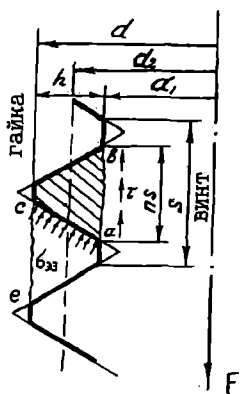
масалан 6 ўрамли гайканинг биринчи ўрамининг юкланиши 52% бўлса, охирги ўрамининг юкланиши 2% ни ташкил этади.

Резьбаларга таъсир этувчи кучнинг резьба ўрамлари орасида бир текис тақсимланмаслигининг асосий сабабларидан бири шуки, ўқ бўйлаб таъсир этувчи кучдан винтдаги резьбанинг бир томонга, гайкадаги резьбанинг эса қарама-қарши томонга деформацияланишидир.

Резьбанинг (σ) юзаси эзилишга текширилади (1.8—расм), бунда $\sigma_{\Sigma} \leq [\sigma_{\Sigma}]$ шарт бажарилиши керак. Эзувчи кучланишнинг ҳисобий қиймати:

$$\sigma_{\Sigma} = F / \pi d_2 h z \leq \sigma_{\Sigma} \quad (1.3)$$

Бу ерда: F — ўқ бўйича таъсир этувчи куч;
 d_2 — резьбанинг ўртача диаметри;
 h — резьба шаклининг баландлиги;
 z — гайкадаги резьба ўрамларининг сони;
 $[\sigma_{\Sigma}]$ — эзувчи кучланишнинг жоиз қиймати.



1.8 — расм.

Винт ва гайканинг резьба асослари кесими кесилишга текширилади, бунда $\tau_{\text{кес}} < [\tau_{\text{кес}}]$ шарт бажарилиши керак.

Винтнинг а — в кесим учун

$$\tau_{\text{кес}} = F / \pi d_1 k H \leq [\tau_{\text{кес}}]$$

Гайканинг с — е кесими учун

$$\tau_{\text{кес}} = F / \pi d k H \leq [\tau_{\text{кес}}] \quad (1.4)$$

бунда: d — резьбанинг ташқи диаметри; d_1 — резьба асосининг диаметри; F — болтга таъсир этувчи куч; H — гайканинг баландлиги; k — резьбанинг туруни ҳисобга олувчи коэффициент. Тўғри бурчакли резьба учун $k = 0,5$; трапецидал резьба учун $k = 0,65$; учбурчакли резьба учун $k = 0,8$.

$[\tau_{\text{кес}}]$ — жоиз кесимидаги кучланиш.

Бирикмани лойиҳалашда (винт ҳамда гайканинг материали бир хил бўлганда) резьба туруни танлаб d ни аниқлаб, H нинг ўлчами — ни белгилаш мумкин: $H = F / \pi d_1 k [\tau_{\text{кес}}]$, бунда резьба ҳамда стерженнинг мустаҳкамлигининг бир хиллиги таъминланади. Стандарт гайкаларнинг баландлиги $H = 0,8 d$ деб олинади.

Винт ҳамда шпилькаларни бураб киритиш чуқурлиги пўлат, материаллар учун $H_1 = d$, чуян материаллар учун $H_1 = 1,5d$ деб олиш тавсия этилади, бунда резьбанинг мустаҳкамлиги таъминланади.

1.6-§. Болт стерженини мустаҳкамликка ҳисоблаш

Болтли бирикмаларнинг стерженида ташқи куч таъсирида ҳар хил кучланишлар ҳосил бўлади. Бунда стержендаги кучланишлар қиймати ташқи кучларнинг йўналишига боғлиқ бўлиб, қуйидагича аниқланади.

1-ҳол. Болт стерженига фақат чўзувчи куч таъсир этади. Бунга сириб тортилмаган, яъни зўриқтирилмаган ҳолатда осиб қўйилган илгак мисол бўла олади (1.9-расм). Унинг резъбали қисми ташқи F куч таъсирида чўзилишга d_1 диаметр бўйича текширилади:

$$\sigma = \frac{4F}{\pi d_1^2} \leq [\sigma], \quad d_1 = \sqrt{\frac{4F}{\pi [\sigma]}} \quad (1.5)$$

2-ҳол. Болт сириб тортилган бўлиб, стерженга ташқи куч таъсир этмайди (1.10-расм). Бунга масалан, ёпиқ узатманинг қопқоғини сириб маҳкамлаш учун ишлатиладиган болтлар киради. Болт стерженида сириб тортиш натижасида чўзувчи ва буровчи кучланишлар ҳосил бўлади, бунда ташқи чўзувчи куч таъсирида ҳосил бўлган кучланиш $\sigma = 4F / \pi d_1^2$, стержень резъбасидаги момент таъсирида ҳосил бўлган буровчи кучланиш қуйидагича бўлади:

$$\tau = \frac{T_p}{W_p} = \frac{0.5 F d_2 \operatorname{tg}(\varphi + \rho')}{0.2 d_1^3}$$

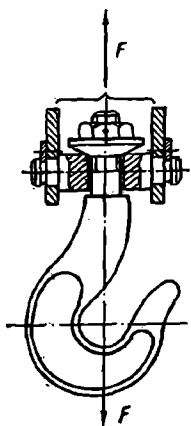
Стержендаги умумий (эквивалент) кучланиш

$$\sigma_{\text{эк}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sigma \sqrt{1 + 3\left(\frac{\tau}{\sigma}\right)^2}, \text{ бу ерда}$$

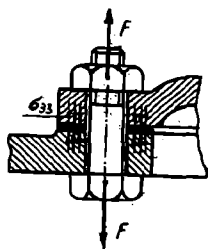
$$\frac{\tau}{\sigma} = \frac{0.5 F d_2 \operatorname{tg}(\varphi + \rho') \cdot \pi d_1^2}{(\pi d_1^3 / 16) 4F}$$

Қадами нисбатан катта бўлган метрик резъбалар учун $d_2 \approx 1.1 d_1$, $\beta = 2^\circ 30'$, $\rho' = 9^\circ 45'$ деб қабул қилсак, $\tau/\sigma \approx 0.5$. Бунда d_2 , φ , ρ' нинг қабул қилинган қийматлари учун

$$\sigma_{\text{эк}} \approx 1.3\sigma$$



1.9 – расм.



1.10 – расм.

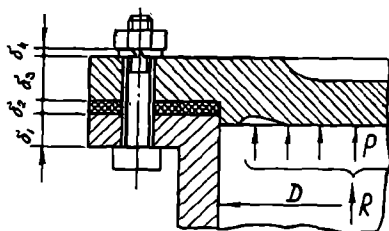
Демак, болт стерженига чўзувчи ва буровчи кучлар таъсир қилганда таъсир қилувчи F_y умумий кучнинг қийматини юқорида берилгандек олиш тавсия этилади, бунда кучланишнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\sigma_{\text{зм}} = 1,3\sigma = \frac{5,2F}{\pi d_1^2} \leq [\sigma]$$

Болт резьбасининг ҳисобий диаметри $d_1 \geq \sqrt{5,2F_y / \pi[\sigma]}$ мм. (1.6).

Бу ерда $[\sigma] = \sigma_{\text{ок}} / [S]$ — болт учун чўзилишдаги жоиз кучланиш. $\sigma_{\text{ок}}$ — болт материалининг оқувчанлик чегараси; $[S]$ — ҳавфсизлик коэффиценти, унинг қиймати 1.1—жадвалдан юкланиш характерига, болтнинг диаметри ва материалига мувофиқ олинади.

3-ҳол. Болт сириб тортилган, ташқаридан болт стерженига чўзувчи куч таъсир этади. Бунга ёпиқ узатмада подшипник узеллари, босим остида бўладиган герметик идишларнинг қопқоғи мисол бўла олади (1.11—расм). Болт F_c куч билан сириб тортилган бирикма тирқишидан ҳаво ёки суюқлик чиқмайди, лекин ташқи F_1 куч таъсиридан болт стержени Δl_g қийматга чўзилади.



1.11 — расм.

Бирикма деталлари эса сиқилари, яъни $\Delta l_g = \Delta l_g$ (1.11—расм). Натижада бирикмага таъсир қилувчи кучларнинг умумий қиймати $F_c = F + F_1$ (1.13) бўлади. Бирикма деталларининг чўзилиши ва сиқилиши ташқи F_1 куч таъсирида бўлиб, бунда χF_1 куч болт стерженига, қолган $(1 - \chi F_1)$ куч бирикма деталларига таъсир қилади. Бунда болт стерженига таъсир қилувчи умумий куч $F_{\text{зм}} = F + \chi F_1$ бўлади.

Бирикмада эластик қистирмалар (резина, асбест ва бошқалар) ишлатилганда $\chi = 0,4 \div 0,5$, ишлатилмаганда $\chi = 0,2 \div 0,3$ бўлади.

Болт стерженига таъсир қилувчи кучнинг энг кичик қиймати $F_{\text{мин}} \geq (1 - \chi F_1)$ бўлиши шарт, акс ҳолда $\Delta l_g = \Delta l_g$ тенглик бажарилмайди ва натижада бирикма тирқишларидан ҳаво ёки суюқлик чиқиши мумкин.

Бирикмалардаги болтнинг мустаҳкамлигини ҳисоблашда буровчи момент ҳисобга олинади, натижада болт қуйидаги куч билан сириб тортилиши керак.

$$F_{\text{zx}} = 1,3F_x + \chi F_1$$

Болтнинг диаметрини (1.6) формула ёрдамида аниқлаш мумкин, ҳавфсизлик коэффициентининг қиймати 1.2—жадвалдан танланади.

4—ҳол. Болтги бирикмада куч ўққа тик йўналган. Бунда болт икки хил тарзда ўрнатилиши мумкин.

а) Болт билан деталь ўртасида бўшлиқ бўлиб, ташқи куч деталлар ўртасидаги ишқаланиш туфайли мувозанатланади (1.12—расм). Болтга таъсир қилувчи кучнинг қиймати

$$F = k F_1 / f i z$$

бунда: F_1 — ташқи куч; f — деталлар ўртасидаги ишқаланиш коэффициенти: $k = 1,4...2$ — эҳтиётлик коэффициенти: i — кесимлар сони: z — болтлар сони.

Сириб тортилган болт чузилиш ва буралишга ишлайди, натижада ҳисобий кучнинг қиймати $F_x = 1,3 F$ бўлади. Болтнинг диаметри 1.6 — формула ёрдамида аниқланади.

б) Болт билан деталь ўртасида бўшлиқ йўқ (1.13—расм). Бундай болтлар стержени кесилишдаги кучланишга текширилиб, унинг диаметри қуйидагича аниқланади.

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi i z [\tau_{\text{кес}}]}} \quad (1.7)$$

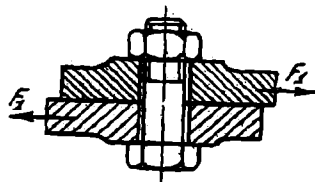
5—ҳол. Таъсир қилувчи куч болт стерженида эгувчи момент ҳосил қилади. Деталнинг гайка сирти билан туташадиган юзаси нотекис бўлганда

(1.14—расм) ёки каллаги стандартда кўрсатилмаган илгак сифатида тайёрланган болтлардан фойдаланилганда унинг стерженида, чузувчи кучдан ташқари, эгувчи момент ҳам ҳосил бўлади. Шунинг учун бундай болтларни ҳисоблашда, чузувчи кучдан ташқари, эгувчи моментга ҳам эътибор бериш керак. Чузувчи кучдан ҳосил бўлган кучланиш:

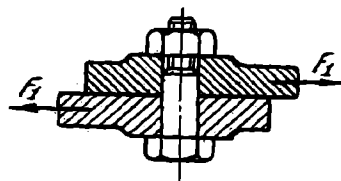
$$\sigma = F / (\pi d_x^2 / 4)$$

Эгувчи момент таъсирида ҳосил бўлган кучланиш эса $\sigma_x = Fx / (0,1 d_1^2)$, агар $x = d_1$ бўлса, $\sigma_x = F / (0,1 d_1^2)$.

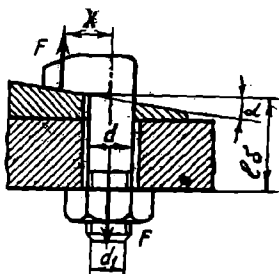
α бурчакнинг қиймати кичик бўлганда эгилишдаги кучланиш қийматини шу эгилишдан ҳосил бўлган қушимча деформацияни ҳисобга олган ҳолда қуйидагича аниқланади:



1.12 — расм.



1.13 — расм.



1.14 – расм.

$$\sigma_{\pi} = M / W_{\pi} \approx E d \alpha / (2l_0)$$

бу ерда: $M = E I / \rho$, $\rho = l_0 / \alpha$; $W_{\pi} = I / (d / 2)$.

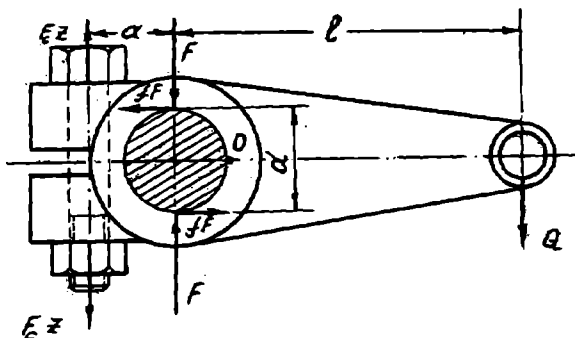
Ҳисобий эгилишдаги кучланиш сифатида шу аниқланган кучланишларнинг энг кичик қиймати олинади.

Болт учун умумий мустаҳкамлик шарти қуйидагича бўлади:

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_{\pi} \leq [\sigma] \quad (1.8)$$

Ҳисоблашлар шуни кўрсатадики, бу кучланишлар ўртасидаги нисбат $\sigma_{\pi} / \sigma_1 \approx 7,5$ га тенг. Демак, эгилишдаги кучланиш болт стерженининг мустаҳкамлигини кескин равишда камайтиради. Шунинг учун бундай шароитда болтлардан иложи борида кам фойдаланган маъқул.

6-ҳол. Клеммали бирикмаларнинг болтларини ҳисоблаш. Клеммали бирикмалар деталлари валларга, ўқларга, цилиндрик коллоннага бириктириш учун мулжалланган бўлиб, болтларнинг узини сириб тортиш ҳисобига ҳосил қилинади (1.15-расм).



1.15 – расм.

Ана шу мақсадда тайёрланган ричагнинг бир учига вал ўрна-тиладиган тешик бўлиб, унинг диаметри маълум мақсад билан қирқилган бушлиқ эвазига валга осон жойлашади ва болтларни сириб тортиш ҳисобига кичрайиб, валга маҳкам ўрнашади. Бунда ричагдаги тешик сирти билан вал сирти орасида ҳосил буладиган ишқаланиш кучининг моменти ташқи куч моментига тенг ёки ундан ортиқроқ (20% ортиқроқ) бўлиши керак, яъни:

$$f F d = 1,2 Q l$$

Натижада вал билан клемманинг сиртида ҳосил бўлган куч:

$$F = 1,2 Q l / f d \quad (a)$$

бу ерда: f — ишқаланиш коэффициенти; d — валнинг диаметри; l — рычагининг елкаси.

Агар клемманинг гупчаги билан рычаг 0 нуқтада шарнир ҳолатида бириктирилган деб қабул қилинса, бунда клеммали бирикманинг мувозанат ҳолатини сақлаш шарты қуйидагича бўлади, яъни 0 нуқтага нисбатан моментлар йигиндисы олинади:

$$F_c z \left(a + \frac{d}{2} \right) - F \frac{d}{2} = 0,$$

бундан болтни сириб тортиш учун керакли бўлган F_c кучнинг қиймати:

$$F_c = Fd / (2a + d)z \quad (6)$$

га тенг бўлади.

(а), (б) формулаларни ҳисобга олсак:

$$F_c = 1,2 Q l / f(2a + d).$$

Клеммали рычагда, гупчақ икки қисмдан иборат бўлса:

$$F_c Z = F$$

(а), (б) — формулалардан, болтни сириб тортиш учун керакли кучнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$F_c = 1,2 Q l / f d z \quad (1.9)$$

Шундай қилиб, клеммали бирикмаларнинг болтларини ҳисоблаш учун болтларни сириб тортиш учун зарур бўлган F_c куч аниқланади. Сунгра уларнинг мустаҳкамлиги 2—ҳолда келтирилган усул билан ҳисобланади, яъни

$$\sigma_{\text{эк}} = 1,3 F / (\pi d_x^2 / 4) \leq [\sigma] \quad (1.10)$$

Клеммали бирикмаларнинг асосий афзаллиги бу шпонкасиз бирикмалар ҳосил қилиб, рычагни ҳар қандай бурчак остида жойлаштириш мумкинлиги ҳамда йигиш ва таъмирлашнинг нисбатан осонлигидир.

Камчиликлари эса бу бирикмаларнинг ишлашда ишончли эмаслиги (айниқса ўзгарувчи кучлар таъсирида)дир.

1.7—§. Ўзгарувчан кучлар таъсиридаги болтларнинг мустаҳкамлиги

Болтлар иш жараёнида ўзгарувчан кучланишлар таъсирида бўлса, бундай болтларнинг хавфсизлик коэффициенти қуйидагича аниқланади:

$$S = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_a k_\sigma + \psi_\sigma \sigma_T} \quad (1.11)$$

бу ерда: σ_{-1} — болт материалнинг чидамлилиқ чегараси ; ψ_σ — кучланиш циклининг узгармас қисмини мустаҳкамликка таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент; k_σ — кучланишнинг тўпланишини ҳисобга олувчи коэффициент қиймати $k_\sigma = 3,5 \div 4,5$ — углеродли пулат материаллар учун; $k_\sigma = 4 \dots 5,5$ — легирланган пулат материаллар учун.

1.8—§. Бир нечта болтли бирикмаларни ҳисоблаш

Бу хил бирикмаларни икки гуруҳга бўлиш мумкин:

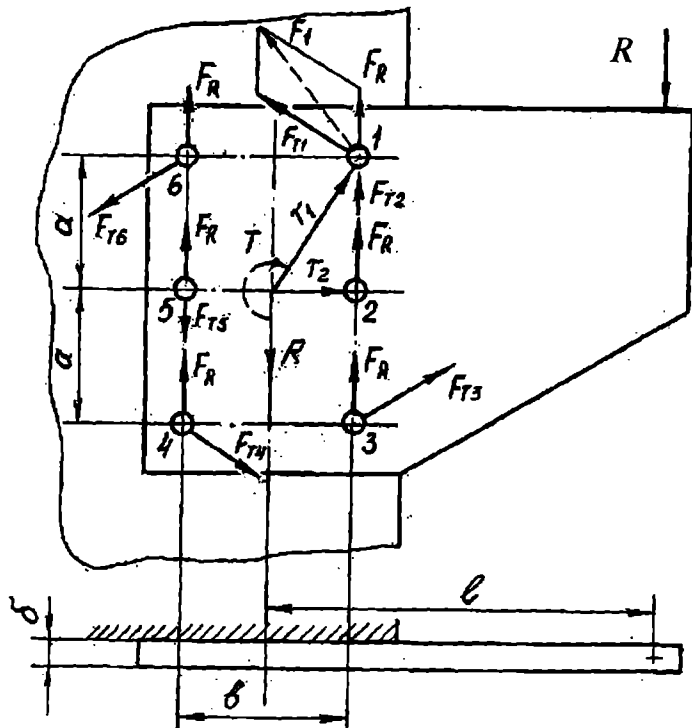
Бирикмада ҳамма болтлар бир хил юкланган. Бундай ҳолларда умумий юкланиш болтлар сонига бўлиниб, ҳар бир болтга тўғри келадиган юкланиш топилади. Масалан, бир неча болт билан бириктирилган муфтани олайлик. Муфтага буровчи момент таъсир этаётганда болтлар ўрнатилган айлана бўйича йўналган айланма куч $F = 2 T / D$ бўлади. Ҳар бир болтга таъсир этаётган кучнинг қиймати эса қуйидагича аниқланади: $F_0 = 2 T / z D_0$. Бу ерда z бирикмадаги болтлар сони; D_0 — болтларнинг марказидан ўтган айлананинг диаметри. Бундан кейинги ҳисоблаш болтнинг қай тарзда ўрнатилганлигига боғлиқ (болт стерженини мустаҳкамликка ҳисоблашнинг 4—ҳоли).

Агар бирикмага таъсир этувчи кучлар ихтиёрий нуқтада бўлиб, болтларга таъсир этаётган кучлар ҳар хил бўлганда, энг катта куч таъсир қиладиган болт аниқланиб, бу болт тешиқчага қандай ўрнатилгани ҳисобга олинади ва унинг мустаҳкамлиги аниқланади. Масалан, бирикмада кронштейнга ташқи куч таъсир этади, дейлик (1.16—расм), бунда болтлар ҳар хил юкланишда бўлади. Энг катта юкланишли болтни аниқлаймиз. Бунинг учун ташқи куч F ни марказга кучирамиз, натижада бирикма болтларига марказий куч R ҳамда момент $T = F l$ таъсир этади. Болтларда юкланиш R куч таъсирида бир хил тақсимланади, яъни $F_R = R / z$. Момент таъсирида реакция қийматлари $r_1, r_2 \dots r_n$ радиусларга перпендикуляр ҳолда йўналган бўлиб, бу кучлар ўзаро мувозанат сақлаши керак, яъни

$$T = F_{r1} r_1 + F_{r2} r_2 + \dots F_{rn} r_n ; \quad \frac{F_{r1}}{F_{r2}} = \frac{r_1}{r_2} \dots \frac{F_{r1}}{F_{rn}} = \frac{r_1}{r_n}$$

Расмда кўрсатилган мисол учун $T = 4 F_{r1} r_1 + 2 F_{r2} r_2$ бўлади.

Ҳар бир болтга таъсир қиладиган кучларнинг умумийси бу F_R, F_T кучларнинг геометрик йигиндисидан иборат бўлади. Болтларнинг мустаҳкамлиги таъсир этувчи энг катта куч бўйича ҳисобланади.



1.16 – расм.

Бирикмада болт тешикка тигиз ўрнатилган бўлса, болт стерженнинг кесилиш ва эзилишга чидамлиги (1.7) формулалар бўйича текширилади.

Болт тешикка тигиз ўрнатилмаган бўлса, кронштейн туташган жойидан ажралмаслиги учун болт маҳкамланиши керак. Бунда туташган юзада ишқаланиш кучи ҳосил бўлади. Болтни маҳкамлаш кучининг қиймати қуйидагича аниқланади.

$$F_M = k F_{\max} / f \quad (1.12)$$

бу ерда: $k = 1,3 \dots 2$ — хавфсизлик коэффиценти; $F_{\max}$ — болтга таъсир қилувчи энг катта кучнинг қиймати; f — туташган юзадаги ишқаланиш коэффиценти, мойланмаган пулат ва чуян юзалар учун $f = 0,15 \div 0,2$.

Болтларнинг чузилишидаги кучланишга мустаҳкамлиги 1.5— формула ёрдамида аниқланади.

1.9–§. Резьбали бирикмалар учун материалларнинг жоиз кучланишлари ҳамда мустаҳкамлик класслари

Болт, винт, гайкалар учун материаллар ГОСТ 1759–82 асосида танланади. Углеродли, легирилган пулат материаллардан тайёрланган болт, винт, шпилька 12 та, гайка эса 7 та мустаҳкамлик классига бўлинади ва ҳар бир класс учун керакли материал тавсия этилади. (1.1–жадвал).

1.1–жадвал

Мустаҳкамлик класс		Мустаҳкамлик чегараси, σ_k МПа	Оқувчанлик чегараси, $\sigma_{ок}$ МПа	Пулат материаллар
болт, шпилька	гайка			
3,6	4	300 ÷ 400	200	Ст 3; 10
4,6	5	400 ÷ 550	240	20
5,6	6	500 ÷ 700	300	30; 35
6,6	8	600 ÷ 800	360	35; 45; 40 г
8,8	10	800 ÷ 1000	640	35х, 40г, 38хА
10,9	12	1000 ÷ 1200	900	40Г2, 40х, 30хГСА

Э с л а т м а: Мустаҳкамлик классининг шартли белгисида берилган сонни 100 га қўпайтириб, материалнинг мустаҳкамлик чегараси аниқланади; берилган икки сонни қўпайтириб олинган қиймати 10 га қўпайтисак, материалнинг оқувчанлик чегараси аниқланади.

Материал танлашда (болт, гайка, шпилька) унинг ишлаш шaroити, юкланиш характери ҳамда тайёрлаш йулларини ҳисобга олиш керак. Машинасозлик саноатида ишлатиладиган станоклар учун кам ҳамда урта углеродли СТ 10 ... Ст 35 пулат материалларни ишлатиш тавсия этилади.

Жоиз кучланишлар қиймати таъсир этаётган кучнинг йуналиши ҳамда характерига, яъни узгармас ёки узгарувчанлигига боғлиқ бўлиб, уни қуйидагича олиш тавсия этилади.

Ташқи куч уқ бўйлаб йуналганда: $[\sigma] = 0,6 \sigma_{ок}$ МПа

Ташқи куч узгармас бўлиб уққа тик йуналган, болт тешикчага тигиз урнатилган, бунда $[\tau] = 0,4 \sigma_{ок}$ МПа. Ташқи куч узгарувчан бўлса, $[\tau] = (0,2 \div 0,3) \sigma_{ок}$ МПа.

Юқоридагиларни эътиборга олган ҳолда болтларнинг маҳкамланиши назорат қилиниши ёки қилинмаслиги ҳисобга олинади. Маҳкамланиши назорат қилинмайдиган болтлар учун хавфсизлик коэффициентининг қиймати 1.2–жадвалдан олинади.

Маҳкамланиши назорат қилинадиган болтлар учун хавфсизлик коэффициентининг қийматини таъсир этаётган ташқи кучлар болт уқи бўйича ёки унга тик йуналган бўлса, $[S] = 1,5 \dots 2,5$ деб олиш тавсия этилади.

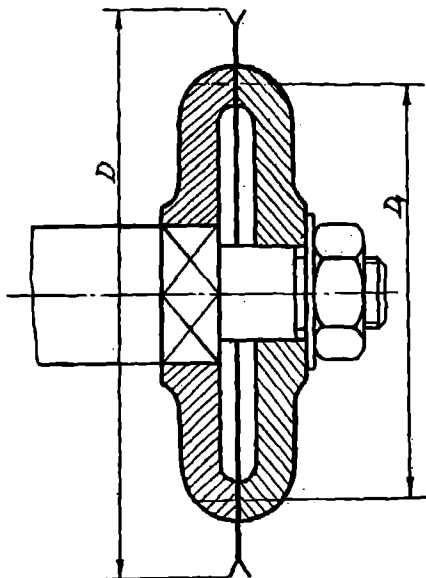
Болтли бирикмалардаги болтни маҳкамлаш кучининг жоиз қиймати унинг назорат қилиниши ёки қилинмаслигига қараб олинади.

1.2-жадвал

Болт тайерлаш учун ишлатиладиган пўлат материаллар	Куч ўзгармас бўлиб, болтнинг маҳкамланиши назорат қилинмаганда хавфсизлик коэффицентининг қиймати (S)		
	M6 ... M16	M16 ... M30	M30 ... M60
Углеродли пўлат	5...4	4...2,5	2,5...1,5
Легирланган пўлат	6,5...5	5...3,3	3,3

Масала. Кесилишдаги қаршилик кучи $F = 1$ кН, $D = 400$ мм бўлган арра, диаметри $D_1 = 120$ мм ли шайбалар ўртасида жойлашган бўлиб, гайка билан маҳкамланган (1.17—расм). Арра билан шайба ўртасидаги зарур ишқаланиш кучи гайка ёрдамида таъминланади. Валдаги резъбанинг диаметри аниқлансин.

Масаланинг ечими: Арранинг ишлаши учун қаршилик кучининг моменти ишқаланиш кучининг моментида ошмаслиги керак, яъни:



1.17 – расм.

$$M_{\text{шн}} > 1,25 M_{\text{кес}} \quad \text{ёки} \quad F_{\text{шн}} \frac{D_1}{2} > 1,25 \frac{FD}{2}$$

Шайба билан арра орасидаги ишқаланиш кучи

$$F_{\text{шн}} \geq \frac{1,25 FD/2}{D_1/2} = \frac{1,25 \cdot 1 \cdot 400 / 2}{120 / 2} = 4,16 \text{ кН}$$

Шу ишқаланиш кучини таъминлаш учун гайка қуйидаги куч билан маҳкамланиши керак:

$$Q \geq F / f = 41,6 \text{ кН}$$

бу ерда: $f = 0,1$ шайба билан арра ўртасидаги ишқаланиш коэф-
фициенти. 1.3—жадвалдан резъбанинг мос диаметрини танлаймиз,
яъни $Q = 41,6 \text{ кН}$ бўлганда М 24.

1.3—жадвал

Резъбанинг тури ва диаметри	(F), Н		Резъбанинг тури ва диаметри	(F), Н	
	Назорат қилинмайди	Назорат қилинади		Назорат қилинма- йди	Назорат қилинади
М 6	800	3000	М 16	8000	23500
М 8	1500	5500	М 20	14000	37000
М 10	2500	8600	М 24	21000	53000
М 11	3800	12200	М 30	46000	85000

Савол ва топшириқлар

1. Бирикмалар, бирикмаларнинг турлари ҳақида сузлаб беринг.
2. Резъбаларнинг турлари ва ишлатиш соҳалари ҳақида сузлаб беринг.
3. Деталларни узаро маҳкамлаш учун қандай резъбалар ишлатилади? Бу резъбалар қандай хусусиятга эга?
4. Винтли жуфтнинг ФИК қийматларини қандай йуллар билан кутариш мумкин?
5. Қандай йуллар билан резъба урамларига юкланишларни бир текис тақсимлаш мумкин?
6. Қандай ҳолларда кичик қадамли резъбалар ишлатилади?
7. Резъба юзаси ва кесимлари қандай кучланишга текширилади?
8. Болт, винт, шпилькалар қандай материаллардан тайёрланади?
9. Болт стерженига фақат чузувчи (сиқувчи) куч таъсир этганда, шу стержен-
даги кучланиш аниқлансин.

10. Болт стержени чузувчи куч ва уз ўқи атрофида буровчи момент таъсирида булганда шу стержендаги кучланиш аниқлансин.

11. Ташқи куч болт ўқиға тик йўналган бўлиб, бунда болт тешикчага титиз урнатилган, болт стерженидаги кучланиш аниқлансин; бушлиқ билан урнатилган болт стерженидаги кучланиш аниқлансин.

12. Болтли бирикмаларнинг туташган жойидаги силжимаслик шартлари нимадан иборат?

13. Болт стерженига таъсир қилувчи куч эгувчи момент ҳосил қилади, стержендаги кучланиш аниқлансин.

14. Клеммали бирикмадаги болтларни мустаҳкамликка ҳисобланг.

2—боб. ШПОНКАЛИ ВА ШЛИЦЛИ БИРИКМАЛАР

Шпонкали ва шлицли бирикмалар ёрдамида шкив, тишли гилдирак, муфта ва шунга ўхшаш деталлар валларга маҳкамланади. Бунда бирикма асосан буровчи момент билан юкланади.

2.1—§. Шпонкали бирикмалар

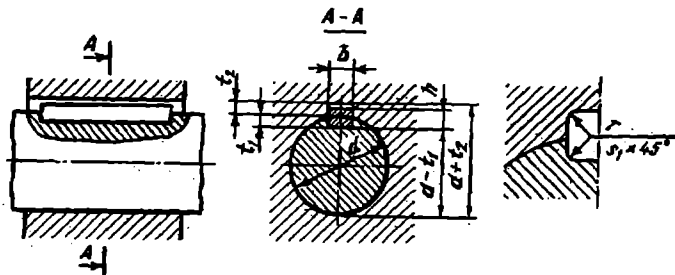
Бу бирикмалар вал, шпонка ҳамда гилдиракни (шкив, тишли гилдирак, юлдузча ва бошқалар) гупчагидан иборат бўлиб, шпонка буровчи моменти узатиш учун ишлатилади. Шпонкали бирикмаларнинг афзаллиги уларнинг тузилиши оддийлиги ҳамда йитиш ва қисмларга ажратишнинг анча осон ва арзонлигидадир. Вал сиртига шпонка учун мулжалланган ўйиқ қилиниши, шпонкали бирикмаларнинг асосий камчилигидир, чунки бу ўйиқ вал кўндаланг кесимининг мустаҳкамлигини камайтиради. Ўйиқларда кучланишларнинг тўпланиши, бирикманинг мустаҳкамлигини вал ҳамда гилдиракнинг мустаҳкамлигидан кичик бўлиши ҳам бу бирикмаларнинг камчилиги ҳисобланади. Шунинг учун шпонкали бирикмаларни динамик юкланиш билан ишлайдиган ва катта тезлик билан ҳаракатланувчи валларда ишлатиш тавсия этилмайди.

Шпонкали бирикмалар зўриққан ва зўриқмаган бўлиши мумкин.

Зўриқмаган бирикмаларда призматик (2.1—расм), сегментли (2.3—расм) шпонкалар, зўриққан бирикмаларда цилиндрсимон (2.4—расм), понасимон шпонкалар ишлатилади.

Призматик шпонкалар (2.1—расм). Бу шпонкалар ён томонининг баландлиги h бўлиб, унинг учлари айланасимон текис ёки бир томони айланасимон иккинчи томони текис бўлиши мумкин.

Ўлчамлари валнинг диаметрига қараб ГОСТ 23360—78 асосида танланади.

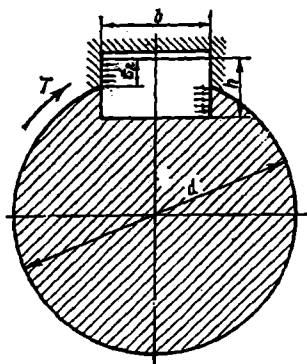


2.1 – расм.

Танланган шпонканинг ён ёқлари буровчи момент таъсирида ҳосил бўлган эзилишдаги кучланишга (2.2–расм) текширилади, бунда

$$\sigma_{\text{э}} = 4T / (d l_x l_y) \leq [\sigma_{\text{э}}] \quad (2.1)$$

Бу ерда: T — буровчи момент; l_x — шпонканинг ҳисобий узунлиги; l_y — шпонканинг гупчакка утқазилган қисмининг баландлиги; $[\sigma_{\text{э}}]$ — эзилишдаги кучланишнинг жоиз қиймати.



2.2 – расм.

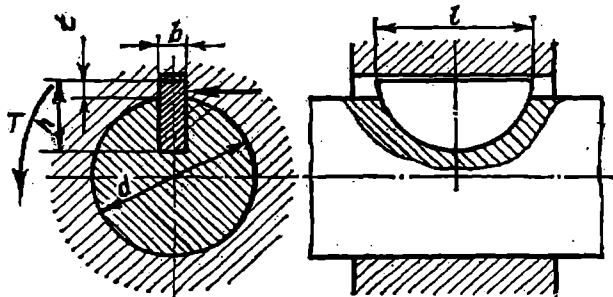
Шпонканинг узунлиги гупчакнинг узунлигидан 5 ÷ 10 мм кам олинади, бунда икки учи текис бўлган шпонканинг узунлиги $l_x = l$, икки учи айланасимон бўлган шпонканинг узунлиги $l_x = l - b$. b — шпонканинг эни.

Агар эзилишдаги ҳисобий кучланишнинг қиймати жоиз қийматдан 5% кўп бўлса, шпонканинг узунлигини ошириш ёки уни шлицли шпонка билан алмаштириш тавсия этилади.

Буровчи момент қийматлари нисбатан кичик бўлганда сегментли шпонкаларни (2.3–расм) ҳам ишлатиш мумкин. Шпонканинг баландлиги $h = 0,4d$, узунлиги $l = d$. Бу шпонкалар ҳам эзилишга ҳамда энсиз бўлгани учун қўшимча равишда кесилишга текширилади.

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{э}} &= 2T / [d(h - t)l] \leq [\sigma_{\text{э}}], \\ \tau_{\text{кес}} &= 2T / (d b l) \leq [\tau_{\text{кес}}] \end{aligned} \quad (2.2)$$

бу ерда: b — шпонканинг эни.

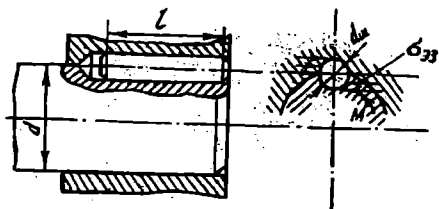


2.3 – расм.

Цилиндрсимон шпонка (2.4–расм). ГОСТ 3128–70, ГОСТ 12207–79 асосида тайёрланиб, уйиққа маълум даражада тигизлик билан ўрнатилади. Бундай шпонкалар валнинг таянч учи калта бўлган ҳолларда ишлатилиб, узунлиги $l = (3 \dots 4) d_{\text{ш}}$, диаметрини $d_{\text{ш}} = (0,13 \dots 0,16) d$ га тенг қилиб олиш тавсия этилади. Танланган шпонка эзилишга текширилади.

$$\sigma_{\text{эз}} = 4T / d_{\text{ш}} l d \leq [\sigma_{\text{эз}}] \quad (2.3)$$

бу ерда: $d_{\text{ш}}$ – шпонканинг диаметри; d – валнинг диаметри. Шпонканинг сонини узатилаётган моментга нисбатан қуйидагича аниқлаш мумкин:



2.4 – расм.

$$z = \frac{16T}{p d d_{\text{ш}} l [\sigma_{\text{эз}}]}$$

Стандарт буйича (ГОСТ 8787–68) тайёрланадиган шпонкалар учун мустаҳкамлиги 500 МПа дан кам бўлмаган углеродли ва легирланган пулат материаллар ишлатилади. Жоиз қучланишларнинг қиймати иш режимига, вал ҳамда втулка материалларининг мустаҳкамлигига боғлиқ бўлиб, қийматларини қуйидагича олиш тавсия этилади.

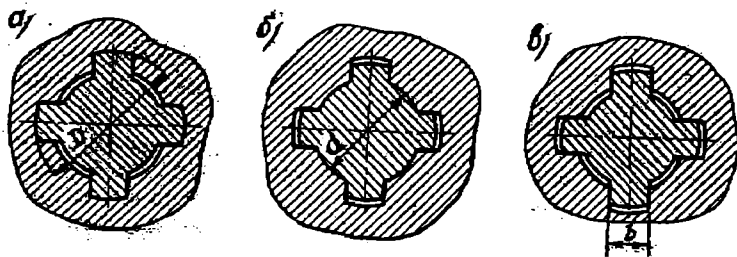
Бирикмада гупчак пулат материалдан тайёрланган бўлса $[\sigma_{\text{эз}}] = 120$ МПа; гупчак чуян материалдан тайёрланган бўлса $[\sigma_{\text{эз}}] = 70$ МПа. Юкланиш зарб билан таъсир этганда бу қиймат 50% камайтирилади.

2.2-§. Шлицли бирикмалар

Валнинг сиртида ҳамда унга ўрнатилган деталь гупчаги тешигининг сиртида ариқчалар ўйилиб, деталлардан бирининг чиқиғи иккинчисининг ботигига тушадиган қилиб ўрнатилса, шлицли бирикма ҳосил бўлади. Бундай бирикмалар шпонкали бирикмаларга нисбатан қуйидаги афзалликларга эга: биринчидан деталлар валда яхши марказланади, керак бўлганда уларни вал бўйлаб суриладиган қилиб ўрнатиш ҳам мумкин; иккинчидан улчамлари бир хил бўлган бирикмаларда шлицли бирикмалар шпонкали бирикмаларга нисбатан катта буровчи момент узата олиши мумкин; учинчидан юкланиш зарб таъсирида бўлганда ҳам ишончли ишлайди.

Шлицли бирикмаларнинг барча улчамлари стандартлашган бўлиб, шакли тўғри тўртбурчакли (2.5—расм) эвольвента (2.6—расм) ва учбурчакли (2.7—расм) бўлиши мумкин. Булардан энг куп тарқалгани тўғри тўртбурчак шаклли шлицалардир.

Тўғри тўртбурчак тишли шлицли бирикмаларда деталлар шлицларининг тиш ости ва ташқи диаметри бўйича ёки ён томонлари билан марказлаштирилади (2.5—расм а, б, в лар) ҳамда жадвалдан буровчи моментга нисбатан танланади.



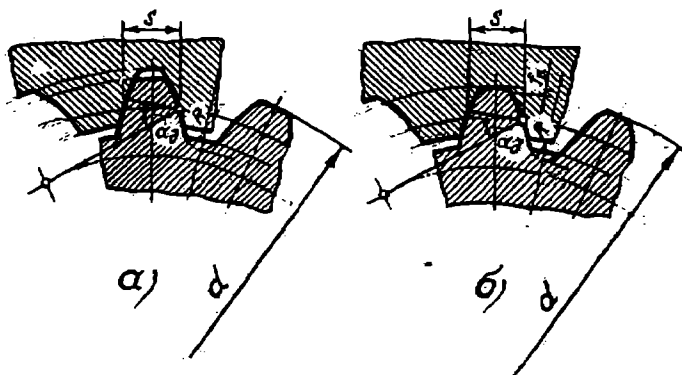
2.5 — расм.

Марказлаштириш D ёки d бўйича бўлса гупчак ва вал ўқларининг ўқдошлиғи ёки ёқлари бўйича марказлаштиришга нисбатан маъқулроқ бўлади. Ён ёқлари билан марказлаштириш иш шароити оғир бўлган ҳолларда тавсия этилади, чунки бунда тишларга юкланиш нисбатан бир текисда юкланади.

Бу бирикмалар ГОСТ 1139—80 асосида уч хил серияга бўлинади. Енгил серия ($D = 26...120$ мм, тишлар сони $z = 6; 8; 10$), ўртача серия ($D = 14...125$ мм, тишлар сони $z = 6; 8; 10$), оғир серия ($D = 20...125$ мм, тишлар сони $z = 6; 10; 20$).

Асосан енгил ва ўртача сериядаги бирикмалар ишлатилади. Валларнинг диаметрлари катта бўлганда эвольвента шакли тишли бирикмаларни ишлатиш тавсия этилади, бунда марказлаштириш

тиш ён ёқлари (2.6—расм, а) ёки унинг диаметри (2.6—расм, б) бўйича бажарилиши мумкин.



2.6 – расм.

Эвольвента шаклли шлицалар тиш асосининг қалинлиги катта, тишлар сони кўп бўлганлиги учун мустақамлиги катта бўлади.

Бирикманинг ўлчамлари ГОСТ 6033–80 асосида стандартлаштирилган бўлиб, бунда модуль $m = 0,5 \div 10$ мм, ташқи диаметри $D = 4 \dots 500$ мм, тишлар сони $z = 6 \dots 82$.



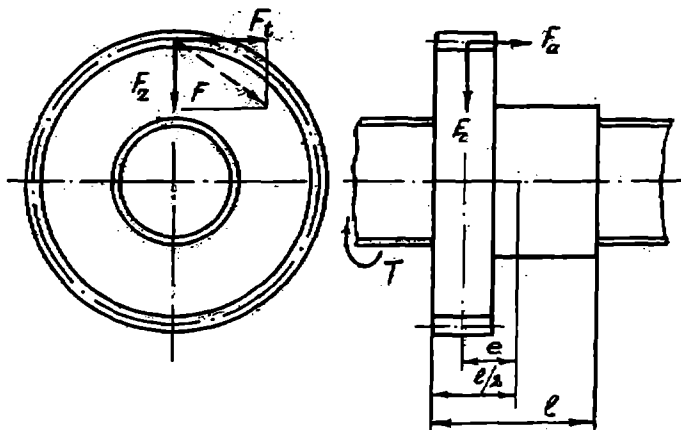
2.7 – расм.

2.3–§. Бирикмаларнинг ҳисоби ва жониз кучланишлар

Шлицли бирикмаларнинг ишлаши тиш юзаларининг эзилишига ва ейилишга чидамлилиги билан белгиланади. Ейилиш асосан илашган тиш юзаларининг тебраниб силжиш натижасидир. Бу ҳодиса бирикмаларда илашган тишлар уртасидаги бушлиқ туфайли рўй беради.

Масалан, бирикмада вал айланганда ўз ҳолатини ўзгартирмайдиган (тишли узатмаларда) F_t кучи (2.8—расм) таъсир этади. Бунда илашган тишлар орасидаги бушлиқ куч таъсир қилган томонда кам бўлиб, карама–қарши томонда кўп бўлади, бу жараён ҳар циклда қайтарилиши натижасида тебранма силжиш ҳодисаси рўй беради.

Бирикмага таъсир қилувчи $F = \sqrt{F_t^2 + F_r^2}$ куч гулчак марказидан e масофага (2.8—расм) силжиса, ағдарувчи момент $M_{o1} = Fe$ ҳосил бўлади, бу эса гулчак четларида кучланишларнинг тўпланишига сабаб бўлади. Шунингдек, бўйлама куч F_b таъсирида ағдарувчи



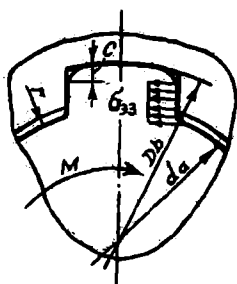
2.8 – расм.

момент $M_{a2} = 0,5 F_1 d$ ҳосил булади, умумий агдарувчи момент эса $M_{\sigma\gamma} = M_{o1} + M_{a2}$ булади. Демак, шлиц тишларини ейилишини камайтириш учун тишлар ўртасидаги бушлиқни камайтириш, яъни бирикма деталларини аниқлиқ даражасини ошириш билан бирга, тиш юзаларини қаттиқликлигини ошириш зарур.

Бирикма фақат буровчи момент билан юкланган бўлса, масалан узаро муфта ёрдамида бириктирилган валларда тебранма силжиш ҳодисаси рўй бермайди, шунинг учун уларнинг ейилишга чидамлилиги ҳисобланмайди.

2.4-§ Тақрибан ҳисоблаш усули

Ҳисоблашнинг бу усулида юкланиш бирикмаларнинг тиш узунлиги бўйича бир текис тақсимланган, деб қабул қилинади (2.9-расм). Тиш юзасидаги эзувчи кучланиш қиймати қуйидагича ҳисобланади



2.9 – расм.

$$\sigma_{zz} = 2 T / (K_z z h d_p l) \leq [\sigma_{zz}] \quad (2.4)$$

бу ерда: T — буровчи момент; K_z — юкланишнинг нотекис тақсимланишини ҳисобга олувчи коэффициент қиймати $0,7 \div 0,8$; z — тишлар сони; h — тишнинг баландлиги; d_p — бирикманинг ўртача диаметри; l — тишнинг ишчи узунлиги. Тўғри тўртбурчак шакли тишлар учун $h = 0,5 (D - d) - 2f$; $d_p = 0,5 (D + d)$; эвольвента шакли тишлар

учун $h = m$; $d_p = m z$; $[\sigma_{zz}]$ — кучланишнинг жоиз қийматлари узоқ муддат ишлайдиган умумий машинасозлик ҳамда кўтариш—ташиш машиналари учун унинг қиймати 2.1-жадвалда берилган).

2.5—§. Ҳисоблашнинг аниқлаштирилган усули

ГОСТ 21425—75 буйича фақат тўғри тўртбурчакли шлицли тишлар учун ҳисоблашнинг аниқлаштирилган усулидан фойдаланиш мумкин. Бунда юкланишни тиш узунлиги бўйича нотекис тақсимланиши, бирикманинг ишлаш муддати, ишлаш шароити, қўшимча динамик коэффициент ва бошқа омиллар ҳисобга олинган.

Шлиц тишларини эзилишга ва ейилишга ҳисоблаб, қайси бирининг ҳисобий қиймати катта бўлса, шу бўйича бирикманинг юкланиш даражаси белгиланади.

Эзилишга ҳисоблаш йули билан бирикма тишларининг ишчи юзаларининг иш жараёнида ўта юкланиш натижасида пластик деформацияланмаслигига эришилади.

Эзувчи кучланишнинг ҳисобий қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\sigma_{\text{э}} = 2 T / (z h d_{\text{ф}} l) \leq [\sigma_{\text{э}}] \quad (2.5)$$

Бу ерда: T — буровчи момент; z — тишлар сони; h — тишнинг баландлиги $d_{\text{ф}}$ — шлицнинг ўртача диаметри, l — шлицнинг узунлиги.

Бирикма типларини ейилишга ҳисоблаш. Тишларнинг ейилиши эзувчи кучланиш қиймати билан белгиланади. Бу кучланишнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\sigma_{\text{э}} = 2 T / (z h d_{\text{ф}} l) \leq [\sigma_{\text{э}}]_{\text{ейл}}, \quad (2.4)$$

бу ерда: $[\sigma_{\text{э}}]_{\text{ейл}}$ — иш жараёнида тишларни ишчи юзаларида ейилмаслигини таъминловчи босим; тишлар термик қайта ишланмаган бўлса; $[\sigma_{\text{э}}]_{\text{ейл}} = 0,028 \text{ HB} - (\leq 350 \text{ HB})$; тобланган бўлса; $[\sigma_{\text{э}}]_{\text{ейл}} = 0,3 \text{ HRC}$; углерод билан тўйинтирилган бўлса: $[\sigma_{\text{э}}]_{\text{ейл}} = 0,4 \text{ HRC}$. ГОСТ бўйича ҳисоблашда ейилишнинг вақт давомида ўзгариши ва унинг қалинлиги ҳамда бирикмада туташини тури ҳисобга олинмаган.

2.1—жа д в а л

Бирикманинг тури	Ишлаш шароити	$(\sigma_{\text{э}})$, МПа	
		$\leq 350 \text{ HB}$	$\geq 40 \text{ HRC}$
Уқ бўйича ҳаракатланмайди	огир	35...50	40...70
	ўртача	60...100	100...140
	яхши	80...120	120...200
Уқ бўйича ҳаракатланмайди (юкланишсиз).	огир	15...20	20...35
	ўртача	20...30	30...60
	яхши	25...40	40...70
Уқ бўйича ҳаракатланади (юкланишчи)	огир	—	3...10
	ўртача	—	5...15
	яхши	—	10...20
Маҳсус машинасозлик саноатида, масалан станоксозликда $(\sigma_{\text{э}}) = 12...20 \text{ МПа}$; уқ бўйича ҳаракатланувчи бирикмаларда $(\sigma_{\text{э}}) = 4...7 \text{ МПа}$.			

Савол ва топшириқлар

1. Шпонкали бирикмаларнинг асосий турлари ва ишлатиш соҳалари ҳақида сузланг.
2. Шпонкали бирикмаларнинг афзаллик ва камчиликлари нимадан иборат?
3. Шпонкалар қандай кучланишлар бўйича текширилади?
4. Шлидли бирикмаларнинг турлари ва ишлатиш соҳалари ҳақида сузланг.
5. Шлидли бирикмалар шпонкали бирикмаларга нисбатан қандай афзалликларга эга?
6. Шлидли бирикмаларни эзилиш ва ейилишга ҳисобланг.

3 – б о б . ПАЙВАНД БИРИКМАЛАР

3.1 – §. Умумий маълумотлар

Пайванд бирикмалар ажралмас бирикмаларнинг асосий тури бўлиб, улар машинасозлик ва қурилишда кенг қўламда ишлатилади. Чунки пайванд бирикмалар бошқа ажралмас бирикмаларга нисбатан бирмунча афзалликларга эга, чунончи пайванд бирикма кам меҳнат талаб қилиши билан бирга, металлни тежашга имкон беради. Бундан ташқари, мураккаб шаклли йирик чўян қўймалар ўрнига пайванд бирикма воситасида тайёрланган енгил пулат деталларнинг ишлатилиши материални 30–40% тежашга имкон беради.

Пайванд бирикмалардан турли соҳаларда фойдаланилади. Масалан, пайвандлаш йўли билан баланд ерларга ва сув остига ўрна тиладиган металл конструкциялар ўзаро бириктирилади, юқори босим остида ишлайдиган қувур ва идишлар тайёрланади, газ ва нефть магистраллари ўтказиш, кема корпусларини яшаш ва шу кабиларда фойдаланилади.

Пайванд бирикмаларнинг камчиликларига термик қайта ишланганда уларнинг деформацияланиши ва барча турдаги материалларни ҳам пайвандлаб бўлавермаслигини кўрсатиш мумкин.

Пайвандлаш бир қанча усулларда амалга оширилади, улардан энг кўп қўлланиладигани электр энергиясидан ва газ алангасидан фойдаланиб пайвандлаш усулидир. Саноат ва қурилишда, асосан, электр энергияси ёрдамида пайвандлаш усулидан фойдаланилади. Бу усул бошқа усулларга қараганда қўлай ва тежамли бўлиб, пайвандлаш ишларини автоматлаштириш мумкин.

Электр энергиясидан фойдаланиб пайвандлаш икки турга: электр ёйи ёрдамида ва контактлаб пайвандлаш турларига бўлинади.

Электр ёйи ёрдамида пайвандлашда уландиган жой электр ёйи воситасида қиздирилади ва унга қўшимча металл суюлтириб туширилади.

Қўшимча металл сифатида сиртига бўр билан суюқ шиша аралашмаси қопланган металл стержень электроддан фойдаланилади.

Бу пайванд чок сифатини яхшилайти, чунки эриган металлни ҳаводаги кислород ва азот таъсиридан механик хусусиятлари ёмонлашади.

Пайвандлаш автоматик усулда бажарилганда ҳам шу усулдан фойдаланилади. Бунда токнинг қиймати 1000...3000 А гача бўлиб, натижада иш унумдорлиги 10...20% гача ошади. Дастаки мослама ёрдамида пайвандланганда токнинг қиймати 200...500 А гача бўлади. Бунда чок металл электроднинг эриши ҳисобига ясалади, автоматик равишда пайвандлашда эса кўпроқ бириктириладиган металл ҳисобига чок ҳосил бўлади, бу эса чокнинг сифатини ошириш билан бирга электродни ҳам тежайди.

Контакт пайвандлаш усулида уланадиган деталлардан бир неча минг амперли электр токи ўтказилади. Деталларнинг бир-бирига тегиб турган (контакт бўлган) жойида қаршилиқ юқори бўлганлиги туфайли кўп миқдорда иссиқлик ажралиб чиқади. Бу иссиқлик таъсирида деталларнинг уланадиган жойи пластик ҳолатга келади ёки суюқланади. Шунда деталлар маълум куч билан сиқилса, пайванд чок ҳосил бўлади.

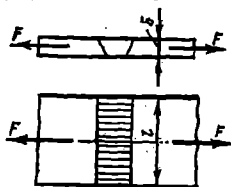
Деталларни учма—уч, устма—уст ва бурчак остида пайвандлаш мумкин.

Пайванд чоклар шаклига қараб устма—уст ва бурчакли чокларга бўлинади. Турли деталларни бир-бирига пайвандлашда юқорида айтилган чокларнинг бир туридан ёки деталь учларининг жойлашувига қараб бир йўла иккала туридан ҳам фойдаланиш мумкин.

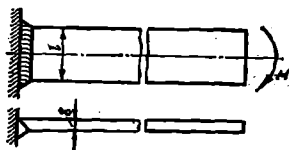
3.2—§. Учма—уч пайвандлаш

Деталларнинг бир текисликда жойлашган икки учини бир-бирига учма—уч пайвандлаш натижасида ҳосил бўлган учма—уч пайванд чок дейилади. Одатда, пайвандлаш учун уланадиган деталларнинг учларига махсус ишлов берилади (3.1—расм). Пайванд чокларнинг мустаҳкамлигини ҳисоблашда чокнинг кўндаланг кесими таъсир этаётган кучланиш қиймати унинг ҳамма нуқталарида бир хил деб қабул қилинади ва бу кучланишнинг қиймати пайванд чокка таъсир қилувчи кучларга нисбатан қуйидагича аниқланади.

1. Чўзувчи (сиқувчи) куч таъсирида (3.1—расм).



3.1 — расм.



3.2 — расм.

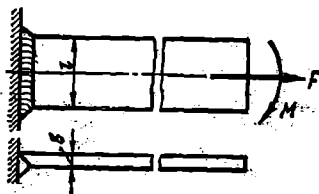
$$\sigma_{\text{в(с)}} = \frac{F}{\delta l} \leq [\sigma_v] \quad (3.1)$$

бу ерда: $\sigma_{\text{в(с)}}$ — чузилиш ва сиқилишдаги ҳисобий кучланиш;
 δ — деталнинг қалинлиги; l — чокнинг узунлиги.

2. Эгувчи момент таъсирида (3.2—расм).

$$\sigma_M = \frac{M}{W} = \frac{6M}{(\delta l^2)} \leq [\sigma_v'] \quad (3.2)$$

3. Эгувчи момент ва чузувчи куч таъсирида (3.3—расм).



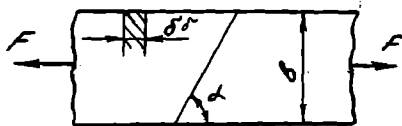
3.3 — расм.

$$\sigma = \frac{F}{\delta l} + \frac{6M}{(\delta l^2)} \leq [\sigma_v'] \quad (3.3)$$

Кучланишнинг қиймати пайвандлаш усули ва электродларнинг сифатига боғлиқ. $[\sigma']$ нинг пайвандланган листлар учун жоиз кучланиш $[\sigma]$ га нисбати учма—уч чокнинг мустаҳкамлик коэффициенти деб аталади:

$$\phi = [\sigma'] / [\sigma]$$

Ушбу ифоданинг қиймати 0,9 билан 1,0 оралигида бўлиши мумкин. Бу листлар учма—уч уланганда пайванд чокнинг мустаҳкамлиги листнинг мустаҳкамлигига деярли тенг бўлади, демакдир. Агар бирор сабабга кура, учма—уч чокнинг мустаҳкамлигини ошириш зарур бўлиб қолса, у ҳолда бир томонга ағдарилш ҳисобита чок узайтирилади (3.4—расм). Бундай чокнинг мустаҳкамлиги $[\sigma'] = [\sigma]$



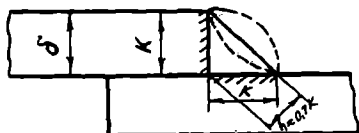
3.4 — расм.

деб қабул қилинган ҳолларда 3.1—формула ёрдамида ҳисобланади. Шунинг назарда тутиш керакки, автоматик равишда пайвандлаш йули билан ҳосил қилинган чоклар учун қўшимча $[\sigma'] = [\sigma]$ бўлади.

3.3—§. Устма—уст пайвандлаш

Уланиш лозим бўлган икки деталнинг, масалан листнинг бири иккинчиси устига қўйиб пайвандланса, устма—уст чок ҳосил бўлади. Бундай ҳолларда пайванд чокнинг кўндаланг кесими учбурчак шаклида бўлади ва бурчакли ёки валиксимон чок деб аталади.

Чокнинг шакли нормал, ботиқ ва қавариқ бўлиши мумкин (3.5-расм).



3.5 – расм.

Қавариқ чок деталнинг уланган жойидаги кесимини сезиларли даражада ўзгартиради, бу эса ўз навбатида, шу ерда кучланишларнинг қўшимча тўпланишига сабаб бўлади. Шу боис чокларнинг ботиқ бўлгани мақсадга мувофиқ. Аммо чокларни ботиқ қилиш қўшимча меҳнат талаб этади. Шунинг учун аксарият чоклар нормал шаклда тайёрланади. Лекин ўзгарувчан куч таъсир этадиган ҳолларда чокни ботиқ қилиб тайёрлаш тавсия этилади. Бурчакли чокларни асосий характерловчи ўлчамлари бу унинг катети k ва баландлиги h дир (3.5-расм). Чокнинг баландлиги унинг катетига боглиқ бўлиб, қуйидагича $h = k \sin 45^\circ = 0,7k$ аниқланиши мумкин.

Қалинлиги $\delta = 3$ мм бўлган листлар учун катет k нинг энг кичик қиймати 3 мм бўлиши мумкин. Деталларни устма-уст пайвандлашда чокларни таъсир этаётган куч йўналишига тик, параллел, маълум бурчак ҳосил қилиб жойлаштириш мумкин, биринчи ҳолда пайванд чок рўпара чок деб, иккинчи ҳолда ёнбош чок, учинчи ҳолда эса қийшиқ чок деб аталади.

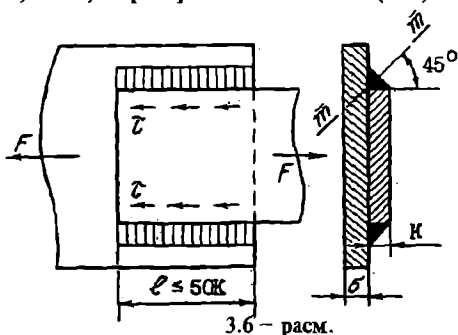
Ёнбош пайванд чок. Бундай чокларда асосий кучланиш чокнинг $m - m$ кесимидаги уринма кучланишидир (3.6-расм). τ — кучланишни чокнинг узунлиги бўйича тақсимланиши пайвандланган деталларнинг бикрлигига боглиқ. Агар бу бикрлик бир хил бўлса, кучланиш бир текис, ҳар хил бўлганда эса нотекис тақсимланади. Шунингдек, ёнбош чок қанчалик узун бўлса, кучланиш ҳам шунчалик нотекис тақсимланади, шунинг учун чокнинг узунлигини $l \leq 50 k$ қилиб олиш тавсия этилади.

Чузувчи куч таъсирида ёнбош чоклардаги кучланиш қиймати қуйидагича аниқланади (3.6-расм).

$$\tau = F / (2 l \cdot 0,7 \cdot k) \leq [\tau'] \quad (3.4)$$

бу ерда: $0,7k$ — чокнинг $m - m$ кесим бўйича қалинлиги.

Ёнбош пайванд чоклар носимметрик бўлганда (3.7-расм) чокнинг узунлиги шу чокдан деталнинг огирлик марказигача бўлган масофага тескари пропорционал тарзда олинади, яъни

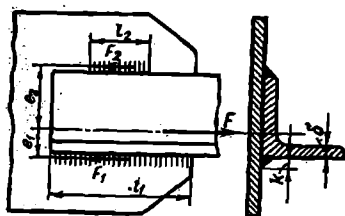


3.6 – расм.

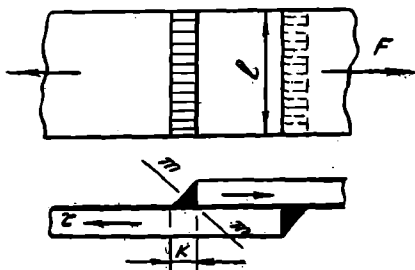
$$l_1 / l_2 = e_1 / e_2 ,$$

бунда ҳар икки томондаги чоклардаги кучланиш қиймати бир хил бўлиб, қуйидагича аниқланади:

$$\tau = F / [0,7k(l_1 + l_2)] \leq [\tau'] \quad (3.5)$$



3.7 – расм.



3.8 – расм.

Агар ёнбош пайванд чокли бирикмага момент таъсири қилса, чокдаги кучланиш қуйидагича бўлади:

$$\tau = T / W_p$$

бу ерда: W_p — чокнинг емириладиган кесимининг буралишига бўлган қаршилик моменти, амалда купроқ учрайдиган $l < b$ чоклар учун

$$\tau = T / (0,7 \cdot k \cdot l \cdot b) \leq [\tau'] \quad (3.6)$$

Рупара пайванд чокларнинг ташқи куч таъсирига мустаҳкамлиги фақат уринма кучланишларнинг қиймати билан белгиланади.

τ — кучланиш ёнбош чокдагидек, $m - m$ кесим бўйича аниқланади (3.8–расм).

Чузувчи куч таъсирида рупара пайванд чоклардаги (3.8–расм) ҳосил бўлган кучланиш қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\tau = F / (0,7 \cdot k \cdot l) \leq [\tau'] \quad (3.7)$$

Момент таъсир этаётган бўлса, кучланиш қуйидагича аниқланади

$$\tau = T / W = 6T / (0,7 \cdot k \cdot P_p) \leq [\tau'] \quad (3.8)$$

Зарур бўлган ҳолларда бир вақтнинг ўзида рупара чок ҳам ёнбош чок ҳам ишлатилади, агар чузувчи куч таъсир қилса, чокдаги кучланиш қуйидагича аниқланади:

$$\tau = F / [0,7k(2l_{cu} + l_p)] \leq [\tau'] \quad (3.9)$$

Момент ҳам куч ҳам таъсир этаётган бўлса кучланиш қуйидагича аниқланади:

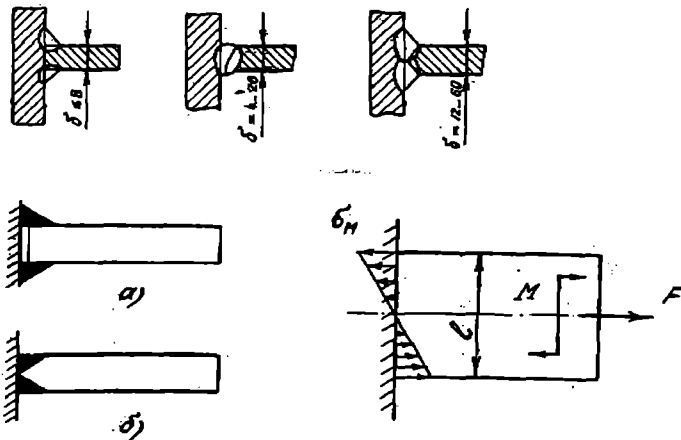
$$\tau_M = \frac{T}{0,7kl_{\text{ен}}l_p + (1/6)0,7kl_p^2} \quad (3.10)$$

Натижада чузувчи куч ва момент таъсирда ҳосил булган умумий кучланиш қиймати:

$$\tau = \tau + \tau_M \leq [\tau'] \quad (3.11)$$

3.4—§. Узаро тик қилиб пайвандлаш

Бундай пайвандлашда деталлар узаро учма—уч ёки бурчакли чок ёрдамида бириктирилади (3.9—расм). Пайвандлаш дастаки мослама



3.9—расм.

ёрдамида бажарилса бурчакли чок ҳосил бўлади ва унинг чузилишга ва момент таъсиридан мустаҳкамлиги қуйидагича аниқланади (3.9—расм, а)

$$\tau = 6M / (2l \cdot 0,7k) + F / (2l \cdot 0,7k) \leq [\tau'] \quad (3.12)$$

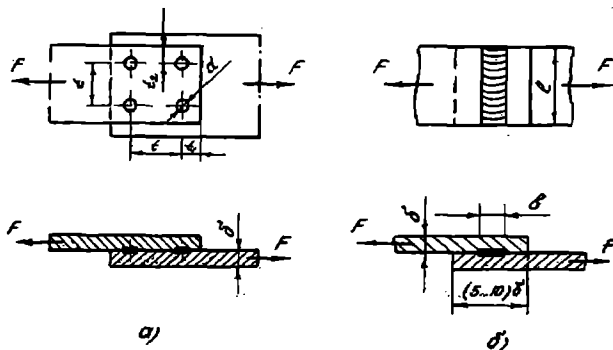
Пайвандлаш автоматик равишда бажарилса, учма—уч чок ҳосил бўлади, бунда чокнинг мустаҳкамлиги қуйидагича аниқланади (3.9—расм, б):

$$\sigma = 6M / (\delta l) + F / (\delta l) \leq [\sigma'] \quad (3.13)$$

3.5—§. Контактли пайвандлаш усули

Листлар учма—уч контактли пайвандланса, чокнинг мустаҳкамлиги листнинг мустаҳкамлигига тенг бўлади. Шунинг учун бундай ҳолларда чокни алоҳида ҳисоблашга ҳолат қолмайди.

Листлар икки хил: нуқтали (3.10—расм, а) ва лентали (3.10—расм, б) усулда пайвандланади.



3.10 — расм.

Нуқтали пайвандлашда листларнинг пайвандладиган қисмлари устма—уст қўйилади ва бир неча нуқтада бириктирилади. Бунда ҳар бир нуқтанинг диаметри листнинг қалынлигига мувофиқ олинади, яъни:

агар $\delta \leq 3$ мм бўлса, $d = 1,26 + 4 \text{ мм}$

агар $\delta > 3$ мм бўлса, $d = 1,56 + 5 \text{ мм}$.

Нуқтали пайванд чок орасидаги ва қирралардан энг четидаги нуқталаргача бўлган масофа қўйидагича олинади (3.10—расм, а)

$$t = 3d, \quad t_1 = 2d, \quad t_2 = 1,5d$$

Нуқтали пайванд бирикма кесилишдаги кучланишга текширилади, яъни:

$$\tau = \frac{4F}{z \cdot i \cdot \pi d^2} \leq [\tau]$$

бу ерда: z — пайванд нуқталар сони; i — ҳар бир нуқтадаги қирқилиш мумкин бўлган текисликлар сони.

Контактли пайвандлашнинг лентали тури листларнинг бириктирилган қисмларида лента шаклидаги чок ҳосил қилишдан иборат (3.10—расм, б). Бунда чокдаги кучланиш қўйидагича аниқланади:

$$\tau = \frac{F}{bl} \leq [\tau'] \quad (3.15)$$

бу ерда: b — пайванд чокнинг эни; l — чокнинг узунлиги.

3.6—§. Пайванд чокларнинг узгарувчан кучлар таъсиридаги мустаҳкамлиги

Пайванд чокларнинг ҳавфсизлик коэффициентининг қиймати таъсир этувчи кучларнинг қиймати узгарувчан бўлганда қуйидагича аниқланади:

$$S_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_a k_{\sigma} + \psi \sigma_m} \quad (3.16)$$

бу ерда: σ_{-1} — материалнинг чидамлилиқ чегараси;

k_{σ} — кучланишнинг тўпланишини ҳисобга олувчи коэффициент, қиймати 3.1—жадвалдан олинади.

ψ — асимметрия циклини ҳавфсизлик коэффициенти қийматига таъсирини ифодалайди: кам углеродли материаллар учун $\psi = 0,1 \div 0,2$ ўртача ва юқори углеродли материаллар учун $\psi = 0,2 \div 0,3$.

k_{σ} — коэффициент қийматлари

3.1—жа д в а л

Чокнинг тури	Углеродли	Кам легирилланган
Учма-уч чоклар учун:		
дастаки мослама ёрдамида пайвандлаш	1,2	1,4
автоматик равишда пайвандлаш	1,0	1,0
Бурчакли чоклар учун:		
дастаки мослама ёрдамида пайвандлаш (рўпора чоклар учун)	2,3	3,2
автоматик равишда пайвандлаш	1,7	2,4

3.7—§. Пайванд чокларнинг мустаҳкамлиги ва жоиз кучланишлар

Пайванд чокларнинг мустаҳкамлиги қатор омилларга: узаро пайвандланаётган деталь материалларининг сифати, пайвандлаш технологияси, пайвандлаш тури, таъсир этаётган кучнинг узгарувчан ёки узгармаслигига боғлиқ.

Чуян, рангли металл қоришмалари, кўп углеродли пулат материалларни пайвандлаш бирмунча қийин, кам ёки ўртача углеродли пулат материалларни пайвандлаш эса осон.

Пайвандланганда чоклар автоматик равишда бажарилган бўлса, бундай чокларнинг мустаҳкамлиги дастаки мослама ёрдамида олинган чокка нисбатан мустаҳкам бўлади.

3.2—жадвалда кам, ўртача углеродли, ҳамда кам легирланган (14ГС, 15ГС, 15ХСНД, 09Г2, 19Г) материаллар учун юкланиш қиймати ўзгармас бўлган пайванд бирикмалар учун жоиз кучланиш қийматлари берилган.

3.2—жадвал

Пайвандлаш усули	Чокдаги жоиз кучланишлар		
	$[\sigma_{\varphi}]$	$[\sigma_{\varphi}']$	$[\tau]$
Э42А еки Э50А электродлари билан дастаки ва флос қатлами остида автоматик пайвандлаш, учма—уч ҳамда контактиаб пайвандлаш	$[\sigma_{\varphi}]$	$[\sigma_{\varphi}']$	$0,65 [\sigma_{\varphi}]$
Э42 еки Э50 электродлари билан дастаки усулда; газ алаңасида пай—вандлаганда	$0,9 [\sigma_{\varphi}]$	$[\sigma_{\varphi}']$	$0,6 [\sigma_{\varphi}]$
контактиаб нуктали ва лентали пайвандлаш			

Чокларда таъсир этувчи кучларнинг қиймати ўзгарувчан бўлганда жоиз кучланиш қийматини γ коэффициентга кўпайтириб аниқланади. Углеродли пулат материаллар учун γ нинг қиймати қуйидагича аниқланади.

$$\gamma = 1 / [(0,6k \pm 0,2) - (0,6k \pm 0,2) R] \leq 1$$

бу ерда: k — кучланишнинг тупланишини ҳисобга олувчи коэффициент, қиймати 3.3—жадвалда берилган;

R — асимметрия коэффициенти.

3.3—жадвал

Ҳисобланаётган элемент	К	
	Ст3 мар—кали пулат	15ХСНА маркали пулат
Бириктирилган деталнинг учма—уч чокка утиш жойи	1,5	1,9
Деталнинг рупара чокка утиш жойи	2,7	3,3
Деталнинг енбош чокка утиш жойи	3,5	4,5
Тула суюқлантириб ҳосил қилинган учма—уч чок	1,2	1,4
Бурчакли рупара чок	2,0	2,5
Бурчакли енбош чок	3,5	4,5
Ҳисоб натижасида $g \leq 1$ бўлса, $g = 1$ га тенг қилиб олинади.		

Савол ва топшириқлар

1. Пайванд бирикмаларнинг афзаллик ва камчиликлари нимадан иборат?
2. Учма–уч ҳамда устма–уст пайвандланган бирикмаларнинг чузувчи куч таъсирида мустаҳкамлиги қандай ҳисобланади?
3. Бурчакли чокнинг хавфли кесими баландлигини аниқланг.
4. Ёнбош, рупара чокларда кучланишни тақсимланиш эпюрасини чизинг.
5. Нима сабабдан ёнбош чокнинг узунлиги чегараланган?
6. Учма–уч ҳамда устма–уст бириктирилган бирикмаларнинг бурувчи момент таъсирида мустаҳкамлигини аниқланг.
7. Нуқтали ва лентали пайванд чокларни мустаҳкамликка ҳисобланг.
8. Автоматик пайвандлаш дастаки пайвандлашга нисбатан қандай афзал–ликларга эга?

4 – б о б . ПАРЧИН МИХЛИ БИРИКМАЛАР

4.1–§. Умумий маълумот

Парчин михлар асосан диаметри 20 мм дан ортиқ бўлмаган пулат, мис, алюминий симларидан тайёрланади. Бундай симларни учи парчаланиб, маълум шаклдаги каллакка айлантирилса, парчин мих ҳосил бўлади.

Парчин михлар катта–кичиклигига қараб, совуқлайин ёки қиздириб тайёрланади. Рангли металлдан ясалган барча парчин михлар ҳамда диаметри 12 мм гача бўлган пулат парчин михлар совуқлайин, диаметри 12 мм дан катта бўлганлари эса қиздирилгандан кейин парчаланади.

Уланадиган қисмларда тешиклар ҳосил қилиш учун парма ёки пресдан фойдаланилади.

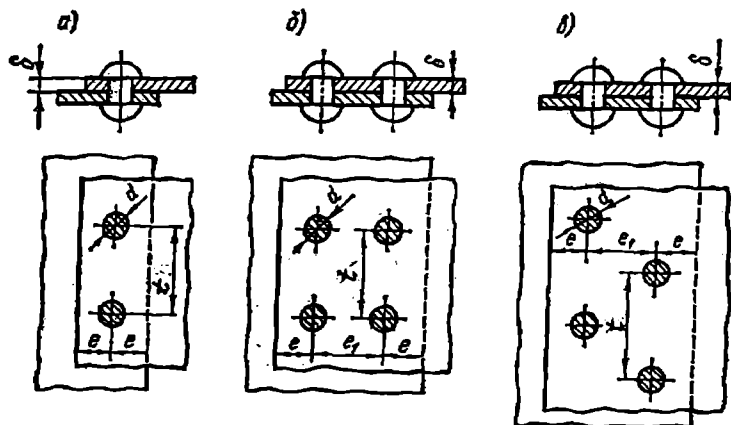
Парчин михлар ёрдамида ҳосил бўлган бирикмалар қуйидаги турларга, яъни мустаҳкам, мустаҳкам–жипс ҳамда жипс чокларга бўлинади.

Ҳозирги вақтда мустаҳкам–жипс ҳамда жипс чоклар ўрнига пайванд чоклар ишлатилганлиги туфайли асосан мустаҳкам чокларни ҳисоблашни кўриб чиқамиз.

Парчин михларнинг барча ўлчамлари стандартлаштирилган. Кам юкланган бирикмаларда ҳамда эластик материалларни бириктиришда уртаси тешик парчин михлар–пистонлар ишлатилади.

Ўрнатиш қулай бўлиши учун парчин михларнинг диаметри тешикнинг диаметридан кичикроқ қилинади.

Парчин михли бирикмаларда чоклар бир, икки ва шахматсимон қилиб ўрнатилиши мумкин (4.1–расм, *а, б, в*), шунингдек бирикма бир кесимли, икки кесимли ҳамда кўп кесимли бўлиши мумкин.

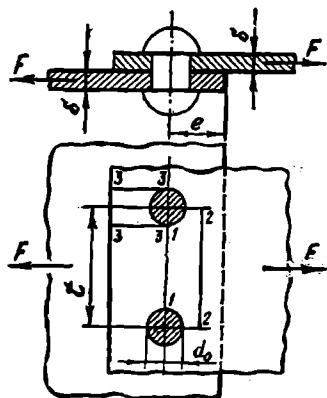


4.1 – расм.

4.2-§. Парчин михли чокларни мустаҳкамликка ҳисоблаш

Парчин михли бирикмаларнинг мустаҳкамлиги парчин мих стержени кесимининг кесилишдаги кучланишига, стержень юзасининг эзувчи кучланишга ҳамда ўзаро бириктирилган листларнинг чузувчи кучланишга чидамлилиги билан белгиланади.

Устма-уст парчин мих ёрдамида бириктирилган бирикмани кўрамиз (4.2-расм). Бунда d_0 — парчин мих диаметри, бирикти-



4.2 – расм.

риладиган листларнинг қалинлигига боғлиқ бўлиб, бир кесимли бирикмалар учун $d_0 = (1,8 \div 2,0) \delta$, икки кесимли бирикмалар учун $d_0 = (1,2 \div 1,8) \delta$, δ — бириктириладиган деталларнинг қалинлиги: самолёт-

созликда $d_0 = 2 \sqrt{\delta}$; t — парчин михлар ўртасидаги масофа; бу масофа бир кесимли бирикмада $3d$, икки кесимли бирикмада $3,5d$, F , t — масофага таъсир қилувчи куч, $[\tau_t]$ — парчин мих стержени учун кесилишдаги жоиз кучланиш; $[\sigma_{\text{м}}]$ — парчин мих стержени билан

бириктириладиган деталлар ўртасидаги эзувчи кучланиш; $[\tau']$ — бириктириладиган листлар учун жоиз кесимдаги кучланиш; e — парчин михдан чокнинг чеккасигача бўлган масофа, барча турдаги чоклар учун $e = (1,5 \dots 2,0) d_0$.

4.2—расмда берилган парчин михли бирикманинг мустаҳкамлик шарт:

а) Парчин мих стерженида кесувчи кучланишнинг ҳисобий қиймати:

$$\tau_k = \frac{F}{[\pi(d_0^2/4)]} \leq [\tau_k] \quad (4.1)$$

б) Парчин мих стержень сирти билан бириктирилаётган деталлар ўртасидаги эзилишдаги кучланишнинг ҳисобий қиймати:

$$\sigma_{\Sigma} = \frac{F}{d_0 \delta} \leq [\sigma_{\Sigma}] \quad (4.2)$$

в) Бириктирилаётган листларнинг I—I кесим бўйича чузувчи кучланишнинг ҳисобий қиймати:

$$\sigma_t = \frac{F}{[(t-d_0)\delta]} \leq [\sigma_t] \quad (4.3)$$

Парчин михлар асосан пулат, мис, алюминий каби материаллардан тайёрланади, Ст0, Ст2 пулат материаллардан тайёрланган парчин михлар учун кесилишдаги жоиз кучланиш $[\tau_k] = 100 \div 140$ МПа, эзилишдаги жоиз кучланиш $[\sigma_{\Sigma}] = 240 \div 280$ МПа.

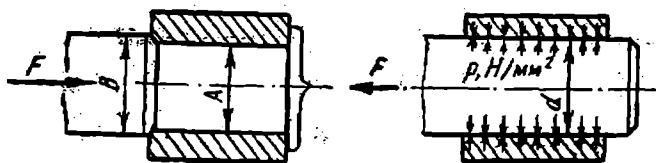
Савол ва топшириқлар

1. Парчин михли бирикмалар қандай ҳосил қилинади?
2. Парчин мих диаметри қандай танланади?
3. Бирикмани мустаҳкамликка ҳисобланг.

5—БОБ. ДЕТАЛЛАРНИ ТИҒИЗЛИК БИЛАН БИРИКТИРИШ

5.1—§. Умумий маълумот

Цилиндрик сиртли икки детални манфий оралиқ ҳисобига ишонкасиз, болтсиз ҳам ўзаро бириктириш мумкин. Бу усул, кўпинча, думалаш подшипникларини валга ўрнатишда, червякли гилдиракни йиғишда ва бошқа ҳолларда қўлланилади. Бунинг учун валнинг диаметри (подшипникда ёки бошқа деталда) вал учун мўлжалланган тешик диаметридан δ қадар каттароқ қилиб тайёрланади. Масалан, вал диаметри B тешик диаметри A бўлса (5.1—расм), у ҳолда $B > A$ ёки $B - A = \delta$ бўлиши керак. Натижада δ ҳисобига деталлар ўзаро маҳкам бирикади. Бундай ўзаро бириктиришда пресслаш, тешикли детални қиздириш ёки вални совитиш усулларидан фойдаланилади.



5.1 – расм.

Пресслаб урнатишда валга унинг ўқи бўйлаб йўналган F куч таъсир эттирилади. Бу куч таъсирида валнинг ҳам, тешикнинг ҳам ишқаланиш сирти деформацияланади ва бу ерда босим кучи пайдо бўлади. Пайдо бўлган босим кучи ишқаланиш сиртларида катта ишқаланиш кучини ҳосил қилади. бу эса деталларни бир-бирига нисбатан қўзғалмас қилиб туради. Шу боис бу деталларга ўқ бўйлаб йўналган маълум миқдордаги юкланиш қўйиш ва буровчи момент таъсир эттириш мумкин.

5.2–§. Бирикмани мустаҳкамликка ҳисоблаш

Бирикма юқоридаги баён этилган усулларни қай бири ёрдамида ҳосил бўлганлигидан қатъий назар, бу ўзаро бириктирилган деталлар ташқи куч таъсирида силжимасдан мустаҳкам тушиши билан бирга шу деталларнинг ўзи ҳам мустаҳкам бўлиши керак.

Тигизлик билан бириктирилган деталлар ўзаро силжимаслиги учун ишқаланувчи сиртларда керакли босимни ҳосил қилиш керак ва бу босим қуйидагича аниқланади:

а) бирикмага бўйлама куч таъсир этади (5.2–расм, а)

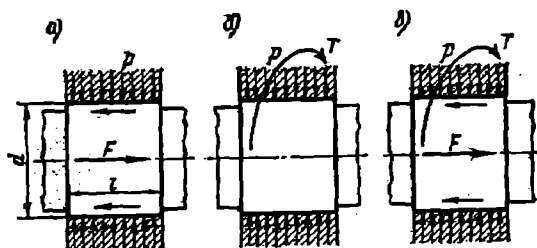
$$q \geq \frac{2F_a}{f \pi d l}$$

бунда: F_a — таъсир этувчи бўйлама куч;

f — ишқаланиш коэффиценти;

d — бириктириладиган деталнинг диаметри;

l — тигизлик билан бириктириладиган юзанинг узунлиги.



5.2 – расм.

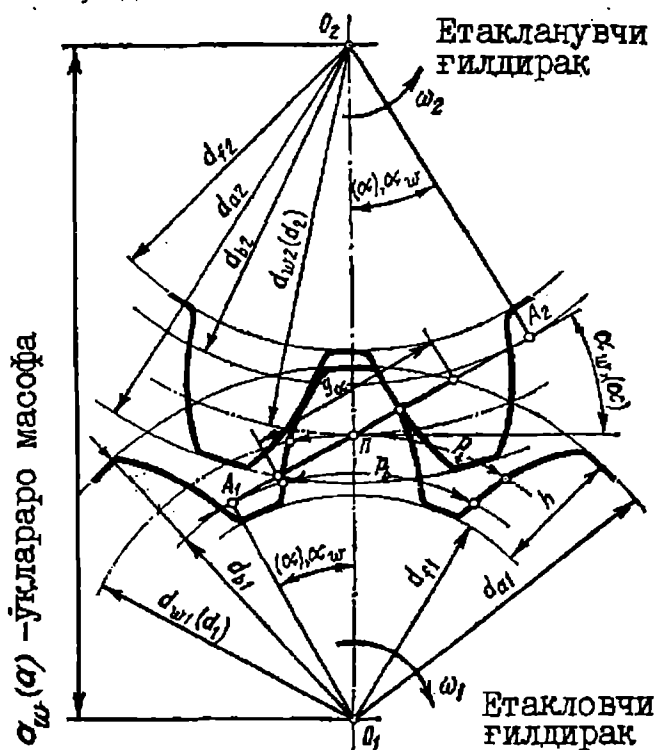
7.2-§. Узатманинг геометрия ва кинематикаси

Саноатда асосан эвольвента профилли тишли гилдираклар ишлатилганлиги учун мулоҳазаларимиз ҳам айна ана шу тишли гилдиракларга тааллуқлидир.

Одатда, илашишда булган бир жуфт гилдиракларнинг кичиги етакловчи, каттаси етакланувчи деб аталади. Етакловчи ва етакланувчи тишли гилдиракларни бир-биридан ажратиш учун индекслар қабул қилинган, бунда "1" — етакловчи гилдирак учун, "2" — етакланувчи гилдирак учун. Шунингдек, ташқи диаметри учун "а" индекс, тиш ости диаметри учун "f" индекс қабул қилинган.

Тишли гилдиракларнинг айланиши тўхтовсиз, узатиш сони ўзгармас бўлиши учун тиш юзасининг эгрилиги илашиш назарияси асосларига бўйсунishi керак.

7.5—расмда етакловчи ва етакланувчи тишли гилдиракларни ўзаро илашган ҳолати кўрсатилган. Бунда l илашиш қутби бўлиб, унинг ҳолати илашиш жараёнида ўзгарса, узатиш сонининг қиймати ўзгарувчан бўлади.



7.5 - расм.

Узаро сирпанишсиз ҳаракатланиб қутб нуқтасидан ўтган айланалар бошланғич айлана деб аталади ҳамда $d_{\omega 1}$, $d_{\omega 2}$ билан белгиланади. Бошланғич диаметр гилдираклар илашганда ҳосил бўлади. Алоҳида олинган тишли гилдиракларда бошланғич диаметр бўлмайди.

Бундан буён фақат бўлувчи ва бошланғич айланалар тенг, яъни $d_{\omega} = d$ бўлган тишли узатмаларни ўрганамиз.

Барча тишли гилдиракларда фақат битта тип бўлувчи диаметр d бўлганлиги учун, шу диаметрни гилдиракнинг бошқа ўлчамларини аниқлашда асос қилиб оламиз.

Тишли гилдиракнинг ўлчамлари қуйидагича ифодаланади (7.5—расм).

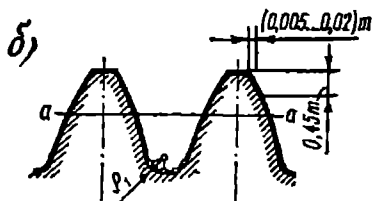
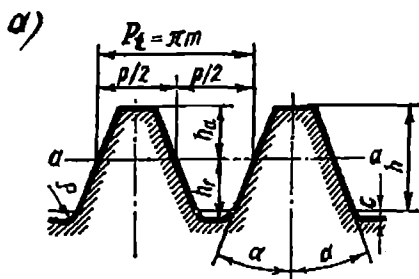
d_a — гилдирак тишининг учидан ўтказилган айлана — ташқи айлана.

d_f — гилдирак тиш тубидан ўтказилган айлана — тиш ости айланаси.

h_a — ташқи ҳамда бўлувчи айлана билан чегараланган тишнинг бир қисми, тиш каллагининг баландлиги.

h_f — тиш тубидан ҳамда бўлувчи айланалар билан чегараланган тишнинг бир қисми, тиш оёгининг баландлиги.

$h = h_a + h_f$ тишнинг умумий баландлиги (7.6—расм).



7.6 — расм.

Гилдираклар илашганда, илашиш қутби n дан ўтган A_1A_2 тугри чизик илашиш чизиги бўлади.

A_1A_2 илашиш чизиги билан илашиш қутбидан бўлиш чизигига ўтказилган уринма чизик орасидаги α_{ω} бурчак илашиш бурчаги дейилади.

ГОСТ 13755—81 га асосан тиш кесувчи асбобнинг бурчаги $\alpha = 20^\circ$. Агар $a = a_{\omega}$ бўлса, $\alpha = \alpha_{\omega} = 20^\circ$ бўлади.

Ётақловчи ва ётақланувчи гилдиракларнинг ташқи диаметрлари билан чегараланган q_a чизик, илашиш чизигининг узунлиги ҳисобланади (7.5—расм). Илашиш чизигининг

узунлиги тишлар илашишининг бошланиши ва охирини кўрсатади.

P_b — тишли гилдиракнинг асосий диаметри (икки ёндош тишнинг мос томонлари орасидаги масофа) бўйича қадами.

P_1 — тиш бўлувчиси ёки бошлангич айлана бўйича олинган асосий қадам; $P_b = P_1 \cdot \cos \alpha$

Тишли гилдиракнинг бўлувчи айланасининг узунлиги тиш қадамини тишлар сонига қўпайтмасига тенг, яъни $L = \pi d = P_1 \cdot z$;

бундан
$$d = \frac{P_1}{\pi} z$$

Демак, айлана диаметри қадам ва ўлчовсиз транцендент сон π орқали ифодаланапти. Шу сабабли, тишли гилдиракнинг асосий ўлчамларини аниқлаш ва амалда уларни ўлчаш осон бўлиши учун илашши модули деб аталувчи асосий параметр киритилади.

Бошқача қилиб айтганда, модуль нисбий қадамдир:

$$m = P_1 / \pi$$

Бундан

$$d = m z$$

ёки
$$m = \frac{d}{z} \quad (7.1)$$

Модуль миллиметр ҳисобида ўлчанади. Унинг қийматлари 0,05 дан 100 мм гача стандартлашган бўлиб СТ. СЭВ 10—76 да келтирилган (7.1—жадвал).

Юқорида кўрсатилгандек, қўшимча тузатишсиз тайёрланган гилдирак учун унинг бошлангич айланаси билан бўлиш айланаси бир хил ифодаланади:

$$d_{w1} = d_1 = m z_1, \quad d_{w2} = d_2 = m z_2 \quad (7.2)$$

Бундай ҳолларда марказлараро масофа

$$a = \frac{d_1}{2} + \frac{d_2}{2} = \frac{m z_1}{2} + \frac{m z_2}{2} = 0,5 m z_y.$$

бу ерда: z_1, z_2 — етакловчи ва етакланувчи тишли гилдиракларнинг тишлар сони. $z_2 / z_1 = i$ нисбат узатиш сони деб аталади, узатиш сони қиймат жиҳатидан узатиш нисбати n_1 / n_2 га тенг бўлади.

7.1—жадвал

1—қатор — 1,5; 2,0; 3,0; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25.

2—қатор — 1,75; 2,25; 2,75; 3,5; 4,5; 5,5; 7; 9; 11; 14; 18; 22

Э с л а т м а : бу қийматлар цилиндрсимон ва конуссимон тишли гилдираклар учун таъсия этилади.

Тиш ва унинг қисм баландтиклари қуйидагича ифодаланади:

$h_a = m$; $h_f = h_a + c = 1,25m$; $h = h_a + h_f = 2,25m$
бу ерда $c = 0,25m$ радиал оралиқ коэффициент (7.6-расм).

Тишларнинг учидан ва тубидан утган айланаларнинг диаметрлари қуйидагича бўлади (7.5-расм):

$$\begin{aligned}d_a &= mz + 2h_a = mz + 2m = m(z + 2) \\d_f &= mz - 2h_f = mz - 2,5m = m(z - 2,5)\end{aligned}\quad (7.3)$$

Илашиш чизиги q_a нинг асосий қадам P_b га нисбати ён қопланиш коэффициентини ϵ_a деб аталади:

$$\epsilon_a = [1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} \right)] \cos \beta$$

бу ерда: z_1, z_2 — етакловчи ва етакланувчи гилдирак тишлари сони;
 β — гилдирак тишларининг қиялик бурчаги.

Тишли узатма узлуксиз ишлаши учун $q_a > P_b$ шарт бажарилиши керак, яъни

$$\epsilon_a = q_a / (P_b \cos \alpha) > 1$$

Ён қопланиш бир вақтда илашишда бўлган тишлар сонини кўрсатади. Масалан, $\epsilon_a = 1,2$ бўлганда илашишнинг 20% и давомида икки жуфт тиш илашишда бўлиб, 80% и давомида эса бир жуфт тиш (ҳар иккала гилдиракдан биттадан) илашишда бўлади.

Қопланиш коэффициентининг қиймати қанчалик катта бўлса, бир вақтнинг узида бир неча жуфт тишлар илашади, узатмаларда қопланиш коэффициентини $1 < \epsilon_a < 2$ оралиғида, қия тишли узатмаларда эса тўғри тишли узатмаларга нисбатан катта бўлади.

7.3-§. Тишли гилдиракларнинг емирилиш турлари

Тиш сиртида ҳосил бўладиган контакт σ_H кучланиш ва тишнинг тубида пайдо бўладиган эғувчи σ_F кучланиш илашишда бўлган тишларнинг ишлаш қобилиятини белгиловчи асосий кучланишлардир.

Ҳар бир тиш учун σ_H, σ_F муайян қийматга эга бўлмай, вақт оралиғида ўзгариб туради ва пульсацияланувчи узлукли цикл билан таъсир этади, (7.7-расм). Кучланишларнинг ўзгарувчан цикл билан



7.7 — расм.

таъсир этиши тишларнинг толиқишига ҳамда уларнинг емирилишига олиб келади.

σ_F кучланиш, тишларнинг толиқиши туфайли синишига, σ_H кучланиш эса тиш сиртининг уваланишига сабаб бўлади.

Тишлар сиртининг емирилиши деганда қуйидагилар тушунилади:

а) толиқишиш оқибатида уваланиб кетиши;

б) абразив заррачали муҳитда ва оддий ишқаланиш шароитида емирилиши;

в) катта юкланиш билан ишлаётган узатмаларда бир гилдирак сиртининг юлиниб, иккинчи гилдирак тиш сиртига ёпишиб қолиш ҳоллари;

г) пластик деформацияланиш оқибатида силжиши;

д) термик ишлов берилган тишларнинг сиртқи қаттиқ қатлами—нинг кучиб кетиши ҳоллари.

Тишларнинг синиши икки хил сабаб туфайли содир бўлиши мумкин.

а) Ута юкланиш туфайли. Бунда тишда ҳосил бўлган кучланиш материал учун жоиз кучланиш чегарасидан ошиб кетади. Натижада мўрт материаллардан тайёрланган гилдирак тишлари синади, пластик материаллардан тайёрланган гилдирак тишлари деформацияланиб, ўз шаклини ўзгартиради ёки синиб кетади.

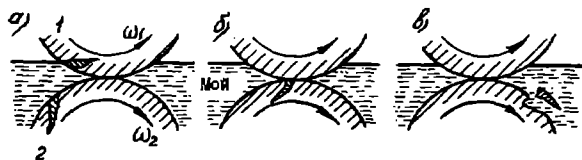
Тишнинг ана шу сабабларга қўра синишини олдини олиш учун ута юкланиш бўлмаслигини таъминлаш керак, агар бунинг иложи бўлмаса, тишли гилдиракларни ҳисоблашда ута юкланиш бўлиши мумкинлигини эътиборга олиш керак.

б) Узгарувчан кучланишнинг узоқ вақт давомида таъсир этиши натижасида тиш тубига яқин жойда материалнинг толиқишидан дарз пайдо бўлади, бу дарз борган сайин катталаша бориб тишнинг синишига олиб келади. Асосан дарз кучланишлар тўпланган (кон—центрация) жойда пайдо бўлади. Бу хил синишларнинг олдини олиш учун тишли гилдиракларни мустаҳкамликка ҳисоблаш билан бирга, кучланишларнинг тўпланишини камайтириш чораларини ҳам кўриш керак.

Барча ҳолларда ҳам гилдирак тишларини синишдан сақлаш учун модулни катталаштириш, тишларни тўғрилаш ва уларга термик ишлов бериш, тиш қирраларига тушадиган юкланишни камайтириш тавсия этилади.

Ёпиқ узатмаларда тишли гилдиракларнинг тиш сиртлари толиқиш натижасида уваланиб кетади. Уваланиш икки хил шароитда содир бўлади. Биринчи хил уваланиш тиш сиртининг қаттиқлиги $HV \leq 350$ бўлган материаллардан ясалган гилдирак тишларида уларни тайёрлашда йўл қўйилган нотекисликлар туфайли бўлади. Иш жараёнида бу нотекисликлар ейилиши ва эзилиши туфайли текисланиб кетади. Натижада кучланишлар тўпланишига сабаб бўлган нуқталар йўқолади, шу сабабли уваланиш жараёни тўхтайдди. Уваланишнинг иккинчи хили тишли гилдиракларнинг тиш сирти—нинг қаттиқлиги $HV > 350$ бўлган материаллардан ясалган ва сермой

шароитда ишлайдиган гилдираклар тишларида уларни тайёрлашда йўл қўйилган ноаниқликлар туфайли тишлар сиртининг маълум нуқталарида пайдо бўладиган кучланишлар тўпланиши таъсирида содир бўлади. Бунда тиш сиртининг айрим нуқталарида билинар—билинмас дарзлар пайдо бўлади. Узатма сермой шароитда ишлаган—лиги туфайли бу дарзларнинг ичига катта босим остида мой кира бошлайди. натижада дарзлар катталашиб, тиш сиртидан кичик булакчаларнинг ажралишига олиб келади. Оқибатда тиш сиртида ҳар хил ўлчамли чуқурчалар пайдо бўла бошлайди. Провардида уваланиш жараёни тезлашади (7.8—расм, а, б, в).



7.8 — расм.

Тишлар сиртининг уваланишини камайтириш, яъни тидили гилдираклар нисбатан узоқ муддат ишлашини таъминлаш учун тишларнинг сиртқи қатлами термик қайта ишлаш йўли билан мустаҳкамланиши, контакт кучланиш бўйича лойиҳаланиши, бурчак коррекциясидан фойдаланиб, тишларни юқори даражада аниқлик билан тайёрлаш лозим.

Тишлар сиртининг ейилиши. Тишларнинг сирти уч хил шароитда: абразив заррачали муҳитда, тишларнинг бир—бирига мослашув даврида ҳамда юкли узатмани юргизиш ва тўхтатиш вақтида ейилиши мумкин. Тиш сиртининг абразив муҳитда ейилиши етарли даражада мойланмайдиган очиқ узатмаларда кўпроқ учрайди, лекин айрим ҳолларда ёпиқ узатмаларда мойнинг вақт ўтиши билан маълум даражада ифлосланиши натижасида ҳам содир бўлиши мумкин.

Тишлар бир—бирига мослашунга қадар содир бўладиган ейилиш, асосан, тишлар сиртида нотекисликлар тутагунча (сийқалангунча) давом этади. Бу жараён тугагач ейилиш ҳам тўхтайди. Тишлар сиртининг ейилишини яна бир тури бу юкли узатмаларни ҳаракатга келтириш ва тўхтатиш вақтида содир бўладиган ейилишдир. Бу хил ейилиш огир юкли узатмалар учун хавфли, чунки юкланишнинг қиймати маълум чегарадан ортиб кетса, ейилиш тишнинг синишига олиб келади. Бу ҳол ейилиш натижасида ўзаро илашмаган тишлар орасида ҳосил бўладиган бўшлиқни катталашувига, бу эса қўшимча динамик кучларни ҳамда шовқинни пайдо бўлишига сабаб бўлади. Бунан ташқари, ейилиб кетган тишнинг мустаҳкамлигини камайти—

ради. Ейилишнинг олдини олиш учун тиш сиртларининг қаттиқлигини ошириш ҳамда тўзалитига эътибор бериш, абразив заррачалар тушишидан сақлаш керак бўлади.

Тиш сиргининг юлиниши. Катта тезлик ва катта юкланиш билан ишлайдиган узатмаларда, гилдирак тишларини бевосита туташishi натижасида тиш юзалари ниҳоятда қизиб кетганда тиш сиртларида юлиниш ҳодидаси содир бўлади. Ҳосил бўлган металл гуддалар иш давомида, шу тиш билан илашишда бўлган тиш сиргини сидириб чиқа бошлайди. Оқибатда тиш сирти нотекислашиб, узатма ишида қушимча шовқин ва динамик кучлар ҳосил бўлади. Бундай емирилишнинг олдини олиш чоралари ейилишнинг олдини олиш учун тавсия этилган чораларга ўхшашидир.

Пластик силжиш. Емирилишнинг бу хили нисбатан юмшоқ пулатдан ясалган, тезлиги секин, лекин катта юкланиш билан ишлайдиган узатмаларда учрайди. Бундай ҳолларда тиш сиртига тушадиган куч меъёридан катта ишқаланиш кучи ҳосил қилади ва юмшоқ пулатни деформациялаб, оқувчанлик даражасигача олиб боради, оқибатда металл ишқаланиш кучи йўналган томонга қараб сидирилади. Ҳосил бўлган гудда илашишнинг бузилишига ва тишларнинг ишдан чиқишига олиб келади.

Тишли гилдирак материалининг қаттиқлигини ошириш бундай емирилишнинг олдини олиш чораларининг асосидир.

7.4—§. Тишли гилдиракларнинг аниқлик даражаси

Тишли узатмаларнинг асосий камчиликларидан бири бу иш жараёнида шовқин билан ишлашидир. Тишли гилдирак қадами қийматидаги ва тиш шаклидаги йўл қўйилган хатоликларнинг таъсири гилдирак ҳар бир айланганда такрорланиб туриши, тишларга тушадиган юкланишнинг нотекис тақсимланишига, айланувчи деталларнинг яхши мувозанатланмаганлиги эса узатма ишлаш жараёнида шовқин чиқишига сабаб бўлади.

Юкланишнинг бир текис тақсимланмаганлиги натижасида гилдирак тишларига кучларнинг турлича таъсири ҳамда илашиш жараёнида ўзгариб турадиган деформация тишли гилдиракларда тебраниш ҳосил қилади. Бу тебраниш вал ва танянчлар орқали қутига (корпусга) ўтиб, шовқиннинг янада кучайишига сабаб бўлади. Бундан ташқари гилдирак тишларини кесишда йўл қўйилган хатоликлар илашиш сифатига салбий таъсир кўрсатади, бу эса тишли гилдиракларни муддатидан илгари ишдан чиқишига сабаб бўлади. Шунинг учун тишли гилдиракларни тайёрлашда аниқлик даражасига катта эътибор бериш керак.

ГОСТ 1643—81 асосида тишли гилдираклар ва узатмалар учун қуйидаги ўлчамлар бўйича чекли чегаралар белгиланган: кинематик

аниқлик, равон ишлаш, тишлар контакт юзасининг ҳажми ҳамда тишлараро ён бушлиқ даражаси.

Модуль қийматлари 1 — 50 мм гача бўлган тишли гилдираклар ва узатмалар учун шу юқорида кўрсатилган кинематик аниқлик ва равон ишлаш ҳамда ўзаро илашган тишли гилдиракларни контакт юзасининг ҳажми даражаси билан белгиланади. Кинематик аниқлик 12 та аниқлик классига бўлинади, 1,2,... 12 сонлар билан белгиланади, бу сонларнинг қиймати ошиши билан аниқлик даражаси камаяди (чекли чегара қийматлари ошади)^{*}.

Узатма гилдиракларининг туташилишида чекли чегара 6 хил бўлиб, шартли белгиси А, В, С, D, E, H, бунда ён бушлиқнинг энг кичик сонли қиймати $j_{\min}$ таъминланади, ён бушлиқнинг чекли чегараси 8 хил бўлади. Ён бушлиқнинг энг катта чекли чегаралари a, b, c, d, h ҳарфлари билан белгиланади. Уқлараро масофанинг чекли чегарасининг аниқлиги I дан VI гача бўлиб, сон қийматлари ошиши билан аниқлик даражаси камаяди.

Тишли гилдирак ва узатмаларнинг аниқлиги унинг аниқлик даражаси, илашган тишли гилдиракларнинг ён бушлиғи туташилиш тури билан белгиланади. Масалан 6—С ГОСТ 1643—81, бунда илашилишдаги контакт юза 6— аниқлик даража билан тайёрланади, с — ён бушлиқнинг чекли чегараси. Агар аниқлик даражаси ҳар хил бўлса, масалан 8 — 7 — 6 Ва ГОСТ 1643—81 бунда, 8 — кинематик аниқлик даражаси, 7 — равон ишлаш даражаси, 6 — илашилишдаги контакт юзанинг ҳажмий даражаси, В — туташилиш тури, а — ён бушлиқнинг чекли чегараси.

Тишли гилдиракларнинг аниқлик даражаси унинг тезлигига боғлиқ бўлиб 7.2—жадвалдан олинади.

7.2—жа д в а л

ГОСТ 1643—81 бўйича аниқлик даражаси	Узатма тезлиги, м/с		Ишлатилиши
	Тутри тишли	Қия тишли	
6	20	30	Тез ҳаракатланувчи узатмаларда
7	12	20	Юкланиш меъёрида бўлиб, тез ҳаракатланувчи ёки юкланиш катта бўлиб, секин ҳаракатланувчи узатмаларда
8	6	10	Умумий машинасозликда ишлатиладиган узатмалар
9	3	5	Секин ҳаракатланувчи аниқлик даражаси кам аҳамиятга эга бўлган узатмалар

^{*} ГОСТ бўйича 1,2 аниқлик даражаси учун чекли чегара белгиланмаган.

7.5—§. Контакт кучланиш ва мустаҳкамлик

Узаро илашган икки деталнинг илашган юзаси шу деталга нисбатан кичик бўлса, бундай юзада контакт кучланиш ҳосил бўлади. Масалан, икки шар, шар билан текислик, икки цилиндр ва ҳоказо. Бунда ҳосил бўлган контакт кучланиш қиймати жоиз қийматдан катта бўлганда, шу контакт юзада чуқурликлар ҳосил бўлади, улар ёрилади ёки деформацияланади. Илашиш юзасининг бундай деформацияланиши тишли, червякли, фрикцион, занжирли узатмаларда ҳамда подшипникларда кузатилади.

Илашган юзада контакт икки хил: нуқтали (икки шар уртасида) ёки чизиқли (икки цилиндр уртасида) кўринишида бўлиши мумкин. Икки цилиндр узаро сиқилганда ташқи кучнинг таъсири бўлмаганда илашиш чизиқ бўйича, таъсири бўлганда эса бу чизиқ лентали кўринишда бўлади. Бу икки цилиндр орасидаги контакт кучланишнинг қийматини аниқлаш масаласини биринчи бўлиб Г.Герц ҳал қилган, яъни:

$$\sigma_k = \sqrt{\frac{qE_1E_2}{\rho_k \pi [E_1(1-\mu_1^2) + E_2(1-\mu_2^2)]}} \quad (7.4)$$

Пуассон коэффициентини $\mu = 0,3$ деб қабул қилсак:

$$\sigma_k = 0,418 \sqrt{qE_k / \rho_k}$$

бу ерда: $E_k = 2E_1E_2 / (E_1 + E_2)$; $1 / \rho_k = 1 / \rho_1 + 1 / \rho_2$ бунда E_k , ρ_k — цилиндр материали учун эластиклик модули ва цилиндр радиусининг келтирилган қиймати; E_1 , E_2 , ρ_1 , ρ_2 — цилиндр материалларининг эластиклик модули ва радиуслари. Ушбу формула ёрдамида айланасимон ҳамда ҳар қандай цилиндрсимон деталлар илашганда ҳосил бўлган контакт кучланишларни аниқлаш мумкин.

Цилиндр айланганда юкланиш таъсирида контакт кучланиш фақат шу илашган юзада ҳосил бўлади, яъни контакт кучланиш пульсацияланувчи циклар бўйича узгаради (7.7—расм). Ҳар бир юза фақат илашганда юкланганлиги учун, контакт кучланиш қиймати узгарувчан бўлади. Узгарувчан кучланишлар таъсирида илашган юзалар толиқади, натижада бу юзаларда билинар—билинемас дарзлар пайдо бўлади. Илашиш сермой шароитда бўлса, бундай дарзларнинг ичига катта босим остида мой кира бошлайди, натижада дарзлар катталаша бориб, цилиндр сиртларида кичик бўлакчаларнинг ажралишига олиб келади (7.8—расм).

Оқибатда цилиндр сиртида ҳар хил ўлчамли чуқурликлар пайдо бўла бошлайди. Бундай чуқурликларнинг пайдо бўлиши ва иш

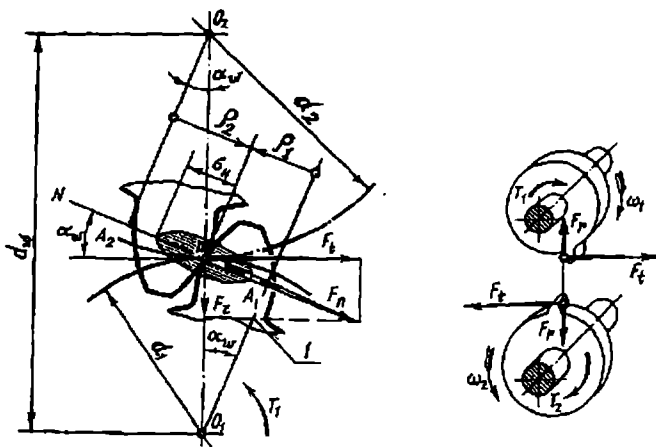
давомида улар сонининг ортиши туфайли цилиндр сиртининг шакли бузилади, сирти нотекислашади, зарб билан таъсир этувчи кучлар ортади. Бунинг оқибатида уваланиш жараёни тезлашади.

Контакт кучланишнинг қиймати жоиз қийматдан катта бўлмаса, уваланиш ҳодисаси рўй бермайди.

Ҳар бир материалнинг қаттиқлигига нисбатан базавий циклари $N_{\text{во}}$ га асосланиб, базавий $\sigma_{\text{во}}$ кучланишлар аниқланади ва бу кучланишлар асосида контакт кучланишнинг жоиз қиймати аниқланади.

7.6-§. Илашишда ҳосил бўлган кучлар

Гилдиракларнинг илашишда ҳосил бўлган куч F_n унинг сиртига тик бўлиб, илашиш чизиги бўйича йуналган бўлади (7.9-расм).



7.9 – расм.

Одатда, гилдирак вали ва унинг таянчларини ҳисоблашни осонлаштириш мақсадида бу куч илашиш қутбига кучирилиб, ташкил этувчи куч F_t билан радиал куч F_r га ажратилади (7.9-расм, а, б). Узатмаларни ҳисоблашда улар воситасида узатиладиган юкланиш буровчи момент сифатида берилган бўлади. Шунинг учун кучланишларнинг қийматини аниқлашда авваламбор айланма куч миқдори топилиб, сунгра қолган кучлар аниқланади. Бунинг учун тўғри тишли гилдираклардаги кучларни аниқлашда қуйидаги муносабатлардан фойдаланилади:

$$F_t = \frac{2T}{d}; \quad F_r = F_t \operatorname{tg} \alpha, \quad F_n = \frac{F_t}{\cos \alpha} \quad (7.5)$$

7.7-§. Тўғри тишли цилиндрсимон гилдиракларни контакт кучланиш бўйича ҳисоблаш

Тўғри ва қия тишли цилиндрсимон узатмаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш ГОСТ 21354–87 бўйича стандартлаштирилган. Машина деталлари қурсида шу ҳисоблашнинг асосийлари ўрганилади.

Гилдирак тишларининг мустаҳкамлиги асосан контакт кучланишга чидамлилиги бўйича текширилади. Бу кучланишнинг ҳисобий қийматини аниқлашда ўқлари ўзаро параллел жойлашган радиуслари ρ_1, ρ_2 (7.9–расм) бўлган икки цилиндрлар ўртасида ҳосил бўлган контакт кучланишни аниқлаш учун ёзилган (7.4) Герц формуласидан фойдаланилади:

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{E_k}{2\pi(1-\mu^2)}} \cdot \frac{q}{\rho_k}$$

бунда: $E_k = 2E_1 \cdot E_2 / (E_1 + E_2)$ — материал эластиклик модулининг "келтирилган" қиймати; $E_1 = E_2 = 2,15 \cdot 10^5$ МПа — етакловчи ва етакланувчи тишли гилдирак (пўлат) материалларининг эластиклик модули; $\mu = 0,3$ — Пуассон коэффиценти; q — илашиш чизигига тўғри келган босим; тўғри тишли цилиндрсимон гилдираклар учун контакт чизигининг узунлиги етакланувчи гилдирак эни b_2 га тенг бўлади.

$$q = \frac{F_v}{b_2} \cdot k_{n\alpha} \cdot k_{n\beta} \cdot k_{nv} = \frac{F_t}{b_2 \cdot \cos \alpha} \cdot k_{n\alpha} \cdot k_{n\beta} \cdot k_{nv}$$

бу ерда: $k_{n\alpha}, k_{n\beta}, k_{nv}$ — юкланишнинг тишлараро, тиш эни бўйича нотекис тақсимланишини ҳамда қўшимча динамик кучланишни ҳисобга олувчи коэффицентлар; $\rho_k = \rho_1 \rho_2 / (\rho_1 + \rho_2)$ — эгрилик радиусининг "келтирилган" қиймати. $O_1 \Pi A_1, O_2 \Pi A_2$ 7.9–расмдаги учбурчаклардан $\rho_1 = 0,5 d_1 \sin \alpha, \rho_2 = 0,5 d_2 \sin \alpha$ — етакловчи ва етакланувчи гилдирак тишларининг эгрилик радиуслари қийматларини юқоридаги формулага қўйиб қуйидагига эга бўламиз:

$$\rho_k = \frac{d_2 \sin \alpha}{2} \cdot \frac{1}{u+1}$$

ρ_k, q — қийматларини Герц формуласига қўйиб қуйидаги ифода олинади:

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{E_k}{2\pi(1-\mu^2)}} \cdot \frac{F_t}{b_2 \cdot \cos \alpha} \cdot \frac{2(u+1)}{d_2 \cdot \sin \alpha} \cdot k_{n\alpha} \cdot k_{n\beta} \cdot k_{nv} \leq [\sigma_n]$$

формулани соддалаштирсак, яъни $\sin \alpha \cdot \cos \alpha = \frac{1}{2} \sin 2\alpha$,

$Z_\alpha = \sqrt{2/\sin 2\alpha}$ — илашишдаги тишларнинг шаклини ҳисобга олувчи коэффициент $\alpha = 20^\circ$ бўлганда $Z_\alpha = 1,76$ бўлади.

$$Z_\alpha = \sqrt{\frac{E_k}{\pi(1-\mu)^2}} = 275 \text{ МПа}^{1/2} \text{ — узатма гилдирак материалларининг}$$

механик характеристикаларни ҳисобга олувчи коэффициент. Формулага қўшимча равишда илашиш чизигининг умумий узунлигини ҳисобга олувчи коэффициент $Z_\epsilon = \sqrt{(4-\epsilon_\alpha)/3}$ киритилади. ϵ_α — ён қопланиш коэффициентининг қиймати (1,25 дан 1,9 гача узгаради), бунда Z_ϵ нинг ўртача қиймати 0,9. Тўғри тишли цилиндрсимон гилдираклар учун $k_{\alpha\alpha} = 1,0$. Натижада тўғри тишли цилиндрсимон гилдирак тишларидаги контакт кучланишнинг ҳисобий қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\begin{aligned} \sigma_H &= z_H \cdot z_M \cdot z_\epsilon \sqrt{\frac{F_t(1+u)}{d_2 \cdot b_2} \cdot k_{H\beta} \cdot k_{H\gamma}} = 1,76 \cdot 275 \cdot 0,9 \sqrt{\frac{F_t(1+u)}{d_2 \cdot b_2} \cdot k_{H\beta} \cdot k_{H\gamma}} = \\ &= 430 \sqrt{\frac{F_t(1+u)}{d_2 \cdot b_2} \cdot k_{H\beta} \cdot k_{H\gamma}} \leq [\sigma_H] \end{aligned} \quad (7.6)$$

бу ерда: u — узатиш сони; F_t — айланма куч, Н; d_2 — етакланувчи тишли гилдирак тиш бўлувчисининг диаметри, мм; b — етакланувчи тишли гилдирак эни, мм; σ_H — ҳисобий контакт кучланиш, МПа. Унинг қиймати етакловчи ва етакланувчи тишли гилдираклар учун бир хил. Шунинг учун ҳисобий контакт кучланиш қийматини аниқлаш учун (7.6) формулага қайси тишли гилдирак учун жоиз контакт $[\sigma_H]$ кучланишнинг қиймати кичик бўлса, шу қиймат (қўпинча етакланувчи гилдиракники) қўйилади. 7.6-формула ёрдамида ҳисобий контакт кучланишнинг қиймати аниқланади. Узатмани лойиҳалаш учун унинг асосий характеристикаси T_2 дан ҳамда узатиш сони u дан фойдаланилади. Бунда $F_t = 2T_2 / d_1$; $d_2 = 2au / (u+1)$, $b_2 = \psi_{ba} \cdot a$ деб қабул қилиб, бу қийматларни 7.6-формулага қўйсак, узатмани лойиҳалаш учун уқлараро масофани қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$a_u = 49,5 (u+1) \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot k_{H\beta}}{\psi_{ba} \cdot u^2 [\sigma_H]^2}} \text{ мм} \quad (7.7)$$

бу ерда: T_2 — буровчи момент, Нмм; u — узатиш сони; $[\sigma_u]$ — контакт кучланишнинг жоиз қиймати, ψ_{ba} — тиш эни коэффициентининг қиймати, уни танлашда қуйидагиларга эътибор бериш керак, бу қиймат қанчалик катта бўлса, узатма ташқи ўлчамлари кичик, огирлиги кам бўлади, лекин бунда тишли гилдиракнинг аниқлик даражаси, бикрлиги юқори бўлиши керак. Чунки бунда тишнинг эни бўйича тақсимланадиган юкланиш нотекис бўлиши мумкин. ψ_{ba} нинг қиймати гилдирак тиш юзасининг қаттиқлигига ҳамда етакланувчи гилдиракнинг таянчга жойланишига нисбатан 7.3—жадвалдан олинади.

7.3—жа д в а л

Ёпиқ узатмаларда етакланувчи тишли гилдиракнинг таянчга нисбатан жойлашиши	Тиш юзасининг қаттиқлиги		
	Тавсия этилган қийматлар	$H_2 \leq 350$ НВ ёки $H_1, H_2 \leq 350$ НВ	$H_1, H_2 > 350$ НВ
Симметрик	y_{ba}	0,3...0,5	0,25...0,3
	y_{bmax}	1,2...1,6	0,9...1,0
Носимметрик	y_{ba}	0,25...0,4	0,2...0,25
	y_{bmax}	1,0...1,25	0,65...0,8
Консол	y_{ba}	0,2...0,25	0,15...0,2
	y_{bmax}	0,6...0,7	0,45...0,55

Стандарт бўлмаган ёпиқ узатмалар учун a_w нинг қиймати R_{40} қатор бўйича яхлитланади, бунда, R_{40} : — 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 120, 130,...260 гача 10 дан; 420 гача 20 дан фарқ қилади.

Стандарт ёпиқ узатмаларда СТ СЭВ 229—75 асосида ўқлараро масофа a_w , тиш эни коэффициенти ψ_{ba} , узатиш сони u нинг қийматлари стандартлаштирилган:

a_w нинг стандарт қийматлари:

1— қатор: 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400,...

2— қатор: 140, 180, 225, 280, 355, 450,...

ψ_{ba} нинг стандарт қийматлари:

0,1; 0,125; 0,16; 0,25; 0,315; 0,4; 0,5; 0,8; 1,0; 1,25.

Узатиш сони u нинг стандарт қийматлари:

1 қатор 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0.

2 қатор 1,12; 1,4; 1,8; 2,24; 2,8; 3,55; 4,5; 5,6; 7,1; 9,0; 11,2.

Эслатма: u нинг ҳисобий қиймати 4% гача ўзгариши мумкин.

Демак, (7.6) формуладан маълумки контакт кучланишнинг қиймати алоҳида олинган гилдирак тишларининг модули ёки тишлар сонига эмас, балки уларнинг купайтмасига, яъни диаметрига боғлиқ экан.

Модулнинг энг кичик қийматини гилдирак тишларининг эгилишдаги кучланишга чидамлилиги бўйича (7.9) формула ёрдамида аниқлаш мумкин. Аммо бунда кўпинча модулнинг қиймати кичик чиқади. Кичик модулли тишли гилдираклар кам ишлатилади. Шунинг учун модулнинг қиймати тажрибаларга асосланиб танлаб олинади, сунгра эгилишдаги кучланишга текширилади. Модуль қийматини танлашда қуйидагиларга эътибор бериш керак.

Кичик модулли кўп тишли гилдираклар ишда текис ва равон ишлайди. Гилдирак тишларини кесишга кам вақт сарф қилинади, материал тежалади, ишқаланишга кам куч сарф қилинади. Лекин бунда узатманинг бикрлиги, аниқлик даражаси юқори бўлиши талаб қилинади.

Катта модулли гилдирак тишлари ейилишга чидамли, нисбатан мустаҳкам, уваланиш бошлангандан кейин ҳам анча вақт ишлаши мумкин.

Юқоридагиларни ҳисобга олган ҳолда модулнинг тахминий қийматини 7.4-жадвалдан олиш мумкин.

7.4-жадвал

Узатманинг тури	$u_m = b/m$ энг катта қиймати
1. Вал ва таянчларнинг бикрлиги юқори бўлиб, юқори даражада юкланган аниқ узатмалар учун ≤ 350 булганда > 350	45...30 30...20
Вал ва таянчларнинг бикрлиги етарли даражада юқори булган, оддий ёпиқ узатмалар учун ≤ 350 булганда > 350	30...20 20...15
Аниқлик даражаси паст булган очик узатмалар, қўйма равишда олинган тишли гилдираклар, конуссимон узатмалар учун	15...10
И л о в я: Берилган қийматларнинг кичигини узатмада ўта юкланиш ҳамда тезлик уртача булган ҳолларда, каттасини эса узоқ вақт ишлайдиган, нисбатан катта бўлмаган юкланишларда ҳамда катта тезлик билан ҳаракатланувчи узатмалар учун олиш тавсия этилади.	

Жадвалдан ψ_m нинг қийматини танлаб олиб модулнинг қиймати аниқланади: $m = b_w / \psi_m$
бу ерда: $b_w = \psi_{bd} \cdot d_1 = \psi_{bs} \cdot a_w$ га тенг.

Аниқланган модулнинг қиймати стандарт бўйича 7.1-жадвалдан яхлитлаб олинади. Қувват узатадиган узатмалар учун $m \geq 1,5$ мм шарт бажарилиши керак.

Узатманинг модули аниқлангач, қолган ўлчамларини ҳам аниқлаш мумкин. Силжитиш коэффициенти $X_{\Sigma} = 0$ бўлган узатмалар учун:

$$d_1 = \frac{2a}{u+1}; \quad z_1 = \frac{d_1}{m}; \quad z_2 = z_1 \cdot u; \quad d_2 = m \cdot z_2; \quad a = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Бунда $z_1 > z_{\min}$ бўлиши керак.

Тез ҳаракатланувчи узатмалар учун иш жараёнидаги шовқинни камайтириш учун $z_1 > 25$ қилиб олиш тавсия этилади.

Узатма гилдиракларининг геометрик ўлчамлари аниқлангач, гилдирак тишлари эгилишдаги кучланишга текширилади. Бунда ҳисобий эгилишдаги кучланиш қиймати жоиз қийматдан катта бўлса, модуль қийматини қайтадан танлаб z_1 нинг янги қийматлари аниқланади.

Ҳисоблаш жараёнида кўпинча эгилишдаги кучланишнинг ҳисобий қиймати эгилишдаги жоиз кучланиш қийматидан кичик бўлади.

Таҷрибалар шуни кўрсатдики, ёпиқ тишли узатмаларни юклашга чидамлилиги эгилишдаги кучланиш бўйича эмас, балки контакт кучланиш бўйича белгиланади. Фақат тиш юзасининг қаттиқлиги $> 50 \dots 60 \text{ HRC}$ бўлган тишли узатмалар учун тишнинг мустаҳкамлиги эгилишдаги кучланишга чидамлилиги билан белгиланади.

7.8—§. Тўғри тишли цилиндрсимон гилдиракларни эгилишдаги кучланиш бўйича ҳисоблаш

Узатмаларни лойиҳалашда гилдирак тишларини эгилишдаги кучланишга чидамлилигини аниқлаш асосий ҳисоблашлардан биридир. Бунда қуйидаги соддалаштиришлар қабул қилинади:

1. Тишга таъсир этувчи куч унинг учига қўйилган бўлиб, фақат битта тиш воситасида узатилади деб, ҳисобланади.

2. Ишқаланиш кучи катта бўлмаганлиги сабабли ҳисобга олинмайди.

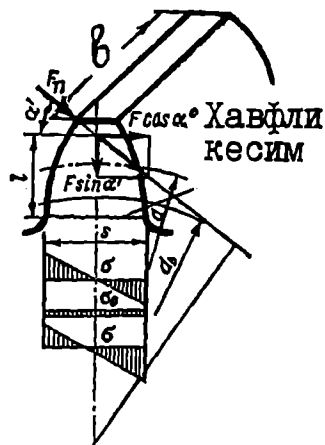
3. Тиш консолли балка деб қаралади.

Маълумки, гилдиракнинг илашишда бўлган тишларига таъсир этувчи асосий куч, уларнинг сиртига тик бўлиб, илашиш чизиги бўйича йўналган F_n кучдир (7.10—расм). Ҳисобни осонлаштириш учун бу куч илашиш қутбига кучирилиб, ташкил этувчи айлана куч F_t^1 билан радиал куч F_r^1 га ажралади. Бу кучлардан тиш асосида ҳосил бўлган кучланиш қуйидагича ҳисобланади.

$$\sigma_F = \sigma_{\pi} - \sigma_c = F_t^1 / W - F_r^1 / A$$

бу ерда: $\sigma_x = F_1^I / W$ — эгувчи моментдан тиш асосида ҳосил булган кучланиш; $\sigma_c = F_1^I / A$ — марказдан қочма куч таъсирида ҳосил булган кучланиш; $W = b s^2 / 6$ — тиш асосининг қаршилиқ моменти; $A = bs$ — тиш асосининг юзаси; b, s, l нинг ўлчамлари расмда кўрсатилган.

Тажрибалар шуни кўрсатадики, кучланишнинг абсолют қиймати толалар сиқилган томонда катта бўлса ҳам, тишлар аксарият толалар қўзилган томондан синади. Шунинг учун юқоридаги тенгликда σ_c олдига (—) ишораси қўйилган.



7.10 — расм.

Формуларда l ва s нинг абсолют қийматларини аниқлаш қийин булганлиги туфайли ҳисоблашда улардан фойдаланиш ноқулай. Шунинг учун ҳар хил модулли тишларнинг ўхшашлигидан фойдаланиб, улар ўлчамсиз коэффициентлар яъни l^I билан алмаштирилади:

$$l^I = l / m, \quad s^I = s / m$$

Бу коэффициент қийматларини юқоридаги формулага қўйиб қуйидаги ифода олинади:

$$\sigma_F = \frac{F_t \cdot k_F}{b \cdot m} \left[\frac{6l^I}{(s^I)^2} - \frac{tg \alpha}{s^I} \right] k_H$$

бу ерда: $k_F = k_{Fa} \cdot k_{F\beta} \cdot k_{Fv}$ — юкланиш коэффициенти; k^a — кучланишнинг тўпланишини ҳисобга олувчи назарий коэффициент.

Бу ифодада $\left[\frac{6l^I}{(s^I)^2} - \frac{tg \alpha}{s^I} \right] \cdot k^a = Y_F$ тиш шакли коэффициенти.

Демак, эгилишдаги кучланишнинг ҳисобий қиймати:

$$\sigma_F = \frac{F_t \cdot Y_F \cdot k_{Fa} \cdot k_{F\beta} \cdot k_{Fv}}{b \cdot m} \leq [\sigma_F] \quad (7.8)$$

бу ерда: $[\sigma_F]$ — эгувчи кучланишнинг жоиз қиймати. Y_F — тиш шаклининг қиймати силжиш коэффициентти χ билан тишлар сони z га боғлиқ бўлиб, 7.5-жадвалдан олинади.

Лойihalанаётган узатма гилдиракларининг модулини аниқлашда (7.8) формулада $F_t = 2 T_2 / d_2$ деб қабул қилсак, $m = 2 T_2 \cdot k_m / (b_2 \cdot d_2 \cdot [\sigma_F])$ мм бўлади (7.9).

бу ерда: $k_m = Y_F \cdot k_{F3} \cdot k_{Fv}$ — қўшимча коэффициент булиб унинг ўртача қиймати тўғри тишли цилиндрсимон гилдираклар учун $k_m = 6,8$, қия тишли цилиндрсимон гилдираклар учун $k_m = 5,8$.

Формуладаги $[\sigma_F]$ қиймати ўрнига $[\sigma_F]_1$, $[\sigma_F]_2$ қийматларнинг кичиги қўйилади.

Аниқланган модуль қиймати стандарт бўйича яхлитланди. Бу қиймат қанча кичик бўлса, гилдирак тишларининг сони шунча кўп бўлади. Бу эса тишли гилдиракларнинг илашиши текис, шовқинсиз бўлиб тишни кесилишини осонлаштиради. Бироқ узатма гилдирак тишларининг модули камайиши билан эғувчи кучланишга чидамлилиги камаяди. Шунинг учун қувват узатадиган узатмаларда модуль қийматини $m \geq 1,5$ деб олиш тавсия этилади.

7.9—§. Юкланиш коэффициенти

Тишли узатмаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш ҳисобий юкланиш қийматини аниқлашдан бошланади. Узатмаларни ишлаш жараёнида, яъни узатма деталларини тайёрлашда (қайта ишлашда), йиғишда йуқ қўйилган ноаниқликлар, шунингдек валларнинг, тишли гилдиракларнинг эластик деформацияси натижасида юкланишлар нотекис тақсимланади. Тишли гилдиракларни илашишдаги ноаниқлар натижасида қўшимча кучланишлар ҳосил бўлади. Ҳисобий кучланиш қиймати шу қўшимча кучланишлар қийматини ҳисобга олган ҳолда аниқланади. Бу қўшимча кучланишларнинг қиймати алоҳида олинган қўшимча кучланишлар қийматининг кўпайтмаси сифатида ҳисобга олинади, яъни

$$k = k_s \cdot k_v \cdot k_a$$

бу ерда: k — юкланиш коэффициенти; k_s — юкланишни тиш эни бўйича нотекис тақсимланишини ҳисобга олувчи коэффициент; k_v — қўшимча динамик кучларни ҳисобга олувчи коэффициент; k_a — кучланишни тишлараро нотекис тақсимланишини ҳисобга олувчи коэффициент.

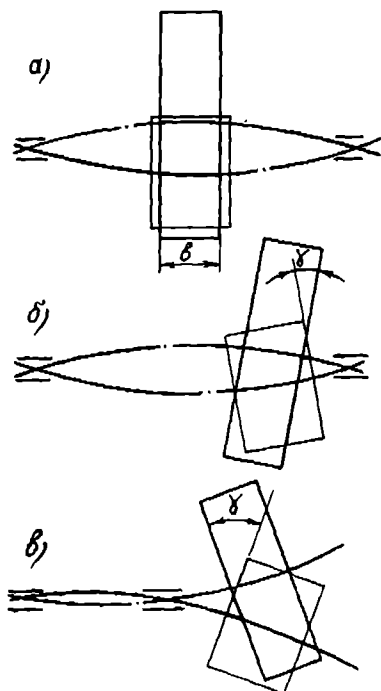
Коэффициентлардаги "β" индекс узатма гилдирак тишларининг илашиш жараёнида β бурчакка оғиши туфайли юкланишнинг нотекис тақсимланишини белгиловчи шартли белги; "ν" — индекс узатма катта тезлик билан ҳаракатланганда аниқлик даражаси кичик бўлган узатмаларда бўлган қўшимча динамик кучланишларни белгиловчи шартли белги; "α" — эса тишли гилдираклар ўзаро илашганда илашиш бурчагининг ўзгариши натижасида ҳосил бўлган қўшимча кучланишларни белгиловчи шартли белги.

Тишли гилдиракларни контакт кучланишга чидамлилиги ҳисобланганда юкланиш коэффициентининг индекси "н" ҳарф (контакт

кучланишларга ҳисоблашнинг асосчиси Н. Нейз) билан белгиланади. Эгилишдаги кучланишга чидамлилиқни аниқлашда индекс "F" ҳарфи (инглизча "оёқча" сўзидан олинган) билан белгиланади, яъни k_{av} k_{Fv} .

Юкланиш коэффициентининг тахминий қийматлари $k = 1,3 \div 1,5$ га тенг. Аниқ тайёрланган узатмалар учун бу коэффициентни 1,3 деб олиш тавсия этилади.

k_s — юкланишни тиш эни бўйича нотекис тақсимланишини ҳисобга олувчи коэффициент. Узатма гилдираклари илашганда шу илашиш чизигида ҳосил бўлган кучлар таъсирида валлар деформацияланади, натижада юкланиш тиш эни бўйича нотекис тақсимланади. 7.11—расмда гилдираклар таянчга нисбатан ҳар хил жойлашганда валларнинг деформацияланиш схемаси берилган, бунда 7.11—расм, *а* да тишли гилдираклар таянчларга нисбатан симметрик; 7.11—расм, *б* да носимметрик; 7.11—расм, *в* да консол ҳолда жойлашган.



7.11 — расм.

Айниқса тишли гилдираклар таянчларга нисбатан носимметрик ҳамда консол ҳолида жойлашганда таянчларнинг γ бурчакка бурилиши натижасида юкланиш кўпроқ бўлиб, нотекис тақсимланади. Бу нотекис тақсимланиш, гилдирак энининг ортиши билан ортиб боради. Шунинг учун гилдирак энининг ўлчами чегараланган.

Агар ўзаро илашган гилдирак тишларининг бикрлиги абсолют бўлса, гилдирак тишларининг илашиши 7.12—расм, *а* да кўрсатилгандек бўлар эди. Лекин тишларнинг деформацияланиши натижасида бу илашиш 7.12—расм, *б* дагидек бўлади. Бунда тиш эни бўйича кучланишнинг тақсимланиши унинг деформацияланишига нисбатан 7.12—расм, *в* да кўрсатилган; $q_{\max} / q_{\text{б}}$ нисбат юкланишни тиш эни бўйича нотекис тақсимланишини кўрсатади (шартли белгиси k_s).

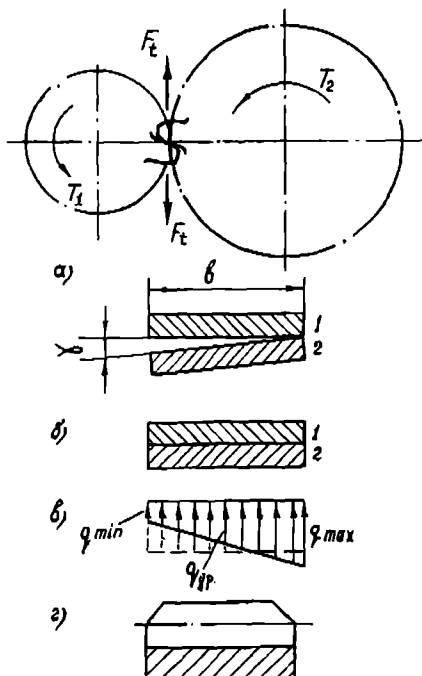
Юкланишларни нотекис тақсимланиши контакт ва эгувчи кучланишнинг қийматини оширади. Бу нотекис тақсимланиш натижасида гилдирак тишларининг ён уchlari синмаслиги учун 7.12—

расм 7.12-да кўсатилгандек қирқиб қуйиш мумкин. Юкланиш ўзгармас бўлиб, тиш юзасининг қаттиқлиги $< 350 \text{ HB}$ бўлганда, кучланишлар тўпланиши, тишли гилдиракларнинг ўзаро мослашуви натижасида аста-секин йўқолиб кетади.

Узатманинг тезлиги $V > 15 \text{ м/с}$ гилдирак тишларининг ишчи юзасининг қаттиқлиги $> 350 \text{ HB}$ бўлганда, кучланиш тўпланишини камайтириш учун гилдиракнинг тиш шаклини бочкасимс қилиб, энини нисбатан камайтириш тавсия этилади.

Демак, узатмаларни лойиҳалаш жараёнида кучланишларни тўпланишини камайтириш учун валларни, таянчларни, корпусларни бикрлиги жуда катта бўлмаслигига эътибор бериш керак.

k_f — нинг қийматлари узатма тишларининг иш юзасининг қаттиқлиги, таянчларда ишлатиладиган подшипниклар тури, тиш эни коэффициентига қараб 7.13-расмдаги графалардан танланади.



7.12 – расм.

7.5-жадвал

z ёки z_k	Кесувчи асбобнинг силжиш коэффициенти						
	-0,4	-0,25	-0,16	0	-0,16	-0,25	-0,4
16	—	—	—	4,28	4,02	3,78	3,54
20	—	—	4,10	4,07	3,83	3,64	3,50
25	—	4,30	4,13	3,90	3,72	3,62	3,47
40	4,02	3,88	3,81	3,70	3,61	3,57	3,48
60	3,78	3,71	3,63	3,62	3,57	3,54	3,50
80	3,70	3,66	3,63	3,60	3,55	3,55	3,51
100	3,66	3,62	3,61	3,60	3,56	3,56	3,55
180	3,62	3,62	3,62	3,62	3,59	3,58	3,56

курсатилган, бунда гилдирак тиш қадамларида $P_{b2} = P_{b1}$ эмас, балки $P_{b2} > P_{b1}$ булганлиги учун етакланувчи тишли гилдирак илашиш чизиги $A-A$ да B нуқтага етгунча B' нуқтада зарб билан урилиш содир бўлади, натижада қўшимча динамик кучлар ҳосил бўлиб, урилган юза сидирилиши мумкин. Зарб билан урилишдан ҳосил булган динамик кучланишларнинг қийматини камайтириш учун гилдирак тиш учларида (7.14—расм) штрих билан курсатилган қисми кесиб ташланади.

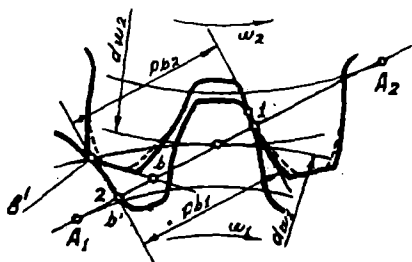
Қўшимча динамик кучланиш k_v нинг қийматини 7.6—жадвалдан узатманинг тезлиги, тиш юзасининг қаттиқлиги ҳамда узатма гилдиракларнинг аниқлик даражасига мувофиқ танлаш мумкин.

k_a — юкланишни тишлараро нотекис тақсимланишини ҳисобга олувчи коэффициент, унинг қиймати тишли гилдиракнинг аниқлик даражасига ҳамда узатманинг тезлигига боғлиқ бўлиб, қуйидагича олиш тавсия этилади. Тўғри тишли узатмалар учун $k_a = 1,0$. Қия тишли узатмалар учун:

Аниқлик даражаси	6	7	8	9
k_{Fa}	0,72	0,81	0,91	1,0

Узатманинг аниқлик даражасини унинг тезлиги ($V = 0,5 \omega_2 d_2$) га нисбатан қуйидагича белгилаш мумкин (7.7—жадвал).

k_{ga} — коэффициент қиймати тўғри тишли цилиндрсимон гилдираклар учун — 1,0; қия тишли цилиндрсимон гилдираклар учун — 1,1.

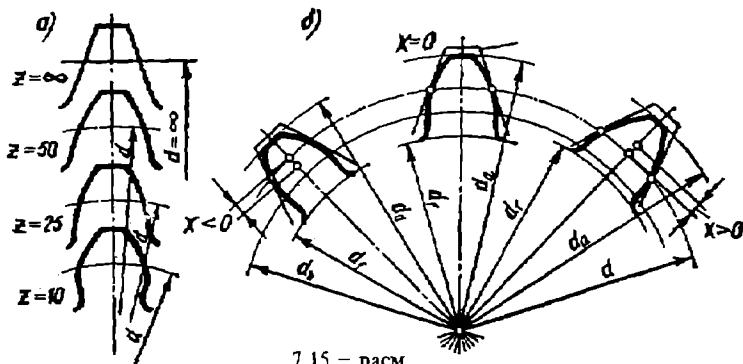


7.14 — расм.

7.10—§. Гилдирак тишлари сонини унинг мустаҳкамлигига таъсири ҳамда силжиш коэффициенти

Тишли узатманинг геометрик ўлчамларини ихчамлаштириш мақсадида тишлар сонини камайтиришга ҳаракат қилинади. Тишлар сонининг камайиши эса қопланиш коэффициенти нинг камайишига, бу эса ўз навбатида, тиш мустаҳкамлигининг пасайишига олиб келади. Бундан ташқари, тишлар сони маълум чегарадан камайтирилганда етакловчи гилдирак тишларининг кесилиш жараёнида тубида (асосида) қирқилиш содир бўлади. Бундай кам тишли гилдираклар тайёрлаш вақтида қирқувчи асбоб тишларнинг каллаги қирқилаётган гилдирак тиши асосини қўшимча равишда қирқиб ботиқ ҳосил қилади (7.15—расм). Бу эса тиш асоси кундаланг

Анықдық даражасы	Тиги юзәсининг қаттықлығы	k _{HV}					k _{TV}				
		V, м/с									
		1	5	10	15	20	1	5	10	15	20
6	H ₁ , H ₂ > 350 HB	1,02	1,10	1,20	1,30	1,40	1,02	1,10	1,20	1,30	1,40
		1,01	1,06	1,08	1,12	1,16	1,01	1,06	1,08	1,12	1,16
	H ₁ ёки H ₂ Қ 350HB	1,03	1,16	1,32	1,48	1,64	1,06	1,32	1,64	1,96	-
		1,01	1,06	1,13	1,19	1,26	1,03	1,13	1,26	1,38	1,51
7	H ₁ , H ₂ > 350 HB	1,02	1,12	1,25	1,37	1,5	1,02	1,12	1,25	1,37	1,5
		1,01	1,05	1,10	1,15	1,20	1,01	1,05	1,10	1,15	1,20
	H ₁ ёки H ₂ Қ 350HB	1,04	1,20	1,40	1,60	1,80	1,08	1,40	1,80	-	-
		1,02	1,08	1,16	1,24	1,32	1,03	1,16	1,32	1,48	1,64
8	H ₁ , H ₂ > 350 HB	1,03	1,15	1,30	1,45	1,60	1,03	1,15	1,30	1,45	1,60
		1,01	1,06	1,12	1,18	1,24	1,01	1,06	1,12	1,18	1,24
	H ₁ ёки H ₂ Қ 350HB	1,05	1,24	1,48	1,72	1,96	1,10	1,48	1,96	-	-
		1,02	1,10	1,19	1,29	1,38	1,04	1,19	1,38	1,58	1,77
9	H ₁ , H ₂ > 350 HB	1,03	1,17	1,35	1,52	1,70	1,03	1,17	1,35	1,52	1,70
		1,01	1,07	1,14	1,21	1,28	1,01	1,07	1,14	1,21	1,28
	H ₁ ёки H ₂ Қ 350HB	1,06	1,28	1,56	1,84	-	1,11	1,56	-	-	-
		1,02	1,11	1,22	1,34	1,45	1,04	1,22	1,45	1,67	-



7.15 – расм.

кесимининг кичрайишига, яъни тиш мустаҳкамлигининг камайишига сабаб бўлади. Шунинг учун тишлар сонининг энг кичик қиймати чегаралаб қўйилган. Одатда, бу қиймат қуйидагича бўлади:

$$Z_1 \geq Z_{\min} = 17$$

Кам тишли етакловчи тишли гилдиракларнинг мустаҳкамдигининг камайишини олдини олиш мақсадида, улардаги тишлар шакли ўзгартирилади.

Эвольвента шаклли гилдирак тишларининг шаклини ўзгартириш учун кесиш асбоби рейкасини одатдаги ҳолатдан гилдирак маркази томон ёки унга тескари томон силжитиш керак. Бунда икки ҳолат:

1. Етакловчи гилдирак тишларини қирқишда рейкани марказидан ташқи томонга силжитиб $x > 0$, етакланувчи гилдирак тишларини қирқишда, аксинча, марказга томон силжитилади $x < 0$ (7.15–расм). Ҳосил бўлган тишнинг қалинлиги, айниқса, асосига яқин жойда бирмунча катта бўлади. Демак, унинг эгилишга бўлган мустаҳкамлиги ортади.

Рейкани силжитиш натижасида тиш учи ингичкалашиб боради.

7.7–жа д в а л

Аниқлик даражаси	Етакланувчи тишли гилдиракнинг тезлиги(м/с ҳисобида)			
	Тўғри тишли		Қия тишли	
	цилиндрсимон	конуссимон	цилиндрсимон	конуссимон
6	15 гача	12 гача	30 гача	20 гача
7	10 гача	8 гача	15 гача	10 гача
8	6 гача	4 гача	10 гача	7 гача
9	2 гача	1,5 гача	4 гача	3 гача

Бу ҳол силжитиш қийматини маълум миқдордан ошириш мумкин эмаслигини кўсатади.

Тишлар бундай усул билан тузатилганда рейкани етакловчи гилдирак тишларини қирқишда марказдан ташқари томонга мусбат $x > 0$ масофага силжитилса, етакланувчи гилдирак тишларини қирқишда, аксинча, марказга томон (манфий) $x < 0$ ҳудди шу масофага силжитади. Демак, умумий силжитиш коэффициенти:

$$x_2 = x_1 + x_2 = 0$$

бу ерда: x_1, x_2 — гилдирак тишларини силжитиш коэффициенти.

Рейкани силжитиш натижасида тиш эни улчами ўзгариши билан уйиқчанинг улчами ҳам ўзгаради. Натижада, бўлувчи айлана буйича тиш эни билан уйиқча энининг йигиндиси P_1 қадамга тенг бўлади:

Етакловчи ва етакланувчи гилдирак тишларини қирқишда рейкани турли йўналишда бир хил масофага силжитилиши натижа—сида етакловчи гилдирак тишининг эни қанча катталашган бўлса, гилдиракдаги уйиқчанинг эни ҳам шунчалик катталашади, аммо марказлараро масофа a_u ўзгармайди.

Бироқ тиш каллаги билан оёғи баландликларининг нисбати ўзгаради, бундай ҳолларда $h_1 = m + x$; $h_1 = m + c - x$ бўлади.

Бундан ташқари, ҳар бир гилдирак учун

$$\begin{aligned} d_1 &= d + 2(m + x); d_1 = d + 2(m + c - x) \\ a_u &= a = (d_1 + d_2) / 2; \alpha_u = \alpha = 20; \end{aligned} \quad (7.10)$$

Демак, тузатиш натижасида, асосан тиш қисмларининг баланд—ликлари ўзгаради. Шунинг учун бундай тузатиш (коррекция) баландликни тузатиш дейилади. 2. Етакловчи ва етакланувчи гилдирак тишларини қирқишда рейка бир томонга — марказдан ташқи томонга силжитилади. Бунда $x_1 > 0$, $x_2 > 0$ бўлиб, умумий силжиш коэффициенти $x_2 > 0$ бўлади.

Бундай ҳолларда етакловчи ва етакланувчи гилдирак тишларининг бўлувчи айлана буйича ўлчанган қалинлиги $P_1 / 2$ дан катта, уйиқчаларнинг эни эса $P_1 / 2$ дан кичик бўлади. Шунинг учун иккала гилдиракнинг бўлувчи айланалари бир—бирига тега олмайди, натижада бошлангич айланалар бўлувчи айланалардан ташқарида жойлашиб қолади, яъни $d_{u1} > d_1$, $d_{u2} > d_2$ бўлади.

Бу эса марказлараро масофанинг катталашувиغا олиб келади, яъни

$$a_u = \frac{d_{u1} + d_{u2}}{2} > a = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Марказлараро масофанинг катталашуви туфайли гилдираклар—ни асосий айланалари бир—биридан узоқлашади. Натижада, уларга

ўтказилган умумий уринма (илашиш чизиги) илашиш қутбидан ўтган горизонтал чизиқ билан кесишганда тузатишдан олдингига қараганда каттароқ бурчак ҳосил бўлади ва илашиш бурчаги катталашади, яъни $\alpha_w > \alpha = 20^\circ$ бўлади. Шунинг учун бундай тузатиш бурчакли тузатиш дейилади.

Гилдирак тиш шаклини ўзгартириш билан қуйидагиларга эришиш мумкин.

1. Тиш кесувчи рейкани мусбат томонга силжитиб гилдирак тишини эгувчи кучланишга чидамлилигини ошириш ҳамда тишлар сонини камайтириш мумкин.

2. Илашиш бурчаги α_w ни 25° гача ошириб, гилдирак тишларини контакт кучланишга чидамлилигини 20% гача ошириш мумкин.

Етакловчи ва етакланувчи гилдирак тишлар сони катта бўлганда тиш шаклини ўзгартириш унчалик аҳамиятга эга бўлмайди.

Узатмаларда узатиш сони n нинг қиймати катта бўлганда, гилдирак тишларини эгувчи кучланишга чидамлилигини ошириш учун тиш шаклини биринчи йул билан тузатиш тавсия этилади, бунда $x_s = 0$ бўлади.

ГОСТ 16532–70 асосида тўғри тишли цилиндрсимон гилдираклар учун силжитиш коэффиценти x_1 , x_2 нинг қийматларини қуйидагича олиш тавсия этилади:

1. Кинематик узатмаларда:

$z_1 > 17$ бўлганда $x_1 = x_2 = 0$

$z_1 > 12$ аммо $z_1 < 16$ бўлганда $x_1 = 0,3$; $x_2 = -0,3$

2. Қувват узатадиган узатмаларда:

$z_1 > 21$ бўлганда $x_1 = x_2 = 0$

$z_1 > 14$ аммо $z_1 < 20$ ҳамда $n \geq 3,5$ бўлганда

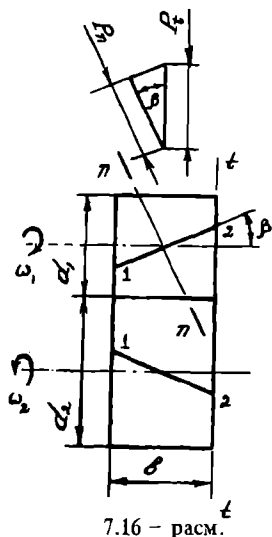
$x_1 = 0,3$; $x_2 = -0,3$

$z_1 \geq 10$ аммо $z_1 \leq 30$ бўлганда $x_1 = 0,5$; $x_2 = 0,5$

7.11–§. Қия ва шеврон тишли цилиндрик узатмаларни ҳисоблашнинг ўзига хос хусусиятлари

Узатма айлана тезлиги $v > 3$ м/с бўлганда қия тишли гилдираклардан фойдаланиш тавсия этилади.

Қия тишли гилдиракларда тиш гилдирак уқи билан маълум бурчак ҳосил қилган ҳолда жойлашган бўлади (7.16–расм). Бунинг учун кесувчи асбоб тишнинг талаб қилинган қиялик бурчаги β қандай бўлса, шундай бурчакка қийшайтириб қўйилади. Шунинг учун қия тишли гилдирак шакли $l-l$ нормал кесим бўйича тўғри тишли гилдираклар каби бўлади. Бу кесим бўйича модуль қиймати стандартлашган бўлиши керак.



7.16 - расм.

Гилдирак тишларининг ўлчамлари $t-l$ кесим бўйича қиялик бурчаги β га нисбатан ўзгаради, бунда: ён қадами $P_t = P_n / \cos\alpha$; ён модуль $m_t = m_n / \cos\beta$. Тиш бўлувчи айланасининг диаметри

$$d = m_t z = m_n z / \cos\beta. \quad (7.11)$$

Узатманинг геометрик ўлчамларини аниқлашда, асосан ён модулдан, мустақамликка ҳисоблашда нормал модулдан фойдаланилади.

Қия тишли гилдиракларнинг бир вақтда илашишда бўладиган тишлар сони (контакт чизигининг узунлиги) тўғри тишли гилдиракникига қараганда ортиқ бўлади, бу эса қия тишли гилдиракларнинг афзаллигидир. Шунинг учун ҳам бир хил ўлчамли, қия тишли гилдиракка тўғри тишли гилдирак-

никидан ортиқроқ юкланиш бериш мумкин. Бундан ташқари, қия тишли гилдиракларда тишлар илашишга бир четдан иккинчи четга томон аста-секин киришади. Натижада узатма шовқинсиз текис ва раван ишлайди, қўшимча динамик кучланишлар қиймати камаяди.

Айниқса, катта тезлик билан ҳаракатланувчи узатмаларда қия тишли гилдиракларнинг афзаалликлари яққол сезилади, чунки динамик кучлар қиймати тезликнинг квадратига пропорционал равишда ортиб боради.

Қия тишли гилдиракларда қопланиш коэффиценти 1 га тенг, деб олинганда ҳам контакт чизиги битта тиш узунлигидан катта бўлади:

$$l = b_w / \cos\beta,$$

агар қопланиш коэффиценти ϵ_a бўлса, контакт чизиги бундан ҳам катта, яъни:

$$l_i = b_w \epsilon_a / \cos\beta,$$

бўлади. Ён қопланиш коэффиценти қиймати $\epsilon_a < 1$ бўлганда ҳам ўқ бўйича қопланиш $b_w > P_w / \tan\beta$ таъминланган бўлса, узатмада илашиш узлуксиз давом этади.

$\epsilon_s = b_w \tan\beta / P_w \approx b_w \sin\beta / (\pi m_n)$ нисбат ўқ бўйича қопланиш коэффиценти деб аталади. ($\epsilon_s \geq 1,1$ деб олиш тавсия этилади).

Тажриба шуни кўрсатдики, тишлар кўрсатилган контакт чизиги бўйича ҳамма вақт ҳам тула тегиб туравермайди. Бу ҳол эътиборга олинганда контакт чизигининг узунлиги қуйидагича аниқланади:

$$l_z = (0,9 \div 1,0) \varepsilon_a b_w / \cos \beta_v.$$

Шундай қилиб, қия тишли гилдиракларда тўғри тишли гилди-
раклардагидек юкланиш фақат битта тишга тўшади, деб қабул
қилиб бўлмайди. Демак, қия тишли гилдиракларда ҳар бир тиш тўғри
тишли гилдиракларникига қараганда ортиқроқ юкланишга чидайди.

Қия тишли узатмаларнинг геометрик улчамлари:

Тиш бўлувчи айланасининг диаметри: $d = m_1 z = m_n z / \cos \beta$.

Ташқи диаметр: $d_1 = d + 2m$.

Гилдирак тиш каллагининг ва оёқчасининг баландлиги: $h_1 = m$,
 $h_1 = 1,25 m$

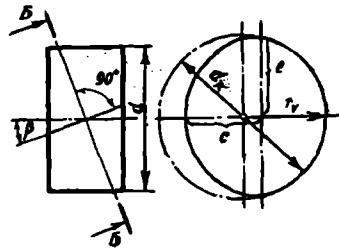
Уқлараро масофа:

$$a = (d_1 + d_2) / 2 = m_n (z_1 + z_2) / 2 \cos \beta = m z_y / 2 \cos \beta.$$

Қия тишли узатмаларда қиялик бурчаги β нинг қийматини
ўзгартириб a_w нинг ҳам қийматини ўзгартириш мумкин.

Қия тишли узатмаларда тиш шаклининг коэффициенти тишлар-
нинг сонига қараб эмас, балки «келтирилган» тўғри тишли гилди-
рак тишларининг сонига қараб олинади.

Қия тишнинг йуналишига тик
ўтказилган текисликда ана шу
«келтирилган» гилдиракни ифода-
ловчи шакл ҳосил бўлади, деб фа-
раз қилинади (7.17—расм). Қия
тишга тик бўлган текислик гил-
диракнинг кўндаланг кесимида
эллипс ҳосил қилади, унинг эгри-
лик радиуси $Z_k = d / (2 \cos^2 \beta)$ бў-
лади. Натижада тиш бўлувчи айла-
насининг диаметри



7.17 – расм.

$$d_k = 2 r_k = d / \cos^2 \beta = m_1 \cdot z / \cos^2 \beta = m_n z / \cos^3 \beta = m z_k$$

га тенг. Демак $Z_k = Z / \cos^3 \beta$ бу ерда z — қия тишли гилдиракнинг
тишлар сони. β — қияли к бурчаги.

Қиялик бурчаги β ни катталаштириш йўли билан Z_k ни кўпайти-
риш, бу билан эса гилдиракнинг юкланишини ошириш мумкин.

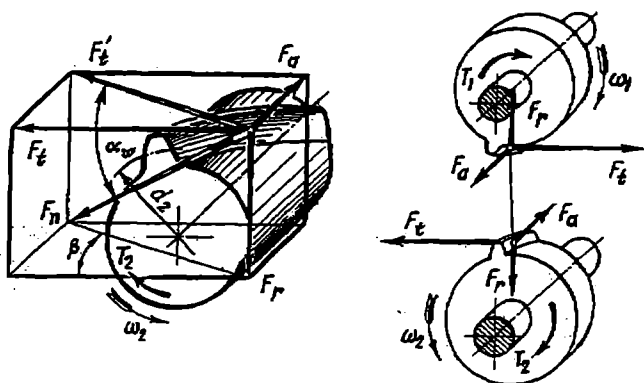
β нинг қийматини танлашда қуйидагиларга эътибор бериш керак.
Умуман олганда, қия тишли гилдираклар тўғри тишли гилдирак-
лардан қиммат туради. Шунинг учун қиялик бурчаги кичик бўлган
гилдираклар деярли ишлатилмайди. Бироқ β нинг катталашуви уқ
бўйлаб йўналувчи кучнинг катталашуви, таянч ва узатманинг
ташқи улчамларининг ортишига олиб келади. Шу боис ГОСТ
асосида, қия тишли гилдираклар учун $\beta = 8^\circ \div 25^\circ$; шеврон тишли
гилдираклар учун эса $\beta = 25^\circ \div 40^\circ$ қилиб олиш тавсия этилади.

Қия тишли гилдирааклар илашганда нормал куч F_n (7.18–расм) қуйидаги ташкил этувчи кучларга бўлинади:

$$\text{Айланма куч } F_t = 2T/d$$

$$\text{Бўйлама уч } F_s = F_t \cdot \operatorname{tg} \beta \quad (7.12)$$

$$\text{Марказга интилувчи куч } F_r = F_t^1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_w = F_t \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta}$$



7.18 – расм.

7.12–§. Қия тишли цилиндрсимон гилдиракли узатмаларни контакт кучланиш бўйича ҳисоблаш

Қия тишли цилиндрсимон гилдираклар илашганда, илашишда бир вақтнинг ўзида бир неча жуфт тишлар қатнашади, бу эса ҳар бир тишга тўғри келадиган юкланиш қийматини камайтириб мустаҳкамлигини оширади. Шунингдек, гилдирак тишларини бурчак остида жойланиши динамик кучларнинг қийматини камайтиради.

Контакт кучланишнинг ҳисобий қийматини аниқлашда тўғри тишли цилиндрсимон гилдираклар учун берилган формуладан фойдаланамиз, яъни:

$$\sigma_H = Z_n \cdot Z_\alpha \cdot Z_\epsilon \sqrt{\frac{F_t(u+1)k_H \alpha k_{H\beta} k_{H\nu}}{d_2 b_2}} \leq [\sigma_H] \quad (7.13)$$

бу ерда: $Z_n = 1,76 \cos \beta$ — илашаётган гилдирак тишларининг шаклини ҳисобга олувчи коэффициент, ($Z_n \approx 1,71$); $Z_\epsilon = \sqrt{1/\epsilon_\alpha}$ — ён қопланиш коэффициенти, ($Z_\epsilon \approx 0,8$);

$\varepsilon_a = [1,88 - 3,2 (\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2})] \cos \beta$ — ён қопланиш коэффициентининг

силжитиш коэффициенти ишлатилгандаги қиймати. Бунда (+) ишора ташқи, (–) ишора ички илашадиган тишли гилдирақлар учун олинади. Тўғри тишли гилдирақлар учун $\varepsilon_a \geq 1,2$; қия тишли гилдирақлар учун $\varepsilon_a \geq 1,0$ деб олиш тавсия этилади. $Z_x = 275 \text{ МПа}^{1/2}$ — узатма гилдирақларнинг механик характеристикаларини ҳисобга олувчи коэффициент (пулат материаллар учун), демак,

$$\sigma_a = 376 \sqrt{\frac{F_t(1+u)}{d_2 b_2}} k_H \alpha k_H \beta k_{HV} \leq [\sigma_H] \quad (7.14)$$

$k_{\alpha a}, k_{\alpha \beta}, k_{\alpha v}$ — коэффициент қийматлари юқорида берилган.

Узатмани лойиҳалаш учун 7.14– формулани ўқлараро масофага нисбатан ечиб, қуйидаги ифодада олинади:

$$a_u = 43 (1 + u) \sqrt[3]{\frac{T_2 k_H \beta}{\psi_{ba} u^2 [\sigma_H]^2}} \quad (7.15)$$

7.13–§. Қия тишли цилиндрсимон узатмаларни эгилишдаги кучланиш бўйича ҳисоблаш

Гилдирак тишларидаги эгилишдаги кучланишнинг ҳисобий қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\sigma_{F1} = \frac{F_t}{b_2 m} Y_F Y_b k_{Fa} k_{F\beta} k_{Fv} J[s_F]_1$$

$$\sigma_{F2} = \sigma_{F1} \cdot Y_{F2} / Y_{F1} \leq [\sigma_F]_1 \quad (7.16)$$

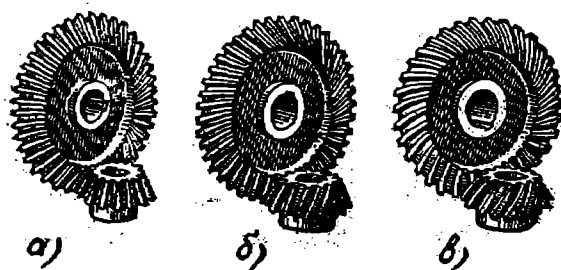
бу ерда: $Y_\beta = 1 - \frac{\beta^\circ}{140}$ тиш қиялигини ҳисобга олувчи коэффициент.

$Y_F, k_{Fa}, k_{F\beta}, k_{Fv}$ — коэффициент қийматлари юқорида берилган.

7.14–§. Конуссимон гилдирақли тишли узатмалар

Конуссимон тишли узатмаларда ўқлари ўзаро бурчак остида жойлашган бўлиб, қўпинча бу бурчаклар $\Sigma = 90^\circ$ тенг бўлади. Бу тур узатмаларни цилиндрсимон узатмаларга нисбатан тайёрлаш қийин, гилдирак тишини кесиш учун махсус станоклар ишла-тилади, бунда гилдирак тишлари тўғри, қия, айланасимон шаклда бўлиши мумкин (7.19–расм а, б, в). Узатмаларнинг тезлиги 2 – 3 м/с

гача бўлганда тўғри тишли, юқори бўлганда эса қия ҳамда айланасимон тишли гилдиракларни ишлатиш тавсия этилади, бунда узатманинг ишлаши рагон ва шовқинсиз бўлади.

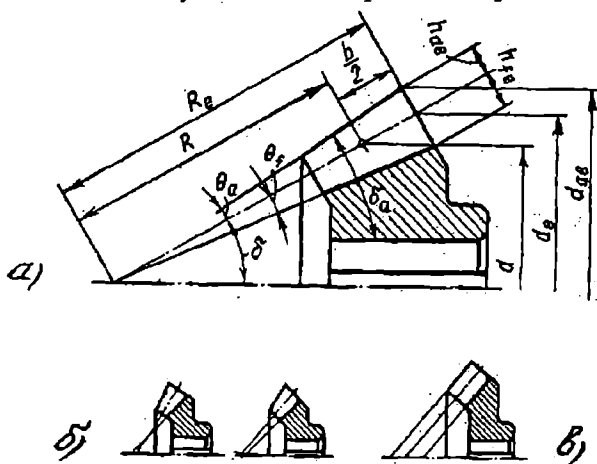


7.19 – расм.

Конуссимон узатмаларда вал ўқи бўйлаб йуналган кучнинг қийматининг катталиги, илашишда тишларга таъсир этувчи кучларнинг нотекис тақсимланиши натижасида қўшимча динамик кучларнинг ҳосил бўлиши бу тур узатмаларнинг асосий камчилигидир. Бироқ машиналарда қўпинча кесишган валлар ишлатиш зарурати туғилади, шунинг учун юқорида курсатилган камчиликлар бўлишга қарамай, конуссимон тишли гилдираклардан кенг куламда фойдаланилади.

Конуссимон тишли гилдиракларда гилдирак тишларининг улчалари уч хил шаклда бўлиши мумкин.

а) $m_n \geq 2$, $Z_2 = 20 \div 100$ гача бўлган айланасимон, тўғри ҳамда тангенциал тишли конуссимон гилдирак тишлари 1-шаклда кеси-



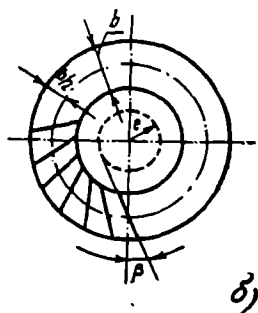
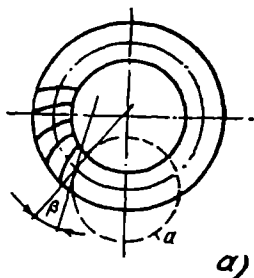
7.20 – расм.

лади (7.20—расм, а). Бунда тишнинг баландлиги унинг узунлиги бўйича нормал ҳолатда пасайиб, тиш асосининг конус учи билан тиш бўлувчисининг конус учи бир нуқтадан бошланади.

б) Айланасимон тишли конуссимон гилдираклар, асосан 2—шаклда кесилади (7.20—расм, б). Бунда тиш асоси билан тиш бўлувчисининг конус учлари ҳар хил нуқтадан бошланади.

в) Айланасимон тишли конуссимон гилдиракли узатмаларда $Z_2 \geq 40$ ҳамда конус узунлиги 75–750 мм бўлганда, гилдирак тишларини 3—шаклда кесиш тавсия этилади. Бунда тишнинг баландлиги унинг бутун узунлиги бўйича бир хил бўлади (7.20—расм, в).

Гилдирак тишларининг қиялик бурчаги айланасимон тишли гилдираклар учун $\beta_m = 35^\circ$, тангенциал тишли гилдираклар учун $20^\circ \dots 30^\circ$ олиш тавсия этилади (7.21—расм а, б лар). Бунда бурчак қиймати қанча катта бўлса, узатма шунчалик текис ва раво ишлайди, (бирок, бунда бўйлама кучнинг қиймати ҳам ортади).



7.21 — расм.

7.15—§. Конуссимон тишли гилдиракларнинг геометрик ўлчамлари

Узатмаларда узатиш сонининг қиймати конус шаклидаги фрикцион узатмалар каби аниқланади:

$$u = \omega_1 / \omega_2 = n_1 / n_2 = z_2 / z_1$$

Валларнинг ўқлари орасидаги бурчак 90° бўлганда бошлангич конус бурчаги орқали ифодаланган узатиш сони қуйидагича бўлади (7–22—расм):

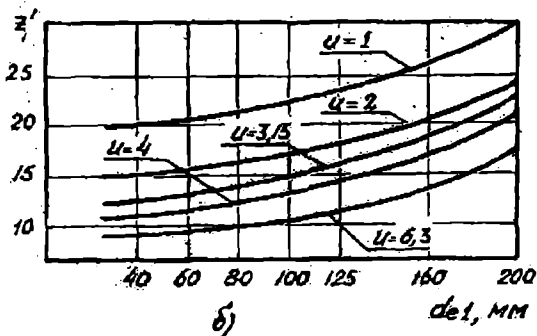
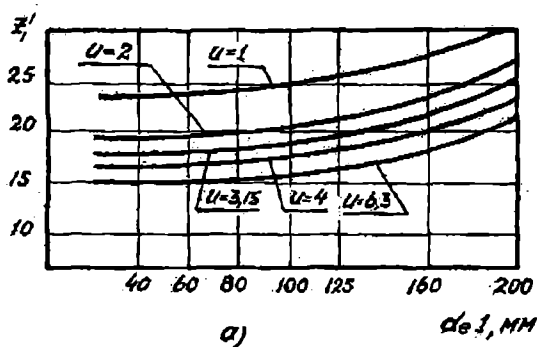
$$u = \operatorname{tg} \delta_2 = \operatorname{ctg} \delta_1$$

Умуман олганда, тўғри тишли конуссимон узатмалар учун узатиш сонининг қийматини 2...3, айланасимон тишли гилдираклар учун $u_{\max} = 6,3$ гача олиш тавсия этилади.

Узатма гилдиракларининг геометрик ўлчамларини аниқлашда ҳисобий модуль сифатида тишнинг сиртқи томонидан (кенг) аниқланган модуль ишлатилади, бунда тўғри тишли гилдираклар учун m_e , айланасимон тишли гилдираклар учун m_c бўлиб, бу қийматлар стандарт бўйича яхлитланмайди.

тишини асбоб ёрдамида кесиш жараёнида тиш асосининг қир-қилмаслиги таъминланади.

Гилдирак тиш юзаларининг қаттиқлиги $>45 HRC$ бўлганда етакловчи гилдирак тишлар сони Z_1 қиймати 7.23-расм, а, б даги графикдан танлаш мумкин. Агар $H_1, H_2 \leq 350 HB$ бўлса, танланган



7.23 – расм.

қиймат 1,6 марта, $H_1 > 45 HRC$, $HB_2 \leq 350 HB$ бўлганда 1,3 марта купайтирилади.

$u > 1$ бўлган конуссимон узатмаларда гилдирак тишларининг ейилишга чидамлилигини ошириш учун силжитиш коэффиценти ишлатилади, бунда етакловчи гилдирак коэффиценти нинг қиймати (+) ишорали, етакланувчи тишли гилдирак учун (-) ишорали бўлиши керак. Тўғри тишли конуссимон гилдираклар учун x_{e1} нинг, айланасимон тишли гилдираклар учун x_{u1} нинг қийматларини ГОСТ 19624-74, ГОСТ 19326-73 асосида гилдирак тишлари сони ҳамда узатиш сонига нисбатан 7.9 – 7.10-жадвалдан танлаш ёки қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$x_{e1} = x_{u1} = 2 \left(1 - \frac{1}{u^2} \right) \sqrt{\cos^3 \beta_n / z_1} \quad (7.18)$$

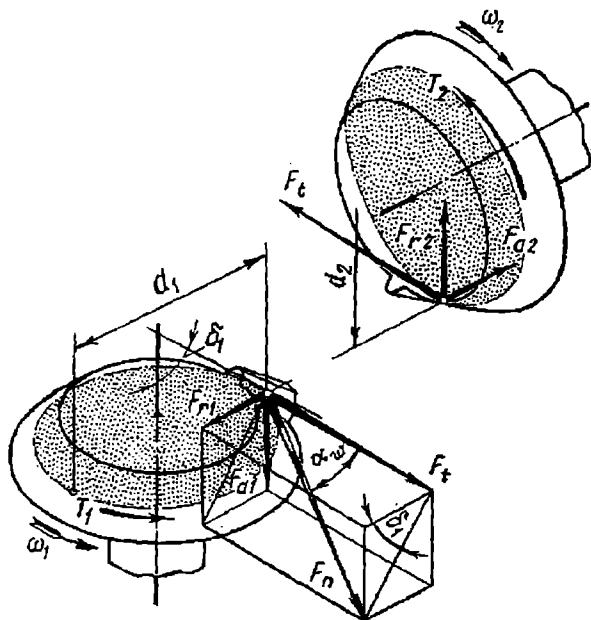
Конуссимон тишли гилдиракларнинг геометрик ўлчамлари (1—шакл)

Тишли гилдиракларнинг геометрияси	Тўғри тишли узатмалар	$b = 35$, айланасимон тишли узатмалар
Тиш булувчи айланасининг диаметри	$d_{e1} = m_e z_1, d_{e2} = m_e z_2$	$d_{e1} = m_{te} z_1, d_{e2} = m_{te} z_2$
Ташқи конус узунлиги	$R_e = 0,5 m_e \sqrt{z_1^2 + z_2^2}$	$R_e = 0,5 m_{te} \sqrt{z_1^2 + z_2^2}$
Тишнинг узунлиги	$b \leq 0,3 R_e$	$b \leq 0,3 R_e$
Бошланғич конус бурчаги	$\operatorname{tg} \delta_1 = 1/u, \delta_2 = 90^\circ - \delta_1$	$\operatorname{tg} \delta_1 = 1/u, \delta_2 = 90^\circ - \delta_1$
Уртача модуль	$m_m = m_e - \frac{b \sin \delta_1}{z_1} = 0,857$	$m_m = \left[m_{te} - \frac{b \sin \delta_1}{z_1} \right] \cos \beta = 0,702 m_{te}$
Тиш булувчи айланасининг ўртача диаметри	$d_{m1} = m_m z_1 \approx 0,857 d_{e1}$ $d_{m2} = m_m z_2 \approx 0,857 d_{e2}$	$d_{m1} = m_m z_1 / \cos \beta \approx 0,857 d_{e1}$ $d_{m2} = m_m z_2 / \cos \beta \approx 0,857 d_{e2}$
Тиш каллагининг баландлиги	$h_{ae1} = (1 + x_{e1}) m_e; h_{ae2} = (1 - x_{e1}) m_e$	$h_{a1} = (1 + x_{n1}) m_{te}; h_{a2} = (1 - x_{n1}) m_{te}$
Тиш оёқчасининг баландлиги	$h_{f1} = (1,2 - x_{e1}) m_e; h_{f2} = (1 + x_{e1}) m_e$	$h_{f1} = (1,25 - x_{n1}) m_{te}; h_{f2} = (1,25 + x_{n1}) m_{te}$
Конус узунлигининг ўртача қиймати	$R_m = R_e - 0,5b$	$R_m = R_e - 0,5b$
Тиш учи конусининг бурчаги	$\delta_{a1} = \delta_1 + \theta_{a1}; \delta_{a2} = \delta_2 + \theta_{a2}$	$\delta_{a1} = \delta_1 + \theta_{a1}; \delta_{a2} = \delta_2 + \theta_{a2}$
Тиш туби конусининг бурчаги	$\operatorname{tg} \theta_{f1} = h_{f1} / R_m; \operatorname{tg} \theta_{f2} = h_{f2} / R_m$	$\operatorname{tg} \theta_{f1} = h_{f1} / R_m; \operatorname{tg} \theta_{f2} = h_{f2} / R_m$
Тиш каллагининг бурчаги	$\theta_{a1} = \theta_{f1}; \theta_{a2} = \theta_{f2}$	$\theta_{a1} = \theta_{f1}; \theta_{a2} = \theta_{f2}$
Ташқи диаметр	$d_{ae1} = d_{e1} + 2(1 + x_{e1}) m_e \cos \delta_1$ $d_{ae2} = d_{e2} + 2(1 - x_{e1}) m_e \cos \delta_1$	$d_{ae1} = d_{e1} + 1,64(1 + x_{n1}) m_{te} \cos \delta_1$ $d_{ae2} = d_{e2} + 1,64(1 - x_{n1}) m_{te} \cos \delta_2$

7.16-§. Илашишда ҳосил бўладиган кучлар

Тишли гилдираклар илашганда умумий куч F_n тиш йўналишига тик таъсир этади, бу куч эса айланма F_t ҳамда F_r кучларга бўлинади.

F_t куч ташкил этувчиларга ажратилса, F_r — марказга интилувчи ҳамда F_{a1} — бўйлама кучлар ҳосил бўлади (7.24-расм).



7.24 - расм.

1. Тўғри тишли конуссимон гилдиракалар учун
Айланма куч:

$$F_t = 2 T_2 / d_2 = 2 T_2 / (0,857 d_{e2}) \quad (7.19)$$

Етаковчи тишли гилдиракдаги марказга интилувчи куч

$$(\alpha = 20^\circ) . \quad F_n = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{Cos} \delta_1 = 0,36 F_t \cdot \operatorname{Cos} \delta_1 \quad (7.20)$$

Етаковчи ташқи гилдиракдаги бўйлама куч

$$F_{a1} = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \delta_1 = 0,36 F_t \cdot \sin \delta_1 \quad (7.21)$$

Етакланувчи тишли гилдиракда

$$F_n = F_{a2}; \quad F_{a1} = F_{r2} \quad \text{га тенг бўлади.}$$

Айланасимон тишли гилдиракларда:

етаковчи тишли гилдирак учун радиал куч ($\alpha = 20^\circ$, $\beta = 35^\circ$).

$$F_n = F_t (0,44 \operatorname{Cos} \delta_1 - 0,7 \operatorname{Sin} \delta_1) \quad (7.22)$$

z_1	Тўғри тишли конуссимон гилдираклар учун узатиш сони n бўлганда силжитиш коэффициенти $\chi_{e1} = -\chi_{e2}$ ларнинг қийматлари						
	1,25	1,6	2,0	2,5	3,15	4,0	5,0
12	—	—	—	0,50	0,53	0,56	0,57
13	—	—	0,44	0,48	0,52	0,54	0,55
14	—	0,34	0,42	0,47	0,50	0,52	0,53
15	0,18	0,31	0,40	0,45	0,48	0,50	0,51
16	0,17	0,30	0,38	0,43	0,46	0,48	0,49
18	0,15	0,28	0,36	0,40	0,43	0,45	0,46
20	0,14	0,26	0,34	0,37	0,40	0,42	0,43
25	0,13	0,23	0,29	0,33	0,36	0,38	0,39
30	0,11	0,19	0,25	0,28	0,31	0,33	0,34
40	0,09	0,15	0,20	0,22	0,24	0,20	0,27

7.10—жа д в а л

z_1	Айланасимон тишли конуссимон гилдираклар учун узатиш сони n бўлганда силжитиш коэффициенти $\chi_{a1} = -\chi_{a2}$ ларнинг қийматлари.						
	1,25	1,6	2,0	2,5	3,15	4,0	5,0
12	—	—	32	0,37	0,39	0,41	0,42
13	—	—	0,30	0,35	0,37	0,39	0,40
14	—	0,23	0,29	0,33	0,35	0,37	0,38
15	0,12	0,22	0,27	0,31	0,33	0,35	0,36
16	0,11	0,21	0,26	0,30	0,31	0,34	0,35
18	0,10	0,19	0,24	0,27	0,30	0,32	0,32
20	0,09	0,17	0,22	0,26	0,28	0,29	0,29
25	0,08	0,15	0,19	0,21	0,24	0,25	0,25
30	0,07	0,11	0,16	0,18	0,21	0,22	0,22
40	0,05	0,09	0,11	0,14	0,16	0,17	0,17

етакловчи тишли гилдирак учун бўйлама куч

$$F_{a1} = F_1 (0,44 \sin \delta_1 + 0,7 \cos \delta_1) \quad (7.23)$$

Етакланувчи тишли гилдиракда

$$F_{a2} = F_{a1}, \quad F_{a2} = F_{a1} \quad \text{булади.}$$

7.17-§. Конуссимон гилдиракли узатмаларни контакт кучланиш бўйича ҳисоблаш

Конуссимон гилдирак тишларининг контакт кучланишга чидам-лиги Герц формуласи асосида ҳисобланади.

$$\sigma_H = z_M \sqrt{q / \rho_k} \leq [\sigma_H] \quad (7.24)$$

Формулада келтирилган радиус қиймати тишнинг урта кесимига нисбатан қуйидагича аниқланади.

$$\frac{1}{\rho_k} = \frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2} = \frac{2 \cos \delta_1}{d_{m1} \cdot \sin \alpha} + \frac{2 \cos \delta_2}{d_{m2} \cdot \sin \alpha} = \frac{2}{d_{m1} \cdot \sin \alpha} \cdot (\cos \delta_1 + \frac{\cos \delta_2}{u})$$

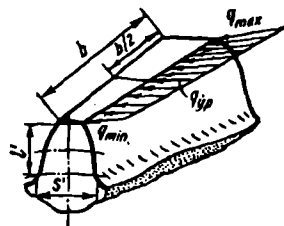
Тригонометрик функцияларнинг ўзаро муносабатини ҳамда $u = \operatorname{tg} \delta_2 = \operatorname{ctg} \delta_1$ эканлигини эътиборга олиб қуйидагиларни ёзиш мумкин:

$$\cos \delta_2 = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta_2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + u^2}}; \quad \cos \delta_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \delta_1}} = \frac{u}{\sqrt{1 + u^2}}$$

$\cos \delta_1$, $\cos \delta_2$ қийматларни формулага қўйиб қуйидаги ифода олинади:

$$\frac{1}{\rho_k} = \frac{2\sqrt{u^2 + 1}}{d_{m1} \cdot u \cdot \sin \alpha}$$

Текширишлар шуни кўрсатадики, тиш сиртининг эгрилик радиуси ҳам, унга тушадиган куч ҳам конус учидан узоқлашган сари пропорционал равишда ўзгариб боради (7.25-расм). Шунинг учун тишнинг узунлиги бўйича ҳамма нуқта-ларда кучланиш бир хил бўлади. Бу ҳолда гилдиракнинг урта диаметрига таъсир қилувчи солиштирма юкланиш қуйидагича ифодаланади.



7.25 – расм.

$$q_{\text{np}} = \frac{q_{\min} + q_{\max}}{2} = \frac{F_t \cdot k_H}{b \cdot \cos \alpha}, \quad z_n = 275 \text{ МПа}$$

q, ρ_k қийматларни 7.24 формулада қўйсак

$$\sigma_n = z_n \sqrt{\frac{F_t \cdot k_H}{b \cdot \cos \alpha} \cdot \frac{2}{d_{m1} \cdot \sin \alpha} \cdot \frac{\sqrt{u^2 + 1}}{u}} \leq [\sigma_H] \quad (7.25)$$

ифодани соддалаштирсак, яъни $\cos \alpha \cdot \sin \alpha = \frac{1}{2} \sin 2\alpha$

$$z_n = \sqrt{\frac{2}{\sin 2\alpha}}; \quad \alpha = 20^\circ \quad \text{булганда} \quad z_n = 1,71;$$

$$d_{m1} = \frac{d_{m2}}{u} = \frac{d_{e2}(R_e - 0,5b)}{R_e \cdot u} = \frac{d_{e2}(1 - 0,5k_{be})}{u}; \quad F_t = \frac{2T_1}{d_{m1}} = \frac{2T_2}{d_{m1} \cdot u};$$

$$b = k_{be} \cdot R_e = \frac{k_{be} \cdot 0,5 \cdot d_{e2}}{\cos \delta_1} = \frac{k_{be} \cdot 0,5 \cdot d_{e2} \cdot \sqrt{u^2 + 1}}{u}; \quad k_{be} = b / R_e = 0,285.$$

$$\text{Натижада, } \sigma_n = 2,12 \cdot 10^3 \sqrt{\frac{T_2 \cdot u \cdot k_{H\beta}}{d_{e2}^3 \cdot v_H}} \leq [\sigma_H] \quad (7.26)$$

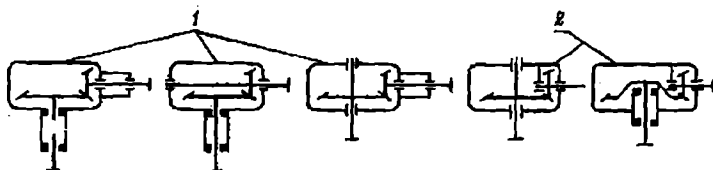
булади.

(7.26) формула ёрдамида контакт кучланишнинг ҳисобий қиймати аниқланади. Узатмани лойиҳалаш учун эса бу формулани етакланувчи гилдирак диаметрига нисбатан ечиб қуйидаги ифода олинади:

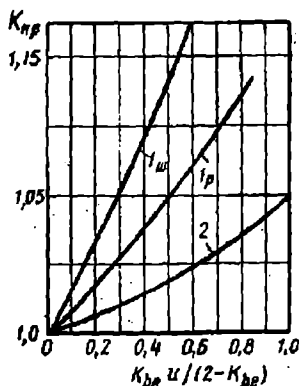
$$d_{e2} = 165 \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot k_{H\beta} \cdot u}{[\sigma_H]^2 \cdot v_H}} \text{ мм} \quad (7.27)$$

Аниқланган қиймат ГОСТ 12289—76 бўйича яхлитланади, бу ерда T_2 — етакланувчи тишли гилдирак узатаётган буровчи момент, Нмм; u — узатманинг узатиш сони; $[\sigma_H]$ — контакт кучланишнинг жоиз қиймати, МПа; $k_{u,2}$ — юкланишни гилдирак тиш эни бўйича нотекис тақсимланишини ҳисобга олувчи коэффициент қиймати 7.26—расм, б, в даги графикдан олинади.

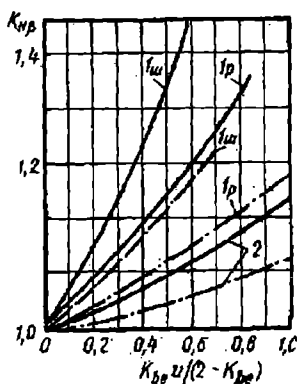
v_H — конуссимон гилдирак тишларини цилиндрсимон гилдирак тишларига нисбатан мустаҳкамлиги камлигини ҳисобга олувчи коэффициент, тўғри тишли конуссимон гилдираклар учун $v_H = 0,85$; айланасимон тишли гилдираклар учун тиш юзасининг қаттиқлиги бўйича қуйидагича танланади:



а)



б)



в)

7.26 – расм.

$$H_1, H_2 \leq 350 \text{ HB}$$

$$\nu_{\text{н}} = 1,22 + 0,21u$$

$$H_1 > 45 \text{ HRC}, H_2 \leq 350 \text{ HB}$$

$$\nu_{\text{н}} = 1,13 + 0,13u$$

$$H_1, H_2 \geq 45 \text{ HRC}$$

$$\nu_{\text{н}} = 0,81 + 0,15u$$

Ҳисоблашлар шуни кўрсатадики, айланасимон тишли гилдиракларнинг контакт кучланиши бўйича мустаҳкамлиги 1,4...1,5 марта катта.

7.18—§. Конуссимон гилдиракли узатмаларни эгувчи кучланиш бўйича ҳисоблаш

Конуссимон тишли гилдиракларда тишнинг кўндаланг кесими конус учидан асос томон пропорционал равишда ўзгариб боради, яъни конус учидан асосига томон кўндаланг кесим юзи катталашиб боради (7.25—расм). Текширишлар шуни кўрсатадики, эгувчи кучланиш тишнинг узунлиги бўйлаб ҳамма ерда бир хил бўлади. Шунинг учун ҳисобни хоҳлаган кесимда олиб бориш мумкин. Амалда ҳисоблашда тишнинг ўртасидан ўтадиган кесимдан фойдаланилади. Бунда цилиндрсимон узатмаларни ҳисоблаганимиздек

$$\sigma_{F1} = \frac{F_t \cdot k_{F\beta} \cdot Y_F \cdot k_{Fv}}{\nu_k \cdot b \cdot m_e \cdot (m_{te})} \leq [\sigma_F]_1; \sigma_{F2} = \sigma_{F1} \cdot Y_{F2} / Y_{F1} \leq [\sigma_F]_2 \quad (7.28)$$

бўлади. Бу ерда: v_F — конуссимон гилдирак тишларини мустаҳкам—
лигини цилиндрсимон гилдирак тишларига нисбатан камлигини
ҳисобга олувчи коэффициент. Тугри тишли конуссимон гилдирак
учун $v_F = 0,85$, айланасимон тишли гилдираклар учун қуйидагича
олиш тавсия этилади:

$H_1, H_2 \leq 350 \text{ HB}$ бўлганда $v_F = 0,94 + 0,08 u$

$H_1 > 45 \text{ HRC}, H_2 \leq 350 \text{ HB}$ бўлганда $v_F = 0,85 + 0,043 u$

$H_1, H_2 > 45 \text{ HRC}$ бўлганда $v_F = 0,65 + 0,11 u$

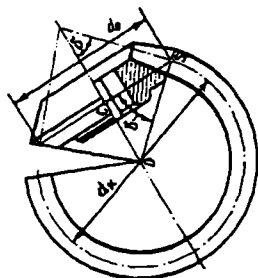
$F_1 = 2 T_1 / d_{m1}$ — айланма куч; d_{m1} — ўртача диаметр.

Y_F — тиш шаклининг коэффициенти, унинг қиймати гилдирак
тишларининг сони z га нисбатан эмас, балки ташқи конус ёйилма—
сидаги (7.27—расм) айлананинг ҳамма жойи тишлар билан тула, деб
фараз қилинганда ҳосил бўладиган эквивалент гилдиракнинг
тишлар сонига нисбатан 7.5—жадвалдан олинади, яъни:

$$\begin{aligned} d_{k1} &= d_{e1} / \cos \delta_1 \text{ ёки } z_{k1} = z_1 / \cos \delta_1 \\ d_{k2} &= d_{e1} / \cos \delta_2 \text{ ёки } z_{k2} = z_2 / \cos \delta_2 \end{aligned} \quad (7.29)$$

Айланасимон тишли гилдираклар учун

$$d_k = d_e / (\cos \delta \cdot \cos^3 \beta) \text{ ёки } z_k = z / (\cos \delta \cdot \cos^3 \beta)$$



7.27 — расм.

$k_{F\beta}$ — юкланишни тиш эни буйича ноте—
кис тақсимланишини ҳисобга олувчи коэф—
фициент.

k_{Fv} — қушимча динамик кучларни ҳи—
собга олувчи коэффициент, унинг қиймати
7.6—жадвалдан бир аниқлик даражаси паст
қилиб танлаб олинади.

m_e — лойиҳаланаётган узатманинг моду—
лни аниқлашда (7.28) формулада

$$F_1 = 2 T_2 / 0,857 d_{e2}; \frac{Y_F \cdot k_{Fv}}{0,857} \approx 7$$

қабул қилиб, қуйидаги ифода олинади:

$$m_e (m_{te}) = \frac{14 T_2 \cdot k_{F\beta}}{V_F \cdot d_{e2} \cdot b \cdot [\sigma_F]} \text{ мм} \quad (7.30)$$

(7.30) формулада $[\sigma_F]$ ўрнига $[\sigma_F]_1, [\sigma_F]_2$ қийматларининг
энг кичиги қўйилади. Аниқланган m_e, m_{te} қиймат стандарт буйича
яхлитланмайди.

Қувват узатувчи юритмаларда модулни $m_e (m_{te}) \geq 2,5 \text{ мм}$, деб
олиш тавсия этилади.

7.19–§. Тишли узатмаларнинг ФИК

Тишли узатмаларни ФИК $\eta = P_2 / P_1 = 1 - \frac{P_a}{P_1}$ га тенг. Бу ерда:

P_1, P_2 — етакловчи ва етакланувчи валдаги қувватлар; P_a — ишлаш жараёнида ишқаланишни енгиш учун сарфланган қувват. Бу қувватни қиймати қуйидагича аниқланади:

$$P_a = P_v + P_u + P_x$$

бу ерда: $\psi_v = P_v / P_1$ — илашишдаги ишқаланишни енгиш учун сарфланган қувват; $\psi_u = P_u / P_1$ — подшипниклардаги ишқаланишни енгиш учун сарфланган қувват; $\psi_x = P_x / P_1$ — узатма гилдиракларини мойни кесиб ўтишда сарфлаган қуввати, бу қувватларни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\eta = 1 - (\psi_v + \psi_u + \psi_x) \text{ ёки } \eta = \eta_v + \eta_u + \eta_x$$

Юқорида кўрсатилганлардан энг кўп қувват гилдирак тишларини илашишда ҳосил бўлган ишқаланишини енгиш учун сарфланган қувват бўлиб, унинг қиймати қуйидагича аниқланади.

$$\psi_u = 2,3 f(1/z_1 \pm 1/z_2)$$

бу ерда: $f \approx 0,06 \div 0,1$ — илашишдаги ишқаланиш коэффициентини; (+) ишора ташқи илашиш учун, (–) ишора ички илашишлар учун қўлланилади.

ψ_u нинг тахминий қиймати 0,015...0,03. ψ_u, ψ_x ларнинг умумий қиймати, яъни $\psi_u + \psi_x = 0,015...0,03$.

Узатмаларда ФИК қийматларини алоҳида ҳисоблаш маълум қийинчиликлар туғдиради. Узатмалар учун ФИКнинг тахминий қийматларини 7.11–жадвалдан олиш мумкин.

7.11–жа д в а л

Узатманинг тури	Ёпиқ узатмалар		Очиқ узатмалар
	Аниқлик даражаси		
	6,7	8,9	
Цилиндрсимон	0,99—0,98	0,975...0,97	0,96...0,95
Конуссимон	0,98—0,96	0,96...0,95	0,95...0,94
Кўп поғонали узатмалар учун: $h_y = h_1 \cdot h_2 \dots h_n$			

7.20—§. Редуктор турлари ва уларни мойлаш

Машиналининг энергия манбаидан унинг иш бажарувчи қисмига айланма ҳаракатни унинг тезлигини камайтириб узатишга мўлжалланган ва алоҳида қути (корпус)га жойлашган тишли узатмалардан тузилган механизмлар редукторлар деб юритилади.

Демак, тишли узатмалар алоҳида қутига жойлаштирилган бўлса, уларни редукторлар дейиш мумкин. Редукторларнинг ўзига хос алоҳида хусусиятларидан яна бири айланма ҳаракат тезлигини камайтириб узатишдир, яъни редукторларда узатиш сони $u \geq 1$ бўлади.

Айрим ҳолларда валларнинг айланиш частоталари бир хил бўлиши мумкин.

Редуктордаги бу хусусиятдан машина ва механизмларни лойиҳалашда кенг фойдаланилади.

Масалан, автомобилларнинг тезликлар қутиси деб аталадиган редукторлари ана шу асосда ишлайди. Маълумки, автомобилни жойидан қўзғатишда гилдираклардаги бурувчи момент одатдаги текис ҳаракат вақтидаги бурувчи моментдан катта бўлиши керак ва аксинча, жойидан қўзғалган автомобиль маълум тезликка эришгач, ҳаракатни давом эттириш учун гилдирак валларидаги бурувчи моментнинг илгаридагидек катта қийматга эга бўлиши шарт эмас. Шунинг учун редуктор воситасида етакланувчи валнинг айланиш частотаси поғонама—поғона катталаштирилади. Бундай механизмлар мультипликаторлар ёки тезлатувчилар деб аталади. Уларда узатиш сони ҳар доим $u < 1$ бўлади. Бугунги кунда машинасозликда турли редукторлар ишлатилади, улар бир—биридан улчами, узатиш сони ҳамда тузилиши билан фарқ қилади. Бундан ташқари, редукторларнинг электр двигателъ билан уланган биринчи вали ҳамда иш бажарувчи охириги валининг айланишлар частотаси бир—биридан жуда катта фарқ қилиши мумкин. Табиийки, бундай ҳолларда кўп поғонали редукторлардан фойдаланилади. Ҳозирги замон редукторларининг узатиш сони бир неча минггача етиши мумкин.

Саноатда энг кўп ишлатиладиган редуктор бу цилиндрлик гилдиракли редукторлардир. Бундай редукторларнинг тузилиши ва тайёрланиши оддий бўлиб, чидамлилиги юқори. Одатда, узатиш сони $u \leq 6,3$ бўлиши талаб этилган ҳолларда бундай редукторларнинг бир поғонали хилидан фойдаланиш тавсия этилади. Кўпинча машинасозликда узатиш сони $u \leq 40$ бўлган икки поғонали редукторлар ишлатилади. Уч поғонали редукторлардан эса $u \leq 400$ бўлган ҳоллардагина фойдаланилади.

Редукторларнинг оғирлиги ва ташқи ўлчамлари асосан узатиш сони қийматини узатма поғоналари бўйича қандай тақсимланишига

боғлиқ. Бунда етакланувчи гилдирак диаметрлари бир хил бўлган редукторларнинг курсаткичлари юқори бўлади, чунки бундай редуктор гилдирак тишларини мойлаш осон.

Редукторларда биринчи поғона юкланиши нисбатан кам бўлган—лиги учун, етакланувчи гилдирак диаметрларини бир хиллигини таъминлаш учун узатиш сонининг қийматини иккинчи поғонага нисбатан каттароқ қилиб олиш тавсия этилади, тиш эни коэф—фициентининг ψ_{ba} қиймати эса иккинчи поғонада катта бўлади.

7.12—жа д в а л

Узатма тури	Узатиш сони	
	уртача қиймат	энг катта қиймат
Ёпиқ тишли узатма		
цилиндрик гилдиракли	3...6	10
конуссимон гилдиракли	2...3	6
Очиқ тишли узатма	3...7	12

7.12—жадвалда узатмаларни узатиш сонининг тахминий қиймати берилган.

Икки поғонали редукторлардан энг кўп ишлатиладигани гилди—раклари кетма—кет жойлашган редукторлардир. Бундай редуктор—ларнинг афзаллиги уларнинг оддийлигидир. Бироқ гилдиракларнинг таянчга нисбатан носимметрик жойлашганлиги юкланишнинг тиш узунлиги бўйлаб нотеkis тақсимланишига сабаб бўлади. Натижада гилдиракларнинг ва таянчларнинг ишлаш шароити ёмонлашади. Бу ҳолатни бартараф қилиш мақсадида гилдираклари таянчларига нисбатан симметрик жойлашган редукторлардан фойдаланилади.

Редуктор узунлигини камайтириш мақсадида ўқдош редуктор—лардан фойдаланиш тавсия этилади. Бундай редукторларнинг асосий камчилиги, айрим вал таянчларининг редуктор ичида жойлаштири—лишидир. Таянчларнинг бундай жойлашуви биринчидан, конструк—тив жиҳатдан ноқулай бўлса, иккинчидан, таянчларнинг ҳолатини назорат қилишни қийинлаштиради.

Агар узатиш сони $u \leq 6,3$ бўлиб электр двигателга уланадиган вал билан иш бажарувчи қисмга ҳаракат узатадиган валлар узаро перпендикуляр ҳолатда жойлашган бўлса, конуссимон гилдиракли редукторлардан фойдаланилади.

Валлари узаро тик бўлган редукторлар узатиш сонининг каттароқ бўлиши талаб этилса, конуссимон ва цилиндрик гилдираклардан ташқид топпан кўп поғонали редукторлардан фойдаланилади. Бунда

редукторнинг конуссимон гилдираклардан ташкил топган қисмини биринчи поғонага жойлаштириш тавсия этилади.

Редукторларда ишлатиладиган валларнинг қаттиқлиги термик қайта ишлов бериш йўли билан $HV\ 270 - 300$ га етказилади. Диаметри 80 мм гача бўлган валларни 45 маркали пулат материаллардан, диаметри $80...125\text{ мм}$ бўлган валларни $45XЦ; 40XН; 35XМ$ маркали пулат материаллардан тайёрлаш тавсия этилади. Валларнинг таянчлари сифатида асосан думалаш подшипникларидан фойдаланилади. Енгил ва ўртача юкланиш билан ишлайдиган редукторлардаги вал таянчларида золдирли подшипниклар, ўртача ва оғир юкланиш билан ишлайдиган редукторлардаги вал таянчларида эса роликли подшипниклар ишатилади.

Редукторнинг тишли гилдираклари албатта мойлаб турилиши зарур. Бунинг учун редукторнинг картер деб аталадиган пастки қисмига мой қуйиб қўйилади. Мойнинг сатҳи тез ҳаракатланувчи поғона гилдираклари учун $2h$ бўлиб, бунда h — тишнинг баландлиги. Секин ҳаракатланувчи поғона учун етакланувчи гилдирак радиусининг $1/3$ қисми мойга ботирилган бўлиши керак. Бунинг таъминлаш учун одатдаги редукторларда ҳар бир кВт қувватга мўлжаллаб $0,4...0,7\text{ л}$ миқдорда мой қўйилади.

7.21—§. Тишли гилдиракларни тайёрлаш учун ишлатиладиган материаллар ва уларни термик қайта ишлаш

Тажрибалар ҳамда махсус текширишлар шуни кўсатадики, тишли гилдиракларнинг тиш юзасининг контакт кучланишларга чидамчилиги унинг қаттиқлигига кўп жиҳатдан боғлиқ экан.

Узатма гилдирак тишлари қанча қаттиқ бўлса, унинг ташқи улчамлари ҳамда оғирлиги кам бўлади.

Қаттиқ тишли гилдиракларни термик қайта ишлов берилган пулат материаллардан тайёрлаш мумкин.

7.13—жадвалда тишли гилдиракларни тайёрлаш учун ишлатиладиган пулат материалларнинг маркази, характеристикаси ҳамда қаттиқлигини ошириш учун термик қайта ишлов бериш йўллари келтирилган.

Гилдиракларни тайёрлаш учун ишлатиладиган пулат материаллар қаттиқлиги бўйича икки гуруҳга бўлинади: хоссаларини яхшилаш ҳамда нормаллаш йўли билан термик ишлов берилган қаттиқлиги $\leq 350\text{ НВ}$ бўлган материаллар, ҳамда қаттиқлиги $> 350\text{ НВ}$ бўлган юқори частотали ток ёрдамида тоблаш ҳамда азот, углерод билан тўйинтириш ва б. йўллар билан қаттиқлиги оширилган пулат материаллар.

Материалларнинг шартли белгиси	S кесимнинг энг катта қиймати, мм	Тиш юзасининг қаттиқлиги, HV , HRC	s_M — мустаҳкамлилик чегараси, МПа	$s_{ок}$ — оқиш чегараси, МПа	Термик қайта ишлов бериш
40	60	192...228	700	400	Яхшилаш
45	80	170...217	600	340	Нормаллаш
	100	192...240	750	450	Яхшилаш
50	80	179...228	640	350	Нормаллаш
	80	228...255	700...800	530	Яхшилаш
40X	100	230...260	850	550	Яхшилаш
	60	260...280	950	700	Яхшилаш
	60	50...59	1000	800	Азот билан тўйинтириш
40XH	100	230...300	850	600	Яхшилаш
	40	48...54	1600	1400	Тоблаш
35XM	100	241	900	800	Яхшилаш
	40	45...53	1600	1400	Тоблаш
35XГСА	150	235	760	500	Яхшилаш
	30	46...33	1700...1950	1350...1600	Тоблаш
20X	60	56...63	650	400	Углерод билан тўйинтириш
12XНЗА	60	50...63	900	700	— “ —
25XГТ	—	58...63	1150	850	— “ —
38XMЮА	—	37...67	1050	900	Азот билан тўйинтириш

Э с л а т м а :

1. Г — марганец; М — молибден; Н — никель, С — кремний, Т — титан, Х — хром, Ю — алюминий.

2. Нормаллаш ва хоссаларини яхшилаш йўли билан термик ишлов беришда тиш сирттининг ва ички қисмининг қаттиқлиги тахминан бир хил булади, яъни $\approx 0,285s_M HV$

Қаттиқлиги ≤ 350 *HB* булган тишли гилдиракларни термик қайта ишлангач, тишларига ишлов бериш натижасида аниқлик даражаси юқори булган тишли гилдираклар олиш мумкин. Бу хил тишли гилдираклар ишлаш жараёнида бир—бирига яхши мослашади, қўшимча динамик кучланишлар камроқ булади. Узатмадаги етаклов—чи ва етакланувчи тишли гилдираклар тишларини бир текисда ейилишини таъминлаш учун, тиш юзасининг қаттиқлигини қуйидагича олиш тавсия этилади.

$$H_1 \geq H_2 + (10 \div 20) \text{ } HB$$

Ишлаб чиқариш кам, урта серияга мансуб, термик қайта ишланиши қийин ҳамда ташқи улчамлари катта булган тишли гилдиракларни ҳам тиш юзасининг қаттиқлигини ≤ 350 *HB* қилиб тайёрлаш тавсия этилади.

Қаттиқлиги > 350 *HB* булганда, қаттиқликнинг бирлиги сифатида Роквелла *HRC* ($1 \text{ } HRC \approx 10 \text{ } HB$) олинади.

Махсус термик қайта ишлаш йўллари билан материалнинг қаттиқлигини 50...60 *HRC* гача етказиш мумкин. Бунда контакт кучланишнинг жоиз қиймати 2 мартагача, юкланишни эса тўрт мартагача (шунингдек ейилишга чидамлилигини ҳам) ошириш мумкин.

Қаттиқлиги юқори булган материаллар муайян камчиликларга ҳам эга:

1. Мазкур материаллар иш жараёнида узаро яхши мослашмайди, юқори даражада аниқлик билан тайёрланишни талаб қилади, шунингдек улар учун ишлатиладиган валлар, таянчларнинг бикрлиги юқори булиши мумкин.

2. Бу хил материалларни термик қайта ишлов берилгандан кейин тишларини кесиш қийин булганлиги сабабли термик қайта ишлов бериш гилдирак тишлари кесилгандан кейин амалга оширилади. Бунда тишнинг иш юзаларида (углерод билан тўйинтирилган, бутун ҳажми тобланганда) нотекисликлар пайдо булади, шунинг учун термик қайта ишлов берилгандан кейин бу иш юзаларига махсус ишлов бериб силлиқлаш керак булади. Шунинг учун қаттиқлиги > 350 *HB* булган материаллардан катта серия билан тайёрланадиган деталларни тайёрлаш тавсия этилади.

Материалларнинг қаттиқлигини қуйидаги усуллар билан ошириш мумкин:

Бутун ҳажми бўйлаб тоблаш — гилдирак тишларининг қаттиқлигини оширишнинг энг қулай усули. Бу усулда 0,35...0,5% углеродга эга булган углеродли, легирланган (45, 40X, 40XH каби) пулат материаллар ишлатилади. Материалнинг қаттиқлиги 45...55 *HRC* гача етиши мумкин. Термик қайта ишлов берилгандан кейин гилдирак

тиш юзаларининг гадир—будирлиги туфайли маҳсус ишлов беришнинг зарурлиги, тоблаш мумкин бўлган ҳажмнинг чегараланганлиги мазкур усулнинг камчилиги ҳисобланади. Бунда гилдирак тишининг ҳажми қанчалик катта бўлса, бутун ҳажмни тоблаш шунчалик қийинлашади, шунинг учун катта модулли $m > 3$ мм гилдирак тишларининг иш юзасини қаттиқлигини ошириш учун юқори частотали ток ёрдамида тоблаш усули қўлланилади. Бунда тиш юзасининг қаттиқлиги 48...54 HRC гача бўлиши мумкин. Маҳсус ишлов берилгандан кейин тишли гилдиракларнинг аниқлик даражаси 8—классдан юқори бўлади. Юқори частотали ток ёрдамида 40XH, 40X, 45 каби пулат материаллардан тайёрланган тишли гилдираклар тобланади, бунда тоблаш учун маҳсус станоклар ишлатилади, иш сифатли бўлиши учун тоблаш режимини қатъий белгилаш керак.

Углерод билан тўйинтириш натижасида тиш юзасининг қаттиқлигини 50 — 63 HRC гача етказиш мумкин. Бунда тиш юзасининг 0,1 дан 2 мм гача қалинликдаги юзасининг қаттиқлиги ошади. Бунда материал сифатида кам углеродли 15,20 маркали легирланган, 20X, 12XH3A маркали пулат материаллар ишлатилади. Термик қайта ишланган юзага албатта маҳсус ишлов берилиши керак.

Углерод билан тўйинтириш усули (таннархи насбатан юқори) узоқ вақтни талаб қилсада, ҳосил бўлган деталларнинг оғирлиги кам, ташқи ўлчамлари кичик бўлади. Оғирлиги кам, ташқи ўлчамлари кичик бўлган деталлар тайёрлаш зарур бўлганда, углерод билан тўйинтириш усули қўлланади.

Углерод билан тўйинтириш газли муҳитда амалга оширилса термик қайта ишлаш вақти камайиб, унинг таннархи ҳам камаяди. Бунда тиш юзасининг 0,3...0,8 мм қалинлигининг қаттиқлиги 60...63 HRC гача етиши мумкин. Термик қайта ишлангандан кейин тиш иши юзаларида гадир—будурликлар бўлмайди, натижада қўшимча ишлов бериш зарурияти бўлмайди. Бу усулда термик қайта ишлар бериш умуммашинасозлик саноатида ишлатиладиган ёпиқ узатма гилдираклари учун кўп қўлланилади.

Ҳом ашё сифатида 25XГМ, 25XГТ маркали пулат материаллар ишлатилади.

Азот билан тўйинтириш усулида тиш юзасининг қаттиқлигини углерод билан тўйинтирилгандек қийматга етиши мумкин. Бунда тиш юзасининг фақат 0,1...0,6 мм қалинлигининг қаттиқлиги ортади. Шунинг учун термик қайта ишлов бермагандан кейин тиш юзасининг нотекислиги нисбатан кам бўлади, яъни маҳсус ишлов беришга ҳожат қолмайди. Азот билан тўйинтириш 38ХМЮА, 38ХВФЮА, 38ХЮА каби материаллардан тайёрланган тишли гилдираклар учун тавсия этилади.

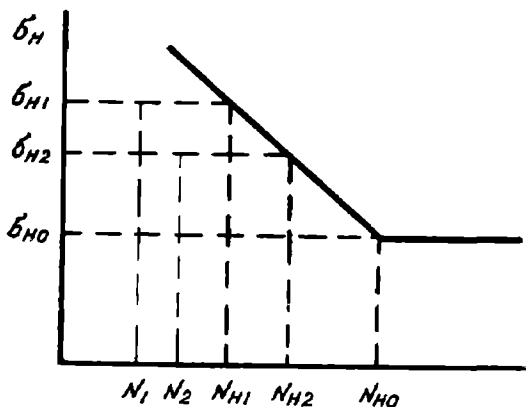
Юқорида қайд қилинганидек, қаттиқлиги юқори бўлган тишли гилдиракларнинг контакт кучланишга чидамлилиги ҳам юқори бўлади. Шу боис тишли гилдиракларни эгувчи кучланишга чидамлилигини ошириш учун (бир текисликдан иккинчи текисликка ўтадиган жойлари) махсус йўллар билан тиш остини ҳам мустаҳкамлиги оширилиши лозим.

Ташқи ўлчамлари катта, секин ҳаракатланувчи очиқ тишли гилдираклар асосан чуъндан тайёрланади. Бу материалларнинг эгувчи кучланишга чидамлилиги кам бўлсада, толиқиб уваланишга, ейилишга чидамлидир. Таннархи арзон, станокларда яхши қайта ишлов бериш мумкин.

Кам юкланган ҳамда кинематик узатмаларда узатма шовқинсиз ишлаши учун тишли гилдираклар кўпинча пластмассадан тайёрланади. Пластмассадан асосан текстолит ($E = 6000 \dots 8000$ МПа), лингофоль ($E = 10000 \dots 12000$ МПа), капрон каби материаллар ишлатилади. Бу хил тишли гилдираклар валларни ўта аниқ жойлаштириш қийин бўлган ҳолларда ишлатиш тавсия этилади, чунки бикрлиги кам бўлганлиги туфайли айрим ноаниқликларнинг ишга таъсири сезиларли даражада бўлмайди.

7.22—§. $[\sigma_n]$, $[\sigma_f]$ жоиз кучланишлар

Жоиз $[\sigma_n]$ контакт кучланишлар. Гилдирак тишларининг иш юзаларини толиқишга мустаҳкамлигини ҳисоблаш контакт кучланишлар цикли ўзгарганда толиқиш эгри чизигига (7.28—расм)



7.28 — расм.

асосан аниқланади. Бунда, σ_n — контакт кучланишнинг энг катта қиймати; $N_{\text{во}}$ — базавий циклар сони; N_n — тишли гилдиракларнинг ишлаш муддатига тўғри келган циклар сони.

Контакт кучланишнинг жоиз қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\sigma_{\text{н}} = (\sigma_{\text{во}} / S_{\text{н}}) k_{\text{нл}} \text{ МПа} \quad (7.31)$$

бу ерда: $S_{\text{н}}$ — ҳавфсизлик коэффициенти; $k_{\text{нл}}$ — узатманинг ишлаш муддатини ҳисобга олувчи коэффициент.

Тўғри ва қия тишли цилиндрсимон узатмаларни лойиҳалашда ҳисоблаш учун етакловчи ва етакланувчи тишли гилдиракларнинг қай бири учун $[\sigma_{\text{н}}]$ нинг қиймати кичик бўлса, шу қиймат бўйича ҳисобланади. Қия тишли узатмаларда етакловчи ва етакланувчи гилдирак тиш юзаларининг қаттиқлиги уртасида $HB_1 - HB_2 \geq 70$ фарқ бўлиб, $HB_2 \leq 350$ бўлганда контакт кучланишнинг ҳисобий қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\sigma_{\text{н}} = \frac{[\sigma_{\text{н}}]_1 + [\sigma_{\text{н}}]_2}{2} \leq \frac{1,25 [\sigma_{\text{н}}]_{\min}}{1,15 [\sigma_{\text{н}}]_{\min}}$$

бу ерда: $[\sigma_{\text{н}}]_{\min}$ — контакт кучланишларнинг кичик қиймати.

$N_{\text{во}}$ — базавий циклларга тўғри келган $\sigma_{\text{во}}$ контакт кучланишнинг чидамлилик чегараси, унинг қиймати 7.14-жадвалдан тиш юзасининг қаттиқлигига мувофиқ танланади. $N_{\text{во}}$ — базавий цикллар қиймати тиш юзасининг қаттиқлигига кўра 7.15-жадвалдан олинади.

$S_{\text{н}}$ — ҳавфсизлик коэффициентининг қиймати, гилдирак тишларига термик қайта ишлов беришга боғлиқ бўлиб, уни қуйидагича олиш тавсия этилади:

а) нормаллаш, хоссаларини яхшилаш ҳамда бутун ҳажми бўйича тоблаб термик ишлов берилган тишли гилдираклар учун — 1,1

б) углерод ёки азот билан тўйинтириб ёки тиш юзасини тоблаш йўли билан термик ишлов берилганда — 1,2 деб олинади.

$k_{\text{нл}}$ — узатманинг ишлаш муддатини ҳамда ишлаш режимини ҳисобга олувчи коэффициент, унинг қиймати толиқиш эгри чизигига мувофиқ аниқланади (7.28-расм). Бунда $N_{\text{н}} < N_{\text{во}}$ бўлганда $\sigma_{\text{н}}^m N_{\text{н}} = \sigma_{\text{во}}^m N_{\text{во}} = \text{Const}$ бўлади. Контакт кучланишлар учун $m=6$.

$$\text{Демак, } \sigma_{\text{н}} = \sigma_{\text{во}} \sqrt[6]{N_{\text{во}} / N_{\text{н}}} = \sigma_{\text{во}} \cdot k_{\text{нл}}$$

бу ерда: $k_{\text{нл}} = \sqrt[6]{N_{\text{во}} / N_{\text{н}}} \geq 1$ лекин $\leq 2,4$

Ишлаш режими доимий бўлганда цикллар сонининг ҳисобий қиймати

$$N_{\text{н}} = 573 \omega L_{\text{б}}$$

бу ерда: ω — бурчак тезлик, с^{-1} ; $L_{\text{б}}$ — узатманинг ишлаш муддати, соат ҳисобида.

Термик қайта ишлов бериш	Гилдирак тишларнинг		Пулат материалларнинг маркаси	s_{HO} , МПа	S_H	s_{FO} , МПа	S_F	$[s_H]_{max}$, МПа	$[s_F]_{max}$, МПа
	юзаси	узаги							
Нормаллаш, хос- саларини яхшилаш	180...350 <i>HB</i>		40; 45; 40X; 40XH; 40XЦ; 35XM ва бошқалар	2HB+70	1,1	1,8HB	1,75	2,8	2,74HB
Тоблаш	45...35 <i>HRC</i>		40X; 40XH; 45XЦ; 36XM ва бошқалар.	18HRC+ +150		550			1400
ю.ч.т. ёрдамида тиш юзасини тоблаш ($m_n \geq 3$ мм)	56...63 <i>HRC</i>	25...55 <i>HRC</i>	55П, 96, 35XM	17HRC+ +200	1,2	900 650		40	1260
	45...55 <i>HRC</i>	25...55 <i>HRC</i>	40X, 40XH ва бошқа.						
ю.ч.т. ёрдамида бу-тун ҳажмини тоб-лаш ($m < 3$ мм)	45...55 <i>HRC</i>	45...55 <i>HRC</i>	35XM, 40X, 40XH ва бошқалар			550			1430
Азот билан тўйин- тириш ҳамда тоб- лаш	55...67 <i>HRC</i>	24...40 <i>HRC</i>	35XЮА.	1050		12HRC+ +300			1000
	50...59 <i>HRC</i>	30...45 <i>HRC</i>	35XMЮА, 40X, 40XФА, 40XНМА ва бошқалар						
Углерод билан тўйинтириш ҳамда тоблаш	55...63 <i>HRC</i>	30...45 <i>HRC</i>	Углерод билан тўйинтириш муҳим булган материаллар	23HRC		750	1,5		1520
Азот ҳамда углерод билан тўйинти- риш.	57...63 <i>HRC</i>	30...45 <i>HRC</i>	25XГМ, 25XГНМ	23HRC		1000			

Эгувчи кучланишнинг жоиз қиймати $[\sigma_F]$ қуйидагича аниқланади:

$$[\sigma_F] = (\sigma_{FO} / S_F) \cdot k_{FL} \text{ МПа} \quad (7.32)$$

бу ерда: σ_{FO} — тишли гилдиракларнинг эгилишдаги кучланиш буйича чидамлилиқ чегараси, унинг қиймати 7.14—жадвалдан олинади.

S_F — хавфсизлик коэффиценти, унинг қиймати 1,55...1,75 оралигида олиш тавсия этилади (7.14—жадвал); k_{FL} — узатманинг узоқ муддат ишлаштини ҳамда иш режимини ҳисобга олувчи коэффицент бўлиб, унинг қиймати k_{FL} каби аниқланади.

Гилдирак тиш юзасининг қаттиқлиги:

$$\leq 350 \text{ HB булганда } k_{FL} = \sqrt[6]{N_{FO} / N_{FE}} \geq 1 \text{ лекин } \leq 2$$

$$> 350 \text{ HB булганда } k_{FL} = \sqrt[3]{N_{FO} / N_{FE}} \geq 1 \text{ лекин } \leq 1,6$$

Барча турдаги пулат материаллар учун $N_{FO} = 4 \cdot 10^6$ цикл

Юкланиш доимий бўлганда N_{FO} нинг қийматини аниқлаш юқорида кўрсатилган.

Ута юкланишли узатма гилдиракларининг мустаҳкамлигини ҳисоблашда жоиз кучланишнинг энг катта қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\sigma_{\max} = \sigma_H \sqrt{T_{\text{пук}} / T_{\max}} \leq [\sigma_H]_{\max}$$

бу ерда: σ_H , $T_{\max}$ — ҳисобий контакт кучланиш ҳамда буровчи моментлар; $T_{\text{пук}}$ — буровчи моментнинг энг катта қиймати. Бу қиймат берилмаган булса, уни қуйидагича аниқлаш мумкин:

$T_{\text{пук}} = k \cdot T_{\max}$ бунда $k = 1,5 \div 4$ қушимча динамик кучларни ҳисобга олувчи коэффицент.

$[\sigma_H]_{\max}$ — жоиз контакт кучланишнинг энг катта қиймати. Хоссаларини яхшилаш, ёки бутун ҳажми буйича тоблаш йули билан термик ишлов берилганда $[\sigma_H]_{\max} = 2,8\sigma_{\text{ок}}$; Углерод ёки азот билан тўйинтириш йули билан юқори частотали ток ёрдамида термик ишлов берилганда $[\sigma_H]_{\max} = 40 \text{ HRC}$.

7.15—жа д в а л

Тиш юзасининг уртача қаттиқ- лиги	HB _{yp}	200	250	600	350	400	400	500	500	600
	HRC _{yp}		25	32	38	43	47	52	56	60
$N_{\text{НОМЛН}} \cdot 10^6$		10	16,5	25	36,4	50	68	87	114	143

Эгилишдаги кучланишнинг энг катта қиймати:

$$\sigma_{F_{\max}} = \sigma_F \left(\frac{T_{\text{пук}}}{T_{\max}} \right) \leq [\sigma_F]_{\max}$$

бу ерда: σ_F , $T_{\max}$ — ҳисобий эгувчи кучланиш ҳамда буровчи моментлар; $[\sigma_F]_{\max}$ — эгувчи кучланишнинг жоиз энг катта қиймати. Гилдирак тиш юзасининг қаттиқлиги $\leq 350 \text{ HRC}$ бўлганда $[\sigma_F]_{\max} \approx 0,8 \sigma_{\text{ок}}$; $\geq 350 \text{ HB}$ бўлганда $[\sigma_F]_{\max} \approx 0,6 \sigma_{\text{ч}} \cdot \tau_{\text{ок}}$, $\sigma_{\text{ч}}$ — гилдирак материалларининг оқувчанлик ҳамда мустаҳкамлик чегараси.

7.23—§. Тишли узатмаларни оптималлаш

Юқорида утилган материаллардан маълумки, узатманинг юкла—ниш даражаси, ташқи улчамлари ва ишлаш муддати қатор омилларга боглиқ бўлиб, бу курсаткичларнинг оптимал қийматларига қуйида—гиларни ўзгартириш йули билан эришиш мумкин:

1. Узатма турларини — цилиндрсимон, конуссимон, тўғри тишли, қия тишли, айланасимон тишли.

2. Умумий узатиш сонини поғоналар буйича тўғри тақсимлаш.

3. Материаллар ва уларга термик қайта ишлов бериш усулини.

4. Тиш эни коэффициентлари $\psi_{\text{ба}}$, $\psi_{\text{бд}}$ қийматларини.

5. Тишнинг қиялик бурчаги β нинг қийматини.

6. x_1 , x_2 — силжиш коэффициенти қийматларини.

7. Модуль m , тишлар сони z қийматларини.

Узатманинг ишончли ва узоқ муддат ишлашини таъминлаган ҳолларда оптималлашнинг мезони сифатида унинг таннархи қабул қилинган.

Умумий машинасозликда ишлатиладиган ёпиқ тишли узатма—ларнинг таннархини статистика буйича қайта ишлаб, бу хил ёпиқ узатмаларнинг қийматини аниқлаш учун қуйидаги ифода қабул қилинган:

$$k = k_1 \cdot m^{0,835} / N^{0,3(\lg N + 1)} \quad (7.33)$$

бу ерда: k — ёпиқ узатманинг таннархи, сўм ҳисобида; k_1 — ёпиқ узатманинг турини ҳамда термик қайта ишлов беришни ҳисобга олувчи коэффициент, унинг қиймати 7.16—жадвалдан олинади; m — ёпиқ узатма массаси, кг; N — бир йилда тайёрланадиган ёпиқ узатмалар сони.

N	100	1000	10000	100000
$N^{0,3(\lg N + 1)}$	1,585	1,679	1,739	1,778

Юқоридаги формуланинг таҳлили шуни кўрсатдики ёпиқ узатманинг баҳоси асосан унинг массасига боғлиқ экан. k_1 — коэффициентнинг қиймати асосан ёпиқ узатма турининг ўзгаришига боғлиқ. Бир йилда тайёрланиладиган ёпиқ узатма сонининг кўпайиши билан, унинг баҳоси пасаяди.

7.16—жа д в а л

Ёпиқ узатманинг тури	k_1 нинг қийматлари		
	Термик қайта ишлаш		
	≤ 350 НВ	ю.ч.т. ёрдамида тоблаш	Углерод билан туйинтириш
Бир поғонали: цилиндрсимон конуссимон червякли	3,15 5,9 3,5	3,3 6,2 3,75	3,8 7,2 5,15
Икки поғонали уқ—дош цилиндрси—мон узатма	3,9	4,3	4,9
Икки поғонали ко—нуссимон, ци— линдрсимон узатма	4,15	4,4	4,51
Уч поғонали ци— линдрсимон узатма	4,3	4,45	5,1
Икки поғонали червякли узатма	3,7	3,85	5,25

Демак, юқоридагиларга асосан цилиндрсимон узатманинг тан—нархи энг арзон, конуссимон узатма эса қиммат эканлиги маълум бўлади. Бу хил узатмалардан ўқлари ўзаро кесилган узатмаларни ишлатиш зарурати туғилганда фойдаланиш тавсия этилади. Фойдаланиш коэффициентининг қиймати кам бўлганлиги туфайли фақат ўқлари айқаш жойлашган узатмаларни ишлатиш зарур бўлиб қолганда ҳамда узатиш сони катта бўлганда червякли узатмаларни ишлатиш тавсия этилади.

Гилдирак тишларининг қия тишли бўлгани мақсадга мувофиқ, чунки бунда узатманинг ташқи ўлчамларини ҳамда массасини камайтириш мумкин, шунингдек умумий узатиш сони қийматларини поғоналар бўйича тўғри тақсимлаш йуллари билан юқоридаги натижага эришиш мумкин.

Узатманинг ташқи ўлчамларини ҳамда массасини термик қайта ишлов бериш йули билан ҳам камайтириш мумкин. Масалан, (7.6) формуладан маълумки a_c нинг қиймати $[\sigma_c]$ ҳамда ψ_{bc} коэффи—

циентнинг қийматлари ортиши билан камаяди. Шунингдек, қаттиқлиги ортиши билан k_1 қиймати ҳам орта боради. Қайд этилган барча ҳолларда ҳам гилдиракларнинг қаттиқлиги ортиши билан уларнинг таннархи камайди. Шунинг учун катта серия билан тайёрланадиган ёпиқ узатмаларда гилдираклар тишларига термик қайта ишлов бериб қаттиқлигини ошириш тавсия этилади. Бироқ тиш юзасининг қаттиқлиги катта бўлганда, унинг мустаҳкамлиги контакт кучланишга эмас, балки эгувчи кучланишга чидамлилиги билан белгиланиши мумкин. Бу чидамликка гилдирак тишлари сонини камайтириб модуль қийматини ошириш йўли билан (туғрилаш йўли билан) эришиш мумкин.

Узатмани оптималлашда бир неча вариантлар кўриб чиқилиб, ҳар бир вариант учун унинг таннархи аниқланади. Шу аниқланган қийматлар асосида график қурилади, бунда узатманинг таннархига материаллар термик қайта ишлов бериш, тиш эни коэффициентини ψ_n қийматларини, узатиш сонининг тақсимланиш таъсирини кўриш мумкин. Шу графикдан, таннархга асосланиб, керакли вариант қабул қилинади.

Савол ва топшириқлар

1. Узатма турлари ва ишлатилиш соҳалари ҳақида сузлаб беринг.
2. Механик узатмаларнинг асосий характеристикалари нимадан иборат?
3. Тишли гилдиракларнинг асосий геометрик улчамлари нимадан иборат?
4. Юкланиш тақсимланишига ён қўланиш коэффициентининг таъсири қандай?
5. Контакт кучланишлар. Бу кучланиш таъсири натижасида гилдирак тишлари қандай емирилади?
6. k_v , k_p — коэффициент қийматлари нималарга боғлиқ?
7. Тугри тишли цилиндрсимон гилдираклар контакт кучланиш бўйича қандай ҳисобланади?
8. Гилдирак модули ва тишлар сони контакт кучланиш қийматига қандай таъсир этади.
9. Тиш энининг контакт кучланиш қийматига таъсири ва уни чегараланиш сабаблари нимадан иборат.
10. Тугри тишли цилиндрсимон гилдиракларни эгувчи кучланиш бўйича ҳисобланг.
11. ФИК аниқлашда қувват нималарга сарф қилинади?

7.24—§. Масалалар

Масала. Узатиш сони $n=4$ га тенг, етакловчи валнинг қуввати $P_1=12,5$ кВт, айланиш сони $n_1=720$ мин⁻¹ бўлган ёпиқ қия тишли цилиндрсимон узатма ҳисоблансин. Узатманинг ишлаш муддати $L_h=20000$ соат, 7.29—расм.

Масаланинг ечими.

1. Узатма гилдираклар учун материал танланади.

Узатманинг ташқи улчамларининг унчалик катта булмаслигини таъминлаш учун етакловчи ва етакланувчи гилдираклар учун 20X маркали пулат материаллар танланади (7.13—жадвал). Углерод билан тўйинтириш ҳамда тоблаш йули билан термик қайта ишлов берилади, бунда тиш юзасининг қаттиқлиги 55 — 63 HRC бўлади.

2. Жоиз кучланишлар ҳисобланади.

а) жоиз контакт кучланишлар $[\sigma_n]$

$$[\sigma_n] = (\sigma_{\text{но}} / S_n) \cdot k_{\text{HL}} \text{ МПа}$$

Бу ерда: $\sigma_{\text{но}} = 23 \text{ HRC}$ базавий циклларга тўғри келган контакт кучланишнинг чидамлилиқ чегараси, унинг қиймати 7.33—жадвалдан тишли гилдиракларга термик қайта ишлов бериш турига қараб танланади. Етакланувчи тишли гилдирак учун $\sigma_{\text{но}2} = 23 \cdot 55 = 1265 \text{ МПа}$.

S_n — ҳавфсизлик коэффиценти. Углерод билан тўйинтириш йули билан термик қайта ишлов берилганда $S_n = 1,2$ деб олинади.

(7.14—жадвал). $k_{\text{HL}} = \sqrt[6]{N_{\text{HO}} / N_H}$ — узатманинг ишлаш муддати ва ишлаш режимини ҳисобга олувчи коэффиценти. Бу ерда: $N_{\text{но}}$ — гилдирак тиш юзасининг қаттиқлигига тўғри келган базавий цикллар сони, унинг қиймати 7.15—жадвалдан олинади. Етакланувчи гилдирак тиш юзасининг қаттиқлиги 55 HRC бўлганда $N_{\text{но}} = 114 \cdot 10^6$ цикл.

N_n — узатманинг юкланиш цикллар сони. $N_{n2} = 60 n_2 L_b$.
Бу ерда: $N_2 = 60 \cdot 180 \cdot 20000 = 216 \cdot 10^6$ цикл.

$$k_{\text{HL2}} = \sqrt[6]{N_{\text{HO}} / N_{H2}} = \sqrt[6]{114 \cdot 10^6 / 216 \cdot 10^6} = 1,0$$

Илдиз остидаги ифоданинг сурати махраждан кичик, яъни $N_{\text{но}} < N_2$ бўлгани учун $k_{\text{HL}} = 1,0$ бўлади. Демак,

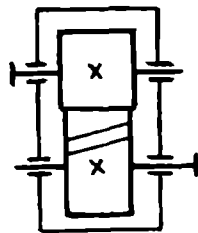
$$[\sigma_n]_2 = (1265 / 1,2) \cdot 1,0 = 1054 \text{ МПа.}$$

Етакловчи тишли гилдирак учун:

$$\sigma_{\text{но1}} = 23 \text{ HRC} = 23 \cdot 63 = 1449 \text{ МПа. } S_n = 1,2$$

$$k_{\text{HL1}} = \sqrt[6]{N_{\text{HO}} / N_{H1}}$$

Бу ерда $N_{\text{но}} = 143 \cdot 10^6$ цикл, $N_{n1} = N_{n2} \cdot u = 216 \cdot 10^6 \cdot 4 = 864 \cdot 10^6$ цикл.



7.29 — расм.

Натижада

$$k_{HL} = \sqrt[3]{143 \cdot 10^6 / 864 \cdot 10^6} = 1,0. \quad \sigma_{H1} = (1449 / 1,2) \cdot 1,0 = 1208 \text{ МПа.}$$

Демак, контакт кучланишнинг жоиз қиймати

$$HB_1 - HB_2 = 630 - 550 = 80 > 70 - \text{формулага асосан}$$

$$[\sigma_H] = \frac{1208 + 1054}{2} = 1131 \text{ МПа} < 1,25 [\sigma_H]_2$$

Эгилишдаги жоиз кучланиш.

$$\sigma_F = (\sigma_{FO} / S_F) k_{FL} \text{ МПа}$$

Бу ерда $\sigma_{FO} = 750$ МПа базавий циклларга түгри келган эгилишдаги кучланишнинг чидамлилиқ чегараси, унинг қиймати 7.14—жадвалдан гилдирак тишларига термик қайта ишлов бериш усулига қараб танланади. $S_F = 1,5$ ҳавфсизлик коэффиценти, 7.14—жадвалдан олинади. $k_{FL} = \sqrt[3]{N_{FO} / N_{FE}}$ — узатманинг ишлаш муддати ва ишлаш режимини ҳисобга олувчи коэффицент. Бу ерда N_{FO} — базавий цикллар сони. Барча турдаги пулат материаллар учун $N_{FO} = 4 \cdot 10^6$ циклга тенг.

$$N_{FE2} = N_{BE2} = 216 \cdot 10^6 \text{ цикл}$$

Бундан $k_{FL} = \sqrt[3]{4 \cdot 10^6 / 216 \cdot 10^6}$ эканлиги келиб чиқади. Илдиз остидаги ифоданинг сурати маҳражидан кичик, яъни $N_{FO} < N_F$ бўлгани учун $k_{FL} = 1,0$. Демак, $[\sigma_F]_1 = [\sigma_F]_2 = (750 / 1,5) \cdot 1,0 = 500$ МПа.

3. Уқлараро масофа аниқланади:

$$a_w = 430 (1+u) \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot k_{H\beta}}{\psi_{ba} \cdot u^2 \cdot [\sigma_H]^2}} \text{ мм}$$

$T_2 = T_1 \cdot u \cdot \eta$ — етакланувчи валдаги буровчи момент, Нмм;

$\omega_1 = \pi n_1 / 30 = (3,14 \cdot 720) / 30 = 75,36 \text{ с}^{-1}$ бўлганда етакловчи валдаги буровчи момент $T_1 = P_1 / \omega_1 = 12,5 \cdot 10^3 / 75,36 \text{ с}^{-1} = 165,87$ Нм, бўлади. η — фойдали иш коэффиценти. Ёпиқ цилиндрсимон гилдиракли узатманинг ФИК қиймати 7.11—жадвалдан олинади, бунда $\eta = 0,98$. Демак, $T_2 = 165,87 \cdot 4 \cdot 0,98 = 650,2$ Нм. 430 — қия тишли ёпиқ цилиндрсимон узатмалар учун ёрдамчи коэффицент, $u=4$ узатманинг узатиш сони.

$k_{H\beta}$ — юкланишни тиш эни бўйича нотекис тақсимланишини ҳисобга олувчи коэффицент қиймати, 7.13—расмдаги графикдан

танланади. Лойиҳаланаётган узатма учун тиш эни коэффициенти $\psi_{ba} = 0,4$ булганда $k_{sj} = 1,03$, $[\sigma_s] = 1131$ МПа — контакт кучла-нишнинг жоиз қиймати. Демак,

$$a_u = 430 (1 + 4) \sqrt[3]{\frac{650,2 \cdot 10^3 \cdot 1,03}{0,4 \cdot 4^2 (1131)^2}} = 95 \text{ мм булади.}$$

Бу аниқланган қийматни ГОСТ асосида яхлитлаб $a_u = 100$ мм деб қабул қиламиз.

4. Узатма етакланувчи гилдиракларининг ўлчамлари:

$$d_2 = \frac{2 \cdot a_w \cdot u}{1 + u} = \frac{2 \cdot 100 \cdot 4}{1 + 4} = 160 \text{ мм. } b_2 = \psi_{ba} \cdot a_u = 0,4 \cdot 100 = 40 \text{ мм.}$$

5. Узатманинг модули

$$m = \frac{2k_2 \cdot T_2}{d_2 \cdot b_2 \cdot [\sigma_F]_2} \text{ мм.}$$

бунда: k_m — ёрдамчи коэффициент, қия тишли цилиндрсиймон гилдираклар учун унинг қиймати 5,8 га тенг. Демак,

$$m = 2 \cdot 5,8 \cdot 650,2 \cdot 10^3 / 160 \cdot 40 \cdot 500 = 2,35 \text{ мм}$$

Аниқланган қийматни ГОСТ буйича яхлитлаб, $m = 2,25$ мм. деб қабул қиламиз.

6. Узатма гилдиракларининг қиялик бурчаги ҳамда тишлар сони

а) қиялик бурчагининг энг кичик қиймати

$$\beta_{\min} = \arcsin 4 m / b_2 = \arcsin 4 \cdot 2,25 / 40 = 13^\circ.$$

б) Тишлар сонининг умумий қиймати

$$z_2 = 2 \cdot a_w \cos \beta / m = 2 \cdot 100 \cdot 0,9744 / 2,25 = 86,4$$

Аниқланган қийматни яхлитлаб $z_2 = 86,0$ деб қабул қиламиз. Натижада қиялик бурчагининг аниқлаштирилган қиймати:

$$\beta = \arccos (z_2 m / 2 a_w) = \arccos (86 \cdot 2,25) / (2 \cdot 100) = 14,20^\circ$$

7. Етакловчи ва етакланувчи гилдирак тишлар сони

$$z_1 = z_2 / (1 + u) = 86 / (1 + 4) = 17$$

Етакланувчи гилдирак тишлар сони

$$z_2 = z_2 - z_1 = 86 - 17 = 69$$

8. Узатиш сонининг ҳисобий қиймати

$$u_x = z_2 / z_1 = 69 / 17 = 4,05.$$

$$\Delta u = \frac{|u_X - u|}{u} \cdot 100 = \frac{|4,05 - 4|}{4} \cdot 100\% = 1,25 < [4\%] \text{ шарт бажарилади.}$$

9. Узатма гилдиракларининг диаметрлари

а) Тиш бўлувчи айланасининг диаметри

$$d_1 = mz_1 / \cos \beta = 2,25 \cdot 17 / 0,9675 = 39,53 \text{ мм}$$

$$d_2 = mz_2 / \cos \beta = 2,25 \cdot 69 / 0,9675 = 160,47 \text{ мм}$$

б) Гилдирак тишларининг ташқи айланасининг диаметри

$$d_{a1} = d_1 + 2m = 39,53 + 2 \cdot 2,25 = 44,03 \text{ мм}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m = 160,47 + 2 \cdot 2,25 = 164,97 \text{ мм}$$

в) Гилдирак тиш ости айланасининг диаметри

$$d_{f2} = d_2 + 2,5m = 160,47 - 2,5 \cdot 2,25 = 154,85 \text{ мм}$$

10. Тишли гилдиракларни илашишда ҳосил бўлган кучлар.

$$\text{Айланма куч } F_t = 2 T_2 / d_2 = 2 \cdot 650,2 \cdot 10^3 / 160,47 = 8104 \text{ Н}$$

$$\text{Радиал куч } F_r = F_t \cdot \tan \alpha / \cos \beta = 8104 \cdot 0,364 / 0,9675 = 3049 \text{ Н}$$

$$\text{Бўйлама куч } F_a = F_t \cdot \tan \beta = 8104 \cdot 0,2545 = 2062 \text{ Н}$$

11. Эгилишдаги кучланишнинг ҳисобий қиймати

$$\sigma_{Fl} = \frac{F_t}{b_2 \cdot \psi_m} Y_F \cdot Y_b \cdot k_{Fa} \cdot k_{Fb} \cdot k_{Fv} J[s_F]$$

бу ерда: $F_t = 8104 \text{ Н}$, $b_2 = 40 \text{ мм}$, $m = 2,25$, Y_F — тиш шакли коэф-
фициентининг қиймати, 7.5—жадвалдан “келтирилган” тишлар
сонига нисбатан танланади.

$$Z_{k1} = z_1 / \cos^3 \beta = 17 / (0,9675)^3 \approx 19$$

$$\text{бўлганда } Y_{F1} = 4,07. Z_{k2} = z_2 / \cos^3 \beta = 69 / (0,9673)^3 \approx 76$$

$$\text{бўлганда } Y_{F2} = 3,60. Y_\beta = 1 - \frac{\beta}{140} = 1 - \frac{14,3}{140} = 0,9$$

Y_β — гилдирак тишларининг қиялик бурчагини ҳисобга олувчи
коэффициент. k_{Fa} — юкланишнинг тишлараро нотекис тақсим-
ланишини ҳисобга олувчи коэффициент, унинг қиймати гилдирак
тишларининг аниқлик даражасига кўра танланади. Аниқлик даражаси
узатманинг тезлигига қараб жадвалдан олинади.

$V_2 = 0,5 \omega_2 \cdot d_2 = 0,5 \cdot 18,84 \cdot 0,16 = 1,5 \text{ м/с}$ бўлганда 9 класс
аниқлик даражасини танлаш тавсия этилади, бунда $k_{Fa} = 1,0$. $k_{F\beta}$ —
юкланишни тиш эни бўйича нотекис тақсимланишини ҳисобга

олувчи коэффициент унинг қиймати 7.13—расмдаги графикдан ψ_{ba} коэффициентга ҳамда тишли гилдиракларнинг таянчга нисбатан жойланишига қараб танланади. Лойиҳаланаётган узатма учун $\psi_{ba} = 0,4$ бўлганлиги учун $k_{F3} = 1,0$. k_{FV} — қўшимча динамик кучла—нишларни ҳисобга олувчи коэффициент қиймати 7.6—жадвалдан тиш юзасининг қаттиқлиги, узатманинг тезлиги ҳамда аниқлик даражасига мувофиқ танланади, лойиҳаланаётган узатмада $H_1, H_2 > 45 \text{ HRC}$ аниқлик даражаси — 9, тезлиги $V = 1,5 \text{ м/с}$ бўлганлиги

учун $k_{FV} = 1,35$. Демак, $\sigma_{F2} = \frac{8104 \cdot 3,67 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0}{40 \cdot 2,25} = 294 \text{ МПа} < [\sigma_F]_2$ шарт бажарилди.

$\sigma_{F1} = \sigma_{F2} \cdot Y_{F1} / Y_{F2} = 294 \cdot 4,07 / 3,6 = 333 \text{ МПа} < [\sigma_F]_1$ шарт бажарилди.

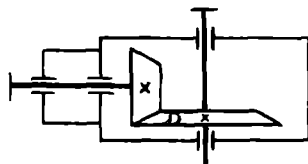
12. Контакт кучланишнинг ҳисобий қиймати

$$\sigma_H = 376 \sqrt{\frac{F_t(1+u)}{d_2 \cdot b_2} \cdot k_{Ha} \cdot k_{H\beta} \cdot k_{Hv}} \leq [\sigma_H]$$

бу ерда: $k_{Ha} = 1,1$; $k_{H\beta} = 1,04$; $k_{Hv} = 1,01$ деб олинади. Демак,

$$\sigma_H = 376 \sqrt{\frac{8104(1+4)}{160,47 \cdot 40} \cdot 1,1 \cdot 1,04 \cdot 1,01} = 1018 \text{ МПа} \leq [\sigma_H] \text{ шарт бажарилди.}$$

Масала. Узатиш сони $u = 4$, узатилаётган момент $T_2 = 450 \text{ Нм}$ бўлган бир поғонали айланасимон тишли конуссимон узатма ҳисоблансин. Узатмада $N_H > N_{H0}$. Таянчларда золдирли под—шипник ўрнатилган (7.30—расм).



7.30 — расм.

Масаланинг ечими:

1. Узатма гилдираклари учун материал танланади. Етакловчи ва етакланувчи тишли гилдираклар учун 40ХН маркали пулат материал танлаймиз.

Юқори частотали ток ёрдамида тоблаш йўли билан термик қайта ишлов берилади. Бунда тиш юзасининг қаттиқлиги 45...55 HRC.

2. $[\sigma_H]$, $[\sigma_F]$ жоиз кучланишлар.

$[\sigma_H]$ кучланиш.

$$[\sigma_H] = (\sigma_{H0} / S_H) \cdot k_{Ha} \text{ МПа}$$

Масаланинг берилган шарти бўйича $k_{Ha} = 1,0$, $S_H = 1,2$

$$\sigma_{H0} = 17 \text{ HRC}_{\text{yp}} + 200 \text{ МПа}$$

$$HRC_{\text{пр}} = (45 + 50) / 2. \text{ Натижада } \sigma_{\text{но}} = 17 \cdot 47,5 + 200 = 1050 \text{ МПа}$$

$$[\sigma_n]_1 = [\sigma_n]_2 = (1050 / 1,2) \cdot 1,0 = 875 \text{ МПа}$$

$[\sigma_F]$ — кучланиш.

Масаланинг берилган шарти бўйича $k_{Fa} = 1,0$. $S_F = 1,75$.

Гилдиракнинг модулла қийматини $m > 3$ мм деб фараз қилсак,
 $\sigma_{FO} = 550 \text{ МПа}$ Демак,

$$[\sigma_F]_1 = [\sigma_F]_2 = (550 / 1,75) 1,0 = 314 \text{ МПа}$$

3. Етакланувчи тишли гилдирак тиш бўлувчисининг диаметри

$$d_{e2} = 165 \sqrt[3]{T_2 \cdot u \cdot k_{H\beta} / [\sigma_H] \cdot V_H} \text{ мм}$$

бу ерда: $T_2 = 450 \text{ Нм}$; $u = 4$; $[\sigma_n] = 875 \text{ МПа}$

V_n — гилдирак тишларининг мустаҳкамлигини туғри тишли цилиндрсимон гилдирак тишларининг мустаҳкамлигига нисбатан камлигини ҳисобга олувчи коэффициент, унинг қиймати гилдирак тишлари юзасининг қаттиқлиги H_1 , $H_2 > 45 \text{ HRC}$ бўлганда қуйидагича аниқланади:

$$V_n = 0,81 + 0,15 u = 0,81 + 0,15 \cdot 4 = 1,41$$

$k_{\beta\beta}$ — коэффициент қиймати тиш энининг коэффициент қийматига боғлиқ, яъни $\psi_d = 0,166 \sqrt{u^2 + 1} = 0,166 \sqrt{4^2 + 1} = 0,68$ бўлганда,
 $k_{\beta\beta} = 1,21$

Натижада

$$d_{e2} = 1650 \sqrt[3]{450 \cdot 4 \cdot 1,21 / (875)^2 \cdot 1,41} = 208 \text{ мм}$$

Аниқланган қийматни яхлитлаб, $d_{e2} = 210 \text{ мм}$ деб қабул қиламиз.

4. Конус бурчаги, конус узунлиги ҳамда гилдирак тишларининг эни. Тишли гилдиракнинг илашиш конус бурчаги:

$$\delta_2 = \arctg u = \arctg 4 = 75^\circ 59'. \sin \delta_2 = \sin 75^\circ 59' = 0,9702$$

Етакловчи тишли гилдиракнинг илашиш бурчаги

$$\delta_1 = 90 - \delta_2 = 90 - 75^\circ 59' = 14^\circ 04'. \cos \delta_1 = 0,9704$$

$$\text{Конус узунлиги } R_e = d_{e2} / 2 \sin \delta_2 = 210 / 2 \cdot 0,9702 = 108 \text{ мм}$$

$$\text{Гилдирак тишларининг эни } b = 0,285 \cdot R_e = 0,285 \cdot 108 = 30 \text{ мм}$$

5. Узатма гилдирак тишларининг илашиш модули

$$m_e \geq 14 k_{F\beta} T_2 / V_F d_{e2} b [\sigma_F] \text{ мм}$$

бу ерда: $T_2 = 450 \text{ Нм}$. Тиш юзасининг қаттиқлиги

$$H_1, H_2 > 45 \text{ HRC} \text{ бўлганда } V_F = 0,65 + 0,11 u = 0,65 + 0,11 \cdot 4 = 1,09$$

$d_{e2} = 210 \text{ мм}, b = 30 \text{ мм}, k_{F3} = 1 + (k_{n3} - 1) \cdot 1,5 = 1,0 + (1,21 - 1) \cdot 1,5 = 1,3$. Демак,

$$m_{te} \geq 14 \cdot 1,3 \cdot 450 \cdot 10^3 / (1,09 \cdot 210 \cdot 30 \cdot 314) = 3,7983 \text{ мм.}$$

6. Етакланувчи ва етакловчи гилдирак тишлар сони

$d_{e1} = d_e / u = 210 / 4 = 52,5$ — графикдан d_{e1} , u га нисбатан z_1 нинг қийматини танлаймиз. $d_{e1} = 52,5 \text{ мм}$, $u = 4$ бўлганда $z_1^1 = 13$ га тенг бўлади. Етакловчи ва етакланувчи гилдирак тишлари юзасининг қаттиқлиги $H_1, H_2 > 45 \text{ HRC}$ бўлганлиги учун $z_1^1 = z_1 = 13$. Демак, $z_2 = z_1 \cdot u = 13 \cdot 4 = 52$.

7. Узатиш сонининг ҳисобий қиймати

$$u_x = z_2 / z_1 = 52 / 13 = 4. \Delta u = 0 \%$$

8. Узатма гилдиракларининг ҳисобий диаметрлари:

а) тиш бўлувчи айланасининг диаметри:

$$d_{e1} = m_{te} \cdot z_1 = 3,7983 \cdot 13 = 49,378 \text{ мм}$$

$$d_{e2} = m_{te} \cdot z_2 = 3,7983 \cdot 52 = 197,512 \text{ мм}$$

б) силжиш коэффицентининг қийматлари 7.10-жадвалдан олинади. Бунда $z_1 = 13$, $u = 4$ бўлганда $x_{u1} = 0,39$, $x_{u2} = -0,39$

в) гилдирак тишларининг ташқи айланасининг диаметри:

$$d_{ae1} = d_{e1} + 1,64 (1 + x_{u1}) m_{te} \cdot \cos \delta_1 = 49,378 + 1,64 (1 + 0,39) 3,7983 \cdot 0,9704 = 54,501 \text{ мм}$$

$$d_{ae2} = d_{e2} + 1,64 (1 - x_{u2}) m_{te} \cdot \cos \delta_2 = 197,512 + 1,64 (1 - 0,39) \cdot 3,7983 \cdot 0,2585 = 198,494 \text{ мм}$$

г) тишли гилдиракларнинг илашишда ҳосил бўлган кучлар:

$$\text{айланма куч } F_1 = 2 T_2 / d_{m2}. d_{m2} = 0,857 d_{e2} = 0,857 \cdot 210 = 179,97 \text{ мм}$$

$$\text{Демак, } F_1 = 2 \cdot 450 \cdot 10^3 / 179,97 = 5000 \text{ Н}$$

Етакловчи гилдиракка таъсир қилувчи бўйлама куч

$$F_{a1} = F_{a2} = F_1 (0,44 \sin \phi_1 + 0,7 \cos \phi_1) = 5000 (0,44 \cdot 0,2422 + 0,7 \cdot 0,9704) = 3929 \text{ Н.}$$

Етакловчи гилдиракка таъсир қилувчи марказга интилувчи куч

$$F_{x1} = F_{x2} = F_1 (0,44 \sin \delta_1 + 0,7 \sin \delta_1) = 5000 (0,44 \cdot 0,9704 - 0,7 \cdot 0,2422) = 1287 \text{ Н.}$$

9. Эгувчи кучланишнинг ҳисобий қиймати

$$\sigma_{F2} = F_1 \cdot k_{F3} \cdot Y_{F2} \cdot k_{FV} / V_F \cdot b \cdot m_{te} \leq [\sigma_F]$$

$$\text{бу ерда: } F_1 = 5000 \text{ Н}, k_{F3} = 1,3, z_{k2} = z_2 / (\cos \delta_2 \cdot \cos^3 \beta) = 52 / (0,2585 \cdot 0,8193^3) = 366 \text{ бўлганда } Y_{F2} = 3,67.$$

$$z_{k1} = z_1 / (\cos \phi_1 \cdot \cos^3 \beta) = 13 / (0,9704 \cdot 0,8193^3) = 24 \text{ бўлганда } Y_{F1} = 3,48.$$

$$V_F = 1,09, b = 30 \text{ мм}, m_{te} = 3,7983 \text{ мм}, k_{FV} = 1,2 \text{ га тенг.}$$

Бундан

$$\sigma_{F2} = 5000 \cdot 1,3 \cdot 3,67 \cdot 1,02 / 1,09 \cdot 30 \cdot 3,7983 = 196 \text{ МПа} < [\sigma_F]_2$$

$$\sigma_{F1} = \sigma_{F2} \cdot Y_{F1} / Y_{F2} = 196 \cdot 3,48 / 3,67 = 186 \text{ МПа} < [\sigma_{F1}]$$

Демак, гилдирак тишларининг эгилишдаги кучланишга чидамлиги таъминланади.

10. Контакт кучланишнинг ҳисобий қиймати

$$\sigma_H = 2120 \sqrt{\frac{T_2 \cdot u \cdot k_{H\beta}}{d_{e2}^3 \cdot V_H}} \leq [\sigma_H]$$

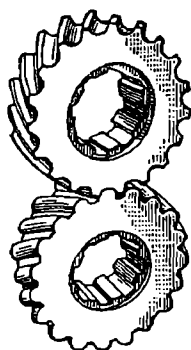
бу ерда: $T_2 = 450$ Н.м; $u = 4$; $k_{H\beta} = 1,21$, $V_H = 1,41$; $d_{e2} = 210$ мм
Бундан

$$\sigma_H = 2120 \sqrt{\frac{450 \cdot 4 \cdot 1,21}{210^3 \cdot 1,41}} = 862 \text{ Мпа} < [\sigma_H]$$

Демак, узатма гилдирак тишларининг контакт кучланишга чидамлилиги таъминланган.

7.25—§. Новиков узатмаси ҳақида умумий маълумот

Ҳозирги вақтда тишли гилдираклар учун асосан эвольвента илашиш системаси қўлланилади. Аммо бунда қатор афзалликларга эга бўлиши билан бирга айрим камчиликлардан ҳам ҳоли эмас. Шу камчиликларни бартараф қилиш мақсадида ўтказилган изланишлар асосида нуқтали илашиш билан ишлайдиган узатма яратилди (7.31—расм). Бу узатма Л.М.Новиков томонидан ихтиро қилингинлиги учун Новиков узатмаси деб аталади.



7.31 — расм.

Новиков узатмаларида гилдирак тишларини контакт кучланиш бўйича мустаҳкамлиги оддий тишли гилдиракларга нисбатан $1,5 \div 1,7$ марта катта, бу узатманинг асосий афзаллигидир, камчилиги эса юқори даражада аниқлик билан тайёрлашни талаб қилади.

Тишли гилдиракларнинг илашиш жараёнида r_1 ва r_2 радиусларнинг ўзаро яқинлиги ҳамда қия тишли гилдиракларнинг эгрилик радиуслари ρ_1 , ρ_2 ларнинг қийматларни катта бўлганлиги учун гилдирак тишларининг ўзаро илашиши нуқтали бўлади, лекин юкланиш таъсири юқори бўлганлиги боис бу нуқта кичик майдончага айланади.

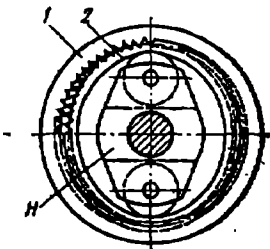
Новиков узатмалари контакт кучланишларга ҳисоблашда, Герц формуласи бўйича шартли ҳисобланади.

Узатмани лойиҳалаш гилдирак тишларини мустаҳкамликка ҳисоблаш М.Н.Ивановнинг дарсликларида ва илмий ишларида кент ёритилган.

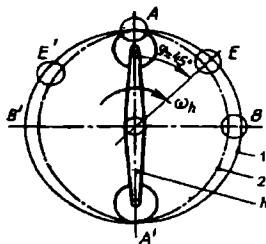
26-§. Тўлқинсимон тишли узатмалар ҳақида умумий маълумот

Бу узатмалар тишли узатмаларнинг бир тури бўлиб, ишлаш принципи илашишда бўлган гилдиракларнинг бирини тўлқинсимон деформацияланишига асосланган. Бунда узатма ички тишли бикр ташқи гилдирак 1, генератор H ёрдамида тўлқинсимон ҳаракатланувчи ташқи тишли эгилувчан гилдирак 2 дан иборат (7.32—расм).

7.32— расм а, в да тўлқинсимон тишли узатмаларни ишлаш жараёнида тишли гилдиракларнинг илашиши кўрсатилган, бунда H гене генератор ёрдамида эгилувчан тишли гилдирак 2 деформацияланганда B нуқтада гилдирак тишларининг ўртасида радиал бўшлиқ ҳосил бўлади, E нуқтада илашиш бошланиб A



7.32 — расм.



7.32— а, расм.

нуқтада тишли гилдираклар ўзаро тўлиқ илашишади. Демак, схемадан кўринадикки тўлқинсимон узатмаларда ҳаракат жараёнида бир вақтнинг ўзида бир қанча тишлар ўзаро илашади, назарий жиҳатдан олганда илашиш бурчаги B нуқтадан B гача бўлиши мумкин, яъни гилдирак тишларининг 50%, яъни 100 тадан 50 таси ўзаро илашишда бўлади. Оддий тишли узатмаларда эса 1...". Бу тўлқинсимон узатмаларнинг асосий афзалликлари бўлиб, гилдирак тишларининг мустаҳкамлигини оширади. Амалда эса узатманинг илашиш жараёнида 20—40% гилдирак тишлари ўзаро илашади. Бундай илашиш эгилувчан гилдирак тишларининг шакли, улчами, материаллар ва бошқа омилларга боғлиқ бўлади.

Тўлқинсимон узатмалар ёрдамида 30...30000 Н.м. гача момент, 0,095...48 кВт гача қувват узатиш мумкин. Узатманинг ФИК — $\eta = 0,7-0,9$.

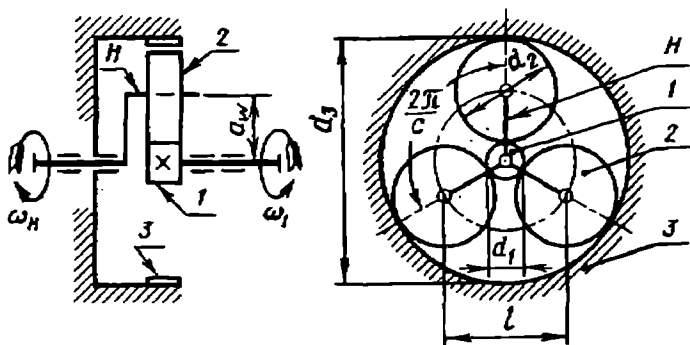
Тўлқинсимон ҳаракат ҳосил қилувчи генераторларни энг катта айланиш соъни, генератор сифатида подшипник ишлатилганда 3500 мин —1 гача, эгилувчан тишли гилдиракнинг диаметри 50,8 — 208 мм етади. Тишли гилдиракларнинг ишлаш муддатининг камлиги ҳамда бу хил узатмаларни ишлатилишининг чегаралангани уларнинг камчилиги ҳисобланади.

Узатмани лойиҳалаш, гилдирак тишларини мустаҳкамликка ҳисоблаш М.Н.Ивановнинг дарсликларида ва илмий ишларида берилган.

7.27—§. Планетар узатмалар ҳақида умумий маълумот

Таркибида энг камида битта қўзғалувчан уққа ўрнатилган тишли гилдираклари бўлган узатма планетар узатма дейилади. Одатда, бундай узатма марказий гилдирак 1, унинг атрофида водила воситасида ўз ўқи билан ҳаракатланадиган гилдирак—сателлит 2 ҳамда асосий гилдирак 3 дан тузилган бўлади (7.33—расм).

Планетар узатмаларнинг тузилиши ихчам, бир поғонада узатиш сонининг қиймати катта бўлганлиги туфайли турли соҳаларда ишлатилиши мумкин. Масалан, станокларда, автомобилларда



7.33 — расм.

айланма ҳаракатни қўшиш, айириш керак бўлган ҳолларда автоматик равишда бу ҳаракатларни бошқариш учун шунингдек, нисбатан катта бўлмаган қувватларни узатиш учун ҳамда кинематик механизм сифатида ишлатилиши мумкин.

Узатмалар таркибида деталларнинг кўп бўлиши ва уларни тайёрлаш ҳамда йиғишда юқори аниқлик даражаси талаб этилиши планетар узатмаларнинг камчилиги ҳисобланади.

Бироқ, бу узатмаларнинг мавжуд афзалликлари туфайли, улардан машинасозлик ва бошқа соҳаларда кенг қўламда фойдаланилади.

Планетар узатманинг кинематикасини аниқлаш учун Виллис усулидан фойдаланилади.

7.28–§. Винтли ҳамда гипоид узатмалар ҳақида умумий маълумотлар

Мазкур узатмаларда валлар айқаш жойлашган бўлиб, улар бир-бири билан кесишмайди (7.34, 7.35–расмлар).

Винтли узатмалар қия тишли гилдираклардан тузилган бўлади, (7.34–расм). Тишларнинг қиялиги винт чизиги йўналишида, уларнинг илашиши эса нуқтали кўринишда бўлади. Бу эса тишлар сиртида ҳосил бўладиган ишқаланиш кучининг катта бўлишига тишларнинг нисбатан тез ейилишига олиб келади. Шунинг учун узатмаларни катта юкланиш таъсирида ишлатиш мумкин эмас.

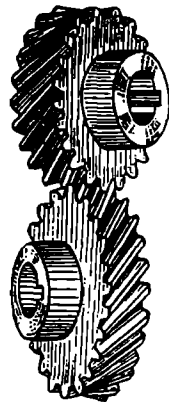
Винтли узатма гилдиракларининг иш жараёнида ейилишини камайтириш учун улар турли материаллар қотишмасидан тайёрланади (масалан, тобланган пулат–бронза, тобланган пулат–пластмасса).

Гипоид узатмалар қия тишли конуссимон гилдираклардан тузилган бўлиб, конусларнинг учлари бир жойга тўғри келмайди. Валлар ўқларининг айланиш бурчаги кўпинча 90° бўлади (7.35–расм)

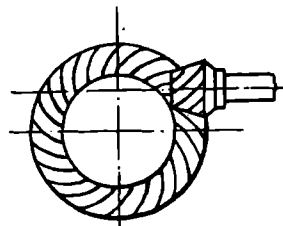
Гипоид узатмаларнинг винтли узатмалардан асосий фарқи шуки, гипоид узатмалар чизиқли илашиш билан ишлайдиган қилиб тайёрланиши мумкин, сирпаниш тезлиги кичик, бу эса узатманинг нисбатан катта юкланиш билан ишлашга олиб келади.

Узатмалар Автомобиль ва тўқимачилик ва бошқа саноатларда ишлатилади. Бу узатмаларнинг асосий камчилиги шундаки, улар учун деталларни тайёрлаш ва йиғишда юқори даражада аниқлик талаб қилинади.

Гипоид узатмаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш, шартли равишда конуссимон гилдиракли узатмаларни ҳисоблаш кабилдир.



7.34 – расм.



7.35 – расм.

7.29–§. Винт–гайка узатмалар ҳақида умумий маълумот

Айланма ҳаракатни илгарилема ҳаракатга айлантириш учун винт–гайка узатмалар ишлатилади. Бундай узатмаларни тайёрлаш осон, ишончли ишлайди, улчамлари кичик, катта юкланишга чидамли. Резьбанинг сирпаниш тезлиги винт ўқи бўйича илгарилема ҳаракатдан $1 / \sin \phi$ марта ($5-40$ марта) катта.

Бу узатмаларнинг камчиликлари: ФИК кам ($\eta = 0,6 - 0,85$), ўз–ўзидан тўхтайдиган винтли жуфтлар учун $\eta < 0,5$; узатма нисбатан секин ҳаракатланади.

Винт—гайка узатмалар асосан юкларни баландликка кўтаришда (винтли домкратлар), станокларнинг винтлари сифатида ҳамда илгарилама ҳаракатни таъминлаш учун ишлатилади.

Саноатда ишлатиладиган резьба ўлчамлари ГОСТ 11708—82 асосида стандартлаштирилган бўлиб, учбурчак шакли тирак, трапеция, тўғри тўртбурчак, доира кўринишида бўлиши мумкин. Булардан машинасозликда энг кўп тарқалгани учбурчак (деталларни маҳкамлаш) ҳамда трапеция шаклидаги (винтли пресс, домкрат) резьбалардир.

Узатманинг ФИК ошириш учун резьба шаклининг бурчаги кичик бўлган трапецияли, тўғри тўртбурчакли, тирак резьбалар ишлатилади. Энг кўп тарқалган бу қадами $t=4-10$ мм булган трапецияли резьбадир. Қадами кичик булган трапецияли резьбаларнинг силжиши кичик бўлиб юқори аниқликни талаб қиладиган узатмаларда ишлатилади, катта қадамли резьбалар эса ишлаш шароити оғир булган ҳолларда қўлланилади. Тўғри тўртбурчакли резьбалар стандартлаштирилган бўлиб, кам ишлатилади, ҳамда бу резьбаларни токорлик ва фрезерлик станокларида кесиш қийин.

Узатмада юкланиш бир томонлама булганда, тирак резьбалар ишлатилади.

Винт—гайка жуфтида гайка ҳаракатсиз бўлиб, винт ўз ўқи атрофида бир марта айланса, винт айланма ва ўқ бўйича резьбанинг қадамига тенг илгарилама ҳаракат қилади. Агар винт ҳаракатсиз бўлса, гайка ўз ўқи атрофида бир марта айланганда айланма ҳамда винт ўқи атрофида эса резьбанинг қадамига тенг илгарилама ҳаракат қилади. Винтли жуфтда винт (гайка) ўқ атрофида бир марта айланганда илгарилама ҳаракат катта бўлиши учун резьбанинг кирим сони катта қилиб олинади.

Резьбанинг шакли, қадами, кўтарилиш бурчагидан ташқари қуйидаги геометрик ўлчамларга эга (7.36—расм). Ташқи диаметр $d = D$, d — винт, D — гайка. Резьбанинг ички диаметри $d_1 = D_1$. d — болт (винт)нинг тиш ости диаметри. $d_2 = D_2$ — резьбанинг ўртача диаметри.

Метрик ҳамда трапециодал резьбаларни ҳисоблашда ҳисобий юза сифатида d_1 олинади, яъни $A = \pi d_1^2 / 4$.

Узатмада винт ёйилишга чидамли, нисбатан мустаҳкам пўлат материаллардан тайёрланади.

Кам юкланган секин ҳаракатланувчи узатма винтларини тоб—лашга ҳожат булмаса, 45, 50, А45, А50; тоблаш зарур булса 65Г, 40Х; азот билан тўйинтириладиган булса 40ХФА, 18ХГТ маркали пўлат материаллардан тайёрлаш тавсия этилади. Станок винтлари

ейилишга чидамли бўлиши учун азот билан тўйинтирилган пулат материаллардан тайёрланади.

Гайка Бр 010Ф1, Бр 04Ц705 маркали қалайли бронза материаллардан, кам юкланишли ва секин ҳаракатланувчи узатмалар антифрикцион чўян материаллардан тайёрланади.

Катта юкланиш таъсирида ишләётган узатманинг винти мустаҳкамликка текширилади, бунда эквивалент кучланиш қиймати қуйидагича аниқланади.

$$\sigma_{\text{эк}} = \sqrt{\left(\frac{F}{A}\right)^2 + 3\left(\frac{T}{W_0}\right)^2} \leq [\sigma_{\text{т(с)}}] \quad (7.1)$$

бу ерда: T — винтнинг буровчи моменти; A — винтнинг диаметр бўйича юзаси; W_0 — текшириладиган кесим қаршилиқ моменти; $[\sigma_{\text{т}}] = \sigma_{\text{ок}} / 3$ — жоиз кучланиш қиймати.

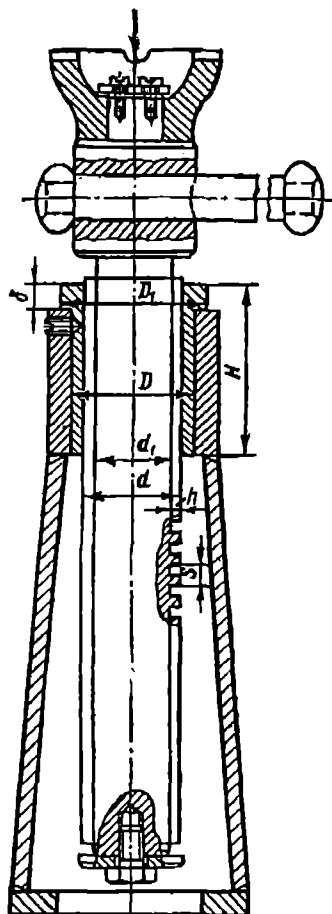
Узун винтлар қўшимча равишда тургунликка текширилади, бунда винт тургунликни сақлаш учун таъсир этувчи кучнинг энг катта қиймати Эйлер формуласи бўйича қуйидагича аниқланади,

$$F = \pi^2 E I / S (\mu l)^2 \quad (7.2)$$

бу ерда: μl — винтнинг "келтирилган" узунлиги (μ — таянчнинг тузилиши ва ўзаро жойлашувига боғлиқлик коэффиценти); l — таянчлар ўртасидаги масофа, агарда иккинчи таянч сифатида гайка бўлганда таянчдан гайканинг ўртасигача бўлган масофа; $S = 3 \dots 4$ — ҳавфсизлик коэффиценти; I — винт кундаланг кесимнинг келтирилган инерция моменти

$$I = \frac{\pi d_1^4}{64} (0.4 + 0.6 \frac{d}{d_1})$$

d, d_1 — винт резъбасининг ички ва ташқи диаметри. 7.2-формулаи $\mu l \leq 100 d_1$ гача ёки $\mu l \geq 25 d_1$ бўлганда ишлатиш мумкин,



7.36 — расм.

бунда $i = \sqrt{I/A}$ — винт кесимининг радиус инерцияси (A — винтнинг кесим юзаси).

Узунлиги ҳар қандай булган винтларнинг мустаҳкамлик ва турғунлигини таъминловчи шарт: $\sigma = F/A \leq [\sigma]_c \cdot \varphi$
бу ерда: $[\sigma]_c$ — сиқилишдаги жоиз кучланиш; φ, μ l/i га нисбатан жоиз кучланиш қийматини камайишини ҳисобга олувчи коэф-фициент.

7.30—§. Узатма резъбасини ейилишга ҳисоблаш, мустаҳкамликка текшириш

Винтли гайкали узатманинг резъбаси эзилиш ва кесилишга, винт эса сиқилиш (чўзилиш)га ҳамда буралишга ҳисобланади.

Тажрибалар шуни кўрсатдики, узатманинг резъбаси учун энг ҳавфлиси ейилиш бўлиб, унинг қиймати винт билан гайка ўртасидаги босим қанча катта бўлса, шунча катта бўлади. Бундан ташқари узун винтларда турғунликни йўқотиш ҳавфи бўлади. Шунинг учун винтли жуфтлар лойиҳаланганда резъбадаги босим чегараланади, винт эса мустаҳкамликка ва турғунликка текширилади.

Резъбанинг ейилишга чидамлилигини таъминлаш учун, резъбадаги босим жоиз қийматдан ошмаслиги керак, яъни

$$q = F_1 / (\pi d_2 h \cdot z) \leq [q]$$

Бу ерда F_1 — винт ўқи бўйича таъсир қилувчи бўйлама куч;

d_2 — резъбанинг ўртача диаметри; h — резъба шаклининг баландлиги; трапеция шаклидаги резъба учун $h = 0,5 t$; тирак резъбалар учун $h = 0,75 t$; метрик резъбалар учун $h = 0,54 t$; t — резъба қадами. $z = H/t$ — баландлиги H бўлган гайкадаги ўрамлар сони. h, z қийматларни формулага қўйиб, трапециоидал резъба учун босимнинг ҳисобий қиймати аниқланади

$$q = 2F / \pi d_2 H \leq [q]$$

H/d_2 га нисбатни ψ_n билан белгилаб, трапециоидал резъбанинг ўртача диаметрини аниқлаш мумкин, бунда $d_2 \geq \sqrt{2F_n / (\pi \psi_n [q])}$.
 $\psi_n = 1,2 \div 2,5$ танлаб олиш тавсия этилади. Резъбанинг диаметри кичик бўлганда $\psi_n = 2,5$, катта бўлганда $\psi_n = 1,2$. q нинг қиймати винт-гайка жуфтнинг материалита боғлиқ бўлиб қуйидагича танлаш тавсия этилади:

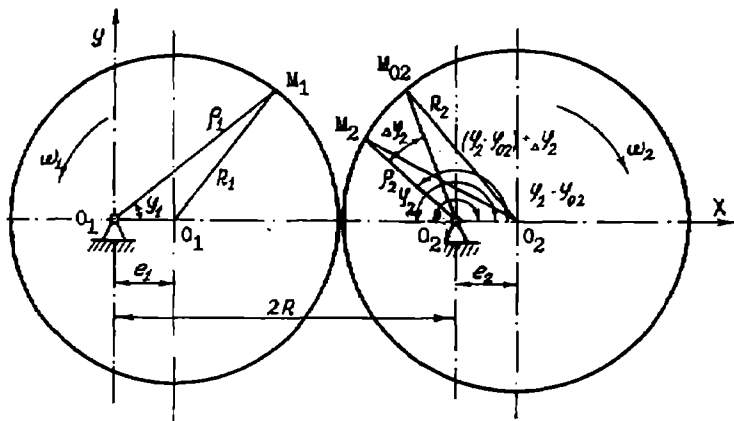
$[q] = 10 \dots 15$ МПа — тобланган пулат — бронза учун;

$[q] = 7 \dots 8$ МПа — тобланмаган пулат — бронза учун;

$[q] = 5$ МПа — тобланмаган пулат — чуян учун.

7.31—§. Узатиш сони ўзгарувчан бўлган тишли узатмаларни ҳисоблаш

Ишлаб чиқаришда, куп ҳолларда, иш унумини ошириш мақсадида ишчи органга ҳаракат узатувчи етакланувчи тишли гилдиракнинг ўзгарувчан бурчак тезлик билан ҳаракатланиши талаб қилинади. Бундай ҳаракат, асосан, айлана шаклида бўлмаган (эксцентрикли ҳамда мураккаб шаклдаги) тишли узатмалар орқали амалга оширилади. Эксцентрикли бир хил 2 та тишли гилдирак—



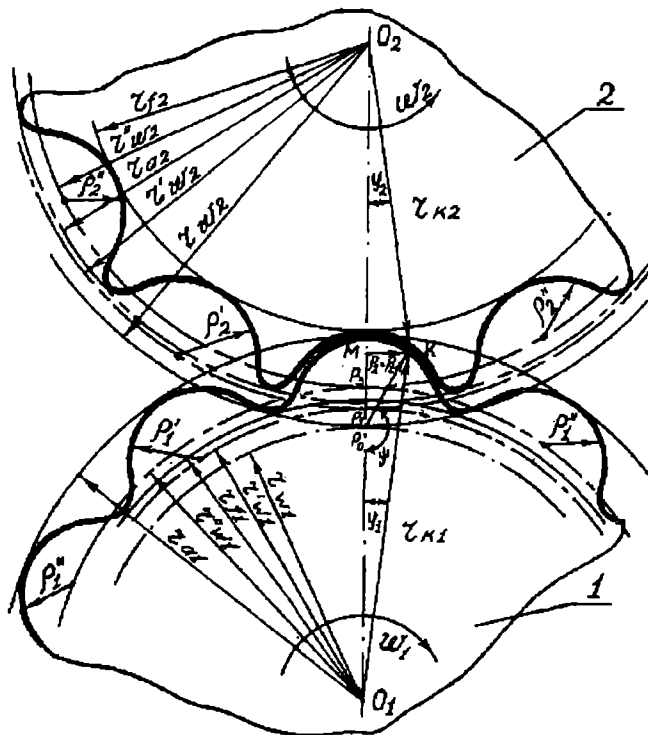
7.37 — расм.

ларнинг ўзаро илашишининг кинематик схемаси 7.37—расмда келтирилган. Ушбу тишли узатманинг узатиш функцияси:

$$u_{1,2} = \frac{\rho_1(\varphi_1 - \varphi_{01})}{\rho_2(\varphi_2 - \varphi_{02})} = \frac{l_1 \cos(\varphi_1 - \varphi_{01}) + \sqrt{R^2 - l^2 \sin^2(\varphi_1 - \varphi_{01})}}{l_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_{02}) + \sqrt{R^2 - l^2 \sin^2(\varphi_2 - \varphi_{02})}}$$

бу ерда, ρ_1, ρ_2 — гилдиракларнинг айланиш ўқидан бошлангич айланалар сиртигача бўлган радиус—векторлар; $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_{01}, \varphi_{02}$ — қутб бурчаклар ва уларнинг бошлангич қийматлари; $R = R_1 = R_2$ — бошлангич айлана радиуслари, $l = l_1 = l_2$ — эксцентриситетлар.

Тишли гилдираклардан иборат ўзгарувчан узатиш сонли тишли илашманинг кўриниши 7.38—расмда келтирилган. Унинг узатиш функцияси қуйидаги формула орқали топилади:

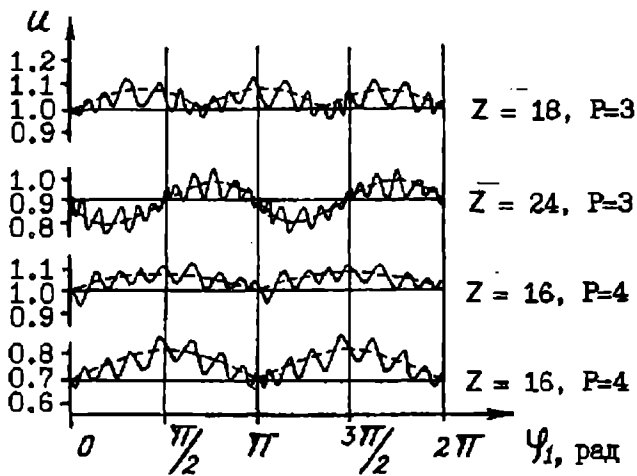


7.38 – расм.

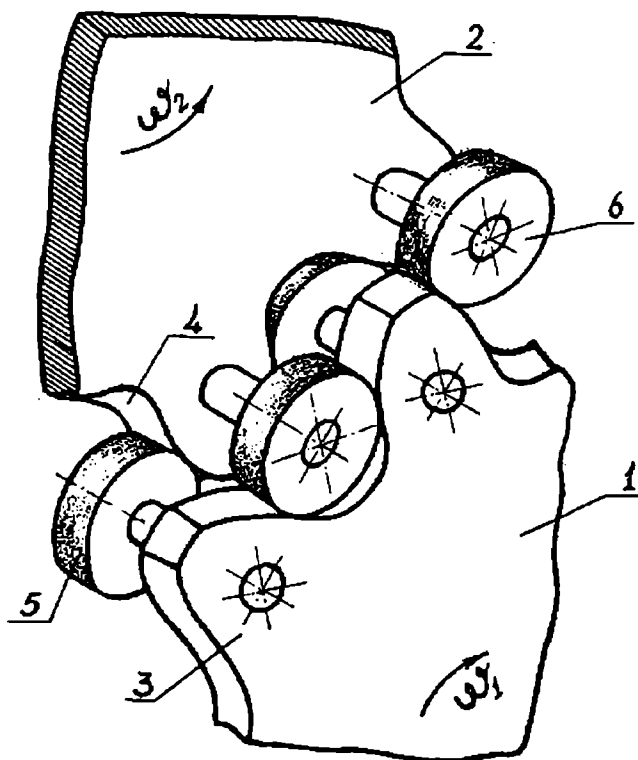
$$H_{1,2} = \frac{r_{w1} + \rho_1 \cos \left[\pi - \arcsin \frac{r_{w1} \cos \varphi_1 + \sqrt{r_{w1}^2 \cdot \cos^2 \varphi_1 - r_{w1}^2 + \rho_1^2} \cdot \sin \varphi_1}{\rho_1} \right]}{a_{\omega} - r_{w1} - \rho_1 \cos \left[\pi - \arcsin \frac{\sqrt{(r_{w1}^2 \cdot \cos^2 \varphi_1 - r_{w1}^2 + \rho_1^2)} \cdot \sin \varphi_1}{\rho_1} \right]}.$$

Тишлар сонинг узгаришига қараб тишли гилдираклар бурчак тезликларининг узгариши турлича бўлади. 7.39–расмда тишларининг формаси ҳар хил бўлган илашма узатиш функциясининг узгариш графиклари келтирилган.

Узатманинг узоқ муддат нуқсонсиз ишлашини таъминлаш учун цевокли-тишли узатмалар таклиф қилинган (7.40–расм). Бу узатмаларни асосан айланишлар сони кичик бўлган, аниқлик даражаси юқори бўлмаган технологик машиналарнинг ҳаракатланувчи меха-



7.39 – расм.



7.40 – расм.

низмларида қўллаш яхши самара беради. Гилдирак тишларининг параметрларини Виллис назариясидан фойдаланиб, қуйдагича аниқлаш мумкин, (7.41–расм):

$$X = (Z_{\omega_1} + Z_{\omega_2}) \cos \varphi_1 - Z_{\omega_2} \cdot \cos \left(\frac{Z_{\omega_1} + Z_{\omega_2}}{Z_{\omega_2}} \cdot \varphi \right)$$

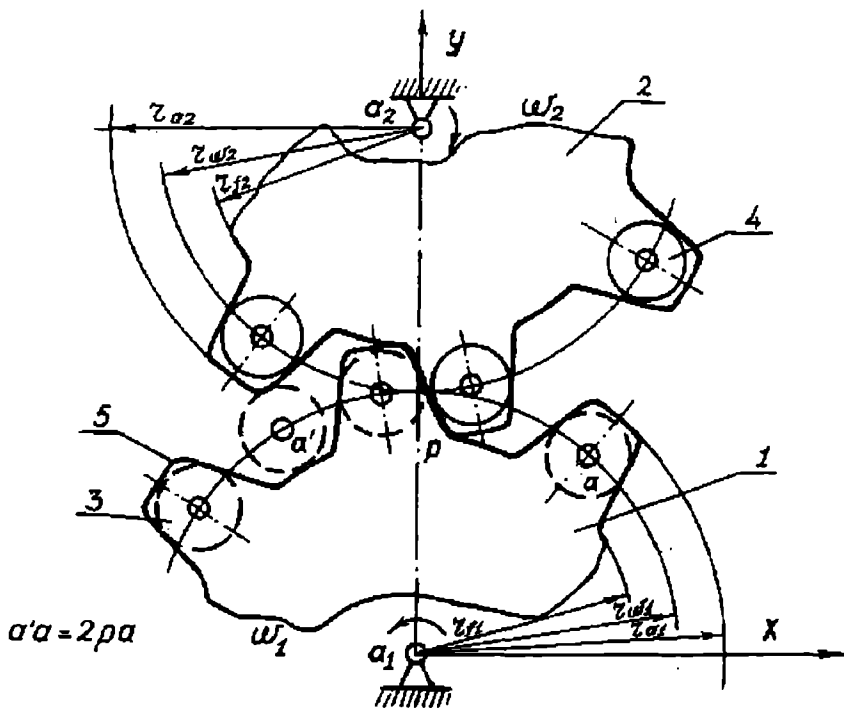
$$y = (Z_{\omega_1} + Z_{\omega_2}) \sin \phi_1 - Z_{\omega_2} \cdot \sin \left(\frac{Z_{\omega_1} + Z_{\omega_2}}{Z_{\omega_2}} \cdot \phi \right)$$

Ўқлараро масофа a_n қийматлари:

$$a_i = d_i + Z_i$$

бунда: d_b — тишли ғилдирак айлана радиуси;

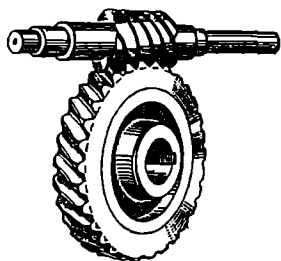
Z — цевокли гилдирак айлана радиуси.



7.41 – расм.

8.1—Умумий маълумот

Червякли узатма бу кинематик жуфт бўлиб, червяк ва червякли гилдираклардан тузилган, ўқлари эса узаро айқаш ҳолатда жойлашган (8.1—расм). Айқашлик бурчагининг қиймати ҳар хил бўлиши мумкин, бироқ амалда, у асосан 90°га тенг бўлади. Червякли узатманинг ишлаш принципи винтли жуфтнинг ишлаш принципи каби бўлиб, афзалликлари: бир погонали узатмада узатиш сони кинематик узатмалар учун $i=500$ гача, қувват узатадиган узатмаларда $i=8÷80$ бўлиб, энг катта қиймат 120 гача бўлиши мумкин; рагон ва шовқинсиз ишлайди; ўз-ўзидан тўхтайдиган қилиб тайёрлаш мумкин (бундай узатмаларда ФИК 50% дан кам). ФИК нисбатан кичиклиги ($\eta = 0,7÷0,92$) узатиладиган қувватнинг қиймати чегараланганлиги — $50 ÷ 100$ кВт; узатма тўхтовсиз ишлаганда қизиб кетиши; рангли металлarnи ишлатилиши бу узатмаларнинг камчилиги ҳисобланади.



8.1 — расм.

Лекин шу юқорида кўрсатилган камчиликлардан қатъий назар бу узатмалар машинасозлик саноатида ва халқ ҳўжалигида кўп ишлатилади.

Червякли узатмаларнинг узатиш сони қийматини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

бунда n_1 , n_2 — червяк ва червякли гилдиракларнинг айланиш сони;

Z_1 — червякнинг кириллар сони;

Z_2 — червякли гилдирак тишлар сони.

Халқ ҳўжалигида асосан цилиндрсимон червякли узатмалар ишлатилади. Бу узатмаларда ўқлараро масофа a узатманинг модули m ҳамда узатиш сони i нинг қийматлари ГОСТ асосида стандартлаштирилган.

Ўқлараро масофа a , мм

1 қатор: 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500 мм.

2 қатор: 140; 180; 225; 280; 335; 450 мм.

Модуль m , мм

m — 2,25; (3), 3,15; (3,5)4,5; (6) (6,3) (7), 8; 10; (12); 12,5; (14); 16; 20.

Узатиш сони *и*.

1 қатор: 8, 10, 12, 5, 16, 20, 25, 31,5, 40, 50, 63, 80.

2 қатор: 9, 11, 2, 14, 18, 22,4, 28, 35,5, 45, 56, 71.

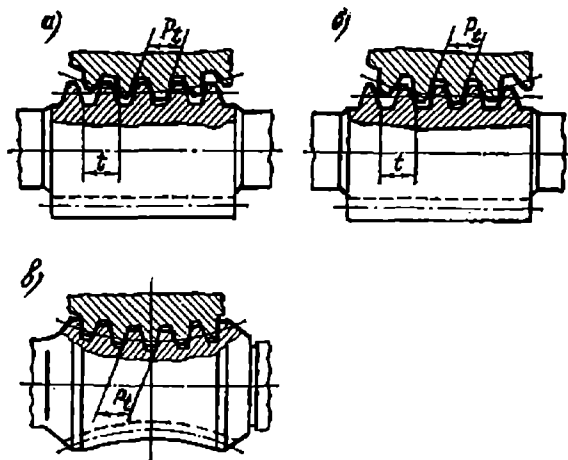
8.2—§. Червякли узатмаларнинг геометрик ўлчамлари

Червякли узатмаларда ҳам цилиндрсимон узатмалардек бошлангич ва тиш бўлувчи айланасининг диаметрлари бўлади, бунда d_{a1} , d_{a2} червяк ва червякли гилдиракларнинг бошлангич диаметрлари;

d_1 , d_2 — тиш бўлувчи айланасининг диаметри. Коррекция қилинмаганда $d_{a1} = d_1$, $d_{a2} = d_2$.

Червяк. Червяк бу резьбали винт бўлиб, цилиндрик (архимед), конволюта, эвольвента ёки глобоид шаклида бўлиши мумкин (8.2—расм). Агар червяк ўз ўқига тик текислик билан кесилганда ҳосил бўлган из трапецияга ўхшаш бўлса (ён томонидан қаралганда ўрамлар архимед ўрамига ўхшайди) (82—расм, *а*), архимед червяк деб аталади.

Ҳосил бўлган шаклнинг изи қисқартирилган ёки чузилган эвольвентага ўхшаш бўлса, бундай червяк конволютали червяк (8.2—расм, *б*) дейилади. Глобоидли червяк бу винт кўринишида бўлиб, тора (глобоид) юзага кесилган ўрамдан иборат бўлади. Глобоид червякли (8.2—расм, *в*) узатмаларнинг ташқи ўрамлари цилиндрсимон червякли узатма каби бўлса ҳам, бу узатмалар нисбатан катта юкланишга чидай олади. Аммо ишлаганда кўпроқ иссиқлик чиқариши ҳамда глобоидли червяк билан червякли гилдиракни йиғиш қийин бўлганлиги туфайли бу узатмалар кам ишлатилади.



8.2 — расм.

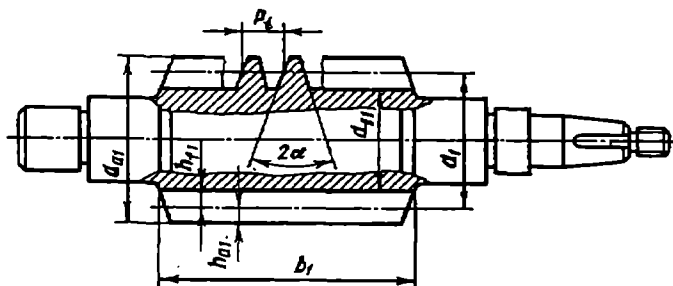
Червякларни бир-биридан ажратиш учун қуйидаги шартли белгилар қабул қилинган: ZA — архимед червяк; ZN — конволютали червяк; ZI — эвольвентали червяк.

Червяк урамнинг қадами P_1 , бу ёнма-ён жойлашган урамлардаги бир хил нуқталар орасидаги масофа. Шу қадамнинг π га нисбати модуль дейилади, яъни $m = P_1 / \pi$.

Червяк ҳам винт каби бир қиримли ва кўп қиримли қилиб тайёрланиши мумкин. Червякда қиримлар сони Z_1 билан белгиланади, унинг қиймати $Z_1 = 1, 2, 4$ бўлади.

Червяк бир айлангандаги ўтган масофа бу урам қадамининг червяк қирим сонига купайтмасига тенг, яъни $l = P_1 \cdot Z_1$.

Червяк урами бўлиш диаметрининг модуль билан ифодаси $d_1 = m \cdot q$ (8.3—расм). q — червякнинг диаметр коэффициенти бўлиб,



8.3 — расм.

бўлиш диаметридаги модуллар сонини билдиради, унинг қиймати 8.1—жадвалдан модуллар сонига нисбатан танланади. Бунда $q = 0,25 Z_2$ деб танлаш тавсия этилади, чунки q нинг қиймати ортиши билан узатманинг ФИК қиймати пасаяди, акс ҳолда эса червякнинг эгилишдаги бирлиги камаёди. Шунинг учун $q_{\min} \geq 0,212 Z_2$ шарт бажарилиши керак.

Червяк урамнинг кўтарилиш бурчагини шу бўлиш диаметри бўйича аниқлаш мумкин:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{l}{\pi d_1} = \frac{l \cdot z_1}{\pi \cdot m \cdot q} = \frac{m z_1}{m q} = \frac{z_1}{q} \quad (8.1)$$

ёки жадвалдан танлаш мумкин.

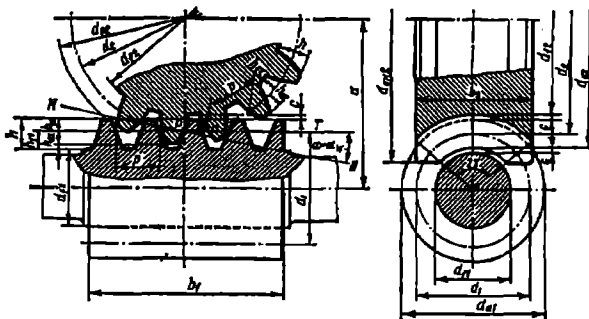
Демак, червяк диаметри коэффициенти нинг қиймати ортиши билан урамнинг кўтарилиш бурчаги пасаяди, оқибатда винт—гайка назариясига асосан узатманинг ФИК камаёди.

Червяк урамнинг бўлувчи диаметри бўйича тиш каллагининг баландлиги $h_{a1} = h_{a2} = m$; тиш оёқчасининг баландлиги $h_{f1} = h_{f2} = 1,2m$. Демак, червякнинг ташқи диаметри $d_{a1} = d_1 + 2h_{a1} = d_1 + 2m$, червякнинг урам ости диаметри $d_{f1} = d_1 - 2h_{f1} = d_1 - 2,4m$.

m, мм	q	m, мм	q
2	8; 10; (12); 12,5; 16; 20	(7)	(12)
2,5	8; 10; (12); 12,5; 16; 20	8	8; 10; 12,5; 16; 20
(3)	(10); (12)	10	8; 10; 12,5; 16; 20
3,15	8; 10; 12,5; 16; 20	(12)	(10 ^м)
3,5	10; (12 ^х); (14 ^х)	12,5	8; 10; 12,5; 16; 20
4,0	8; (9); 10; (12 ^х); 12,5; 16; 20	(14)	8 ^м
5,0	8; 10; 12,5; 16; 20	16	8; 10; 12,5; 16
(6,0)	(9); 10	20	
6,3	8; 10; 12,5; 14; 16; 20		
^х z ₁ = 1 булганда. Қавс ичидаги қиймлар иложи борича ишлатилмайди ^м z ₁ = 1,2 булганда. ^м z ₁ = 2 булганда.			

Червяк урамнинг узунлиги, червякнинг кирим сонига ҳамда силжиш коэффициентига мувофиқ 8.2—жадвалдан танланади.

Червякли гилдирак. (8.4—расм). Гилдиракда тишлар сони энг камда $Z_{2\min} = 26 \div 28$ бўлиши керак. Қувват узатадиган узатмалар



8.4 – расм.

учун $Z_{2\min} = 32 \div 63$ (80 гача) олиш тавсия этилади. Гилдиракнинг диаметрлари силжиш коэффициенти ишлатилмаганда:

$$d_2 = m z_2, d_{a2} = d_2 + 2 m, d_{f2} = d_2 - 2,4 m.$$

Червякли гилдиракни энг катта ташқи диаметри червякнинг кирим сонига нисбатан $2 \gamma = 100$ булганда қуйидагича аниқланади:

8.2—жадвал

z ₁	1	2	4
d _{аТ2}	≤ d _{а2} + 2 m	≤ d _{а2} + 1,5 m	≤ d _{а2} + m
b ₂	≤ d _{а2} + 2m		≤ 0,67 d _{а1}

Червякли гилдирак (силжиш коэффициенти).

Силжиш коэффициентини ишлатишдан мақсад уқлараро масофа қиймати стандарт қийматга эга булишини, ностандарт ёпиқ узатмаларда эса уқлараро масофани бутун сон булишини таъминлашдир.

Силжиш коэффициенти фақат червякли гилдирак учун ишлатилади. Бунда уқлараро масофанинг қиймати аниқлангач, силжиш коэффициенти қуйидагича бўлади:

$$X = a_w / m - 0,5 (q + Z_2)$$

$$\text{ёки } a_w = 0,5 (q + Z_2 + 2X) m$$

Силжиш коэффициенти ишлатилганда гилдирак диаметри қуйидагича аниқланади:

$$d_{a2} = d_2 = 2m + 2mx, d_b = d_2 - 2,4m + 2xm$$

Гилдиракнинг қолган ўлчамлари узгармайди. Гилдирак тишларини кесиш жараёнида тиш ости кесилмаслиги ҳамда тиш учи учли бўлмаслиги учун силжиш коэффициентининг қиймати

$$X = \pm 0,7 \text{ булиши керак (камдан—кам } \pm 0,1).$$

Узатманинг аниқлик даражаси. Червякли узатмалар учун СТ СЭВ 311–76 буйича 12 та аниқлик даражаси белгиланган. Бунда червякли узатмаларда юқори даражада кинематик аниқликни таъминлаш учун 3, 4, 5, 6 ҳамда қувват узатиш учун эса 5, 6, 7, 8, 9 аниқлик даражалари тавсия этилади (8.3–жадвал).

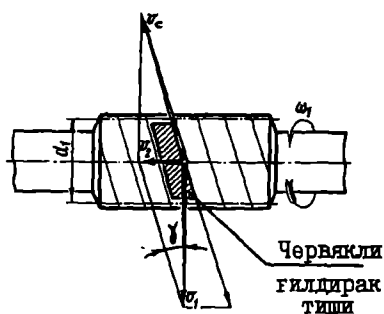
8.3—жадвал

Аниқлик даражаси	Сирпаниш тезлиги, м/с	Червяк ва червякли гилдиракларга ишлов бериш	Илова
7	≤ 10	Червяк тобланган ҳамда ишлов бериб иш юзаси силлиқланган. Червякли гилдирак тишлар юзаси силлиқланган червякли фреза ёрдамида кесилган.	Катта тезлик билан шовқинсиз ҳаракатланувчи узатмалар.
8	≤ 5	Червяк урамларининг силлиқ—ланмаган ишқаланиш юзасининг қаттиқлиги $\geq 350 \text{ НВ}$. Червякли гилдирак тишлар юзаси силлиқланган червякли фреза ёрдамида кесилган.	Уртача тезлик билан нисбатан кам шовқин чиқарадиган узатмалар.
9	2	Червяк урамларининг ишчи юзаси силлиқланмаган қаттиқлиги $< 350 \text{ НВ}$. Червякли гилдирак тишларини ҳар қандай йуллар билан кесилса бўлади.	Вақти—вақти билан иш—лайдиган секин ҳара—катланувчи ҳамда даста—ки ёрдамида ҳаракатга келтирувчи узатмалар.

Червякли узатмаларда червяк ва червякли гилдирак илашиш жараёнида қўйилган ноаниқликлар, яъни червяк ва червякли гилдиракларни йиғиш жараёнида ўзаро ўқ бўйича силжитиб ўрнатилиш ҳоллари, ўқлараро масофадаги (тайёрлаш жараёнида) йўл қўйилган бу қийматлар учун чекли чегара қийматлари ҳар бир аниқлик даражаси учун аниқ белгиланган.

8.3—§. Сирпаниш тезлиги

Червякли узатмаларда ҳаракат червяк урамларининг червякли гилдирак тишлари бўйича винтли жуфтдек сирпаниш натижасида



8.5 – расм.

амалга ошади, бунда v_1 , v_2 айланма тезликларнинг йўналиши орасидаги бурчак 90° бўлади. Сирпаниш тезлиги v_c червякнинг винт чизигига уринма равишда йўналган бўлади. Унинг қийматини червяк ва гилдирак айланма тезликларининг қийматларидан фойдаланиб аниқлаш мумкин (8.5—расм).

$$v_c = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = v_1 / \cos \gamma; \quad v_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60}; \quad v_2 = \frac{\pi d_2 n_2}{60}; \quad v_2 / v_1 = \tan \gamma$$

бунда v_1 , v_2 — червяк ва червякли гилдиракнинг айланма тезлиги, м/с;

d_1 , d_2 — червяк ва червякли гилдиракни тиш бўлувчи айланаси, мм;

v_c — сирпаниш тезлиги, м/с; γ — червяк урамнинг қўтарилиш бурчаги.

Узатмани лойиҳалашда сирпаниш тезлигининг тахминий қийматини қўйидагича аниқлаш мумкин.

$$v_c \approx \frac{4,3 n_1}{10^4} \sqrt[3]{T_2} \quad \text{м/с} \quad (8.2)$$

бунда: n_1 — червякнинг айланиш сони, с^{-1} ;

T_2 — червякли гилдирак валидаги буровчи момент, Н.м.

8.4—§. Узатманинг ФИК

Червякли узатманинг ФИК ини винтли жуфтнинг ФИК каби аниқлаш мумкин, бунда червяк урамнинг червякли гилдирак

тиши буйича сирпанишини, гайканинг резбасини винтнинг резбаси буйича сирпаниш, деб қараш мумкин. Натижада червякли узатмада червяк етакловчи бўлганда ФИК қуйидагича аниқланади:

$$\eta = (0,95 \div 0,96) \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg}(\gamma + \rho')} \quad (8.3)$$

бу ерда: $(0,95 - 0,96)$ — узатма гилдиракларини қутига қуйилган мойни кесиб ўтишида ишқаланишни енгиш учун сарф бўлган қушимча қиймат; γ — червяк ўрамининг қутарилиш бурчаги; ρ' — келтирилган ишқаланиш бурчаги, унинг қиймати 8.4—жадвалдан олинади.

f' — келтирилган ишқаланиш коэффиценти.

ФИКнинг қиймати червякнинг кириш сони ортиши (γ — қиймат ҳам ошади) ҳамда ишқаланиш коэффиценти ёки ишқаланиш бурчаги ρ' нинг қиймати камайиши билан ошади.

Червякли гилдирак етакловчи бўлганда ФИК қиймати қуйидагича аниқланади: $\eta = \operatorname{tg}(\gamma - \rho') / \operatorname{tg} \gamma$.

$\gamma \leq \rho'$ бўлганда $\eta = 0$ бўлиб, ҳаракат тўхтайди, яъни ўз—ўзидан тўхтайдиган узатма ҳосил бўлади. Бундай узатмалар юк қутарувчи механизмларда ишлатилади.

Узатмани ҳисоблашда ФИКнинг тахминий қийматини, червякнинг кириш сонига нисбатан қуйидагича танлаш мумкин.

$$z_1 = \begin{matrix} 1 & 2 & 4 \\ \eta = 0,7 - 0,75 & 0,75 - 0,82 & 0,87 - 0,92 \end{matrix}$$

Ишлашишда ҳосил бўлган кучлар. Илашаётган червяк ва червякли гилдиракнинг илашиш чизигидан айлана, марказга интилувчи ҳамда бўйлама кучлар ҳосил бўлади. Бунда червякдаги айланма куч миқдор жиҳатидан гилдиракдаги ўқ бўйлаб йўналган кучга тенг бўлиб, қуйидаги ифодадан аниқланади (8.6—расм).

$$F_{u1} = F_{a2} = 2 T_1 / d_1 \quad (8.4)$$

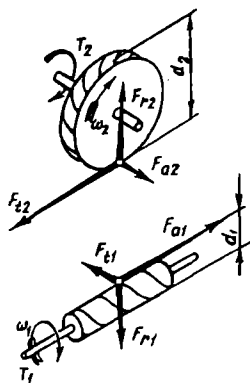
Гилдиракдаги айлана куч эса червякдаги ўқ бўйлаб йўналган кучга тенг:

$$F_{a2} = F_{u1} = 2 T_2 / d_2 \quad (8.5)$$

Узатмадаги марказга интилувчи куч қуйидагича бўлади:

$$F_r = F_{a2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (8.6)$$

Червяк ва червякли гилдиракдаги буровчи моментлар ўзаро қуйидагича боғланган:



8.6 — расм.

$$T_2 = T_1 \cdot u \cdot \eta \quad (8.7)$$

Червякли узатманинг геометрик ўлчамлари аниқлангач ФИКнинг ҳисобий қиймати аниқланади.

8.4—жа д в а л

V_c' м/с	f	r'	V_c' м/с	f	r'
0,01	0,11...0,12	6°17'...6°51'	2,5	0,03...0,04	1°43'...2°17'
0,1	0,08...0,09	4°34'...5°09'	3	0,028...0,035	1°36'...2°00'
0,25	0,065...0,075	3°43'...4°17'	4	0,023...0,03	1°26'...1°43'
0,5	0,055...0,065	3°09'...3°43'	7	0,018...0,026	1°02'...1°29'
1	0,045...0,035	2°35'...3°09'	10	0,016...0,024	0°55'...1°22'
1,5	0,04...0,05	2°17'...2°52'	15	0,014...0,02	0°48'...1°09'
2	0,035...0,045	2°00'...2°35'			

8.5—§. Червякли узатмаларни контакт кучланиш бўйича ҳисоблаш

Червякли узатмаларда сирпаниш тезлигининг катталиги ҳамда бу тезликнинг йўналиши контакт чизигига нисбатан ноқулай жойлашганлиги сабабли червякли гилдирак тиш сиртининг ейилиши ва юлиниб чиқиши ҳоллари кўпроқ содир бўлади. Бу ҳолларни олдини олиш учун узатма гилдирак материаллари яъни червяк ва червякли гилдирак антифрикцион материалдан тайёрланади, ҳамда контакт кучланиш бўйича текширилади, бунда қуйидаги шарт $\sigma_{\text{н}} \leq [\sigma_{\text{н}}]$ бажарилиши керак. Червякли гилдирак гардиши червякка нисбатан юмшоқ материалдан тайёрланганлиги учун асосан шу гилдирак контакт кучланиш бўйича текширилади. Бунда цилиндрсимон ва конуссимон узатмалардагидек Герц формуласидан фойдаланамиз, яъни:

$$\sigma_{\text{н}} = \sqrt{\frac{q \cdot E_k}{\rho_k \cdot 2\pi(1 - \mu^2)}} \quad (8.8)$$

Архимед червяги учун ўқ бўйлаб ўтган текисликда ҳосил бўлган ўрам кесими тўғри чизик бўлгани учун келтирилган эгрилик радиуси ρ_k ни аниқлашда червяк ўрамининг сирти эътиборга олинмайди, червяк гилдирагини эса одатдаги қия тишли цилиндрлик гилдирак дейиш мумкин.

Шунинг учун: $\rho_k = \rho_2 = 0,5 d_2 \sin \alpha$
 бўлади. Қия тишли узатмалардаги каби, червякли узатмаларда ҳам
 узунлик бирлигига тўғри келадиган куч қуйидагича ифодаланади:

$$q = \frac{F_n}{l_z} ; \text{бу ерда: } F_n = \frac{F_{t2}}{\cos \alpha \cdot \cos \gamma} ; F_{t2} = \frac{2T_2}{d_2}$$

$$l_z = \frac{\pi d_1 \cdot 2\delta \cdot \varepsilon_a \xi}{\cos \gamma \cdot 360} \text{ — контакт чизигининг (минимал) энг кичик}$$

узунлиги; $\xi = 0,75$ — гилдирак тиш сиртининг червяк ўрами сиртига
 тўлиқ тегиб турмаслиги натижасида контакт чизиги узунлиги
 кичрайишини ҳисобга олувчи коэффициент; $\varepsilon_a = 1,9$ — ўқ бўйича
 олинган қопланиш коэффициенти; $\gamma = 10^\circ$ — червяк урамнинг
 кутарилиш бурчаги; $2\delta = 100^\circ = 1,75$ рад. Натижада $l_z \approx 1,3 d_1 / \cos \alpha$.

$$q = F_{t2} / 1,3 d_1 \cos \alpha.$$

$$E_k = \frac{E_1 \cdot E_2}{E_1 + E_2}$$

олинган материалнинг эластиклик модули. $E_1 = 2,1 \cdot 10^5$ МПа пулат
 материаллар учун; $E_2 = 0,98 \cdot 10^5$ МПа бронза, чуян материаллар
 учун, бунда $E_k = 1,33 \cdot 10^5$ МПа. $\mu = 0,3$ — Пуассон коэффициенти.
 E_k , ρ_k , q ларнинг қийматларини 8.8-формулага қўйиб, енгил-
 лаштириш учун юқоридаги сонли қийматларни қўйсақ, контакт
 қучланишнинг ҳисобий қийматини аниқлаш учун қуйидаги ифо-
 дани оламиз:

$$\sigma_n = \frac{480}{d_2} \cdot \sqrt{\frac{T_2 \cdot k_n}{d_1}} \leq [\sigma_n] \quad (8.9)$$

бу ерда: $k_n = k_v \cdot k_j$ — юкланиш коэффициентиининг қиймати.

Бу формула ёрдамида контакт қучланишнинг ҳисобий қиймати
 аниқланади. Узатмани лойиҳалаш учун эса, (8.9) формулани
 ўқлараро масофага нисбатан ечсак қуйидаги ифодани оламиз:

$$a_o = 61 \sqrt[3]{T_2 / [\sigma_n]^2} \text{ мм} \quad (8.10)$$

бу ерда: T_2 — стакланувчи гилдиракдаги буровчи момент, Н.мм
 ҳисобида.

Аниқланган қиймат стандарт бўйича яхлитланади.

8.6—§. Червякли узатмаларни эгувчи кучланиш буйича ҳисоблаш

Эгувчи кучланиш буйича фақат червякли гилдирак тишларигина ҳисобланади, чунки червяк пўлатдан тайёрланганлиги учун ўрамларининг мустаҳкамлиги гилдиракнинг мустаҳкамлигидан катта бўлади.

Червякли гилдиракни эгилишга мустаҳкамлиги қия тишли цилиндрсимон узатмалар буйича ҳисобланади, лекин червякли гилдирак тиш асосининг кўндаланг кесими қия тишли цилиндрсимон гилдиракларникидан фарқ қилади. Тиш кесимининг шакли гилдирак эни буйича бир хил бўлмайди. Бундан ташқари, тиш асоси тўғри чизиқ буйича эмас, балки ёй буйича жойлашган бўлади. Шунинг учун ҳисоблаш ишларида червяк гилдирак тишларининг мустаҳкамлиги қия тишли гилдирак тишларининг мустаҳкамлигидан 20—40% юқори бўлади.

Червякли узатмалар учун $Y_z \approx 0,74$, $Y_s = 0,93$. ($\gamma = 10^\circ$) қабул қилсак, гилдирак тишларининг ҳавфли кесимидаги эгилишдаги кучланишнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\sigma_F = 0,7 \cdot \frac{F_{i2} \cdot Y_{F2} \cdot k_F}{b_2 \cdot m_n} \leq [\sigma_F] \quad (8.11)$$

бу ерда: F_{i2} — гилдиракдаги айланма куч, Н;

b_2 — гилдиракнинг эни, мм;

k_F — юкланиш коэффиценти;

m_n — нормал кесимнинг модули;

Y_F — тиш шаклининг коэффиценти, унинг қиймати 8.5—жадвалдан гилдирак тишлар сонининг "келтирилган" қийматига нисбатан танланади, бунда $Z_k = Z_2 / (\cos^3 \gamma)$. (8.12)

8.5—жа д в а л

Z_k	26	28	30	32	35	37	40	50	60	80	100
Y_F	1,85	1,80	1,76	1,71	1,64	1,61	1,55	1,45	1,40	1,34	1,30

8.7—§. Юкланиш коэффиценти

Червякли узатмада юкланиш коэффиценти бу қўшимча динамик кучларни ҳисобга олувчи коэффицент билан юкланишнинг тупланишини ҳисобга олувчи коэффицентлар қўнайтмасига тенг, яъни

$$k_a = k_F = k_s \cdot k_v$$

Червякнинг таянчлар орасидаги масофага нисбатан катталиги туфайли иш жараёнида кучлар таъсирида деформацияланади, натижада кучланишларнинг тўпланиши содир бўлади. Кучланишни тўпланиш коэффициентининг назарий қиймати узатма гилдираклар иш жараёнида ўзаро мослашмайди, деб қабул қилсак, қуйидагича аниқланади:

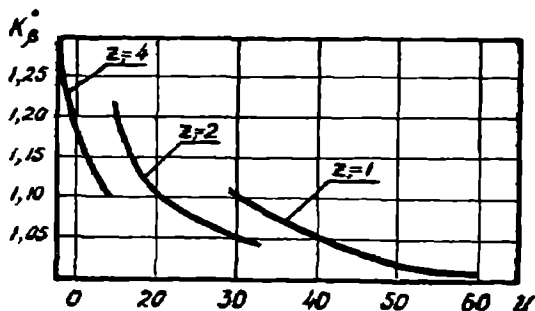
$$k_s^* = 1 + (z_2 / \theta)^3$$

бу ерда: θ — червякнинг деформацияланиш коэффициенти қиймати (8.6-жадвалдан q , z_1 га нисбатан танланади).

8.6-жа д в а л

z_1	q нинг қийматлари						
	7,1	8	9	10	11	12,5	14
1	57	72	89	108	127	157	190
2	45	57	71	86	102	125	152
4	37	47	58	70	82	101	123

8.7-расмдаги график буйича k_s^* нинг қийматини червяк кирим сони ҳамда узатманинг узатиш сонига нисбатан танлаш мумкин.



8.7 - расм.

Амалда узатма гилдираклари ишлаш жараёнида бир—бири билан бутунлай мослашиб, юкланиш бутун тиш юзаси буйича текис тақсимланади. Юкланиш ўзгарувчан бўлганда мослашув бутунлай бўлмайди. Момент қийматлари T_{np} уртача бўлганда кучланиш тўпланиш ҳодисаси рўй бермайди, T_{max} бўлганда эса кучланиш тўпланиш ҳодисалари бўлади. Шунинг учун кучланишнинг тўпланиш коэффициенти $T_{\text{max}} - T_{\text{np}}$ га нисбатан қуйидагича аниқланади

$$k_s = 1 + (z_2 / \theta)^2 (1 - x)$$

бу ерда: уртача моментнинг энг катта моментга нисбати, яъни

$$T_{yp} / T_{max} = \chi$$

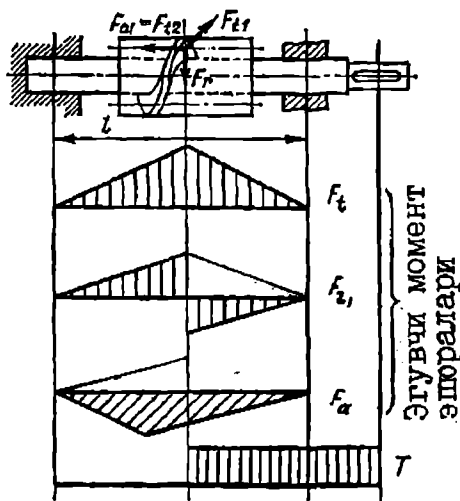
Юкланиш доимий бўлганда $\chi = 1,0$, демак $k_s = 1,0$. k_v — қушимча динамик коэффицент бўлиб, у узатманинг тезлиги ва аниқлик даражасига боғлиқ. Червякни узатмалар текис ва равон ишлаганлиги учун қушимча динамик кучларнинг қиймати уларда нисбатан кичик. Узатманинг тезлиги $V_2 \leq 3$ м/с бўлганда $k_v = 1,0$, тезлиги $v > 3$ м/с бўлганда $k_v = 1,0 - 1,3$.

Узатмаларни лойиҳалашда юкланиш коэффицентининг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$k_H = 0,5 (k_s - 1)$$

8.8—§. Червяк танасини мустаҳкамлик ва бикрликка текшириш

Ташқи кучлар таъсирида ҳосил бўлган эгувчи ва буровчи моментлар 8.8—расмда курсатилган. Айланма куч таъсиридан эгувчи



8.8 — расм.

моментнинг энг катта қиймати $M_1 = F_{t1} l / 4$; бунда l — таянчлар уртасидаги масофа.

F_{r1} , F_{a1} — кучлар таъсиридан ҳосил бўлган энг катта эгувчи момент

$$M_2 = \frac{F_{r2} l}{4} + \frac{F_{a1} \cdot d_1}{4}$$

Эгувчи моментларнинг умумий қиймати:

$$M_y = \sqrt{M_1^2 + M_2^2}$$

Эквивалент эгувчи моментнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$M_{\Sigma} = \sqrt{M_y^2 + 0,75T^2}$$

Шу эквивалент эгувчи моментдан ҳосил бўлган эгувчи кучланиш қиймати:

$$\sigma_{\Sigma} = \frac{M_{\Sigma}}{W_{\Sigma}}$$

бу ерда: W_{Σ} — текширилаётган кесимнинг эгилишга қаршилик моменти.

Червякнинг эгилиши қанчалик кўп бўлса, илашиб чизигидаги кучланиш қиймати шунчалик катта бўлади, шунинг учун червякнинг салқилиги чегараланган бўлиб $f \leq (0,005 \dots 0,008) m$ шарт бажарилиши керак.

8.9—§. Червякли узатмалар учун ишлатиладиган материаллар ва жоиз кучланишлар

Узатма сирпаниш тезлигининг қиймати нисбатан катта бўлганлиги учун червяк ва унинг гилдираги учун ишлатиладиган материаллар антифрикцион жуфт ҳосил қилиши керак. Бу талабни етарли даражада қондириш учун червяк пулатдан, унинг гилдираги эса бронза ёки чуъндан тайёрланади.

Червяк асосан углеродли ёки легирланган 40ХН, 20ХН3А, 30ХГСА, 20Х маркали пулат материаллардан тайёрланиб, бунда урам юзасининг қаттиқлиги термик қайта ишлов бергач, масалан тоблаш, углерод билан тўйинтириш натижасида $HRC\ 45 \dots 50$ бўлиши мумкин.

Очиқ червякли узатмаларда червяк 45 маркали пулат материалдан тайёрланиб, урам юзасининг қаттиқлиги $HB\ 300 \dots 350$ гача бўлиши мумкин.

Червякли гилдирак гардиш материали унинг сирпаниш тезлигига боғлиқ бўлиб, асосан қалайли бронза, камдан—кам ҳолларда эса қалайсиз бронза ҳамда чуъндан тайёрланиши мумкин. Бунда БрОФ10—1, БрОНФ маркали бронза материаллар яхши механик характеристикаларга (8.7—жадвал) эга, шунинг учун уларни узатмаларни сирпаниш тезлиги $V_c = 5 \dots 25$ м/с бўлганда ишлатиш тавсия этилади. Узатмаларнинг сирпаниш тезлиги $V < 5$ м/с бўлганда червякли гилдиракларни қалайсиз бронза, масалан БрАЖ 9—4 маркали материаллардан тайёрлаш тавсия этилади. Бунда червяк урами иш юзасининг қаттиқлиги $> 45 HRC$ бўлиб, ишлов бериб силикланган бўлиши керак. Кулранг чуънларни эса узатманинг сирпаниш тезлиги $V_c < 2$ м/с бўлганда ишлатиш мумкин.

8.7—жадвал

Червякли гилдирак учун материаллар	Қуйиш усули	Механик характеристикаси МПа, ҳисобида	
		$\sigma_{ок}$	$\sigma_{м}$
БрОФ10—1	Қум қолипга	120	200
БрОФ10—1	Металл қолипга	150	260
БрОНФ	Марказдан қочирма усулда	170	290
БрАЖ 9—4	Қум қолипга	200	400

Жоиз контакт кучланиш. Червяк ўрами иш юзасининг қаттиқлиги $> 45 \text{ HRC}$ бўлиб, бу юза ишлов бериб силлиқланган бўлиб, қалайли бронзалардан тайёрланган гилдираклар учун $[\sigma_{\text{н}}] = (0,85 \dots 0,9) \sigma_{\text{м}}$, (8.13) агар бу шарт бажарилмаса $[\sigma_{\text{н}}] = C_{\text{в}} \cdot 0,75 \sigma_{\text{м}}$.
Бу ерда: $C_{\text{в}}$ — узатманинг сирпаниш тезлигини ҳисобга олувчи коэффициент:

$V_{\text{с}}$	1	2	3	4	5	6	7	8
$C_{\text{в}}$	1,33	1,21	1,11	1,02	0,95	0,86	0,83	0,8

Узатмани лойиҳалашда, сирпаниш тезлигининг тахминий қийматини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$V_{\text{с}} \approx 4,3 \cdot n_1 \cdot 10^{-4} \sqrt[3]{T_2} \text{ м/с}$$

Червякли гилдирак қалайсиз бронзадан тайёрланган ҳамда урам юзасининг қаттиқлиги $> 45 \text{ HRC}$ бўлиб, унга ишлов бериб силлиқланган бўлса, $[\sigma_{\text{н}}]$ нинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$[\sigma_{\text{н}}] = (300 - 25 V_{\text{с}}) \text{ МПа} \quad (8.14)$$

Эгилишдаги жоиз кучланиш. Бронза материалдан тайёрланган червякли гилдираклар учун

$$[\sigma_{\text{F}}] = 0,25 \sigma_{\text{ок}} + 0,08 \sigma_{\text{м}} \text{ МПа} \quad (8.15)$$

Қисқа муддат юкланиш билан юкланган червякли узатмаларнинг мустаҳкамлигини аниқлашда, жоиз кучланишнинг энг катта қийматини қуйидагича олиш тавсия этилади; қалайли бронза учун $[\sigma_{\text{н}}]_{\text{max}} = 4 \sigma_{\text{ок}}$; БрАЖ9–4 маркали материаллар учун $[\sigma_{\text{н}}]_{\text{max}} = 2 \sigma_{\text{ок}}$; барча турдаги бронза материаллар учун $[\sigma_{\text{F}}]_{\text{max}} = 0,8 \sigma_{\text{ок}}$.

8.10—§. Узатманинг қизишпини текшириш, совитиш ва мойлаш

Узатмада иш жараёнида механик энергиянинг бир қисми иссиқлик энергиясига айланиб узатмани қизитади. Агар узатма етарли даражада совитилмаса, у қизиб тезда ишдан чиқиши мумкин.

Узатмада ҳар секундда ҳосил бўлган иссиқлик миқдори қуйидагича аниқланади:

$$Q = (1 - \eta) P_1$$

бу ерда: P_1 — узатилаётган қувват, Вт;
 η — узатманинг ФИК.

Табиий ҳолда, узатмада ҳосил бўладиган иссиқликнинг бир қисми ёпиқ узатма қутисини ташқарисидан ҳаво билан совитиш орқали олиб кетилади. Бундай ҳолда олиб кетиладиган иссиқлик миқдори қуйидагича аниқланади:

$$Q_1 = k_f (t_1 - t_0) A$$

бу ерда: A — ҳаво билан совитиладиган юза, унинг қиймати 8.8-жадвалдан олинади.

8.8-жа д в а л

a_w , мм	80	100	125	140	160	180	200	225	250	280
A , м ²	0,19	0,24	0,36	0,43	0,54	0,67	0,8	1,0	1,2	1,4

t_1 — ёпиқ узатма ичининг ёки мойнинг температураси;

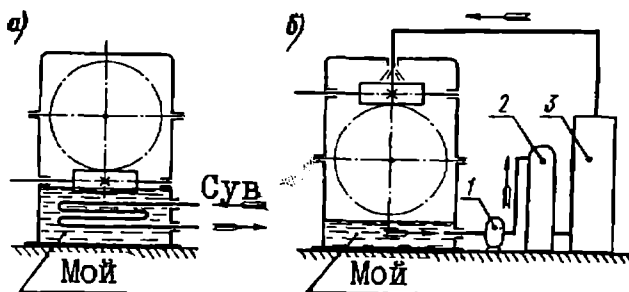
k_f — иссиқ чиқариш коэффиценти Вт/м². рад. Шамоллатиб турилмайдиган ёпиқ хоналарда $k_f = 8...10$; шамоллатиб туриладиган хоналарда $k_f = 13...18$.

Мойнинг температураси t_1 нинг қиймати фойдаланилган мой-

нинг турига боғлиқ. Ёпиқ узатмаларга мўлжалланган мойлар учун

$t_1 = 60^\circ - 70^\circ$. Авиация мойлари учун $t_1 = 100 - 120^\circ$.

Узатмани қизиб кетмаслиги учун $Q \leq Q_1$ шарт бажарилиши керак. Акс ҳолда узатма сунъий равишда совитилиши керак, бунга червяк валига совиткич ўрнатиш, ичида тўхтовсиз совуқ сув оқиб турадиган бир неча бор букилган қувурни мой ичига жойлаштириш ёки мойни махсус совиткичларда совутиш йўллари билан эришиш мумкин (8.9-расм).



1-насос; 2-фильтр; 3-совутгич

8.6 - расм.

Узатма гилдираklarини, яъни червяк ва червякли гилдираklarни мойга чуқртириш йўли билан мойлаш мумкин. Бунда червяк ўрами ёки червякли гилдираklarни тиши бутун баландлиги бўйича мойга

чўктирипиши керак. Секин ҳаракатланувчи узатмалар учун эса червякли гилдирак диаметрининг $1/3$ қисми бўйича чўктириш мумкин.

Узатмага ҳар бир узатилаётган қувват учун $0,35...0,7$ л мой қуйиш тавсия этилади.

Тезлиги $V > 12$ м/с бўлган узатмаларда циркуляция йули билан мойлаш тавсия этилади, бунда мой илашиш чизигига ва подшипникка тозалаб қўйилади.

Масала: Узатиш сони $u = 40$, етакланувчи валдаги момент $T_2 = 250$ Н.м, етакловчи валининг айланиш сони $n_1 = 960$ мин⁻¹ бўлган бир погонали червякли узатма ҳисоблансин. Узатмада $L_n = 5000$ с. Юкланиш режими доимий.

Масаланинг ечими.

1. Узатма гилдираклари учун материал танлаш сирпаниш тезлигига боғлиқ бўлгани учун, авваламбор узатманинг сирпаниш тезлигини аниқлаймиз.

$$v_c \approx 4,3 \cdot n_1 \cdot 10^{-4} \sqrt[3]{T_2} = 4,3 \cdot 960 \cdot 10^{-4} \sqrt[3]{250} = 6,83 \text{ м/с}$$

$V_c > 5$ м/с бўлганлиги учун червякли гилдирак гардиши учун қалайли БрОФ10–1 маркали бронза материал танлаймиз. Унинг механик характеристикалари $\sigma_{ок} = 120$ МПа, $\sigma_x = 200$ МПа. Червяк учун 40Х маркали пулат материал танлаймиз.

Урам юзасининг қаттиқлиги, юқори частотали ток ёрдамида термик қайта ишлов бериш натижасида 55 HRC бўлади.

2. Жоиз кучланишлар:

а) жоиз контакт $[\sigma_n]$ кучланиш. Червякли гилдирак БрОФ10 – 1 маркали материалдан тайёрлангани учун

$$[\sigma_n] = 0,9 \sigma_x = 0,9 \cdot 200 = 180 \text{ МПа}$$

б) эгилишдаги жоиз $[\sigma_F]$ кучланиш

$$[\sigma_F] = 0,25 \sigma_{ок} + 0,08 \sigma_x = 0,25 \cdot 120 + 0,08 \cdot 200 = 46 \text{ МПа}$$

3. Ўқлараро масофа

$$a_w \geq 61 \sqrt[3]{T_2 / [\sigma_H]} = 61 \sqrt[3]{250 \cdot 10^3 / (180)^2} = 120,5 \text{ МПа}$$

Аниқланган қийматни яхлитлаб $a_w = 125$ мм деб қабул қиламиз.

4. Червякли узатманинг асосий параметрлари.

Червякнинг кирим сони $z_1 = 1$ деб қабул қиламиз, натижада

$z_2 = z_1 \cdot u = 1 \cdot 40 = 40$ $z_{2min} \geq 28$ шарт бажарилади. Узатманинг

модули $m = (1,5...1,7) \frac{a_w}{z_2} = (1,5 \div 1,7) \frac{125}{40} = 4,68...5,31$ мм. Аниқлан-

ган қийматни яхлитлаб $m = 5$ мм қабул қиламиз. Червяк диаметри коэффициентининг энг кичик қиймати

$$q_{\min} \geq 0,212 z_2 = 0,212 \cdot 40 = 8,48$$

Коэффициентнинг ҳисобий қиймати

$$q = (2a / m) - z_2 = \frac{2 \cdot 125}{5} - 40 = 10$$

8.1—жадвалдан узатманинг модулига нисбатан $q = 10$ деб қабул қиламиз.

Силжиш коэффициентининг қиймати:

$$X = \frac{a_{\omega}}{m} - 0,5 (z_2 + q) = \frac{125}{5} - 0,5 (40 + 10) = 0$$

Демак, червякли узатманинг параметрлари:

$$z_1 = 1,0, z_2 = 40, a_{\omega} = 125 \text{ мм}, m = 5,0 \text{ мм}, q = 10, x = 0$$

5. Узатма гилдиракларининг геометрик улчамлари.

$$\text{Червяк: } d_1 = m \cdot q = 5 \cdot 10 = 50 \text{ мм}$$

$$d_{a1} = d_1 + 2m = 50 + 2 \cdot 5 = 60 \text{ мм}$$

$$d_{f1} = d_1 - 2,4 m = 50 - 2,4 \cdot 5 = 38 \text{ мм}$$

$$\text{Червяк урамнинг узунлиги } z_1 = 1,0, x = 0 \text{ булганда}$$

$$b_1^1 \geq (11 + 0,06 z_2) m = (11 + 0,06 \cdot 40) \cdot 5 = 67 \text{ мм}$$

Червяк урамига термик қайта ишлов берилгандан кейин силлиқ— ланади, натижада урамнинг узунлиги $b_1 = 67 + 3 m = 67 + 3 \cdot 5 = 82$ мм бўлади.

Червякли гилдирак:

$$d_2 = m z_2 = 5 \cdot 40 = 200 \text{ мм}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m = 200 + 2 \cdot 5 = 210 \text{ мм}$$

$$d_{f2} = d_2 - 2,4 m = 200 - 2,4 \cdot 5 = 188 \text{ мм}$$

$$d_{m2} = d_{a2} + m = 210 + 5 = 215 \text{ мм}$$

Червякли гилдирак эни:

$$b_2 = 0,75 d_{a1} = 0,75 \cdot 60 = 45 \text{ мм}$$

6. Контакт кучланишнинг ҳисобий қиймати:

$$\sigma_H = \frac{480}{d_2} \sqrt{\frac{T_2 \cdot k_H}{d_1}} \leq [\sigma_H]$$

бу ерда:

$d_1 = 50$ мм, $d_2 = 200$ мм, $T_2 = 250 \cdot 10^3$ Н · мм, $k_H = k_{Hj} \cdot k_{Hv}$ узатманинг тезлиги $V > 3$ м/с булганлиги учун $k_{Hv} = 1,1$ қабул қиламиз, юкланиш доимий булганлиги учун $k_{Hj} = 0$ Демак,

$$\sigma_n = \frac{480}{20} \sqrt{\frac{250 \cdot 10^3 \cdot 1,1 \cdot 1,0}{50}} = 178 \text{ МПа} < [\sigma_n]$$

шарт бажарилди.

7. Узатманинг ФИК:

$\eta = \operatorname{tg} \gamma / \operatorname{tg} (\gamma + \rho^1)$. Бу ерда $\rho^1 = 1^{\circ}02'$ (8.4—жадвал).

$z_1 = 1,0$, $q = 10$ бўлганда $\gamma = 5^{\circ}43'$ Демак,

$\eta = \operatorname{tg} 5^{\circ}43' / \operatorname{tg} (5^{\circ}43' + 1^{\circ}02') = 0,85$

8. Илашишда ҳосил бўлган кучлар.

Червякли гилдиракдаги айланма куч ҳамда червякдаги бўйлама куч:

$$F_d = F_{d1} = 2 T_2 / d_2 = 2 \cdot 250 \cdot 10^3 / 200 = 2500 \text{ Н.}$$

Червякдаги айланма куч ҳамда червякли гилдиракдаги бўйлама куч:

$$F_{u1} = F_{u2} = F_d \cdot z_2 / (q \cdot \eta) = 2500 \cdot 1 / (10 \cdot 0,85) = 294 \text{ Н.}$$

Марказга интилувчи кучлар:

$$F_{r1} = F_{r2} = F_d \cdot \operatorname{tg} \alpha = 2500 \cdot 0,364 = 910 \text{ Н.}$$

9. Эгилишдаги кучланишнинг ҳисобий қиймати

$$\sigma_F = 0,7 F_d \cdot Y_{F2} \cdot k_F / b_2 \cdot m_n \leq [\sigma_F]$$

бу ерда: $F_d = 2500 \text{ Н}$, $b_2 = 45 \text{ мм}$, $m_n = 5 \text{ мм}$, $z_1 = z_2 / \cos^3 \gamma = 40 / (0,9957^3) \approx 40,5$ бўлганда $Y_{F2} = 1,55$.

$$k_F = k_{FV} \cdot k_{F\beta}, \quad k_{F\beta} = 1,0, \quad k_{FV} = 1,1.$$

Демак,

$$\sigma_F = 0,7 \cdot 2500 \cdot 1,55 \cdot 1,1 / 45 \cdot 5 = 13,2 \text{ МПа}$$

шарт бажарилди.

10. Узатманинг қизиғини текшириш

$$\alpha_t = \frac{(1 - \eta) P_1}{k_T \cdot A} + 20^\circ \quad \text{Бу ерда } P_1 = T_2 \cdot \omega_2 / \eta$$

$$\omega_2 = \pi n_2 / 30 \text{ с}^{-1}, \quad n_2 = n_1 / u = 960 / 40 = 24 \text{ мин}^{-1}$$

$$\omega_2 = 3,14 \cdot 24 / 30 = 2,5 \text{ с}^{-1}, \quad P_1 = 2500 \cdot 2,5 / 0,85 = 7352 \text{ Вт}$$

$$A = 0,24 \text{ м}^2 \text{ (8.8—жадвал)} \quad k_T = 9 \dots 17 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{рад}$$

Натижада:

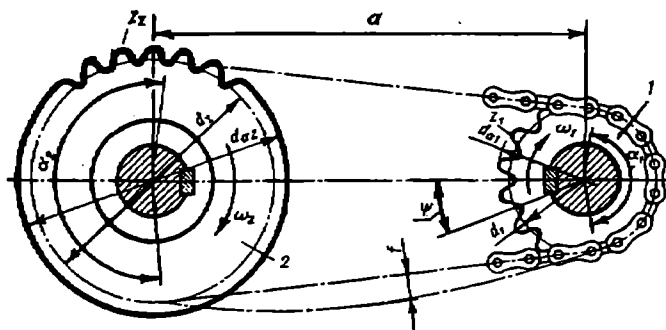
$$\alpha_t = \frac{(1 - 0,85) \cdot 7352}{(9 \dots 17) \cdot 0,24} + 20^\circ = 70^\circ \div 80^\circ < [\alpha_t] = 95^\circ$$

1. Червяк ва червякли гилдирак турлари ҳақида сўзлаб беринг.
2. Червякли узатмаларни тишли узатмаларга нисбатан афзалликлари нималардан иборат?
3. Узатманинг ФИК ва уни ошириш йуллари нималардан иборат?
4. Қандай червякли узатмалар ўз-ўзидан тухташ хусусиятига эга?
5. Контакт кучланиш ҳамда эгилишдаги кучланиш бўйича ҳисобланг.
6. Узатмани қизиш сабаблари қандай?
7. Узатма қандай йуллар билан совитилади?

9-боб. ЗАНЖИРЛИ УЗАТМАЛАР

9.1-§. Умумий маълумотлар

Занжирли узатма тишли иккита юлдузча ва уларга кийдирилган занжирдан иборат бўлади (9.1-расм).



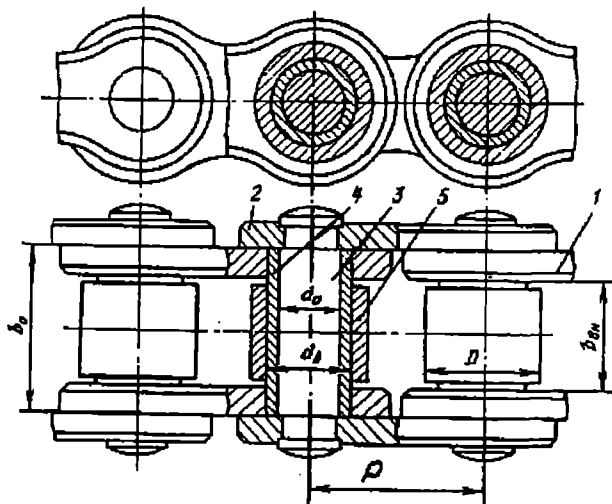
9.1 – расм.

Машинасозликда ишлатиладиган занжирлар юритмаларда, юк ташиш ва тортиш механизмларида ишлатиладиган турларга бўлинади. Юк ташиш учун ишлатиладиган занжирлар ҳаракат тезлиги катта бўлмаган юк кўтарувчи механизмларда юкни осиб қўйиш ва уни кўтариб-тушириш учун хизмат қилади.

Тортиш учун мулжалланган занжирлар элеватор, конвейер ва эскалатор каби юк ташиш механизмларида ишлатилади.

Машина деталлари курсида асосан станокларда, қишлоқ хўжалик машиналарида кенг тарқалган ва ҳаракатга келтирувчи механизм сифатида ишлатиладиган занжирли узатмалар ўрганилади.

Бундай узатмалар, улардан фойдаланилган занжирнинг турига қараб втулкали, втулка-роликли, роликли ва тишли, занжирларнинг сонига қараб эса бир қаторли ёки бир неча қаторли турларга бўлинади (9.2; 9.3-расмлар).



9.2 – расм.

Ҳаракатни нисбатан узоқ масофага узата олиши (валлар орасидаги масофа 8 м га етади), фойдали иш коэффициентининг юқорилиги $\eta = 0,96 - 0,98$; валларга тушадиган кучнинг тасмали узатмалардагига қараганда кичиклиги; сирланиш ҳодисаси рўй бермаслиги мазкур узатмаларнинг афзалликлари; таннархининг юқорилиги юлдузчаларни тайёрлашнинг бирмунча мураккаблиги; ишлаш жараёнида эътибор билан қараб туришни ҳамда йиғишда юқори аниқликни талаб қилиши эса камчилиги ҳисобланади. Бу узатмаларда занжир элементларининг ейилиши эвенолар узунлигининг ортишига ва қўшимча динамик кучларнинг пайдо бўлишига сабаб бўлади, бу эса узатманинг нотекис ишлашига олиб келади.

Занжирли узатмалар қишлоқ хўжалик машиналарида, транспортда, станоксозликда ҳамда кутариш-ташиш машиналарида тасмали узатмалардан фойдаланиш етарли даражада ишончли бўлмаган ҳолларда ишлатилади.

Занжирнинг қадами, эни ҳамда узувчи кучнинг қиймати унинг асосий ўлчамлари ҳисобланади. Юритмаларда ишлатиладиган втулка-роликли, втулкали ва тишли занжирларни ҳамма ўлчамлари стандартлаштирилган. Втулка роликли занжир, бу (9.2-расм) ташқи звено 2 га пресслаб ўрнатилган валик 3, ички звено 1 га пресслаб жойлаштирилган втулка 4 ва втулкага унинг атрофида бемалол айланадиган қилиб қийдирилган ролик 5 дан тузилган. Занжир юлдузчага роликлар воситасида илашади.

Роликли занжирларнинг улчамлари
(ГОСТ 13658-75)

9.1-жадвал

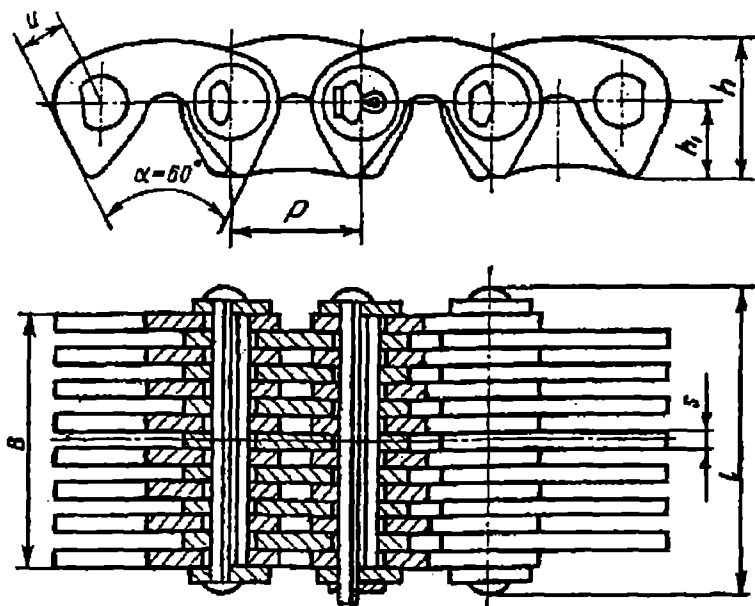
Занжирнинг шартли белгиси	Занжир қадами t , мм	Ички пластиналар уртасидаги масфа, Bu , мм	Валикларнинг диаметри d , мм	Роликларнинг диаметри d_1 , мм	Ички пластинанинг эни A , мм	Ички звеноларнинг эни b_o , мм	Шарнир проецияси A , мм ²	Узувчи куч, кН	1м занжирнинг массаси m , кг/м
ПР-8-460	8,00	3,0	2,31	5,00	7,5	4,77	11,0	4,60	0,20
ПР-9,525-910	9,525	5,72	3,28	6,35	8,5	8,53	28	9,10	0,45
ПР-12,7-900-1	12,7	2,40	3,66	7,75	10,0	4,9	17,9	9,00	0,30
ПР-12,7-900-2	12,7	3,30	3,66	7,75	10,0	5,80	21,0	9,00	0,35
ПР-12,7-1820-2	12,7	5,40	4,45	6,51	11,8	8,90	40,0	18,2	0,65
ПР-12,7-1820-2 ^x	12,7	7,75	4,45	8,51	11,8	11,3	50,0	18,2	0,75
ПР-15,875-2270-1	15,875	6,48	5,08	10,16	14,8	10,78	55,0	22,7	0,80
ПР-15,875-227-2 ^x	15,875	9,65	5,08	10,16	14,8	13,95	71	22,7	1,0
ПР-19,05-3180 ^x	19,05	12,70	5,96	11,91	18,2	17,75	105	31,8	1,9
ПР-25,4-5670 ^x	25,4	15,88	7,95	15,88	24,2	22,61	180	56,7	2,6
ПР-31,75-8550 ^x	31,75	19,05	9,55	19,05	30,2	27,46	260	88,5	3,8
ПР-31,8-12700 ^x	31,8	25,4	11,1	22,23	36,2	35,46	395	127,0	5,5
ПР-44,45-17240 ^x	44,45	25,4	12,70	25,70	42,4	37,19	475	172,4	7,5
ПР-50,8-22680 ^x	50,8	31,75	14,75	28,58	48,3	45,21	645	226,8	9,7

Э с л а т м а : ^x Бу хил занжирлар икки ва уч қаторли тайёрланиши мумкин.

Втулкали занжирнинг втулка—роликли занжирдан фарқи шуки, унда втулка устига кийдирилган ролик 5 бўлмайди. Бунинг натижасида занжирнинг оғирлиги ва таннархи камаяди. Бироқ втулкали занжирнинг ҳамда у билан илашишда бўлган юлдузчаларнинг тишлари нисбатан тез ейилади. Шунинг учун улардан кам юкла-нишли ва ҳаракат тезлиги нисбатан кичик узатмаларда фойдаланиш тавсия этилади.

Юқори аниқлик билан тайёрланган занжирларнинг улчамлари 9.1—жадвалда берилган. Нормал аниқлик билан тайёрланган ролик-ларнинг қадамлари 15,875...50,8 гача бўлиб, узувчи кучнинг қиймати юқори аниқлик билан тайёрланган занжирларга нисбатан 10 — 30% кам бўлади.

Тишли занжирлар (9.3—расм). Бу хил занжирлар пластинка-ларнинг йигиндисидан иборат бўлиб, ҳар бир пластинкада иккита—



9.3 — расм.

дан тиш бўлиб, уларнинг уртасида юлдузча тиши учун жой қолди-рилган.

Тишли занжирлар, роликли занжирларга нисбатан ишда ишонч-ли ва мустаҳкам бўлиб, катта тезлик билан ҳаракатланувчи узатма-ларда ишлатиш мумкин. Лекин тишли занжирларнинг нисбатан оғирлиги, тайёрлаш қийинлиги туфайли камроқ ишлатилади. 9.2—жадвалда тишли занжирларнинг улчамлари берилган.

**Бир томонлама илашувчи тишли гилдиракларнинг улчамлари
(ГОСТ 13552—81)**

Тиш қада-ми, мм	Занжирнинг эни, <i>B</i> мм	Пластинининг эни <i>h</i> , мм	Шарнир уқидан тишнинг учигача булган масофа <i>h</i> ₁ , мм	<i>u</i> нинг улча-ми, мм	Пластинининг қалпин-лиги <i>s</i> , мм	Занжир-нинг <i>I</i> мм эни—ни узув—чи куч, <i>H</i>	Узунлиги <i>l</i> м эни <i>l</i> см булган занжир-нинг мас-саси, кг
12,7	22,5...52,5 (занжир эни уртасидаги фарқ 6 мм).	13,4	7,0	4,76	1,5	1000	0,58
15,875	30...70 (занжир эни уртасидаги фарқ 8 мм).	16,7	8,7	5,95	2,0	1270	0,72
19,05	45...93 (занжир эни уртасидаги фарқ 12 мм).	20,1	10,5	7,14	3,0	1300	0,86

9.2—§. Занжирли узатмаларнинг асосий характеристикалари

Узатмаларда уқлараро масофа 8 м гача булиб, 100 кВт гача қувват узата олиши мумкин.

Занжирли узатмаларнинг тезлиги 15 м/с гача чегараланган булиб, яхши мойланган узатмаларда эса 35 м/с гача булиши мумкин, чунки узатма тезлигининг ортиши занжирли элементларнинг тез ейили-шига, қушимча динамик кучлари пайдо булишига олиб келади.

Узатма занжирининг тезлиги қуйидагича аниқланади.

$$V = z_1 \cdot t_1 \cdot N_1 / 60 \cdot 1000 \text{ м/с}$$

бунда: z_1 — етакловчи юлдузча тишлар сони; t — занжир қадами; n_1 — етакловчи юлдузчанинг айланиш сони.

Узатиш сони. Узатманинг узатиш сони узатма юлдузчаларининг айланиш сонини, тишлар сонига нисбати орқали аниқланади, яъни

$$u = n_1 / n_2 = z_2 / z_1 \quad (9.1)$$

бу ерда: n_1, n_2 — етакловчи ва етакланувчи юлдузчалар айланиш сони, мин⁻¹; z_1, z_2 — етакловчи ва етакланувчи юлдузча тишлари сони. Узатиш сонининг қиймати узатманинг ташқи улчамлари билан чегараланади, шунинг учун $u \leq 7$ деб олиш тавсия этилади.

Юлдузчаларнинг тишлар сони. Узатма юлдузчаларининг тишлар сони камайиши билан занжир шарнирларининг ейилиши шунингдек, қўшимча динамик қиймати ҳамда занжир ҳаракатидаги нотекислик ҳам ортади. Шунинг учун юлдузчаларнинг энг кичик қиймати чегараланган бўлиб, қуйидагича аниқланади:

роликли занжирлар учун $z_{\min} \geq 29 - 2u \geq 13$.

Роликли занжирли узатмаларда етакловчи юлдузчанинг тишлар сони, шу юлдузчанинг айланиш сонига боғлиқ бўлиб, катта тезлик билан ҳаракатланаётган узатмалар учун $z_{\min} = 19...23$; ўртача тезлик билан ҳаракатланаётган узатмалар учун $z_{\min} = 17...19$; секин ҳаракатланаётган узатмалар учун $z_{\min} = 13...15$. Тишли занжирли узатмаларда $z_{\min}$ нинг қийматини 20...30% катталаштириб олиш тавсия этилади.

Етакланувчи юлдузча тишлар сони $z_2 = z_1 \cdot u$. Роликли занжирли узатмалар учун $z_{2\max} = 100...120$. Тишли занжирли узатмалар учун $z_{2\max} = 120...140$.

Ўқлараро масофа ва занжир узунлиги. Ўқлараро масофа қийматини қуйидагича аниқлаш тавсия этилади:

$$0,5 (D_{e1} + D_{e2}) < a < 80 t \quad (9.2)$$

бу ерда: D_{e1}, D_{e2} — етакловчи ва етакланувчи юлдузчаларнинг сиртқи диаметри; t — занжир қадами.

Занжирнинг чидамлилигини етарли даражада бўлишини таъминлаш учун, ўқлараро масофани $a = (30 \div 50) t$ мм деб олиш тавсия этилади.

Занжирнинг узунлиги унинг қадамлар сони билан белгиланади:

$$L_t = \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{2a}{t} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{t}{a} \quad (9.3)$$

Аниқланган қийматни яхлитлаб (жуфт сон) олинади. Бу қиймат бўйича ўқлараро масофанинг ҳисобий қиймати аниқланади, яъни:

$$a = \frac{t}{4} \left[\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 8 \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right] ; \quad \lambda = L_t - \frac{z_1 + z_2}{2} \quad (9.4)$$

Узатманинг нормал ишлаши учун занжир маълум даражада салқи бўлиши керак. Бунинг учун a нинг қиймати (0,002...0,004) a қадар камайтирилади. Элементларнинг ейилиши натижасида занжирнинг узунлиги, қолаверса салқилиги ҳам ортади. Бу ҳол узатма ишига салбий таъсир кўрсатади. Шунинг учун занжирли узатмаларни лойиҳалашда улардаги салқиликнинг меъёрга бўлишини таъмин—

ловчи қурилма ҳам назарда тутилиши лозим. Одатда, бунга таянчларнинг бирини қўзғалувчан қилиш ёки алоҳида тарангловчи юлдузчадан фойдаланиш билан эришилади.

Занжир қадами занжирнинг асосий улчамларидан бўлиб, улчамлари стандартлашган. Бу қадам қанчалик катта олинса, занжир шунча катта қувват узата олиши мумкин. Лекин узатма шарнирларига қўшимча динамик кучлар таъсир қилади, шовқин билан ишлайди ҳамда айланиш частотаси камаяди.

Танланган занжирнинг қадами $\frac{a}{80} \leq t \leq \frac{a}{25}$ шартни қаноатлантириши керак, шунда занжир шарнирларининг ейилиши камаяди. Занжирнинг тортиш даражасини унинг энини ошириш йўли билан, роликли занжирлар учун эса қаторни купайтириш билан эришиш мумкин. 9.3—жадвал ёрдамида роликли ва тишли занжирларнинг қадамини етакловчи юлдузча айланиш сони ҳамда тишлар сонига қараб танлаш мумкин.

9.3—жадвал

Роликли занжирлар учун $z, \text{қ15}$	Етакловчи юлдузга d_1 нинг айланиш частотаси, мин^{-1}							
	1250	1000	900	800	600	500	400	300
Тишли занжирлар учун: $z, \text{қ17}$	3300	2650	2200	1650	1320	—	—	—
Занжир қадамининг жоиз энг катта қиймати, $[t]_{\text{max}}$								
	12,7	15,87	19,05	25,4	31,75	38,2	44,45	50,8

Занжирларнинг пластиналари термик қайта ишлов бериш мумкин бўлган ўрта углеродли ҳамда легирланган 45, 50, 40X, 40XH, 30XH3A маркали пулат материаллардан тайёрланиб, қаттиқлиги 40...50 HRC бўлиши керак. Валиклар, втулкалар эса асосан углерод билан тўйинтириш мумкин бўлган 15, 20, 15X, 20X, 12XH3, 20XH3A маркали пулат материаллардан тайёрланиб қаттиқлиги 55 — 65 HRC бўлади.

9.3—§. Узатмада ҳосил бўлган кучлар

Занжирли узатмаларда ҳосил бўладиган кучларнинг йўналиш схемаси тасмали узатмаларники каби бўлади, яъни бу узатмаларда ҳам F_1 , F_2 занжирнинг етакловчи ва етакланувчи тармоқларидаги

кучлар; F_1 — айланма куч; F_2 — дастлабки таранглик кучи; F_v — марказдан қочирма куч таъсирида ҳосил бўладиган куч.

Асосий кучлар орасидаги муносабат ҳам тасмали узатмалардагига ўхшаш, яъни:

$$F_1 - F_2 = F_1, F_v = m v_2$$

бу ерда: m — бир метр занжирнинг массаси кг/м; v — айланма тезлик, м/с; F_1 , F_2 ва F_0 — кучлар, Н.

Занжирли узатма учун дастлабки таранглик деганда занжирли узатманинг нормал ишлаши учун занжирнинг таранг тортилиши эмас, балки маълум даражада салқиликка эга бўлиши тушунилади. Одатда, салқилик занжирнинг оғирлиги туфайли ҳосил бўлади. Шунинг учун занжирнинг ўз оғирлигидан унинг тармоғида ҳосил бўладиган таранглик кучи дастлабки таранглик кучи деб аталади ва у қуйидагича аниқланади:

$$F_0 = k_1 \cdot a \cdot m \cdot g$$

бу ерда: g — оғирлик кучининг тезланиши, м/с², a — занжирнинг салқилик ҳосил қиладиган қисмининг узунлиги (бу узунлик шартли равишда марказлараро масофага тенг қилиб олинади); k_1 — салқилик коэффиценти (бу коэффицент узатманинг горизонтал текисликка нисбатан жойлашувига ва салқиликнинг қийматига боғлиқ).

Одатда, $k_1 = (0,01 - 0,02)$ a деб олиш тавсия этилади. Бундай ҳолларда узатма горизонтал жойлашган бўлса, $k_1 = 6$; горизонтга нисбатан $\leq 40^\circ$ бурчак билан жойлашган бўлса, $k_1 = 3$; вертикал ҳолатда бўлса, $k_1 = 1$ қилиб олинади.

Занжирли узатмаларда F_2 нинг қиймати кичик бўлиб F_0 ёки F_v қийматларининг қай бирини қиймати катта бўлса, шу қийматга тенг қилиб олинади. F_0 — тасмали узатмалардагидек катта аҳамиятга эга эмас, чунки бу қиймат F_1 кучнинг 4% ни ташкил этади. Шунингдек F_v куч ҳам $V < 10$ м/с бўлган узатмаларда F_1 кучнинг 0,1% ташкил этади. Шунинг учун амалий ҳисобларда

$$F_1 = F_1, F_2 = 0$$

қилиб олинади.

9.4—§. Занжирли узатмаларнинг кинематика ҳамда динамикаси

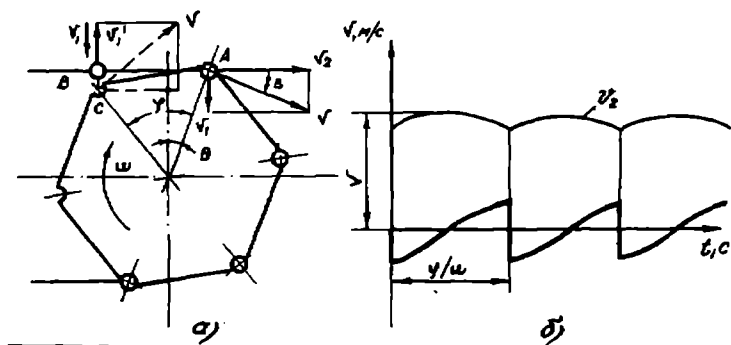
Узатманинг етакловчи юлдузчаси билан занжир шарнирларининг тезлиги 9.4—расм, a да кўрсатилган. Бунда A шарнир илашишда бўлиб, B шарнир эса юлдузчанинг C тиши билан илашмоқчи. A шарнирнинг тезлиги юлдузчанинг шу нуқтадаги айланма тезлиги билан тенг. Бу тезликни икки тезликка ажратиш мумкин, яъни V_2

тезлик занжир тармоги буйича йуналган ҳамда V_1 тезлик тармоққа перпендикуляр равишда йуналган. Бу тезликларнинг йуналиши етакловчи юлдузчада шарнирларнинг жойлашишга боғлиқ бўлиб, қуйидагича аниқланади:

$$V_2 = V \cos \theta, \quad V_1 = V \sin \theta$$

бу ерда: θ бурчак — $\varphi/2 \leq \theta \leq +\varphi/2$ іача ўзгаради.

9.4-рaсм, б да тезликларни ўзгариш графити берилган.



9.4 - расм.

Бу ерда етакланувчи юлдузчанинг тезлиги V_2 тезлик билан боғланган. Тезликнинг вақти-вақти билан узгариши узатиш сони-нинг узгариши ва қўшимча динамик кучларнинг ҳосил бўлишига сабаб бўлади. V_1 тезлик занжирнинг тебранишига ҳамда илашишга киришганда занжир шарнирларининг юлдузча тишларига зарб билан ўрилишига сабаб бўлади.

Занжирнинг сезиларли даражада оғир бўлиши ва ундаги салқинлик туфайли ишлаётган узатмада қўшимча динамик кучнинг қиймати F_1 қийматнинг 10% дан ошмайди. Шунинг учун F_8 нинг шарнирларнинг ейилишига таъсири сезилади, бироқ узатма ишида резонанс ҳодисаси рўй бергудек бўлса, F_8 нинг қиймати хавфли даражага етиши мумкин. Шунинг учун занжирли узатмаларни лойиҳалашда резонанс ҳодисаси содир бўлмаслигини таъминлаш керак.

Маълумки, резонанс ҳодисаси занжир тармоқларини тебранишга мажбур этувчи кучнинг узгариш частотаси улардаги хусусий тебраниш частотаси тенг бўлиб қолган ҳолларда содир бўлади. Занжир тармоқларини сим торга ўхшаш деб қарасак, у ҳолда хусусий тебраниш частотаси:

$$f_0 = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F}{m}} \approx \frac{1}{2a} \sqrt{\frac{F_1}{m}} \quad c^{-1}$$

булади: бу ерда: $L = a$ — занжирнинг эркин тебранадиған қисми узунлиги, м; $F = F_1$ — таранглик кучи, Н; m — бир метр занжирнинг массаси, кг/м.

Мажбурий тебранишлар частотаси занжирнинг юлдузча билан илашишга киришганда ҳосил буладиган уринишлар частотасига, яъни $n_1 z_1 / 60$ га тенг. Бу икки частота қийматини узаро тенглаштириб, резонанс ҳодисаси содир буладиган айланишлар сонини топиш мумкин:

$$n_0 = 60 f_0 / z_1 \approx 30 z_1 a \sqrt{F_1 / m} \text{ мин}^{-1} \quad (9.5)$$

Шундай қилиб, ишлаётган узатмада резонанс ҳодисаси рўй бермаслиги учун юлдузчаларнинг айланиш частотаси n_0 га тенг булмаслиги керак.

9.4—расм, a да кўрсатилгандек узаро илашадиган занжир B шарнирнинг тезлиги V_1^1 билан юлдузча тезлиги V_1 бир—бирига қарама—қарши томонга йўналган. Демак, узаро илашишганда зарб билан уриш ҳодисаси рўй беради. Бу зарб билан урилишлар тўхтовсиз таъсир этиши натижасида занжир шарнирлари ҳамда юлдузча тишлари емирилади. Зарб билан урилиш кўп жиҳатдан занжир қадамига боғлиқ. Бу ҳодисани камайтириш учун занжир қадамининг энг катта қийматини етакловчи юлдузча айланиш сонига нисбатан қуйидагича танлаш тавсия этилади (9.3—жадвал).

9.5—§. Занжирли узатмаларни ҳисоблаш асослари

Стандарт асосида тайёрланган занжир элементларининг ҳаммасини ишлаш муддати бир хил булиши керак. Амада эса занжирнинг ишлаш муддати занжир шарнирларининг ишлаш муддати билан белгиланади. Шунинг учун занжир шарнирларини ейилишга чидам—лигитини аниқлаш, занжирли узатмалар учун ҳисоблашнинг асоси ҳисобланади, яъни:

$$q = F_1 / (B d) \leq | q | \quad (9.6)$$

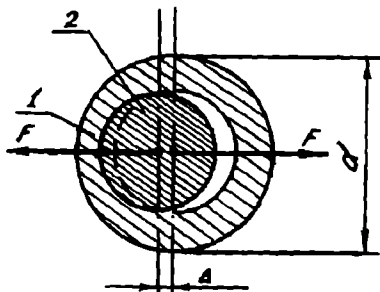
шарт бажарилиши керак. Бунда q — шарнирлардаги босим; F_1 — айланма куч, Н; d — валикнинг диаметри; B — занжирнинг эни.

Занжир шарнирларининг ейилишига асосий сабаб, бу шарнирлар юлдузча билан илашиб бирга айланганда ўз ўқи атрофида:

$$\varphi = 2 \pi / z$$

бурчакка бурилишидир. Бу бурилиш занжир узатмани бир марта айланганда тўрт марта такрорланади (икки марта етакловчи юлдузча—да, икки марта етакланувчи юлдузчада), натижада втулка билан валик ейилади, уларнинг маркази эса Δ қийматга ўзгаради (9.5—расм).

Шарнирларнинг ишлаш муддати узатманинг уқлараро масофаси a га, етакловчи юлдузча тишлар сони z_1 га шарнирлардаги босимга, уларнинг жойланиши, шарнир материалларининг ейилишга чидамлилигига боғлиқ.



9.5 – расм.

Уқлараро масофанинг қиймати ортиши билан занжирларнинг ишлаш муддати ортади, чунки шарнирларнинг ўз ўқи атрофида бурилиши камаяди. Шунингдек, етак-

ловчи юлдузча тишлар сони z_1 нинг қиймати ортиши билан шарнирларнинг ϕ бурчакка бурилиш қиймати камаяди, натижада шарнирлар кам ейилади.

Занжир шарнирларининг ейилишининг ортиши билан, занжирларни юлдузча тишлари билан илашишдан чиқиб кетиш ҳавфи туғилади.

Демак, юлдузча тишлари сони қанчалик кўп бўлса, занжир шарнирлари нисбатан кам ейилади, илашишдан чиқиб кетиш ҳавфи туғилмайди.

Занжир шарнирларини узоқ муддат ишлашини таъминлаш учун етакловчи юлдузча тишлар сонини, узатманинг узатиш сонига қараб қуйидагича танлаш тавсия этилади:

u	1...2	2...3	3...4	4...5	5...6	6
z_1	30...27	27...25	25...23	23...21	21...17	17...15

И л о в а: 1. Тез ҳаракатланувчи узатмалар учун тавсия этилган z_1 қийматнинг каттасини олиш тавсия этилади. 2. Узатманинг тезлиги $V > 25$ м/с бўлганда $z_1 > 25$ олиш тавсия этилади. 3. Секин ҳаракатланувчи узатмалар учун z_1 нинг қийматини тавсия этилган қийматдан кичик олиш мумкин, лекин $z_{1min} > 7$ бўлиши керак. 4. Етакланувчи юлдузча тишлар сони $z_2 < 100...120$ бўлиши керак.

Валик ва втулка ўртасидаги босим шарнирларнинг ейилишига асосий сабаб бўлади. Босим қийматини роликли занжирлар учун, занжирнинг қадами ҳамда етакловчи юлдузчанинг айланиш сонига нисбатан 9.4-жадвалдан олиш мумкин. Бу қийматлар махсус изла-нишлар натижасида олинган. Бунда занжирли узатманинг ишлаш шароитлари таъминланган бўлса, бу занжирларнинг ишлаш муддати 3000...5000 соатгача бўлиши мумкин.

Занжир қадами, мм	Етаковчи юлдузчанинг айланиш сони n , булганда занжир шарнирлардаги босим q , МПа							
	50	200	400	600	800	1000	1200	1600
12,7...15,875	35	31,5	28,5	26	24	22,5	21	18,5
	35	30	26	23,5	21	19	17,5	15
31,75...38,2	35	29	24	21	18,5	16,5	15	—
44,45...50,8	35	26	81	17,5	15	—	—	—

Ишлаш жараёнида ҳар хил шароитларни ҳисобга олган ҳолда, бу босимнинг ҳисобий қиймати қуйидагича аниқланади:

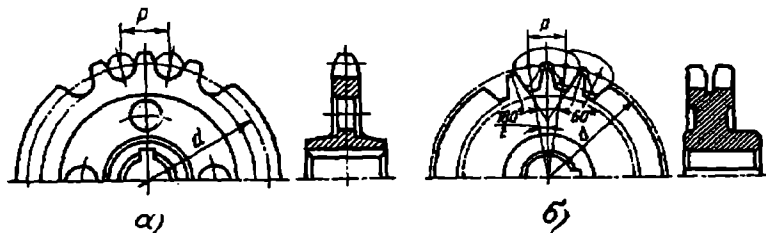
$$q_x = q / k_n \quad (9.7)$$

бу ерда: $k_n = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$ — юкланиш коэффиценти, унинг қийматлари қуйидагича аниқланади.

k_1 — юкланиш характери ни ҳисобга олувчи коэффицент, юкланиш бир текисда булганда $k_1 = 1,0$; нотекис булганда $k_1 = 1,2...1,5$; зарб билан булганда $k_1 = 1,8$. k_2 — уқлараро масофа қийматини ҳисобга олувчи коэффицент; $a = (30...50)$ t булганда $k_2 = 1,0$; $a < 25$ t булганда $k_2 = 1,25$; $a = (60 - 90)$ t булганда $k_2 = 0,9$. k_3 — узатманинг горизонтта нисбатан қандай қиялик билан жойла-нишини ҳисобга олувчи коэффицент. $a < 45^\circ$ булса, $k_3 = 1,0$; $a > 45^\circ$ булса, $k_3 = 1,25$; узатма тик жойлашган булса, $k_3 = 1,3$; автоматик ҳолатда тарангликни сақласа, ҳар қандай қиялик булса ҳам $k_3 = 1,0$. k_4 — узатмани таранглаш йуларини ҳисобга олувчи коэффицент. Узатма автоматик ҳолатда тарангланса, $k_4 = 1,0$; вақти—вақти билан тарангланса $k_4 = 1,25$; k_5 — узатмани қандай мойланишини ҳисобга олувчи коэффицент. Узатма занжирлари тухтовсиз мойлаб турилса $k_5 = 0,8 \div 1,0$; узатма занжирларига мой тухтовсиз томчилаб турса $k_5 = 1,2$; вақти—вақти билан томчиласа $k_5 = 1,5$. k_6 — узатманинг ишлаш шароитини ҳисобга олувчи коэффицент. Иш бир сменали булганда $k_6 = 1,0$; уч сменали булганда $k_6 = 1,5$.

Юлдузчалар. Роликли занжирлар учун юлдузчалар ГОСТ 591—69 асосида тайёрланади (9.6—расм). Юлдузчанинг бўлиш айланаси буйича диаметри u билан илашишда булган занжир валикларининг марказидан утади ва унинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$d_1 = t / \sin \frac{180}{z_1} \quad (9.8)$$



9.6 – расм.

бунда: t — занжир қадами; z_1 — юлдузча тишлар сони.

$$\text{Ташқи диаметри } D_e = t \left(0,5 + \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{z_1} \right) \quad (9.9)$$

Тишли занжирлар учун юлдузчалар ГОСТ 13576–81 асосида тайёрланади.

Юлдузча тиш бўлувчи айланасининг диаметрини аниқлаш 9.8–формула ёрдамида бажарилади.

Ташқи диаметри

$$D_e = t \cdot \operatorname{ctg} \frac{180}{z} \quad (9.10)$$

Юлдузчалар асосан ўртача углеродли ёки легирланган пулат (Ст 45, 40Х, 50Г2, 35ХГСА, 40ХН) материаллардан тайёрланади, бунда тоблаш йўли билан термик қайта ишлов берилганда қаттиқлиги 45 — 55 HRC бўлиши мумкин.

Кам қувват узатадиган узатмалар учун юлдузчанинг гардиши пластмасса материалдан тайёрланиши мумкин.

9.6–§. Узатмаларни мойлаш

Занжирли узатмаларни уларнинг тезлигига қараб ҳар хил йўллар билан мойлаш мумкин.

1. Тезлиги $V < 10$ м/с гача бўлган узатмаларда занжирларни мойга ботириш йўли билан мойлаш мумкин, бунда ботирилган занжирнинг чуқурлиги унинг энидан ошмаслиги керак.

2. Агар қуйилган мой занжирга тегмаса, тезлиги 6 — 12 м/с бўлган занжирли узатмаларни махсус сачраттич ёрдамида мойлаш мумкин.

3. Тезлиги ҳамда узатиладиган қувват катта бўлган занжирли узатмаларни насос ёрдамида мойни тўхтовсиз циркуляция қилиш ёрдамида мойлаш мумкин.

4. Тезлиги кам, мой қуйиш учун махсус идишлар ишлатилмай— диган узатмаларда шарнирларни мойлаш учун пластик мойларни ишлатиш йўли билан ҳамда мойни томчилатиб оқизиш йўли билан мойлаш мумкин.

Тезлиги 4 м/с гача бўлган занжирли узатмаларда пластик мойлар ёрдамида, тезлиги 6 м/с гача бўлган узатмаларда томчилатиш йўллари билан мойлаш мумкин.

Кичик тезлик билан ҳаракатланувчи занжирли узатмалар қўлда мойлагичдан фойдаланиб мойланади (ҳар 6 — 8 соатда). Бунда мой етакланувчи тармоқда юлдузча билан илашишни бошланишида қуйилиши керак.

Занжирли узатмаларни мойлаш учун И—Г—А—46 ... И—Г—А—68 маркали мойларни ишлатиш тавсия этилади. Юкланиш кам бўлган узатмалар учун И—Г—А—32 ни олиш тавсия этилади.

9.7—§. Узатмаларни ҳисоблаш

Узатмаларни амалда ҳисоблаш, берилган P_1 , n_1 , u қийматлари бўйича t , z ҳамда a нинг қийматларини аниқлашдир.

Занжир қадамини танлаш. Стандарт бўйича тайёрланган занжирларда, занжир қадами ошиши билан унинг юкланиш даражаси ҳам ошиб боради. Бунда (9.6), (9.7) формулалардан қуйидаги ифода олинади:

$$F_t = q \cdot B \cdot d = q_o \cdot B \cdot d / k_n \quad (9.11)$$

Шунингдек (9.1), (9.2) формулаларни ҳисобга олиб қуйидаги ифодага эга бўламиз:

$$P_1 = q_o \cdot B \cdot d \cdot z_1 \cdot n_1 \cdot t_3 / (k_n \cdot 60) \text{ кВт}$$

бу ерда: $k_z = z_{o1} / z_1$ — юлдузча тишлар сони коэффициенти;

$k_n = n_{o1} / n_1$ — айланиш сони коэффициенти.

Демак, $P_1 = q_o \cdot B \cdot d \cdot z_{o1} \cdot n_{o1} \cdot t_3 / (k_n \cdot k_z \cdot k_n \cdot 60) \text{ кВт}$

бу ерда: P_1 , k_n , k_z , k_n — узатиладиган қувватнинг эквивалент қиймати; натижада $P_{\Sigma} = P_1 \cdot k_n \cdot k_z \cdot k_n = q_o \cdot B \cdot d \cdot z_{o1} \cdot n_{o1} \cdot t_3 / 60$

Ҳисоблашни осонлаштириш учун (9.7) формула асосида 9.5—жадвал тузилган, бунда роликли занжирлар учун узатиладиган қувватнинг эквивалент қиймати занжирнинг қадамига нисбатан белгиланган. Бунда $z_{o1} = 25$, $n_{o1} = 50, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1600 \text{ мин}^{-1}$ деб қабул қилинган.

Лойиҳаланаётган узатмалар учун узатиладиган қувватнинг эквивалент қийматини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$P_{\Sigma} = P_1 \cdot k_n \cdot k_z \cdot k_n \leq [P_{\Sigma}] \quad (9.12)$$

$P_{\text{ж}}$ нинг қиймати аниқлангач, 9.5—жадвал бўйича занжир қадами белгиланади, бу қадам $[t]_{\text{max}}$ қийматидан (9.3—жадвал) катта бўлмаслиги керак.

Ҳисоб натижасида юқорида кўрсатилган шарт бажарилмаса, кўп қаторли занжир ишлатиш тавсия этилади, бунда

$$P_{\text{ж}} = P_{\text{ж}} / k_{\text{т}} \leq P_{\text{ж}}$$

бу ерда: $P_{\text{ж}}$ — кўп қаторли занжирлар учун эквивалент қувватнинг қиймати, $k_{\text{т}}$ — қаторли занжирларда юкланишнинг нотекис тақсимланишини белгиловчи коэффициент:

Занжир қаторлари сони	1	2	3	4
$k_{\text{т}}$	1	1,7	2,5	3

9.8—§. Занжирли узатмаларни ҳисоблаш тартиби

1. Узатманинг узатиш сонига нисбатан етакловчи юлдузча тишлар сони z_1 танланиб, етакланувчи юлдузча тишлар сони аниқланади. Бунда $z_{2\text{max}} < 100 \div 120$ шарт бажарилиши керак.

2. Уқлараро масофа қиймати аниқланади.

3. Узатиладиган қувватнинг ҳисобий қиймати аниқланади.

4. Шу ҳисобий қувват ҳамда етакловчи юлдузча айланиш сонига нисбатан занжир қадами, шарнирлардаги босим қийматлари аниқланади.

5. Узатманинг тезлиги, звенолар сони, уқлараро масофаси, етакловчи ва етакланувчи юлдузчаларни тишнинг бўлувчи айланаларининг диаметри аниқланади.

6. Валга таъсир қилувчи куч қиймати аниқланади.

Масала. Узатиш сони $u = 4$, етакловчи юлдузча валидаги қувват $P_1 = 4$ кВт, айланиш сони $n_1 = 960$ мин⁻¹ бўлган роликли занжирли узатма ҳисоблансин.

Юкланиш бир текисда, вақти—вақти билан тарангланиб турилади, горизонтга нисбатан 30° бурчак остида жойлашган, узатма занжирлари вақти—вақти билан мойланади. Иш бир сменали.

Масаланинг ечими.

1. Узатиш сонига нисбатан $u = 4$ бўлганда $z_1 = 25$ деб танлаймиз. Етакланувчи юлдузча тишлар сони $z_2 = 4 \cdot 25 = 100$, шарт бажарилди.

2. Етакловчи юлдузчаларни айланиш сонига нисбатан занжир қадамини ҳамда занжир шарнирларидаги босимнинг тахминий қийматини белгилаймиз. Бунда $n_1 = 1000$ мин⁻¹ бўлганда

$$q_0 = 22,5 \text{ МПа}, t = 15,875 \text{ мм}$$

3. Уқлараро масофа қийматини аниқлаймиз

$$a = 40 \text{ т} = 40 \cdot 15,875 = 635 \text{ мм}$$

Роликли- занжир (ГОСТ 13568-75)	Занжири- қадами t , мм	Ролик- нинг диаметри d , мм	Втулка- нинг узунлиги B , мм	Етақловчи юлдузчанинг айланиш сони l_{01} , тишлар сони z_{01} булганда узата олиш мумкин булган қувват P , кВт							
				50	200	400	600	800	1000	1200	1600
ПР-12	12,7	3,66	5,80	0,19	0,68	1,23	1,68	2,06	2,42	2,72	3,20
ПР-12	12,7	4,45	8,90	0,35	1,27	2,29	3,13	3,86	4,52	5,06	5,95
ПР-12	12,7	4,45	11,30	0,45	1,61	2,91	3,98	4,90	5,74	6,43	7,35
ПР-15	15,875	5,08	10,11	0,57	2,06	3,72	5,08	6,26	7,34	8,22	9,65
ПР-15	15,875	5,08	13,28	0,75	2,70	4,88	6,67	8,22	9,63	10,8	12,7
ПР-19	19,05	5,96	17,75	1,41	4,80	3,38	11,4	13,5	15,3	16,9	19,3
ПР-25	25,4	7,95	22,61	3,20	11,0	19,0	25,7	30,7	34,7	38,3	43,8
ПР-31	31,75	9,55	27,46	5,83	19,3	32,0	42,0	49,3	54,9	60,0	—
ПР-38	38,1	11,12	35,46	10,5	34,8	57,7	75,7	88,9	99,2	108	—
ПР-44	44,45	12,72	37,19	14,7	43,7	70,6	88,3	101	—	—	—
ПР-50	50,8	14,29	45,21	22,9	68,1	110	138	157	—	—	—

4. Узатилаётган қувватнинг ҳисобий қийматини аниқлаймиз

$$P_{\text{уш}} = P_1 \cdot k_{\text{в}} \cdot k_z \cdot k_{\text{в}} \leq [P]$$

бу ерда: $k_1 = z_{01}/z_1 = 25 / 25 = 1,0$ — юлдузча тишлар сони коэф-
фициенти. $k_{\text{в}} = n_{01}/n_1 = 1000 / 960 = 1,04$ — айлана сони коэф-
фициенти. $k_{\text{в}} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$ — юкланиш коэффиценти.

$k_1 = 1,0$; $k_2 = 1,0$; $k_3 = 1,0$; $k_4 = 1,2$; $k_5 = 1,2$; $k_6 = 1,0$ Натижада

$$P_{\text{уш}} = 4,0 \cdot 1,44 \cdot 1,0 \cdot 1,04 = 5,99 \text{ кВт}$$

5. $P_{\text{уш}} = 5,99 \text{ кВт}$, $n_{01} = 1000 \text{ мин}^{-1}$ қийматларга асосланиб, занжир
қадамини белгилаймиз, яъни $t = 15,875 \text{ мм}$. Демак,
 $a = 40 \cdot t = 40 \cdot 15,875 = 635 \text{ мм}$. Шунингдек, танланган занжир
қадами $t = [t]_{\text{мах}}$, шарт бажарилди.

6. Узатманинг тезлиги

$$V = \frac{z_1 \cdot n_1 \cdot t}{60} = \frac{25 \cdot 960 \cdot 15,875}{60 \cdot 1000} = 6,35 \text{ м/с}$$

7. Занжирдаги звенолар сони

$$L_1 = \frac{2a}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{t}{a} = \frac{2 \cdot 635}{15,875} + \frac{25 + 100}{2} +$$

$$\left(\frac{100 - 25}{2 \cdot 3,14} \right)^2 \cdot \frac{15,875}{635} = 146,2$$

Аниқланган қийматни яхлитлаб $L_1 = 146$ деб қабул қиламиз.

8. Уқлараро масофанинг қийматини аниқлаймиз.

$$a = 0,25 t \left[L_1 - \frac{z_2 + z_1}{2} \sqrt{\left(L_1 - \frac{z_2 - z_1}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right] =$$

$$= 0,25 \cdot 15,875 \left[146 - \frac{25 + 100}{2} \sqrt{\left(146 - \frac{100 - 25}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{100 - 25}{2 \cdot 3,14} \right)^2} \right] = 633 \text{ мм}$$

Юқоридаги тавсияни ҳисобга олган ҳолда $\Delta a = 0,003 \cdot a =$
 $0,003 \cdot 633 = 2 \text{ мм}$. Демак, уқлараро масофани аниқлаштирилган
қиймати $a = 631 \text{ мм}$.

9. Юлдузча диаметрлари:

$$d_1 = \frac{t}{\sin \frac{\pi}{z_1}} = \frac{15,875}{\sin \frac{3,14}{25}} = 127 \text{ мм}$$

$$d_2 = \frac{t}{\sin \frac{\pi}{z_2}} = \frac{15,875}{\sin \frac{3,14}{100}} = 505 \text{ мм}$$

Савол ва топириқлар

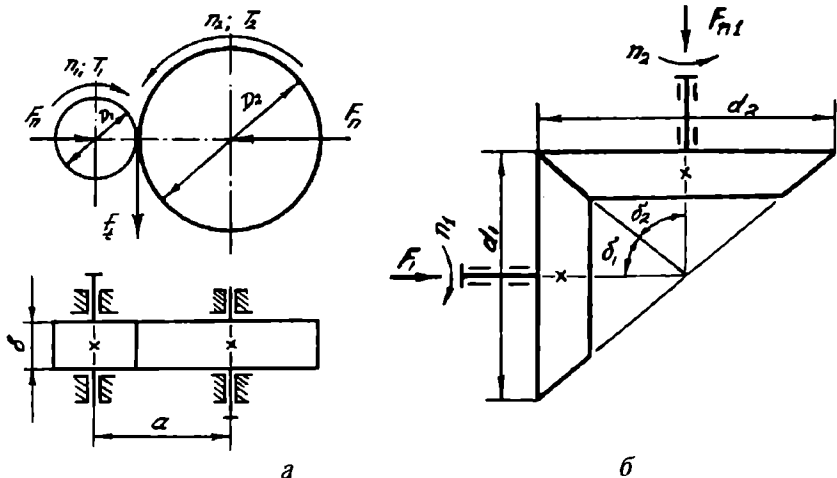
1. Роликли ҳамда тишли занжирли узатмаларнинг афзалликлари ва камчиликлари нимадан иборат?
2. Занжир шарнирларининг ейилиш сабаблари нимадан иборат?
3. Қандай ҳолларда роликли ва қандай ҳолларда тишли занжирлар ишлатилади?
4. Занжирнинг асосий улчамларини кўрсатинг.
5. Юлдузча тишлар сони қандай танланади ва аниқланади?

10-боб. ФРИКЦИОН УЗАТМАЛАР

10.1-§. Умумий маълумотлар

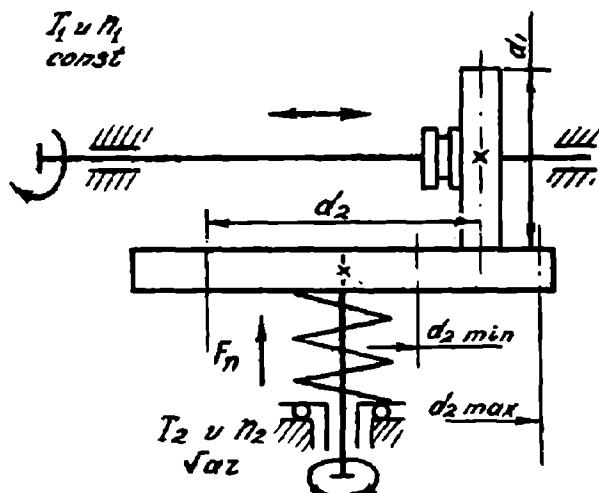
Узатмада ҳаракат бир валдан иккинчи валга иш юзаларидаги сиқиш кучи натижасида ҳосил бўлган ишқаланиш ҳисобига ўтказилса бундай узатмалар (10.1-расм) фрикцион узатмалар деб аталади.

10.1-расм, а да кўрсатилган фрикцион узатма ёрдамида параллел валлардаги ҳаракатни узатишда фойдаланилади. Агар ўзаро кеси-



10.1 - расм.

шувчи валларнинг биридан иккинчисига ҳаракат узатиш лозим бўлса, у ҳолда, конуссимон гилдираклардан фойдаланилади (10.1—расм, б). Барча фрикцион узатмаларни икки гурппага бўлиш мумкин: узатиш сони доимий бўлган фрикцион узатмалар (10.1—расм) ҳамда узатиш сони ўзгарувчан (10.2—расм), (бунда ишқаланадиган гилдиракларнинг бирининг радиуси иш жараёнида ўзгарувчан бўлади) фрикцион узатмалар. Бундай узатмалар *в а р и а — т о р л а р* деб аталади.



10.2 — расм.

Фрикцион узатмаларнинг афзалликлари: тузилиши оддий, ҳаракат бир текисда шовқинсиз узатилади; ишлаш жараёнида узатиш сонини маълум чегарада ўзгартириш мумкин; юкланиш чегарадан ошса, иш юзасида сирпаниш ҳосил бўлиб, гилдиракларни синишдан сақлайди.

Узатиш сонининг ўзгарувчанлиги; узатиладиган қувватнинг нисбатан кичиклиги 10 — 20 кВт. Таянчларга тушадиган куч қийматининг катталиги; ФИКнинг нисбатан камлиги $\eta = 0,7 - 0,95$; иш бажарувчи деталларнинг иш юзаларини тез ва нотекис ейилиши мазкур узатмаларнинг камчилиги ҳисобланади. Узатманинг тезлиги 7 — 10 м/с дан ошмаслиги керак.

Узатиш сони ўзгармас бўлган фрикцион узатмалар асосан текис ва раван, шовқинсиз ишлашни талаб қиладиган кинематик узатмаларда кўпроқ ишлатилади. Юқорида қайд этилган камчиликлари ҳамда ташқи улчамларининг катталиги туфайли машинасозликда қувват узатиш учун тишли узатмаларга нисбатан кам ишлатилади.

10.2—§. Фрикцион узатманинг асосий турлари ҳамда вариаторлар

Цилиндрсимон фрикцион узатмаларда вал ўқлари ўзаро параллел жойлашган бўлиб (10.1—расм, а) узатиш сони u ҳамда узатмани нормал ишлаши учун керакли сиқувчи F_n кучнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$u = \frac{d_2}{d_1} = \frac{d_2}{d_1} (1 - \varepsilon) \approx \frac{d_2}{d_1} \quad (10,1)$$

$$F_n = k F_t / f$$

бу ерда: ε — сирпаниш коэффициентининг қиймати — 0,01...0,03;

k — хавфсизлик коэффициенти, қувват узатадиган узатмалар учун $\sim 1,25 \div 2$; кинематик узатмалар учун ~ 3 ; f — етакловчи ва етакланувчи гилдираклар ўртасидаги ишқаланиш коэффициенти, унинг қиймати гилдирак материалларига боғлиқ бўлиб, қуйидагича танлаш тавсия этилади:

Гилдираклар пулат материаллардан тайёрланган бўлиб, ишқаланиш юзаси мойланган $\sim 0,04 \dots 0,05$.

Гилдираклар пулат материаллардан тайёрланган бўлиб, ишқаланиш юзаси мойланмаган $\sim 0,15 \dots 0,20$.

Гилдирак пулат ҳамда текстолитдан тайёрланган бўлиб, ишқаланиш юзаси мойланмайди $\sim 0,2 \dots 0,3$.

Ўқлари ўзаро кесишган валларда ҳаракатни узатиш учун конуссимон фрикцион узатмалардан фойдаланилади (10.1—расм, б). Бунда ўқлар орасидаги бурчак ҳар хил бўлиши мумкин, лекин асосан бу бурчак 90° га тенг бўлади.

Узатманинг иш жараёнида сирпаниши ҳисобга олинмаса, узатиш сонининг қиймати қуйидагича аниқланади:

$u = d_1 / d_2$. Бунда $d_1 = 2R \sin \delta_1$, $d_2 = 2R \sin \delta_2$ эканлигини ҳисобга олсак: $u = \sin \delta_2 / \sin \delta_1$ ёки $\Sigma = \delta_1 + \delta_2 = 90^\circ$ бўлганда $u = \operatorname{tg} \delta_2 = \operatorname{ctg} \delta_1$

Керакли сиқувчи F_1 , F_2 кучларнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\frac{k F_1}{k F_2} = \frac{f F_1 / \sin \delta_1}{f F_2 / \sin \delta_2} \quad (10.2)$$

Оддий вариатор. Бирининг сирти иккинчисининг ён ёғига тегиб ҳаракатланадиган икки гилдиракдан тузилган фрикцион узатмалар оддий вариатор (10.2—расм) деб аталади. Бундай вариатор воситасида етакланувчи (вертикал) валнинг ҳаракатини ўзгартириш учун биринчи гилдирак ўз ўқи бўйлаб силжитилади. Агар етакланувчи валнинг ҳаракат йўналишини ўзгартириш зарур бўлса, биринчи гилдирак ўқ бўйлаб сурилади—да, етакланувчи вал ўқидан чап томонга ўтказилади, Демак, биринчи гилдирак ўз ўқи бўйлаб иккинчи гилдирак четидан марказга томон силжир экан, бунда

етакланувчи валнинг тезлиги орта боради. Биринчи гилдирак иккинчи гилдирак марказидан четига томон сурилса етакланувчи валнинг тезлиги камая боради. Шундай қилиб, узатманинг узатиш сони кераклигича ўзгартирилади:

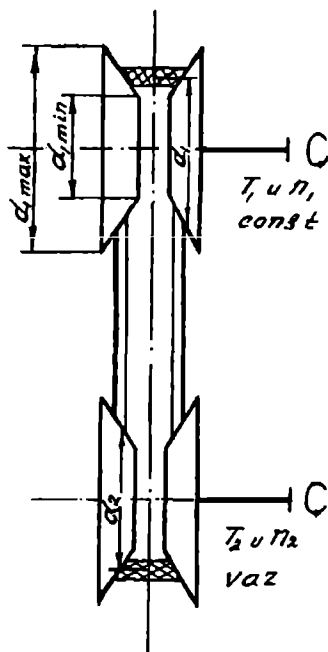
$$\begin{aligned} u_{\max} &= n_1 / n_{2\min} \approx d_{2\max} / d_1 \\ u_{\min} &= n_1 / n_{2\max} \approx d_{2\min} / d_1 \end{aligned} \quad (10.3)$$

Узатиш сонини энг катта қийматининг энг кичик қийматига нисбати бошқариш даражаси деб аталади, яъни

$$B = \frac{u_{\max}}{u_{\min}} = \frac{n_{2\max}}{n_{1\min}} = \frac{d_{2\max}}{d_{1\min}} \quad (10.4)$$

Бошқариш даражаси вариаторларнинг асосий характеристикаларидан бири ҳисобланади. Назарий жиҳатдан олганда, B нинг қиймати ($d_{2\min} \rightarrow 0$ бўлгани учун) чексизга етиши мумкин. Бироқ, амалда, кўпинча, $B = 3 \dots 4$ қилиб олинади, чунки d_2 нинг камайиши сирпанишнинг кучайишига ва фойдали иш коэффициентининг пасайишига олиб келади.

Бундай вариаторларнинг фойдали иш коэффициенти бошқа вариаторларникига қараганда кичик бўлсада, оддий тузилганлиги учун улардан кам қувватли механизм ва асбобларда кенг куламда фойдаланилади. 10.3-расмда ҳаракат тезлигини погонасиз бир текисда ўзгартириш учун икки бўлакдан иборат бўлган понасимон шкивлар ишлатилган. Бунда винтли бошқариш механизми ёрдамида понасимон шкив бўлакларидан бирини ўқ бўйича силжитиш ҳисобига шу бўлаklar уртасидаги масофа кенгайтирилади, бунда диаметр камаяди, иккинчи шкив бўлаклари орасидаги масофа кичрайтирилади, бунда диаметр ортади, натижада ҳаракат тезлигини погонасиз бир текисда ўзгартириш мумкин. Ишлатиладиган понасимон тасмаларнинг узунлиги ўзгармайди. Узатманинг узатиш сони қуйидагича аниқланади.

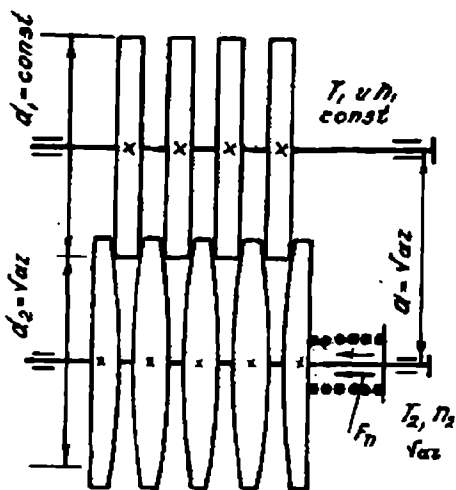


10.3 – расм.

$$\begin{aligned} u_{\max} &= d_{2\max} / d_{1\min}; \quad u_{\min} = d_{2\min} / d_{1\min} \\ B &= (d_{2\max} / d_1) = (u_{\max} / u_{\min}) = (\omega_{\max} / \omega_{\min}) \end{aligned} \quad (10.5)$$

Бошқариш даражаси B нинг қиймати понасимон тасма энига боғлиқ. ГОСТ 1284.1–80 бўйича танланган понасимон тасмалар учун $B \approx 1,5$ гача, махсус энли тасмалар ёрдамида $B \approx 5$ гача бўлиши мумкин.

10.4—расмда фриксион узатмаларнинг яна бир тури дискли вариаторлар кўрсатилган. Бу вариаторларда куч ва момент бир қанча



10.4 – расм.

етаковчи ва етакланувчи дисклар мажмуи воситасида узатилади ва узатиш сони марказлараро масофанинг ўзгартирилиши ҳисобиға ўзгартирилади. Бунда етакловчи дисклар етакланувчи дисклар орасида ҳаракатланиб, улар марказга яқинлашади ёки ундан узоқлашади. Натижанда d_2 демак, u ўзгаради, чунки:

$$u = d_2 / d_1$$

Бу вариаторларда дисклар орасидаги уриниш сиртларининг кўп бўлиши сиқувчи куч қийматининг кичик бўлишини таъминлайди:

$$F_n = k F / z f = k \cdot 2 T_1 / z f d_1$$

бу ерда: z — уриниш сиртлари сони бўлиб, етакчи дисклар сонидан икки барабар ортиқ (одатда, $z = 18 \dots 42$) қилиб олинади.

Дисклар юқори қаттиқликкача тобланадиган пулатдан тайёрланади ва сермой шароитда ишлайди.

Дискнинг етарли даражада юпқа бўлиши катта қувватли механизмлар учун кичик улчамли вариаторлар яратиш имконини беради. Бундай вариаторларнинг қуввати 400 кВт гача, бошқариш даражаси 4,5 гача, фойдали иш коэффициенти эса 0,8...0,9 оралигида бўлади.

10.3—§. Фриксион узатмаларни контакт кучланиш бўйича ҳисоблаш

Фриксион узатмаларда гилдиракларнинг илашишда илашиш юзасида сиқувчи куч таъсирида контакт кучланиш ҳосил бўлади.

Бу кучланишнинг ҳисобий қийматини аниқлашда Герц формуласидан фойдаланамиз. Бунда:

$$F_n = k F / f = 2 T_1 / d_1 f$$

Уқлари узаро параллел бўлган узатмалар учун:

$$\frac{1}{\rho} = \frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2} = \frac{2 \cos \alpha}{d_1} + \frac{2 \cos \alpha}{d_2} = \frac{2(1 \pm d_1 / d_2) \cos \alpha}{d_1}$$

бу ерда: T_1 — ҳисобий буровчи момент; k — хавфсизлик коэф-фициенти; f — ишқаланиш коэффиценти; d_1, d_2 — гилдиракларнинг диаметрлари; $\rho_1 = 0,5 d_1 / \cos \alpha$, $\rho_2 = 0,5 d_2 / \cos \alpha$; эгрилик радиуси; $u = d_2 / d_1$ — узатиш сони.

F_n , ρ қийматларни Герц формуласига қўйиб, қуйидаги ифодани оламиз:

$$d_1 = \frac{26,5}{[\sigma_H]} \sqrt{\frac{k E T_1 (1 + d_1 / d_2) \cos \alpha}{f b}} \text{ мм} \quad (10.7)$$

бу ерда: b — контакт юзасининг эни; $[\sigma_H]$ — гилдирак материаллари учун жоиз контакт кучланиш.

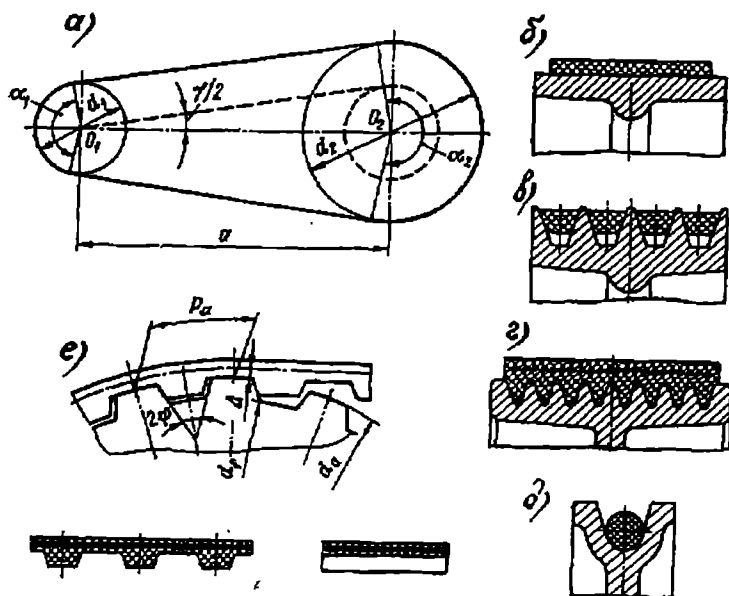
Иш юзасининг қаттиқлиги ≥ 60 HRC бўлган гилдирак материаллари учун илашишда ҳосил бўлган контакт юзаси чизиқли кўринишда бўлганда $[\sigma_H] = 1000 - 1200$ МПа, нуқтали бўлганда $[\sigma_H] = 2000 - 2500$ МПа. Гилдираклар текстолитдан қилинган бўлиб контакт юзаси чизиқли бўлганда $[\sigma_H] = 80 - 100$ МПа деб олинади.

Савол ва топшириқлар

1. Фрикцион узатмаларнинг турлари. Афзаллик ва камчиликлари. Ишлатилиш соҳалари ҳақида сўзланг.
2. Фрикцион узатма гилдираклари қандай материаллардан тайёрланади?
3. Қандай қилиб фрикцион гилдираклар ўртасидаги ишқаланишни ошириш мумкин?
4. Фрикцион узатмаларда узатиш сони қандай аниқланади?
5. Цилиндрсимон ва конуссимон фрикцион узатмаларда гилдираклар ўртасидаги кучнинг қиймати қандай аниқланади?
6. Фрикцион узатмаларнинг ФИК қандай аниқланади?
7. Фрикцион узатмалар контакт кучланиш бўйича қандай ҳисобланади?
8. Фрикцион узатма гилдиракларининг диаметри, энини ҳисобланг.
9. Вариатор узатмаларнинг турлари, афзаллик ва камчиликларини айтиб беринг.

УМУМИЙ МАЪЛУМОТ

Ҳаракат ва энергия етакловчи шкивдан етакланувчи шкивга эластик тасма билан шкив орасида ҳосил бўладиган ишқаланиш кучи ҳисобига узатиладиган узатмалар тасмали узатмалар деб аталади. Тасмали узатма етакловчи ва етакланувчи шкивдан ва уларга таранглик билан кийдирилган тасмадан тузилган бўлади (11.1-расм). Тасмалар қундаланг кесимнинг шаклига нисбатан ясси (11.1-расм, б) понасимон (11.1-расм, в) ярим понасимон (11.1-расм, г) айланасимон (11.1-расм, д) ҳамда тишли (11.1-расм, е) бўлиши мумкин.



11.1 - расм.

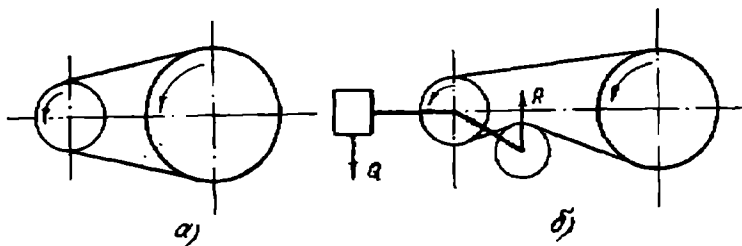
Афзалликлари: тасмали узатма ҳаракатни нисбатан катта масофага узатиш имконини беради; шовқинсиз ва раvon ишлайди; тузилиши оддий; нисбатан арзон туради.

Ташқи улчамларининг катталиги; тасмасининг сирпанувчанлиги туфайли узатиш сонининг узгарувчанлиги; вал ва таянчга тушадиган куч қийматининг нисбатан катталиги, тасманинг ишлаш муддатининг камлиги (1000...5000 соат) мазкур узатмаларнинг камчилиги ҳисобланади.

Тасмали узатмаларнинг тезлиги $v = 15$ м/с гача; узата оладиган қувват 30 кВт гача бўлиши мумкин.

Понасимон тасмалар ихтиро этилгунга қадар асосан ясси тасмали узатмалар ишлатилган. Бу узатмаларнинг тузилиши оддий, катта тезлик билан ҳаракатланувчи узатмаларда ишлатиш мумкин, ФИК ҳамда тасманинг ишлаш муддати нисбатан катта.

Саноатда турли кўринишдаги ясси тасмали узатмалар ишлатилади. Масалан, (11.2—расм, *а, б* лар) валлари параллел бўлиб, бир томонга ҳаракатланиши зарур бўлган ҳолларда ишлатиладиган ҳамда тарангловчи роликли узатма, қамров бурчагининг кичиклиги туфайли фойдаланиш мумкин бўлмаган ёки тарангликнинг зарур қиймати бошқа восита ёрдамида таъминлаш қийин бўлган ҳолларда ишлатиладиган узатмалар берилган.



11.2 — расм.

Тарангловчи роликли узатмаларда, таранглик доимий равишда таъминланади. Тасманинг тортувчанлик даражаси қамров бурчаги α , уқлараро масофа ҳамда узатманинг узатиш сонига боглиқ бўлади. Бунда олиш мумкин бўлган α , u нинг ҳар қандай қийматларида $\alpha > 180^\circ$ таъминланади. Тарангловчи роликни етакланувчи тармоққа жойлаштириш тавсия этилади, чунки бу тармоқ нисбатан кам юкланган (натижада тасманинг ишлаш муддати узаяди.)

11.2—§. Ясси тасмаларни тайёрлаш учун ишлатиладиган материаллар

Ясси тасмаларнинг кўндаланг кесими энига қараганда сезиларли даражада кичик тўғри тўртбурчак шаклида бўлади. Бу хил тасмалар саноатда, машинасозликда кўп ишлатилиб, ҳар хил материаллардан тайёрланиб эни 1200 мм гача бўлиши мумкин.

Тасма учун ишлатиладиган материаллар ўзгарувчан қучланишларга, ейилишга чидамли бўлиб, ишқаланиш коэффиценти нисбатан юқори бўлиши керак.

Ҳозирги вақтда тасмалар асосан чарм, ип газлама, жун, синтетик материаллардан тайёрланади.

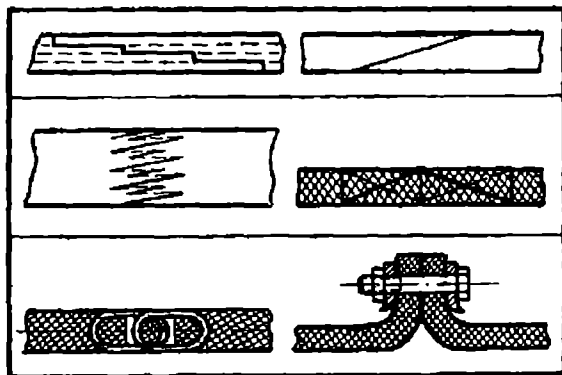
Резиналанган тасмалар. Бу турдаги тасмалар 30м/с гача тезлик билан ҳаракатланадиган узатмаларда ишлатилади. Бу тасмалар вулканизацияланган резиналар ёрдамида бир—бирига ёпиштирилган бир неча қават газламадан иборат. Тасманинг газлама қисми асосий кучланишда ишлайди, резина эса газламани бир бутун қилиб ёпиштиради ва зарур ишқаланиш коэффициентини ҳамда эгилувчанликни таъминлайди. Тасмадаги газлама қаватлар сони 2 — 9 та бўлиши мумкин. Бу турдаги тасмаларнинг камчилиги шуки, улар мой, керосин, бензин каби моддаларнинг таъсирига чидамсиз.

Чарм тасмалар. Бу турдаги тасмалар ўзгарувчан юкланишли, тезлиги 40 — 45 м/с гача бўлган кам ҳамда ўртача қувват узатадиган узатмаларда ишлатилади. Тасманинг эни 20...300 мм. Чарм нисбатан қиммат ҳамда камёб бўлганлиги учун кам ишлатилади.

Жун тасмалар. Бу тасмалар қуввати ўртача ва катта бўлган узатмаларда ишлатилади. Бу тасмалар эгилувчан бўлганлиги туфайли ўзгарувчан юкланишли узатмаларда ишлатиш тавсия этилади.

Синтетик тасмалар (ГОСТ 17—96984) полиамид С—6—қоришмаси сингдирилган капронли матога полиамид асосида тайёрланган каучук пленка ёпиштириш йўли билан тайёрланади. Бу хил тасмаларнинг мустаҳкамлиги юқори, ишлаш муддати узок, ишқаланиш коэффициенти нисбатан катта. Қалинлиги 0,8; 0,1 мм бўлган синтетик тасмаларни 60, 90 Н/мм кучлар билан узиш мумкин. 11.1—жадвалда саноатда ишлатиладиган синтетик тасма ўлчамлари берилган.

Ясси тасмалар кўпинча узун ленталар тарзида тайёрланади ва рулон қилиб ўралган ҳолда сақланади. Шунинг учун узатмаларда тасмалардан фойдаланишда керагича узунликда тасма қирқиб олиниб, икки учи уланади. Тасмаларнинг учлари елимлаш, тикиш йўли билан ҳамда металл улагичлар воситасида уланади (11.3—расм).



11.3 — расм.

11.3—§. Тасмали узатмаларни ҳисоблашнинг назарий асослари

Тасмали узатмаларни ҳисоблашнинг назарий асослари ҳамма тур тасмалар учун бир хил бўлганлиги сабабли, узатмалар учун умумий бўлган маълумотлар билан танишамиз.

Узатма тасмаларининг ишлаш лаёқати унинг тортиш лаёқати ҳамда ишлаш муддати билан белгиланади.

Ҳозирги вақтда тасмаларни ҳисоблашда асос қилиб унинг тортиш хусусияти олинган. Бу эса тасма билан шкив уртасидаги ишқаланиш коэффициентини ҳамда тасманинг қамров бурчагига боғлиқ. Тасманинг ишлаш муддати эса тажриба йули билан белгиланган тавсиялар асосида баҳоланади.

Узатманинг кинематикаси. Шкивларни айлана тезликлари қуйидагича аниқланади.

$$V_1 = \pi d_1 n_1 / 60 \text{ м/с}, \quad V_2 = \pi d_2 n_2 / 60 \text{ м/с}$$

бу ерда: d_1, d_2 — етакловчи ва етакланувчи шкив диаметрлари; n_1, n_2 — етакловчи ва етакланувчи валларнинг айланиш сонлари, мин⁻¹. Узатма ишлаётганда тасма шкив устида маълум даражада сирпанади. Демак, $V_2 < V_1$ ёки $V_2 = V_1 (1 - \epsilon)$ бўлади, бу ерда $\epsilon = 0,01 \div 0,02$ сирпаниш коэффициенти. Узатманинг узатиш сони қуйидагича ифодаланади:

11.1—жа д в а л

ГОСТ 17—969—84 ҳамда ТУ 17—21—598—87 асосида тайёрланадиган синтетик тасмаларнинг улчамлари

Тасма- нинг эни, мм	Тасманинг ички томонидан узунлиги	Чекли чегараси, 1 мм	
		эни буйича	узунлиги буйича
10	250, 260, 280, 300, 320, 340, 350, 380	0,25	2
15	400, 420, 450, 480, 500, 530, 560, 600		
20	630, 670, 710, 750, 800, 850, 900, 950		
30	1000, 1060, 1120, 1180		
40	1250, 1320, 1400		
60	1500, 1600, 1700, 1800, 1900, 2000		
80	2120, 2240, 2360, 2500, 2650, 2800, 3000		
100	3150, 3350		
Э с л а т м а : қ а л и н л и г и $d = 0,8; 1,0 \text{ мм}$			

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{d_2}{d_1(1-\varepsilon)} \approx \frac{d_2}{d_1} \quad (11.1)$$

Узатманинг геометрик ўлчамлари (11.1—рasm). Шкивларнинг марказларaro масофаси a билан, тасма тармоқлари орасидаги бурчак γ ва тасманинг кичик шкивдаги қамров бурчаги α_1 билан белги-ланади. Узатмани ҳисоблашда d_1 , d_2 ва a аниқланиб, сунгра α_1 ва тасманинг узунлиги l топилади. Узатмада α_1 ва l нинг қийматлари ўзгармас бўла олмайди. Шунинг учун улар қийматини тахминан аниқлаш мумкин.

$a = 180 - \gamma$; $\sin(\beta/2) = (d_2 - d_1)/(2a)$. Амалда $\gamma/2$ нинг қиймати 15° дан катта бўлганлиги учун синуснинг қийматини унинг аргументига тенг қилиб олиш мумкин:

$$\gamma = \frac{d_2 - d_1}{a} \text{ рад} \approx \frac{d_2 - d_1}{a} \cdot 57,$$

$$\text{Шундай қилиб, } \alpha_1 = 180 - \frac{d_2 - d_1}{a} \cdot 57^\circ \quad (11.2)$$

Тасманинг умумий узунлиги айрим бўлаклари узунликларининг йигиндиси сифатида аниқланади.

$$l = 2a + 0,5(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)}{4a} \quad (11.3)$$

Агар тасманинг узунлиги маълум бўлса (понасимон тасмаларда) зарур булган марказларaro масофани қуйидагича аниқлаш мумкин

$$a = \frac{\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 8(d_2 - d_1)^2}}{8} \text{ бу ерда: } \lambda = l - \pi d_{\text{yp}} \quad (11.4)$$

$$d_{\text{yp}} = (d_1 + d_2)/2$$

11.4—§. Тасма тармоқларидаги кучлар ва улар ўртасидаги боғланишлар

Бу масалани ҳал қилиш учун юкланишсиз $T = 0$ (11.4—рasm, a) ҳамда юкланишли $T > 0$ узатмаларни бир-бирига таққослаб кураимиз. Бунда F_0 — тасма тармоқларидаги таранглик кучи; F_1 , F_2 узатмага юкланиш берилгандаги, тасманинг етакловчи (пастки) ва

етақланувчи тармоғидаги таранглик кучи. Айланма куч $F_1 = \frac{2T}{d_1}$.

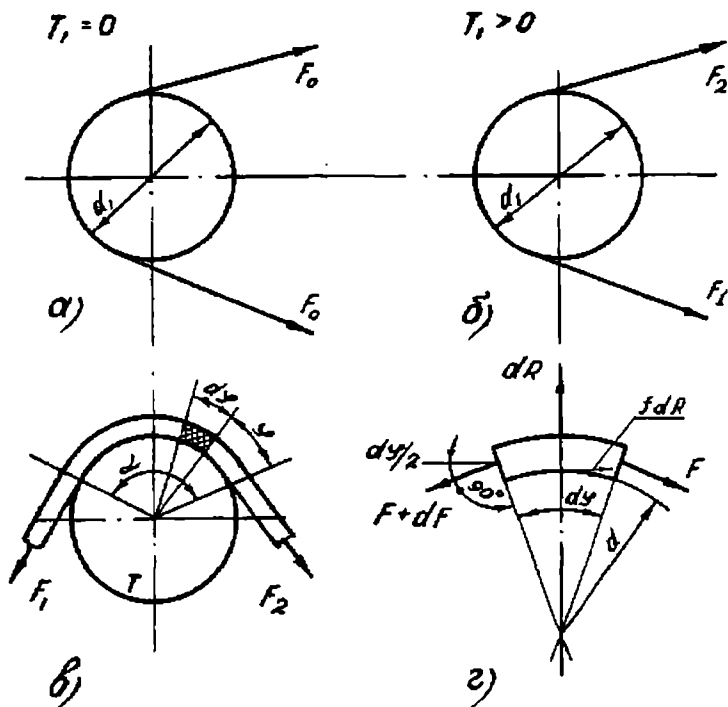
Етакловчи шкив учун мувозанат шарти

$T_1 = 0,5 d_1 (F_1 - F_2)$ ёки $F_1 - F_2 = F_1$ бунда F_1, F_2, F_0 ўртасидаги боғланишларни қуйидагича аниқлаш мумкин.

Тасмачинг узунлиги унинг юкланишига боғлиқ эмас, демак тасманинг етакловчи ва етакланувчи тармоқларида унинг узунлиги ўзгармас бўлиб қолади. Бунда етакловчи тармоқнинг чўзилиши етакланувчи тармоқнинг қисқариши билан мувозанатлашади, яъни:

$$F_1 = F_0 + \Delta F, F_2 = F_0 - \Delta F \text{ (a) ёки } F_1 + F_2 = 2F_0 \text{ (б)}$$

$$(a), (б) \text{ тенгликлардан } F_1 = F_0 + \frac{F_t}{2}; F_2 = F_0 - \frac{F_t}{2} \quad (11.5)$$



11.4 – расм.

бунда номаълум F_0, F_1, F_2 лардан иборат иккита тенглама оламиз. Бу формулалар тасманинг етакловчи ва етакланувчи тармоқларида таранглик таъсир этувчи F_t кучга боғлиқ ҳолда ўзгаришини кўрсатади. Тасманинг тортиш хусусияти, авваламбор тасма билан шкив орасидаги ишқаланиш коэффиценти ва қамров бурчагига боғлиқ. Таранглик кучларини бу омилларга боғлиқ равишда топиш маса—

ласини Эйлер ҳал қилган. Бунинг учун тасманинг элементар бўлаги олиниб унинг кучлар таъсиридаги мувозанати кўриб чиқилади (11.4-расм, ν , l , лар).

Мувозанат шартига кўра, шкив марказига нисбатан олинган моментлар йиғиндиси:

$$F \cdot \frac{d}{2} + f d R \frac{d}{2} - (F + d F) \frac{d}{2} = 0. \text{ ёки } f d R = d F - \text{элементар}$$

ишқаланиш кучи, (а).

Агар кучларни вертикал ўққа проекциялари йиғиндиси олинса, у қуйидагича бўлади:

$$d R - F \sin \frac{d\varphi}{2} - (F + d F) \sin \frac{d\varphi}{2} = 0$$

Бу тенгликдан иккинчи даражали кичик сонлар чиқариб, ташлан-

гач, $\sin \frac{d\varphi}{2} \approx \frac{d\varphi}{2}$ деб, қабул қилинса $d R = F d\varphi$ (б), бўлади. (а),

(б) лардан $d F / F = f d\varphi$ (в). Маълумки, F нинг қиймати F_1 дан F_2 гача, φ нинг қиймати эса 0 дан α_1 гача ўзгаради. Шунинг эътиборга олиб (в) ни интегралласак:

$$\int_{F_2}^{F_1} \frac{dF}{F} = \int_0^{\alpha_1} f d\varphi; \ln \frac{F_1}{F_2} = f\alpha; \frac{F_1}{F_2} = e^{f\alpha} \text{ ёки } F_1 = F_2 e^{f\alpha} \quad (11.6)$$

келиб чиқади. Бу ерда $e = 2,71$ — натурал логарифмнинг асоси. Тенгликларни биргаликда ечиб, қуйидаги боғланишларни топиш мумкин:

$$F_1 = F_2 \frac{e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1}; F_2 = F_1 \frac{1}{e^{f\alpha} - 1}; F_0 = \frac{F_1}{2} \left(\frac{e^{f\alpha} + 1}{e^{f\alpha} - 1} \right) \quad (11.7)$$

Шундай қилиб, тасма тармоқларидаги F_1 , F_2 , F_0 кучларни айланма куч F_t , қамров бурчаги α_1 ва ишқаланиш коэффициентини f билан боғлайдиган формула топилади. Шу формула ёрдамида тасмани нормал ишлаши учун зарур бўлган таранглик кучининг энг

кичик қийматини аниқлаш мумкин, $F_0 < \frac{F_t}{2} \left(\frac{e^{f\alpha} + 1}{e^{f\alpha} - 1} \right)$ (11.8)

бўлганда тасма тўла сирпанишни бошлайди. Формуладан маълумки f ва d нинг қийматларининг ортиши узатманинг ишлашига ижобий таъсир кўрсатади.

Понасимон тасмали ҳамда тарангловчи роликли узатмалар ана шу хулоса асосида яратилган. Чунки понасимон тасмани ишла-тилиши f ни, тарангловчи роликнинг ишлатилиши эса α ни катта-лаштиради. Тарангловчи роликсиз узатмада α нинг ўзгариши a ва u нинг қийматига боғлиқ, a нинг кичиклашуви u нинг камайишига олиб келади. Шунинг учун амалда бажариладиган ҳисоблашларда a , u , α нинг қийматлари маълум оралиқда бўлиши тавсия этилади.

Узатманинг илашишида тасма тармоқларида F_1 , F_2 , F_0 кучлардан ташқари марказдан қочма кучлар ҳосил бўлади (11.5—расм). Тасманинг айланма ҳаракатида унинг ҳар бир элементар dA юзасига элементар марказдан қочма dF_v куч таъсир этади. Бу эса тасмада қўшимча кучланиш ҳосил қилади. Бу кучнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

Элементар марказдан қочма куч

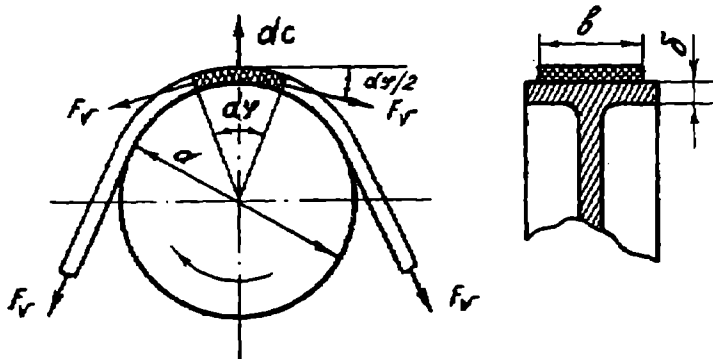
$$dC = \frac{(dm)V^2}{0,5d} = \frac{\rho(0,5dAd\varphi)V^2}{0,5d} = \rho dAV^2 d\varphi \quad (a)$$

бу ерда ρ — тасманинг зичлиги; $A = b\delta$ — тасманинг кўндаланг кесими.

Тасма элементлари мувозанатда бўлиши учун

$$dC = 2F_v \sin \frac{d\varphi}{2} \approx F_v d\varphi \quad (6)$$

(a), (6) — формулаларни бирга ечсак, $F_v = \rho A \cdot V_2^2$ (11.9) га эга бўламиз. F_v — марказдан қочма куч таранглик қийматларини сусайтиради, ишқаланиш кучи қийматини камайтириб, узатманинг ишига салбий таъсир кўрсатади.

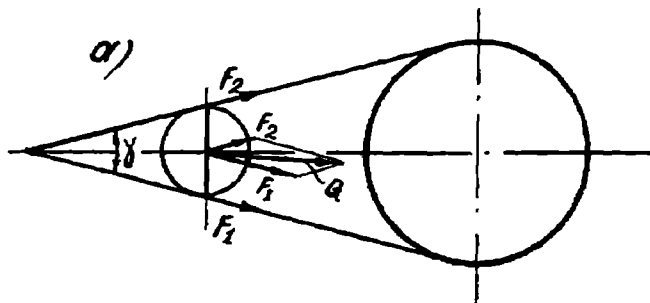


11.5 — расм.

Тажрибалар шуни кўрсатдики, узатманинг тезлиги 20 м/с дан ошганда F_v куч уз таъсирини кўрсатади.

Тасма тармоқларидаги F_1 ва F_2 кучларнинг тенг таъсир этувчиси узатманинг вал таянчларига тушаётган кучини ҳосил қилади (11.6–расм). Тенг таъсир этувчи куч қуйидагича аниқланади:

$$Q = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cos \gamma} \approx 2F_0 \cos \frac{\gamma}{2} \quad (11.10)$$

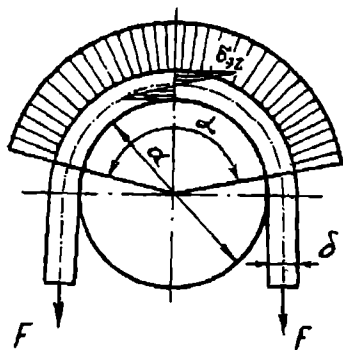


11.6 – расм.

11.5–§. Тасмадаги кучланишлар

Тасманинг тармоқларидаги энг катта кучланиш етакловчи тармоқда бўлади. Бу σ_1 , σ_v , σ_x кучланишлар йигиндисидан иборат бўлиб қуйидагича аниқланади.

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{A}; \quad \sigma_v = \frac{F_v}{A} = \rho V^2; \quad \sigma_1 = \frac{F_0}{A} + \frac{0,5F_t}{A} = \sigma_0 + 0,5\sigma_t$$



11.7 – расм.

Бунда: $\sigma_1 = F_1 / A$ фойдали кучланиш. σ_x — қиймати қуйидагича аниқланади. Гук қонунига асосан $\sigma_x = \epsilon E$ бу ерда: ϵ — тасма сиртқи толаларининг нисбий чузилиши; E — эластиклик модули. ϵ ни қийматини аниқлаш учун қамров бурчагининг $d\phi$ бурчак билан чегараланган бўлагини кураимиз (11.7–расм). Шу бўлакнинг нейтрал қавати бўйича узунлиги $(d/2) d\phi$, тасманинг сирти бўйича узунлиги $(d/2 + \delta/2) d\phi$. Демак, тасманинг сиртида жойлашган толанинг чузилишини қуйидагича аниқлаймиз.

$$\left(\frac{d}{2} + \frac{\delta}{2}\right) d\varphi - \left(\frac{d}{2}\right) d\varphi = \left(\frac{\delta}{2}\right) d\varphi$$

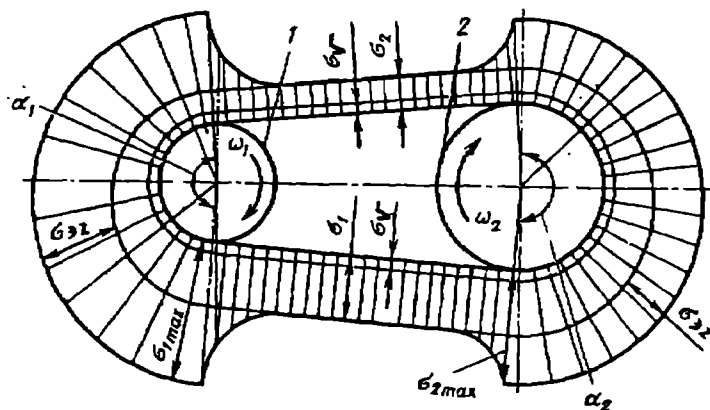
Нисбий чузилиши эса $\varepsilon = \left(\frac{\delta}{2}\right) d\varphi / \left(\frac{d}{2}\right) d\varphi = \frac{\delta}{d}$ бундан $\sigma_{\text{ср}} = E \delta / d_1$.

Демак, эгувчи кучланишга асосан δ/d_1 — нисбат қийматлари таъсир қилар экан.

Шундай қилиб, тасманинг етакловчи тармогидаги кучланишларнинг йиғиндиси қуйидагича бўлади.

$$\sigma_{\text{max}} = \sigma_1 + \sigma_v + \sigma_{\text{ср}} = \sigma_0 + 0,5 \sigma_1 + \sigma_v + \sigma_{\text{ср}} \quad (11.11)$$

Бу кучланишларнинг тасмани узунлиги бўйича тақсимланиш эпюраси 11.8—расмда курсатилган.



11.8 — расм.

Демак, тасмадаги энг катта кучланиш етакловчи тармоқда бўлиб, тасманинг етакловчи шкив билан илашган жойида булар экан.

Тармоқларда ҳосил бўлган кучланишлар, тасманинг тортиш қобилиятига ва унинг ишлаш муддатига турлича таъсир курсатади. Масалан, фойдали кучланиш қиймати бошланғич тарангликдан ҳосил бўлган кучланиш ортиши билан ортиб боради, яъни:

$$\sigma_F = 2\sigma_0 \frac{e^{f\alpha} - 1}{e^{f\alpha} + 1}. \text{ Лекин } \sigma_0 \text{ нинг қиймати ортиши билан, тасма-}$$

нинг ишлаш муддати камаяди. Шунинг учун σ_0 нинг қийматини қуйидагича танлаш тавсия этилади.

Понасимон тасмалар учун $\sigma_0 \leq 1,5 \text{ МПа}$

Ясси тасмалар учун $\sigma_0 \leq 1,8$ МПа

Марказдан қочма кучлар таъсирида ҳосил бўлган кучланишлар қийматини тасманинг тезлигига нисбатан қуйидагича танлаш мумкин.

$V = 10$ м/с бўлганда $\sigma_v = 0,1$ МПа

$V = 20$ м/с бўлганда $\sigma_v = 0,4$ МПа

$V = 40$ м/с бўлганда $\sigma_v = 1,6$ МПа

Демак, тасманинг тезлиги 20 м/с бўлганда ҳам, бу кучланишнинг таъсири кам. Бунда тасманинг зичлиги 1000 кг/м³ олинган.

Эгувчи кучланиш таъсирида тасма материали толиқиш натижа—сида ишдан чиқиши мумкин. Эгувчи кучланиш қийматини эластик—лик модули $E = 200$ МПа бўлган тасмалар учун d_1/δ нисбатга нисбатан қуйидагича олиш тавсия этилади: $d_1 = 200$ бўлганда $\sigma_x = 1$ МПа.

$d_1/\delta = 100$ бўлганда $\sigma_x = 2$ МПа

$d_1/\delta = 50$ бўлганда $\sigma_x = 4$ МПа

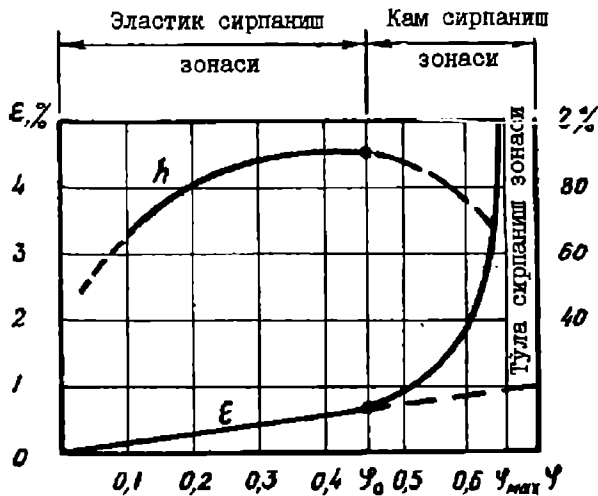
$d_1/\delta = 25$ бўлганда $\sigma_x = 8$ МПа

Маълумки, узатмаларни лойиҳалашда узатма улчамларининг иложи борича кичик бўлишига ҳаракат қилинади. Бунинг учун d_1/δ кичик бўлиши керак. d_1/δ нинг кичрайтирилиши σ_x нинг ортишига, бу эса, ўз навбатида, тасма чидамлилигини камайишига олиб келади. Шунинг учун амалда σ_x нинг қиймати d_1/δ нинг энг кичик жоиз қиймати билан чегараланади. Тасманинг ишлаш муддати фақат σ_x нинг қийматигагина боғлиқ бўлмай, унинг таъсир этиш характерига ва циклнинг қанчалик тез такрорланиб туришига (частотасига) ҳам боғлиқдир. Циклнинг такрорланиш тезлиги тасманинг шкивни вақт бирлигида айланиб ўтиш сони билан ўлчанади. Тасманинг бир секундда шкивни неча марта айланиб ўтишини қуйидагича аниқлаш мумкин: $i = V/l \cdot t^{-1}$, бунда: V — айлана тезлиги, м/с; l — тасманинг узунлиги, м; i нинг қиймати қанча катта бўлса, тасманинг чидамлилиги шунча кичик бўлади. Шунинг учун i нинг қийматини маълум катталиқда олиш тавсия этилади. Масалан, ясси тасмалар учун $i \leq 3...5$; понасимон тасмалар учун $i \leq 10...20$.

Шу юқорида кўрсатилган тавсияларга амал қилинганда, тасманинг ишлаш муддати 2000...3000 соатдан кам бўлмайди.

11.6—§. Сирпаниш ва фойдали иш коэффициентининг эгри чизиқлари

Тасмали узатмаларнинг юкланиш даражаси фойдали иш коэффициенти ва сирпаниш эгри чизиқлари асосида баҳоланади (11—9—расм).



11.9 – расм.

Графикда оордината ўқига сирпаниш коэффициенти ва фойдали иш коэффициенти: η , абсциссалар ўқига эса узатманинг тортиш коэффициенти φ орқали ифодаланган юкланиш қўйилади.

$$\text{Тортиш коэффициенти } \varphi = \frac{F_t}{F_1 + F_2} = \frac{F_t}{2F_0} = \frac{\sigma_F}{2\sigma_0}$$

тасмаларнинг юкланиш даражасини билдиради. Юкланиш натижа—сида ҳосил бўлган кучланишнинг қиймати қуйидагича аниқланади.

$$\sigma_R = 2\sigma_0\varphi \quad (11.12)$$

Сирпаниш миқдори сирпаниш коэффициенти билан ифода—

ланади $\epsilon = \frac{V_1 - V_2}{V_1}$ бунда V_1 , V_2 — етакловчи ва етакланувчи

шкивларнинг айланма тезликлари, м/с.

Сирпаниш эгри чизиқлари тажриба йўли билан олинади, бунда таранглик кучи $F_0 = \text{const}$ бўлиб, F_t нинг қийматини ошириб ϵ ни қиймати улчанади. Бу қиймат φ нинг маълум қийматигача ортиб боради, яъни ўзаро тўғри пропорционал бўлади. Юкланиш қийма—тини янада оширсак сирпаниш ҳам аста—секин ортиб боради, $\varphi_{\max}$ қийматда эса тўлиқ сирпаниш ҳодисаси рўй беради.

Узатманинг ФИК қиймати юкланишнинг ортиши билан аста—секин ортиб боради, унинг энг катта қиймати тортиш коэффи—циентининг φ_k (критик) қийматига тўғри келади (11.9—расм).

Тажрибалар шуни кўрсатадики, тортиш коэффициентининг критик қийматлари резиналанган тасмалар учун $\phi_k \approx 0,6$; ип газла-
мали тасмалар учун $\phi_k \approx 0,5$; синтетика тасмалар учун $\phi_k \approx 0,45 \div 0,5$.

11.7—§. Ясси тасмали узатмалар учун жоиз кучланишлар

Узатма тасмаларнинг юкланиш даражаси тасмадаги кучланиш $\sigma_F = F_t / b$ бўйича аниқланади. Бу кучланишнинг жоиз қиймати фойдали бошлангич кучланиш $[\sigma_F]_0$ га нисбатан қуйидагича аниқланади:

$$[\sigma_F] = [\sigma_F]_0 \cdot C_o \cdot C_p \cdot C_a \cdot C_v \text{ МПа} \quad (11.13)$$

бунда: 11.2—жадвалда ҳар хил материаллардан тайёрланган тасмалар учун $[\sigma_F]_0$ фойдали бошлангич кучланишнинг қийматлари бош-
лангич кучланиш $\sigma_o = 1,8 \text{ МПа}$ бўлганда берилган.

11.2—жа д в а л

Тасманинг тури	d/d									
	20	25	30	35	40	45	50	60	75	100
Резиналанган	—	2,1	2,17	2,21	2,25	2,28	2,3	2,33	2,37	2,4
Чармли	1,4	1,7	1,9	2,04	2,15	2,23	2,3	2,4	2,5	2,6
Ип газлама	1,35	1,5	1,6	1,67	1,72	1,77	1,8	1,85	1,9	1,95
Жузли	1,05	1,2	1,3	1,37	1,47	1,47	1,6	1,6	1,6	1,65

Э с л а т м а : 1 $\sigma_o = 2,0 \text{ МПа}$ қилиб олинса, берилган қиймат 10% оширилади, $\sigma_o = 1,6 \text{ МПа}$ бўлганда 10% камайтирилади.
2. Агар шкив пластмассадан тайёрланса бу қиймат 20 % орттириб олинади.
3. Нам ва чанг шароитда ишлайдиган узатмалар учун бу қиймат 10...30% камай-тириб олинади.

C_o — узатманинг горизонтал текисликка нисбатан жойлашиши ҳамда тасмани таранглаш усулини ҳисобга олувчи коэффициент. Тасмани таранглаш автоматик равишда бажарилса $C_o = 1,0$; узатма вақти-вақти билан тарангланиб горизонтал текисликка нисбатан жойлашув бурчаги $0...60^\circ$, $C_o = 1,0$; $60...80$ бўлса, $C_o = 0,9$ бўлади; жойлашув бурчаги $80 - 90^\circ$ бўлганда $C_o = 0,8$ бўлади.

C_p — иш режимини ҳисобга олувчи коэффициент, бунда: иш бир сменали бўлса $C_p = 1,0$; икки сменали бўлса $C_p = 0,87$; уч сменали бўлганда $C_p = 0,72$. C_a — қамров бурчаги қийматининг (уз-
узидан тарангланадиган узатмалар бундан мустасно) таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент $C_a = 1 - S_a (180 - \alpha_1)$

Ясси тасмалар учун $S_a = 0,003$.

C_v — узатма тасмаларининг тезлигини (марказдан қочма куч таъсирида) ҳисобга олувчи коэффициент.

$C_v = 1 - S_v (0,01 V_2 - 1)$. C_v — тезлик коэффициентининг қиймати 11.3-жадвалда берилган.

Уртача тезлик билан ҳаракатланувчи узатмалар учун

11.3-жа д в а л

Тасма турлари	Тасманинг тезлиги, м/с						
	1	5	10	15	20	25	30
Синтетик ясси тасмалар	1,03	1,01	1,0	0,99	0,97	0,95	0,92
Бошқа хил материаллардан тайёрланган ясси тасмалар	1,04	1,03	1,0	0,95	0,89	0,79	0,68
Понасимон тасмалар	1,05	1,04	1,0	0,94	0,85	0,74	0,60

$S_v = 0,04$; юқори тезлик билан ҳаракатланувчи ясси тасмали узатмаларда тасма резиналанган бўлса $S_v = 0,03$; ип толали бўлса $S_v = 0,02$; синтетик бўлганда $S_v = 0,01$; понасимон тасмалар учун $S_v = 0,05$.

Қалинлиги 0,4 — 1,2 мм бўлган синтетик тасмалар учун $[\sigma_F]_0$ нинг қийматлари σ_0 га мувофиқ 11.4-жадвалда берилган.

11.4-жа д в а л

Узатманинг ишлаш шaroити	σ_0 , МПа	$[\sigma_F]_0$, МПа
$d_1 / d \leq 80$ — узатма вақти-вақти билан тарангланиб туради	4 5	6
$d_1 / d > 80$ — узатманинг таранглаш автоматик равишда бажарилади	7,5	8,5
$d_1 / d > 80$ — узгарувчан тарангловчи кучлар автоматик равишда тарангланиб туради	10	10,5

Натижада айланма кучнинг ҳисобий қиймати жоиз кучланишни ҳисобга олган ҳолда қуйидагича аниқланади: $F_1 = A \cdot [\sigma_F] \cdot H$.

Узатмани лойиҳалашда айланма куч $F_1 = 2 T_1 / d_1$ ни ҳисобга олган ҳолда тасманинг кўндаланг кесим юзаси қуйидагича аниқланади:

$$A = F_1 / [\sigma_F] \text{ мм}^2 \quad (11.14)$$

11.8—§. Ясси тасмали узатмаларни ҳисоблаш тартиби

1. Тасма учун материал танланади.
2. Етакловчи шкивнинг диаметри аниқланади

$$d_1 = (1100 \div 1300) \sqrt[3]{P_1 / n_1} \text{ мм}; d_1 = 52 \dots 64 \sqrt[3]{T_1} \text{ мм}$$

бунда: P_1 — етакловчи валдаги узатилаётган қувват, кВт; n_1 — етакловчи валнинг айланиш частотаси, мин⁻¹.

Аниқланган қиймат ГОСТ 17383–73 асосида яхлитланади.

3. Етакланувчи шкивнинг диаметри ҳисобланади.

$$d_2 = d_1 \cdot (1 - \varepsilon) \cdot u; \varepsilon = 0,01 - 0,03 \text{ — сирпаниш коэффиценти.}$$

Аниқланган қиймат ГОСТ 17383–73 асосида яхлитланиб узатиш сонининг ҳисобий қиймати аниқланади.

$$u^1 = \frac{d_2}{d_1}$$

Узатиш сонининг ҳисобий қийматидан фойдаланиб етакланувчи шкивнинг ҳисобий қиймати аниқланади, бу қиймат талаб қилинган миқдордагидан 5% гача фарқ қилиши мумкин.

Узатманинг айланма тезлиги

$$V = \pi d_1 n_1 / 60 \text{ м/с}$$

5. Ўқлараро масофа ($d_1 + d_2$) $\leq a \leq 2,0 (d_1 + d_2)$

6. Етакловчи шкивнинг қамров бурчаги

$$\alpha_1 = \frac{d_2 - d_1}{a} \cdot 60^\circ \geq [\alpha_1] = 150^\circ$$

7. Тасманинг узунлиги $l = 2a + \frac{\pi}{2} (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}$

8. Ўқлараро масофанинг ҳисобий қиймати

$$a = \frac{\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 8(d_2 - d_1)^2}}{8}$$

9. Тасманинг 1 секунддаги айланиш сони

$$i = \frac{V}{l} > [i] \leq 5. \text{ Шу шарт бажарилмаса ўқлараро масофа қийма-}$$

тини катталаштириб, ҳисоблаш қайтарилади.

10. $d_1/8$ учун тавсия этилган қийматдан фойдаланиб, тасманинг қалинлиги аниқланади ва стандартдан қалинлиги топилган қийматга яқин келадиган тасма танлаб олинади.

11. Жоиз кучланишнинг қиймати аниқланади.

$$[\sigma_F] = [\sigma_F]_0 \cdot C_0 \cdot C_a \cdot C_p \cdot C_v \text{ МПа}$$

12. Тасманинг кесим юзаси ҳисобланади.

$$A = b \cdot \delta = \frac{F_1}{[\sigma_F]} \text{ мм}^2. F_1 = \frac{2T_1}{d_1} \text{ айланма куч.}$$

13. Валга таъсир қилувчи куч аниқланади.

$$Q \approx 2,5 F_1 \cdot H.$$

Масала. Узатиш сони $u = 2,8$, етакловчи валнинг айланиш сони $n_1 = 720 \text{ мин}^{-1}$, буровчи моменти $T_1 = 15 \text{ Нм}$ бўлган ясси тасмали узатма ҳисоблансин. Узатма бир сменада ишлайди. Горизонтга нисбатан $\alpha = 45^\circ$ бурчак остида жойлашган.

Масаланинг ечими. 1. Етакловчи шкивнинг диаметрини аниқлаймиз:

$$d_1 = (52 \dots 64) \sqrt[3]{15} = 128 \dots 157 \text{ мм}$$

Аниқланган қийматни ГОСТ бўйича яхлитлаб $d_1 = 140 \text{ мм}$ деб қабул қиламиз.

2. Етакланувчи шкив диаметри:

$$d_2 = d_1 \cdot u = 140 \cdot 2,8 = 392 \text{ мм}$$

ГОСТ бўйича яхлитлаб $d_2 = 400 \text{ мм}$ деб қабул қиламиз.

3. Узатиш сонининг ҳисобий қиймати:

$$u_x = \frac{d_2}{d_1} = \frac{400}{140} = 2,85$$

$$\Delta u = \frac{|u_x - u|}{u} \cdot 100\% = \frac{|2,85 - 2,8|}{2,8} \cdot 100\% = 1,7\% < [4\%]$$

шарт бажарилди.

4. Узатманинг геометрик ўлчамлари:

а) ўқлараро масофа:

$$a = 2(d_1 + d_2) = 2(140 + 400) = 1080 \text{ мм}$$

б) тасманинг узунлиги

$$l = 2a + 0,5 \pi (d_1 + d_2) + (d_2 - d_1)^2 / 4a = 2 \cdot 1080 + 0,5 \cdot 3,14 (140 + 400) + (400 - 140)^2 / 4 \cdot 1080 = 3022 \text{ мм}$$

в) ўқлараро масофанинг ҳисобий қиймати:

$$a = \frac{2l - \pi(d_2 + d_1) + \sqrt{[2l - \pi(d_2 + d_1)]^2 + 8(d_2 - d_1)^2}}{8}$$

$$= \frac{2 \cdot 3022 - 3,14(400 + 140) + \sqrt{[2 \cdot 3022 - 3,14(400 + 140)]^2 + 8(400 - 140)^2}}{8} = 1100 \text{ мм}$$

г) етакловчи шкивнинг қамров бурчаги:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{d_2 - d_1}{a} = 180^\circ - 57^\circ \frac{400 - 140}{1100} = 167^\circ > [\alpha] = 150^\circ \text{ шарт}$$

бажарилди.

д) узатманинг тезлиги:

$$V = \frac{\pi d_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,14 \cdot 720}{60} = 5,23 \text{ м/с}$$

е) тасманинг 1 секунддаги айланиш сони:

$$i = \frac{V}{l} = \frac{5,23}{3,022} = 1,73 < [i] = 5,0$$

шарт бажарилди.

5. Тасманинг қалинлигини аниқлаймиз.

Тасма резиналанган, етакловчи шкив ҳамда тасманинг қалинлик

нисбатини $d_1/\delta = 35$ деб қабул қиламиз. Демак, $\delta = \frac{d_1}{35} = \frac{140}{35} = 4 \text{ мм}$

6. Тасма учун жоиз кучланиш:

$$[\sigma_F] = [\sigma_F]_0 \cdot C_a \cdot C_v \cdot C_p \cdot C_\phi \text{ МПа}$$

бу ерда: $[\sigma_F]_0$ — бошланғич фойдали кучланиш, унинг қиймати резиналанган тасмалар учун $d_1/\delta = 35$ бўлганда $\sigma_x = 2,21 \text{ МПа}$.

Иш режими бир сменали бўлганлиги учун $C_p = 1,0$. Узатманинг горизонтал текисликка нисбатан жойлашуви $\alpha = 45^\circ$ бўлганлиги учун $C_\phi = 1,0$. Демак,

$$[\sigma_F] = 2,21 \cdot 0,96 \cdot 1,02 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,16 \text{ МПа}$$

7. Тасманинг улчамлари

а) тасманинг юзаси $A = F/[\sigma_F] \text{ мм}^2$

бу ерда: $F_1 = 2 T_1/d_1 = 2 \cdot 15 \cdot 10^3/140 = 214 \text{ Н}$ Натижада:

$$A = 214/2,16 = 99 \text{ мм}^2$$

б) тасманинг эни $b = \frac{A}{\delta} = 99/4 = 24,75$ яхлитлаб $b = 25 \text{ мм}$ деб

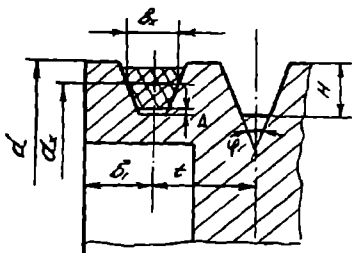
қабул қиламиз.

8. Валга таъсир қилувчи куч:

$$Q \approx 2,5 F_1 = 2,5 \cdot 214 = 535 \text{ Н}$$

11.9-§. Понасимон тасмалар

Бу хил узатмаларда кундаланг кесими понасимон шаклдаги тасмалар ўзига мос шакли шкив ариқчаларига урнашган бўлади. Бунда шкив ариқчаларининг чуқурлиги тасма кундаланг кесими-нинг баландлигидан каттароқ бўлиши керак, чунки тасма шкив ариқчаларига жойлашганда унинг пастки сирти билан шкив орасида очиқ жой Δ қолиши лозим (11.10-расм). Тасманинг ён ёқлари шкивдаги ариқчанинг ён ёқларига бутун юзаси билан ёпишган бўлади. Бунда тасманинг сиртқи томони шкивнинг ташқи диаметридан чиқиб турмаслиги керак, агар бу шарт бажарилмаса, шкив ариқчаларининг қирралари тасмани тезда ишга яроқсиз ҳолатга келтириб қуйиши мумкин.



11.10 - расм.

Понасимон тасмали узатмаларда, ишқаланиш қийматини ошириш ҳисобига тасманинг тортиш қобилияти оширилган. Масалан, тасманинг d_l узунликдаги элементига dR куч таъсир этмоқда (11.11-расм). Бунда айланма куч таъсир қилаётган томондаги элементларнинг ишқаланиш кучи қуйидагига тенг:

$$dF = dF_n l = dR f / \sin(\varphi/2)$$

Ясси тасмали узатмалар учун худди шундай шароитларда:

$$dF \approx dR f \text{ бўлади.}$$

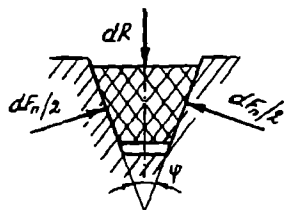
Юқоридаги формуладан маълумки понасимон тасмали узатмаларда φ бурчак қийматини камайтириб ишқаланишни ошириш мумкин экан, бунда $f / \sin(\varphi/2) = f^*$

Бу ишқаланиш коэффициентининг «келтирилган» қиймати деб аталади. Стандарт ўлчамдаги понасимон тасмалар учун $\varphi = 40^\circ$

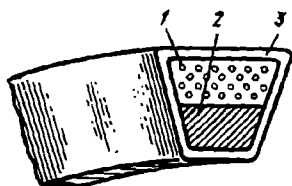
$$f^* = f / \sin 20^\circ \approx 3 f$$

Демак, понасимон тасманинг ишлатилиши боғланишни 3 марта оширар экан. Бу эса понасимон тасмаларнинг, ясси тасмаларга нисбатан афзалликларини курсатади.

Тасма корд 1, эластиклик хусусиятини оширадиган резина 2 ҳамда тасмани ейилишдан сақлайдиган, мустаҳкамлигини оширадиган қобиг 3 дан иборат (11.12-расм).



11.11 - расм.



11.12 – расм.

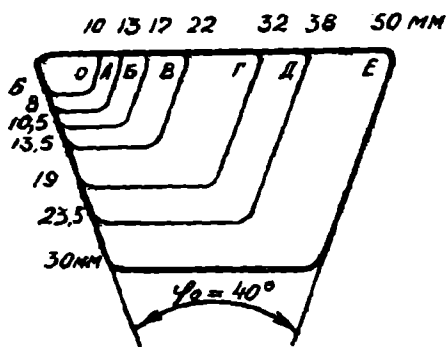
Понасимон тасмаларнинг ўлчами
ГОСТ 12841–80 асосида стандартлаш-
тирилган бўлиб, унинг О, А, Б, В, Г, Д, Е
турлари ишлаб чиқарилади (11.5–жадвал).
Бунда О турининг кесими энг кичик
бўлиб, Е турининг кесими энг

11.5–жа д в а л

Понасимон тасмаларнинг тури ва ўлчамлари
(ГОСТ 12841–80, ГОСТ 12843–80).

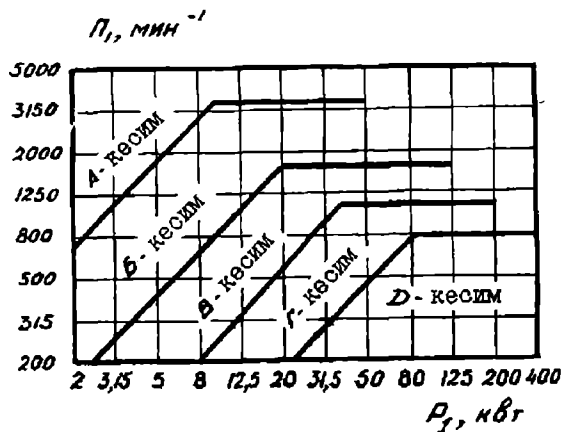
Тасм- анинг тури	b_x , мм	b_0 , мм	h , мм	Y_0 , мм	A , мм ²	Тасманинг узунлиги, мм	d_1 , min мм	T_1 , Нм
О	8,5	10	6	2,1	47	40–2500	63	25
А	11	13	8	2,2	81	500–5000	80	11...70
Б	14	17	10,5	4,0	138	800–1300	125	40...190
В	19	22	13,5	4,8	230	1800–10600	200	110...550
Г	27	32	19	6,9	476	3150–15000	315	450...2000
Д	32	38	23,5	8,3	692	4500–18000	500	1100...4500
Е	42	50	30	11	1170	5300–18000	800	2200

Тасманинг стандарт узунлиги $l = 400, 430, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000, 2240, 2500, 2800, 3150, 3550, 4000, 4500, 5000, 5600, 6300, 7100, 8000, 9000, 10000, 11200, 12500, 14000, 16000, 18000$



11.13 – расм.

катта бўлади (11.13–расм).
Понасимон тасмалар узатаётган
қувват валнинг айланиш сонига
кура 11.14–расмдан танланади.



11.14 – расм.

11.10–§. Понасимон тасмали узатмаларни ҳисоблаш

Понасимон тасма турлари чегараланган бўлганлиги учун, ҳар бир тур учун жоиз кучланиш қийматлари аниқланган.

ГОСТ 1284.3–80 асосида узатилаётган қувватга нисбатан, тасма турини ҳамда сонини аниқлаш мумкин.

1. Етакловчи шкивнинг айланиш сони ҳамда узатилаётган қувватга нисбатан 11.14–расмдаги графикдан тасманинг тури танланади.

2. 11.15–расмлардаги графиклардан ҳар бир тасма ёрдамида узатиш мумкин бўлган қувват P_0 аниқланади, бунда $\alpha_1 = 180^\circ$, $u = 1,0$. d_1 — қиймати танлашда қуйидагига эътибор бериш керак. d_1 нинг қиймати қанчалик кичик бўлса, узатманинг ташқи улчами шунчалик кичик бўлади, лекин тасмалар сони ошади. d_1 нинг стандарт қийматлари 11.5–жадвалда берилган.

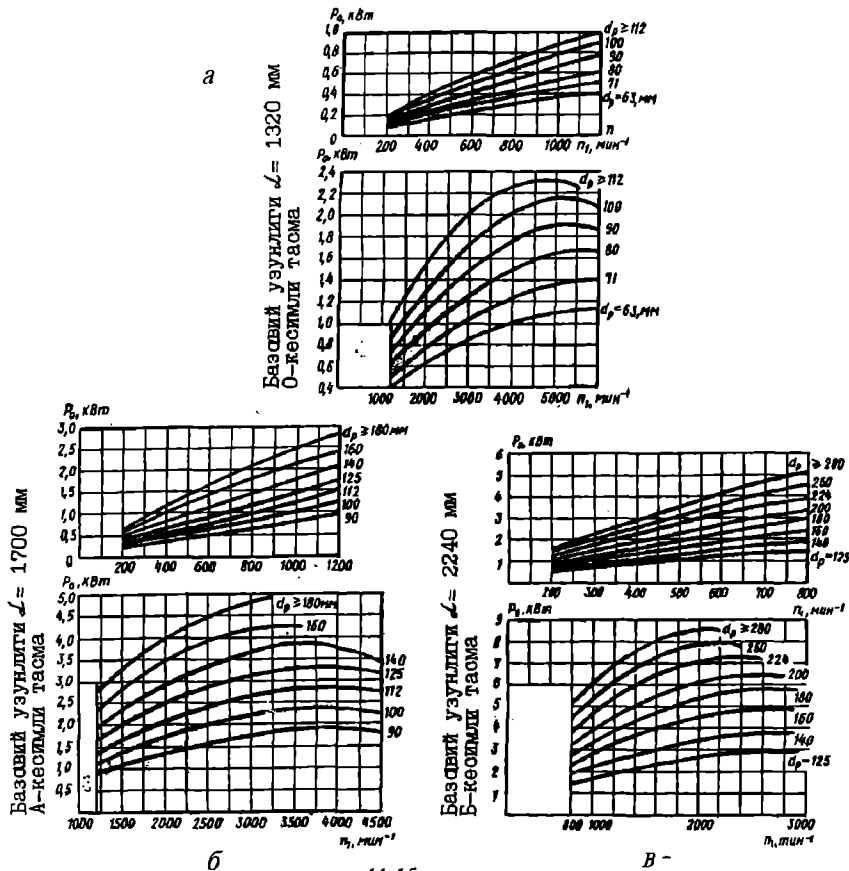
3. Битта тасма ёрдамида узатиш мумкин бўлган қувватнинг ҳисобий қиймати аниқланади:

$$P_x = P_0 \cdot C_a \cdot C_1 \cdot C_u \cdot C_p \text{ кВт} \quad (11.15)$$

бу ерда: C_a — етакловчи шкивнинг қамров бурчагининг таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент, α бурчак қиймати 11.6–жадвалдан олинади.

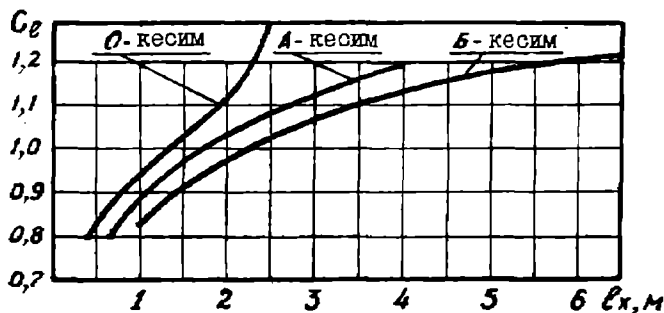
11.6–жа д в а л

α , град	180°	170°	160°	150°	140°	130°	120°	110°	100°
C_a	1,0	0,98	0,95	0,92	0,89	0,86	0,82	0,78	0,73



11.15 – расм.

C_L — тасманинг ҳисобий узунлиги таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент, унинг қийматини 11.16–расмдаги графикдан тасма



11.16 – расм.

узузлигига мувофиқ танлаш мумкин, ёки $C_1 = \sqrt[5]{L/L_0}$ формула ёрдамида аниқланади.

C_u — етакланувчи шкивда эгилишдаги кучланиш қийматини узатиш сониға нисбатан камайишини ҳисобға олувчи коэффициент:

$u = 1,0$	1,1	1,2	1,4	1,8	2,5
$C_u = 1,0$	1,04	1,07	1,1	1,12	1,14

Узатиш сони u га нисбатан уқлараро масофанинг тахминий қийматлари:

$u = 1,0$	2	3	4	5	6
$a = 1,5 d_2$	$1,2 d_2$	d_2	$0,95 d_2$	$0,9 d_2$	$0,85 d_2$

C_p — коэффициент қиймати 11.7—§да берилган.

4. Ҳисоблаш натижасида қуйидаги шартлар бажарилиши керак:

$$\alpha_1 \geq 120^\circ (90^\circ); 2(d_1 + d_2) \geq a \geq 0,55(d_1 + d_2) + h \quad (11.16)$$

бу ерда: h — тасма кундаланг кесимининг баландлиги.

5. Узатмадаги тасмалар сони:

$$z = P / (P_x \cdot C_z) \quad (11.17)$$

бу ерда: C_z — узатмадаги тасмалар сони коэффициенти:

$z = 1$	2...3	4...6	> 6
$C_z = 1,0$	0,95	0,9	0,85

Узатмада тасмалар сони кўпайган сари, у нотекис ишлай бошлайди, натижада қўшимча сирпанишлар, тасмаларнинг ейилиш ҳодисаси рўй беради. Шунинг учун узатмада тасмалар сони $z \leq 6$ (8) бўлиши керак.

6. Валга таъсир қилувчи кучнинг қиймати

$$Q = 2 F_o \cos(\beta/2) \quad (11.18)$$

бу ерда: F_o — битта тасмани тортиш учун керакли бўлган таранглик кучи.

$$F_o = 0,85 P C_p C_1 / (z V C_a \cdot C_u) + F_v$$

Автоматик равишда тарангланадиган узатмалар учун $F_v = 0$. Вақти—вақти билан тарангланиб турадиган узатмалар учун F_v қиймат юқорида келтирилган формула ёрдамида аниқланади.

11.11—§. Энсиз понасимон тасмалар

Бу турдаги тасмаларни тезлиги $V = 50$ м/с бўлган узатмаларда ишлатиш тавсия этилади, асосан 4 хил УО, УА, УБ, УВ кесимли қилиб тайёрланади, унинг улчамлари 11.7—жадвалда берилган. Тасма

кесимини узатилаётган қувват ҳамда етакловчи шкивнинг диаметрига кура 11.7–жадвалдан танлаш мумкин. Тасмада b_1/h нисбат нормал понасимон тасмаларга нисбатан кичик бўлганлиги учун юкланиш тасманинг кордига бир текис тақсимланади.

Кесимлари бир хил бўлган энсиз ва нормал понасимон тасмаларнинг юкланиш даражаси солиштирилганда энсиз тасмаларнинг юкланиш даражаси нормал понасимон тасмаларга нисбатан икки марта катта бўлади. Бу эса узатмада ишлатиладиган тасмалар сонини камайитириш шкивнинг энини кичрайтириш имконини беради.

Масала. Узатиш сони $u = 2,0$, етакловчи валдаги қувват $P_1 = 5,0$ кВт, айланиш сони $n_1 = 960$ мин⁻¹ бўлган понасимон тасмали узатма ҳисоблансин. Иш режими икки сменали. Таранглаш автоматик равишда бажарилади.

Масаланинг ечими. 1. Узатилаётган қувват P_1 ҳамда айланиш сони n_1 га нисбатан тасманинг туруни танлаймиз.

11.7–жа д в а л

Тасманинг узунлиги L_0 , мм	d_1 , мм	Тезлиги V м/с бўлган узатмаларда битта тасма ёрдамида узатиш мумкин бўлган қувват кВт ҳисобида						
		3	5	10	15	20	25	30
УО $L_0 = 1600$	63	0,68	0,95	1,5	1,8	1,85	—	—
	70	0,78	1,18	1,95	2,46	2,73	2,65	—
	80	0,90	1,38	2,34	3,06	3,5	3,66	—
	90	0,92	1,55	2,65	3,57	4,2	4,5	4,55
	100	1,07	1,66	2,92	3,95	4,72	5,2	5,35
	112	1,15	1,8	3,2	4,35	5,25	5,86	6,15
	125	1,22	1,9	3,4	4,7	5,7	6,42	6,85
УА $L_0 = 2500$	90	1,08	1,56	2,57	—	—	—	—
	100	1,26	1,89	3,15	4,04	4,46	—	—
	112	1,41	2,17	3,72	4,88	5,61	5,84	—
	125	1,53	2,41	4,23	4,67	6,6	7,12	7,1
УБ $L_0 = 3350$	140	1,96	2,95	5	6,37	—	—	—
	160	2,24	3,45	5,98	7,88	9,1	9,49	—
	180	2,46	3,8	6,7	9,05	10,6	11,4	—
УВ	224	3,55	5,45	9,4	12,3	14,1	—	—
	250	3,93	6,05	10,6	14,2	16,6	17,6	17,6

$P_1 = 5,0$ кВт, $n_1 = 960$ мин⁻¹ бўлганда 11.14–расмдаги графикдан Б кесимли тасмани танлаймиз. Тасманинг улчамлари $h = 10,5$ мм, $b_0 = 17$ мм, $b_x = 14$ мм, $d_1 = 125$ мм, $A = 138$ мм², $q = 0,16$ кг/м.

2. Етакланувчи шкивнинг диаметрини аниқлаймиз.

$$d_2 = d_1 \cdot u = 125 \cdot 2 = 250 \text{ мм}$$

Стандарт бўйича яхлитлаб $d_2 = 250$ мм қабул қиламиз.

3. Узатманинг геометрик ўлчамлари:

а) ўқлараро масофа

$$2(d_1 + d_2) \geq a \geq 0,55(d_1 + d_2) + h$$

$$2(125 + 250) \geq a \geq 0,55(125 + 250) + 10,5; 750 > a > 216$$

$a = 500$ мм қабул қиламиз.

б) тасманинг узунлиги

$$l = 2a + 0,5\pi(d_1 + d_2) + (d_2 - d_1)^2 / 4a =$$

$$= 2 \cdot 500 + 0,5 \cdot 3,14(125 + 250) + (250 - 125)^2 / 4 \cdot 500 = 1586 \text{ мм}$$

11.5-жадвалдан $l = 1600$ мм деб оламиз.

в) ўқлараро масофанинг ҳисобий қиймати

$$a = \frac{2l - \pi(d_2 + d_1) + \sqrt{[2l - \pi(d_2 + d_1)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2}}{8} =$$

$$= \frac{2 \cdot 1600 - 3,14(250 + 125) + \sqrt{[2 \cdot 1600 - 3,14(250 + 125)]^2 - 8(250 - 125)^2}}{8} =$$

$$= 502 \text{ мм}$$

шарт бажарилди.

г) етакловчи шкивнинг қамров бурчаги

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{d_2 - d_1}{a} = 180^\circ - 57^\circ \frac{250 - 125}{502} = 166^\circ > [\alpha_1] = 120^\circ$$

шарт бажарилди.

4. Битта тасма ёрдамида узата олиш мумкин бўлган қувватнинг ҳисобий қиймати

$$P_x = P_o \cdot C_a \cdot C_1 \cdot C_v \cdot C_p \text{ кВт}$$

бу ерда: $P_o = 1,8$ кВт, $\alpha_1 = 166^\circ$ бўлганда $C_a = 0,95$, $C_1 = 0,87$ (11.16-расм); $C_v = 1,13$, $C_p = 0,87$ Бундан: $P_x = 1,8 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 1,13 \cdot 0,87 = 1,46$ кВт.

5. Узатмадаги тасмалар сони

$z = P / (P_x \cdot C_z) = 5 / (1,46 \cdot 0,90) \approx 3,8$ яхлитлаб $z = 4,0$ деб қабул қиламиз. Демак, шарт бажарилди.

6. Валга таъсир қилувчи куч

$$Q = 2F_o \cos(\beta/2)$$

бу ерда: $F_o = 0,85 P C_p C_1 / (z \cdot C_a \cdot C_v) + F_v$

$$P = 5,0 \text{ кВт}, C_p = 0,87, z = 4, C_a = 0,95$$

$$C_v = 1,13, F_v = 0. V = \frac{\pi d_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,125 \cdot 960}{60} = 6,26 \text{ с}^{-1}$$

$$\text{Бундан } F_o = 0,85 \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot 0,87 \cdot 0,87 / (4 \cdot 6,26 \cdot 0,95 \cdot 1,13) = 120 \text{ Н}$$

$$\beta/2 = (180 - 166) / 2 = 7^\circ$$

$$Q = 2 \cdot 120 \cdot \cos 7^\circ = 235 \text{ Н}$$

Ярим понасимон тасмалар (11.1—расм). Бу чексиз қилиб тайёрланган ясси тасмалар бўлиб, ички томони узунлиги бўйича қовургалардан тузилган. Бу қовургалар шкив айланаси бўйича кесилган ариқчаларга ўрнатилади. Тасманинг ясси қисмига мустаҳкамлиги юқори бўлган вискоза ёки лавсан материаллардан тайёрланган корд қўйилади. Кундаланг кесимининг эластиклигини ошириш учун эса бир неча қават мато жойлаштирилган.

Ярим понасимон тасмалар кундаланг кесими асосан уч хил, яъни: *K*, *L*, *M* бўлиб, улчамлари етакловчи шкивнинг диаметри d_1 ҳамда узатилаётган қувватга мувофиқ 11.8—жадвалдан танланади.

Бу хил тасмаларнинг қалинлиги понасимон тасмаларга нисбатан кам, яъни 1,5 марта кичик, лекин юкланиш даражаси бир хил бўлади.

11.8—жа д в а л

Шартли белги	Тасма кундаланг кесимининг улчамлари				Етакловчи шкивнинг энг кичик диаметри, d_1 мм	Тасманинг ҳисобий узунлиги L_x мм	Қовургалар сони	
	P_t	H	h	t			Тавсия этилган	Рухсат этилган
<i>k</i>	2,4	4,0	2,35	1,0	40	400...2000	2...36	36
<i>L</i>	4,8	9,5	4,85	2,4	80	1250...4000	4...20	50
<i>M</i>	9,5	16,7	10,35	3,5	180	2000...4000	2...20	50

11.12—§ Тишли тасмали узатмалар

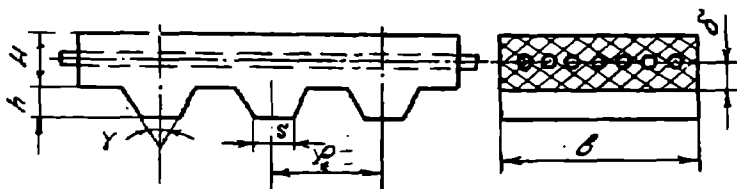
Тишли тасмали узатмалар ОСТ 38.35114—76 асосида устки қисми текис қилиб тайёрланади.

Узатманинг афзалликлари: ташқи улчамлари нисбатан кичик; ФИК — 0,92 — 0,98; узатиш сони $u_{\max} = 12$, тасма сирпанмайди, таянчларга таъсир қилувчи кучларнинг қиймати нисбатан кичик.

Тишли тасмали узатмаларнинг асосий улчамлари, тишли узатма—

лардек модуль $m = \frac{P_t}{\pi}$, P_t — тасма тишларининг қадами. Тасмадаги

тиш трапеция шаклида бўлиб баландлиги $h = (0,5 \div 0,9) m$; эни $S = (1 \dots 1,2) m$; $\gamma = 50^\circ \div 40^\circ$ (11.17–расм).



11.17 – расм.

Узатмани лойиҳалашда модуль қиймати қуйидагича аниқланади.

$$m = 3,5 \cdot \sqrt[3]{\frac{P_1}{n_1}} \text{ мм} \quad (11.19)$$

бунда: P_1 , кВт, n_1 , мин⁻¹. Тишли тасманинг тишлар сони қийматини етакловчи шкивнинг айланиш сонига нисбатан 11.10–жадвалдан танлаб оламиз. Тишлар сони ва модули аниқлангач тиш бўлувчи–сининг диаметри қуйидагича аниқланади, $d_1 = m z_1$, $d_2 = m z_2$.

Уқлараро масофа $a_{\min} = 0,5 (d_1 + d_2) + c$, бунда $m \leq 5$ бўлганда $C = 2$, $m > 5$ мм бўлганда $c = 3$.

ОСТ 3805114–76 асосида тайёрланган тишли
тасмаларнинг ўлчамлари, мм

11.10–жа д в а л

$m=t/\pi$	t	S	h	H	δ	γ	b	z_x	Ш кив	
									$S_{ш}$	$h_{ш}$
1,0	3,14	1,0	0,8	1,6	0,4	50	3,0...12,5	40...160	1,0	1,3
2,5	4,71	1,5	1,2	2,2	0,4	50	3,0...20,0	–"	1,5	1,8
2,0	6,28	1,8	1,5	3,0	0,6	50	5,0...20,0	–"	1,8	2,0
3,0	9,42	3,0	2,0	4,0	0,6	40	12,5...50,0	–"	3,2	3,0
4,0	12,57	4,4	2,5	5,0	0,8	40	20,0...100,0	48...250	4,0	4,0
5,0	15,71	5,0	5,5	6,5	0,8	40	25,0...100,0	–"	4,8	5,0
7,0	21,99	8,0	6,0	11,0	0,8	40	40...125	56...140	7,5	8,5
10,0	31,42	12,0	9,0	15,0	0,8	40	50...200	56...100	11,5	12,5

Э с л а т м а: 1. z_x — тасманинг тишлари сони: 40, 42, 45, 48, 50, 53, 56, 60, 63, 67, 71, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 112, 115, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 235, 250.

2. Тасманинг эни b , мм: 3,0; 4,0; 5,0; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 32,0 40,0; 50,0; 63,0; 80,0; 100,0; 125,0; 160,0; 200,0.

3. Тасманинг узунлиги $L = \pi m z_x$

Тишли тасма ёрдамида узата олиш мумкин бўлган айланма куч

$$F_1 = \frac{2T k_F}{d_1} \quad \text{ёки} \quad F_1 = \frac{P_1 \cdot k_F}{V_1}$$

бу ерда: k_F — иш режимини ҳисобга олувчи коэффициент.

Юкланиш характери	Бир текисда	Юкланиш узарилиш бир метёрда	Юкланиш узарилиш сезиларли даражада	Юкланиш узарилиш нотекис ва зарб билан таъсир қилади
k_F	1,2 — 1,4	1,5 — 1,85	1,9 — 2,2	2,3 — 2,5

Эни 1 мм бўлган тишли тасма узата оладиган жоиз кучнинг ҳисобий қиймати.

$$F_x = [F_0] \cdot C_v \cdot C_z \cdot C_p \cdot H$$

бунда: $[F_0]$ — эни 1 мм бўлган тишли тасма узата оладиган куч қиймати 11.11-жадвалдан олинади.

Бу курсда лойиҳаланаётган узатмалар учун $C_v = 1,0$. C_z , $z_1 < 6$ бўлганда ишлатиладиган коэффициент.

$$C_z = 1 - 0,2 (6 - z_0)$$

C_p — узатмада қамров бурчагини ошириш учун ишлатиладиган роликларни ҳисобга олувчи коэффициент. Роликлар сони битта бўлганда $C_p = 0,9$; иккита бўлганда $C_p = 0,8$. F_1 — кучларнинг қиймати аниқлангач, тасманинг эни ҳисобланади.

$$b = \frac{F_1}{(F_x - qV^2) \cdot C_y} \quad \text{и} \quad (11.20)$$

бу ерда: q — 1 м узунликдаги тасманинг массаси, 11.11-жадвал; C_y — тасманинг энини ҳисобга олувчи коэффициент.

$b \dots$	16	20	25	32,40	50,63	80	100
$C_y \dots$	0,7	0,95	1,0	1,05	1,10	1,15	1,20

Етаковчи шкивнинг тишлар сони $z_1 < 6$ бўлганда тасма тишла-ридаги босим текширилади. $q = F_1 \varphi / z \cdot b \cdot h \leq [q]_z$
бу ерда: $\varphi \approx 2$ — тишнинг узунлиги ва баландлиги бўйича юкланишнинг тупланишини ҳисобга олувчи коэффициент; $[q]_z$ — жоиз, босим.

Π_1 , мин ⁻¹ ...	100	200	400	1000	2000
$[q]_z$, МПа ...	2,5	2,0	1,5	1,0	0,75

11.11-жадвал

Ўлчамлари	Модуль m , мм							
	1,0	1,5	2	3	4	5	7	10
Жонз куч, $[F_0]$ Н/мм	2,5	3,5	5,0	9,0	25,0	30,0	32,0	42,0
Ўзатиш сонинг энг катта қиймати	7,7	10,0	11,5	12,0	8,0	8,0	5,7	4,7
z_1 нинг энг кичик қиймати	13	10			15		18	
z_1 нинг энг катта қиймати	100		115		120			85
Етаковчи шкивнинг айланиш сони Π_1 , мин ⁻¹								
1000	13	10		12	16		22	
1500	14	11		14	18		24	
3000 бўлганда – z_1 нинг қийматлари	15	12		16	20		26	
q Н/(м·мм) 1м узунликдаги тасманинг массаси	0,002	0,0025	0,003	0,004	0,006	0,007	0,008	0,011

Масала. Ўзатиш сони $u = 4$, етаковчи валдаги қувват $P_1 = 2,8$ кВт, айланиш сони $\Pi_1 = 960$ мин⁻¹ бўлган тишли тасмали узатма ҳисоблансин (бир текисда юкланган).

Масаланинг ечими: 1. Узатманинг модулини аниқлаймиз:

$$m = 35 \sqrt[3]{\frac{P_1}{n_1}} = 35 \sqrt[3]{\frac{2,8}{960}} = 5,0 \text{ мм}$$

Аниқланган қийматни яхлитлаб $m = 5,0$ мм деб қабул қиламиз (11.10-жадвал).

2. Етаковчи шкивнинг тишлар сони z_1 нинг қийматини 11.11-жадвалдан, узатманинг модули ҳамда етаковчи валнинг айланиш сонига қараб танлаймиз $m = 5$, $\Pi_1 = 960$ мин⁻¹ бўлганда $z_1 = 16$ (11.11-жадвал) бўлади.

Етаковчи шкив тишлар сони $z_2 = z_1 \cdot u = 16 \cdot 4 = 64$

3. Узатма гилдираklarининг геометрик ўлчамлари:

а) тиш бўлувчи айланасининг диаметри

$$d_1 = 5 \cdot 16 = 80 \text{ мм}, \quad d_2 = 5 \cdot 64 = 320 \text{ мм}$$

б) тасманинг тезлиги

$$V = \frac{\pi d_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,08 \cdot 960}{60} = 4 \text{ м/с}$$

4. Уқлараро масофа

$$a_{\min} = 0,5 (d_1 + d_2) + C = 0,5 (80 + 320) + 2 \text{ м} = 210 \text{ мм.}$$

Аниқланган қийматни яхлитлаб $a = 250 \text{ мм}$ деб қабул қиламиз.

5. Тасмадаги қадамлар сони

$$L_t = \frac{2a}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{t}{a} =$$

$$\frac{2 \cdot 250}{15,71} + \frac{16 + 64}{2} + \left(\frac{64 - 16}{2 \cdot 3,14} \right)^2 \cdot \frac{15,71}{250} = 75,5.$$

Аниқланган қийматни яхлитлаб $L_t = 76$ қабул қиламиз.

6. Уқлараро масофанинг ҳисобий қиймати

$$a = 0,25t \left[L_t - \frac{z_2 + z_1}{2} + \sqrt{\left(L_t - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right] =$$

$$= 0,25 \cdot 15,71 \left[76 - \frac{16 + 64}{2} + \sqrt{\left(76 - \frac{16 + 64}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{64 - 16}{2 \cdot 3,14} \right)^2} \right] = 255 \text{ мм}$$

7. Етақловчи шкивнинг қамров бурчаги

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{d_2 - d_1}{a} = 180^\circ - 57^\circ \frac{320 - 80}{250} = 125^\circ$$

8. Етақловчи шкив билан илашишда бўлган тасманинг тишлар сони

$$z_o = \frac{z_1 \alpha_1}{360^\circ} = \frac{15 \cdot 125}{360} = 6$$

9. Тасманинг эни

$$b = \frac{F_t}{(F_x - qV^2)C_s} \text{ мм}$$

бу ерда:

$$q = 0,007 \text{ кг/(м} \cdot \text{мм)}, V = 4,0 \text{ м/с}, C_s = 1,0.$$

$$F_1 = F_0 \cdot C_u \cdot C_z \cdot C_p \text{ Н; } F_0 = 30 \text{ Н/мм; } C_u = 1,0; C_z = 1,0; C_p = 1,0.$$

$$F_1 = P_1 \cdot k_F / V_1 = 2,8 \cdot 10^3 \cdot 1,2 / 4 = 840 \text{ Н. } k_F = 1,2$$

$$\text{Демак, } b = 840 / (300 - 0,00704) \cdot 1,0 = 28 \text{ мм.}$$

Аниқланган қийматни яхлитлаб $b = 32 \text{ мм}$ қабул қиламиз.

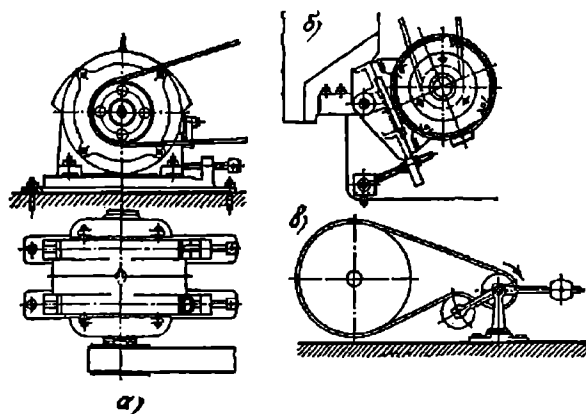
10. Валга таъсир қилувчи куч:

$$F_1 = 1,1 \cdot F_1 = 1,1 \cdot 840 = 924 \text{ Н.}$$

11.13—§. Тасмали узатмаларни таранглаш

Маълумки, тасмали узатмаларда иш жараёнида ҳосил бўладиган қолдиқ деформация ҳисобига тасма билан шкив ўртасида босим пасайиши туфайли узатманинг юкланиш даражаси камаяди. Шунингдек юқорида кўрсатилганидек, F_0 нинг қиймати тасманинг ишлаш муддати, тортиш қобилияти ҳамда ФИК қийматига таъсир қилади. Шунинг учун узатма тасмасини таранглашга алоҳида аҳамият бериш керак.

Ҳозирги вақтда тасмаларнинг зарур таранглигини таъминловчи турли усуллар мавжуд. Булардан кўпроқ ишлатиладигани тасмани зарур бўлганда таранглаб туришга имкон берадиган винтли қурилмалардир (11.19—расм, а). Бунда тасманинг таранглиги вақти—вақти билан кузатиб турилади ва керак бўлган тақдирда винт буралиб етакловчи шкив бириктирилган электр двигатель махсус мослама ёрдамида ростлаб турилади. Бу усулнинг камчилиги шуки, узатманинг иши доимо назорат қилиб турилиши керак.



11.19 – расм.

Тарангликни таъминлашнинг энг оддий усулларида яна бири жойидан осон силжийдиган қилиб ўрнатилган электр двигателни пружина билан тортиб қўйиш ёки уни ўз оғирлиги таъсирида тасмани тортиб турадиган тарзда осишдир (11.19—расм, б, в). Бундай ҳолларда тасманинг таранглиги доимо бир хил бўлиб туради.

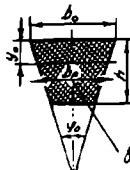
11.14—§. Тасмали узатмаларнинг шкивлари

Тасмали узатманинг шкивлари ҳисобланиб ГОСТ 17383–73 асосида яхлитланади. Шкивнинг стандарт диаметрлари: 50, 63, 80, 90, 100, 112, 125, 140, 160, 180, 200, 250, 280, 320, 360, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1020, 1400.

Тасманинг эни b , мм	30, 40, 50	60, 70, 75, 80, 85, 90	100, 125
Шкив гардиши-нинг эни B , мм	40, 50, 60	70, 80, 85, 100	125, 150
$У$	1,0	1,5	2,0

11.12—жа д в а л

Шкив ариқчасининг бурчаги	Шкивларнинг диаметрлари, мм				
	0	А	Б	В	Г
34°	63...71	80...112	125...160	—	—
36°	80...100	125...160	180...224	224...315	315...450
38°	112...160	180...400	250...500	355...630	...900
40°	> 180	> 450	> 560	> 710	> 1000

Шкив ариқчаларининг улчамлари (ГОСТ 20889–80)							
Шкив ариқчасининг улчамлари		ГОСТ 1284–1–80 асосида тасма ариқчаси улчамлари					
		0	А	Б	В	Г	
		b_x	8,5	11,0	14,0	19,0	27,0
		b_0	2,5	3,3	4,2	5,7	8,1
		h энг камида	7,0	8,7	10,8	14,3	19,9
		c	12,0	15,0	19,0	25,5	37,0
		f	8,0	10,0	12,5	17,0	24,0
b_1	34°	10,0	13,0	16,6	—	—	
b_1	36°	10,1	13,1	16,7	22,7	32,3	
b_1	38°	10,2	13,3	16,9	22,9	32,6	
b_1	40°	10,2	13,4	17,0	23,1	32,9	

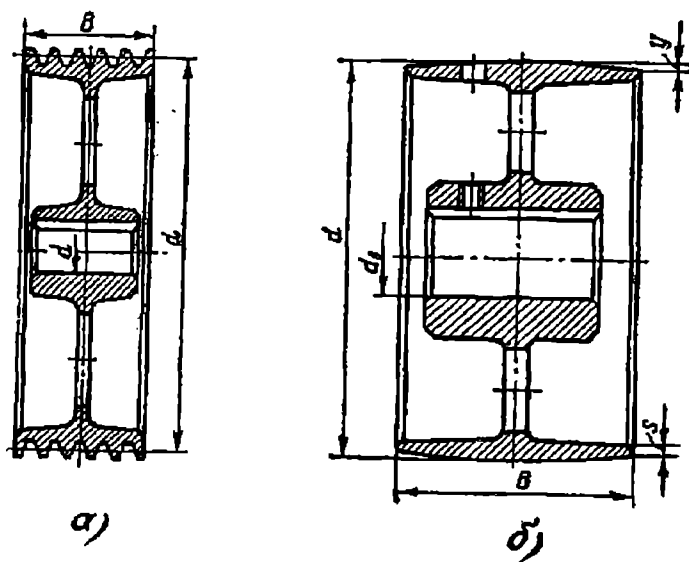
Шкивлар асосан қўйма шаклда материаллардан тайёрланади, шунингдек пайвандлаш йули билан пулат материаллардан, қўйиш йули билан енгил қоришма материаллардан тайёрланади.

Узатманинг тезлиги 30 м/с гача бўлганда чуян материаллардан тайёрланган шкивлар ишлатилади.

Понасимон тасмали узатмаларда шкивнинг ҳисобий диаметри сифатида тасманинг оғирлик марказидан ўтган айлана олинади (11.20—расм, а). Шкивнинг барча ўлчамлари тасманинг турига қараб танлаб олинади.

Ясси тасмали узатма шкифларининг гардиш ўлчамлари энита кўра юқоридаги жадвалдан олинади. Шкивнинг тузилиши 11.20—расм, б да берилган.

Понасимон тасмали шкивларнинг диаметрлари ГОСТ асосида яхлитланади.



11.20 — расм.

11. 15—§. Таранглиги ўзгарувчан тасмали узатмаларни ҳисоблаш

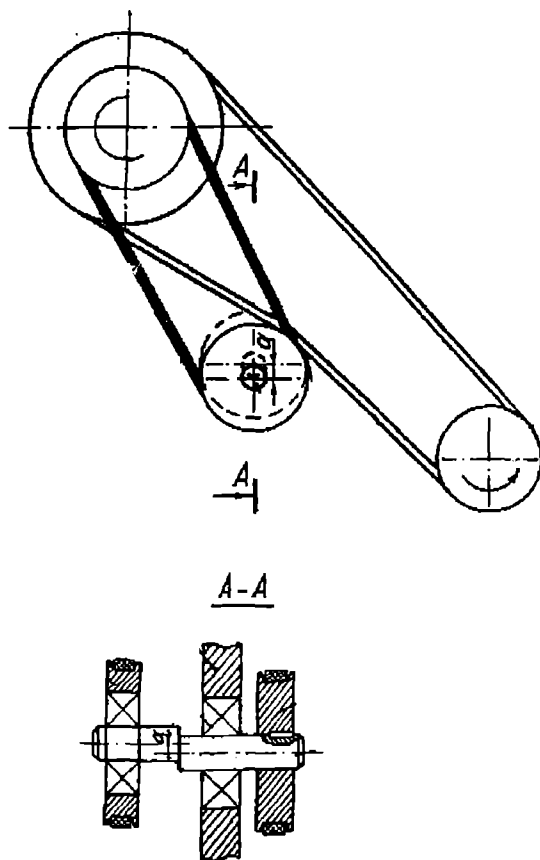
Ишлаб чиқариш шароитида, куп ҳолларда, машина ва механизмлар ишчи органларининг керакли амплитуда ва частотада ўзгарувчан бурчак тезлик билан ҳаракат қилиши талаб этилади. Бундай ҳаракатни амалга ошириш мақсадида таранглигини ўзгартирувчи қурилмалар тасмали узатмалар тавсия этилади. 11.21—расмда таранглаш ролиги айланиш ўқиға эксцентрик ҳолда жойлаштирилган тасмали узатма кўрсатилган. Бу таранглаш қурилмаси иш

давомида тасманинг таранглигини даврий равишда ўзгартириб туради. Натижада тасманинг тортувчи ва тортилувчи қисмлари орасида нисбий сирпаниш қиймати ўзгаради ва етакланувчи шкив айланишида бурама тебранишларни юзага келтиради.

Узатманинг узатиш нисбати қуйидаги формуладан топилади:

$$u_{1,2} = \frac{EF}{\left\{ EF - (e^{\mu\beta} - 1) \left[a \cos \left(\arctg \frac{r \sin \varphi_1}{a + r \cos \varphi_1} \right) + \sqrt{r^2 - a^2} \sin \left(\arctg \frac{r \sin \varphi_1}{a \cos \varphi_1} \right) - r \right] k + S_y \right\}}$$

бу ерда: a — экцентриситет; r — айлана радиуси; E — тасманинг эластиклик модули; F — тасманинг кундаланг кесими; μ — ишқаланиш коэффициенти; β — тасманинг сирпаниш бурчаги.



11.21 — расм.

1. Тасмаларнинг кундаланг кесими бўйича турлари қандай?
2. Тасмали узатманинг қандай турлари бор?
3. Тасмали узатмаларни бошқа узатмаларга нисбатан афзаллик ва камчилик-лари нималардан иборат?
4. Тасмали узатмаларни сирпаниш коэффициентини ҳисобга олган ҳолда узатиш сони қиймати қандай аниқланади?
5. Узатма тармоғидаги кучларнинг қиймати қандай аниқланади?
6. Ясси тасмали узатмалар қандай ҳисобланади?
7. Понасимон тасмали узатмаларни ҳисоблаш тартиби қандай?

12-БОБ. ВАЛ ВА УҚЛАР

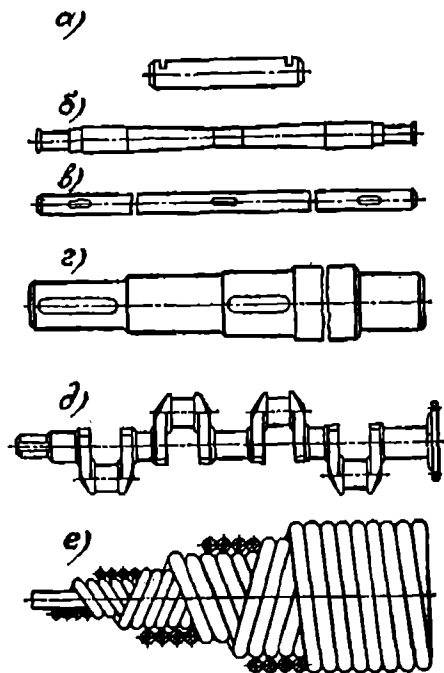
12.1-§. Умумий маълумот

Валлар ва уқлар — тишли гилдирак, шкив ва шу каби айланувчи қисмларни ўрнатиш учун ишлатиладиган асосий деталлар ҳисобланади. Тузилиши жиҳатдан уқ билан вал деярли фарқ қилмайди. Лекин бажарадиган ишига кўра, улар бир-биридан кескин фарқ

қилади. Уқларнинг вазифаси деталларнинг айланишига шароит яратиб беришдир. Бунда уқнинг ўзи деталь билан бирга айланиши ҳам, айланмаслиги ҳам мумкин. Масалан, юк кўтарувчи машиналар таркибидаги блок қўзғалмас бўлади.

Вал ва уқларнинг тузилиши унинг қандай иш бажаришга боғлиқ бўлиб, ҳар хил курунишда бўлиши мумкин, масалан, текис (12.1-расм) тирсакли (12.1-расм, *д*) эгилувчан (12.1-расм, *е*).

Валларнинг вазифаси деталларнинг айланишини таъминлаш билан бирга, буровчи момент узатишдан ҳам иборат.



12.1 - расм.

Уқ фақат эғувчи кучланиш таъсирида, вал эса эғувчи кучланиш билан бир вақтда буровчи моментдан ҳосил бўладиган кучланиш таъсирида ишлайди.

Вал ва ўқлар учун материал сифатида асосан термик қайта ишлов бериш мумкин бўлган углеродли ва легирланган 45, 40Х маркали пулат материаллар танланади. Бунда катта юкланишли машина валлари 40ХН, 40ХН2МА, 30ХГСА маркали пулат материаллардан тайёрланиб, уларга хоссаларини яхшилаш, юқори частотали ток ёрдамида тоблаш йўллари билан термик қайта ишлов берилади. Катта тезлик билан айланувчи валларнинг materiali масалан, сирпаниш подшипниклари учун углерод билан тўйинтирилган 20Х, 12ХН3А, 18ХГТ ёки азот билан тўйинтирилган 39Х2МЮА маркали пулат материаллардан тайёрланади. Хром билан тўйинтирилган цапфанинг ейилишга чидамлилиги 3 — 5 марта кўп бўлади.

Катта диаметрли валларнинг огирлигини камайтириш мақсадида улар ичи ковак қилиб тайёрланади, бунда сарф қилинадиган материал миқдори 20...40% камаяди.

Тирсакли ҳамда огирлиги катта бўлган валлар юқори даражали мустаҳкам чуян материаллардан ҳам тайёрланиши мумкин.

Валлар токарлик станокда қайта ишланиб, цапфалар жилвирланади. Юқори даражада юкланган валлар бутун узунлиги бўйлаб жилвирланади. Бунда думалаш подшипниклари учун, подшипникнинг аниқлик даражасига нисбатан цапфа юзасининг нотекислиги $R_a = 0,16...0,32$ мкм, сирпаниш подшипниклари учун эса $R_a = 0,1...0,16$ мкм бўлиши керак.

Валнинг ён томонларида, деталарни ўтқозишни осонлаштириш ҳамда ишчининг иш жараёнида хавфсизлигини таъминлаш учун фаска қилинади.

12.2—§. Валларни мустаҳкамликка ҳисоблаш

Валлар эғувчи момент M ва буровчи момент T таъсирига чидамлилиги, бикрлиги ҳамда титрашга чидамлилиги бўйича ҳисобланади. Ўқларни ҳисоблаш валларни ҳисоблашнинг $T = 0$ бўлгандаги хусусий ҳолидир. Одатда, валларнинг мустаҳкамлигини ҳисоблаш асосида лойиҳалаш иши қуйидаги тартибда бажарилади.

Валнинг эскизини чизиб, тахминан ҳисоблаш учун эмпирик формула ёрдамида ёки буровчи момент таъсирини ҳисобга олган ҳолда унинг диаметри аниқланади. Масалан, ёпиқ узатма етакловчи валларининг диаметрини $d = (0,35 - 0,4) a$ формула ёрдамида аниқлаш мумкин. Вал учининг диаметри фақат буровчи момент таъсирида қуйидагича аниқланади.

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2[\tau]}} \text{ мм, } T = 9550 \frac{P}{n} \approx 0,2 d^3 [\tau]$$

бу ерда: I' — буровчи момент, Н.м; P — қувват, кВт; L — валнинг айланаш сони, мин⁻¹, d — валнинг диаметри; $[\tau] = 15 \div 25$ МПа бурилишдаги кучланишнинг жоиз қиймати.

Топилган тахминий диаметрға асосланиб, валнинг тузилиши чамалаб чиқиб олинади. Бунда валнинг исталган кесимидаги кучланиш иложи борича бир хил бўлишига эришиш лозим. Бунинг учун валнинг айланувчи деталь ўрнатилган ўрта қисмини йўгонроқ қилиб, таянчларга яқинлашган сари ингичкалаштириб бориш тавсия этилади. Валнинг четки қисми диаметрини танлашда уни электродвигатель валига мос, яъни $d = (0,8 \div 1,2) d_{\text{в}}$ га келтириш кераклигини назарда тутиш лозим.

Валнинг тузилиши қўйилган талабга тўла жавоб беришига ишонч ҳосил қилинганч, унинг мустаҳкамлиги текшириб курилади. Буни икки хил усул билан амалга ошириш мумкин:

1. Жоиз кучланишлар ҳамда келтирилган момент бўйича текшириш усули (тақрибий усул).

2. Хавфли кесимдаги кучланишлар тупланишини эътиборга олувчи ва хавфсизлик коэффициентини топиш асосида текшириш усули (аниқлаштирилган усул).

12.3—§. Валларни мустаҳкамликка ҳисоблашнинг тақрибий усули

Валларни ҳисоблашнинг бу усули материаллар қаршилиги фанида ўтилган материалларга асосланган бўлиб, валнинг хавфли кесимининг диаметри келтирилган момент асосида келтирилган момент эса эгувчи ва буровчи моментлар қиймати асосида аниқланади.

Ҳисоблаш схемасини танлашда, вал таянчлари уч хил кўринишда бўлиши мумкин: қўзғалмас шарнир, қўзғалувчи шарнир ҳамда бир томонлама сиқилган ҳолатда бўлиши мумкин. Бунда подшипникка радиал ҳамда бўйлама кучлар таъсири бўлганда қўзғалмас шарнирли таянч, фақат радиал кучлар таъсири бўлганда қўзғалувчан шарнирли таянчлар олиш тавсия этилади.

Валга ўрнатилган тишли гилдираклар ўзаро илашганда юкланиш гилдиракнинг бутун эни бўйлаб таъсир этади, лекин ҳисоблашда бу кучлар бир нуқтага таъсир қилади, деб қабул қилинади. Агар валга таъсир қилувчи кучлар ўртасидаги бурчак 30° гача бўлса, бунда битта текислик деб қаралади.

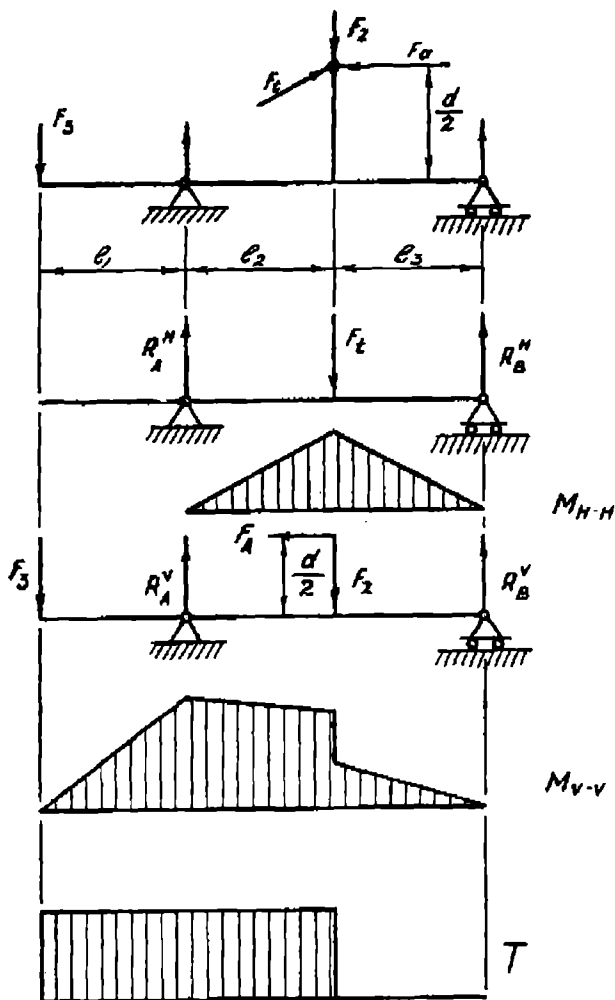
12.2—расмда валга F_1 , F_2 , F_3 кучлар ҳамда занжирли узатмадан валга таъсир қилувчи F_4 куч схемаси берилган. Агар узатма вали

двигатель билан муфта ёрдамида бириктирилган бўлса вални қўшимча равишда F_x куч билан юклайди. F_x кучнинг йўналиши ҳар хил бўлиши мумкин. Ҳисоблаш учун унинг йўналишини F_1 куч йўналган томонга йўналтирилади.

Валларни ҳисоблашда F_x нинг тахминий қиймати қуйидагича аниқланади.

$F_x = (0,2 \div 0,5) F_m$ Бу ерда: F_m — муфта учун айланма куч.

Ҳисоблашда F_x қийматини бир поғонали стандарт ёпиқ узатма етакловчи ва етакланувчи валлар учун $F_x \approx 125 \sqrt{T_1}$, куп поғонали



12.2 – расм.

ёпиқ узатмалар учун $F_x = 250 \sqrt{T_1}$ деб олиш тавсия этилади (T — Нм ҳисобида).

12.2—расмда валга таъсир қилувчи кучлар горизонтал ҳамда вертикал текисликларга бўлиниб, шу текисликлар учун эгувчи момент (M_{H-H} , M_{V-V}) эпюраси тасвирланган. Бу эгувчи момент қийматлари асосида валнинг энг хавфли кесими учун эгувчи

моментнинг қиймати аниқланади, яъни $M_y = \sqrt{(M_{H-H})^2 + (M_{V-V})^2}$.

M_{H-H} , M_{V-V} — горизонтал ҳамда вертикал текисликлар учун эгувчи момент қийматлари.

Буровчи момент T эпюраси қўрилиб, валга таъсир қилувчи моментларнинг эквивалент қиймати аниқланади:

$$M_{\text{эк}} = \sqrt{M_y^2 + T^2}$$

Бу асосида вал хавфли кесимининг диаметри аниқланади:

$$d = \sqrt{\frac{M_{\text{эк}}}{0,1 \cdot [\sigma]_s}} \text{ мм} \quad (12.1)$$

бу ерда: $[\sigma]_s = 50-60$ МПа эгилишдаги кучланишнинг жоиз қиймати.

12.4—§. Валларни мустаҳкамликка ҳисоблашнинг аниқлаштирилган усули

Валлар ишлаш жараёнида асосан статик кучлар таъсирида эмас, балки толиқиш натижасида ишга яроқсиз ҳолатга келади (статик кучлар таъсирида ишдан чиқиши камдан—кам учрайди).

Валларнинг толиқиши уларнинг юкланиш характериға боғлиқ бўлади. Юкланиш характериғни кўпинча аниқ билиш қийин бўлган—лиги учун эгилишдаги кучланишнинг қийматини аниқлашда юкланиш характери симметрик (1.1—расм, а га қаранг) деб, буровчи момент таъсири ўзгарувчан бўлганлиги учун буралишдаги кучланиш қийматини аниқлашда эса юкланиш характери ноллик деб қабул қилинган (1.1—расм, в га қаранг).

Валларни мустаҳкамликка ҳисоблашнинг аниқлаштирилган усулида таъсир этувчи моментлардан ташқари, хавфли кесимлардаги кучланишлар тўпланишини, валнинг геометрик ўлчамлари ҳамда сирт тозалигининг кучланишлар қийматига таъсири ҳам эътиборга олинган ҳолда хавфли кесим учун, (тақрибий усулда хавфли кесим учун диаметр аниқланган) хавфсизлик коэффициенти қуйидагича аниқланади.

$$S = \frac{S_{\sigma} \cdot S_{\tau}}{\sqrt{S_{\sigma}^2 + S_{\tau}^2}} \geq [S] = 1,5 \div 2,5 \quad (12.2)$$

бу ерда: $S_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_{\sigma}}{k_a \cdot k_F} \cdot \sigma_a + \psi_{\sigma} \cdot \sigma_m}$ — нормал кучланишлар буйича

хавфсизлик коэффициенти.

$$S_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{k_d \cdot k_F} \cdot \tau_a + \psi_{\tau} \cdot \tau_m} \text{ — уринма кучланишлар буйича хавфсиз-}$$

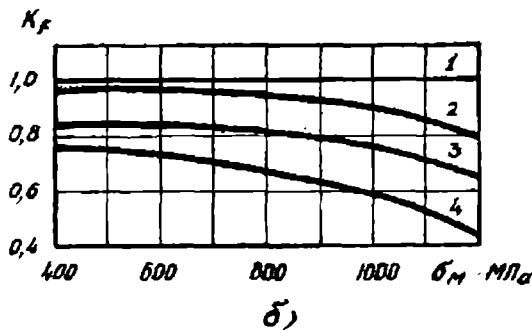
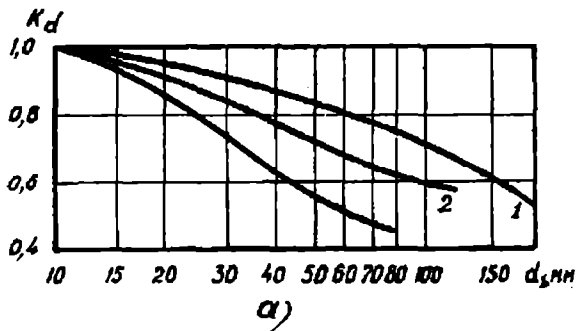
лик коэффициенти.

Бу ерда: σ_a, τ_a — кучланиш циклининг узгарувчан қисми (1.1-расм, а, б).

σ_m, τ_m — кучланиш циклининг узгармас қисми (1.1-расм, а, б).

$\sigma_m = 0$; $\sigma_a = \sigma_x = M_y / (0,1 d^3)$. $\tau_m = \tau_a = 0,5 \tau = 0,5 T / (0,2 d^3)$

$\psi_{\sigma}, \psi_{\tau}$ — кучланишлар циклининг узгармас қисмини мустаҳкамликка таъсирини эътиборга олувчи коэффициенти.



12.3 - расм.

Бу коэффициент қийматлари вал материалынинг характеристикасига боғлиқ бўлиб, қуйидагича олинади:

Кам углеродли материаллар $\psi_0 = 0,05$, $\psi_r = 0$.

Уртача углеродли материаллар $\psi_0 = 0,10$, $\psi_r = 0,05$.

Легирланган пулат материаллар $\psi_0 = 0,15$, $\psi_r = 0,1$.

$\sigma_{-1} = 0,43 \sigma_s$, $\tau_{-1} = 0,58 \sigma_{-1}$ — вал материалынинг чидамлилиқ чегараси.

k_d , k_F — вал диаметрини ҳамда сирт тозалигини ҳисобга олувчи коэффициентларнинг қийматлари 12.3—расм а, б ларда график равишда берилган.

k_0 , k_r — валларни эгилиш ва буралишида кучланишларнинг тупланишини ҳисобга олувчи коэффициент, уларнинг қийматлари 12.1, 12.2—жадвалдан олинади.

Валларнинг шлицли, шпонкали кесимлари учун k_0 , k_r
коэффициент қийматлари

12.1—жадвал

σ_M , МПа	Шлицлар учун, k_s	Эвольвентоли шлицлар учун, k_l	Тутри бур- чакли шлиц- лар учун k_l	Шпонкали валлар учун k_s	Шпонкали валлар учун k_l
500	1,45	1,43	2,25	1,6	1,4
600	1,55	1,46	2,36	1,75	1,5
700	1,60	1,49	2,45	1,9	1,7
800	1,65	1,52	2,55	2,05	1,9
900	1,70	1,55	2,65	2,2	2,0
1000	1,72	1,58	2,70	2,3	2,2

Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, валнинг мустаҳкамлигини унинг сиртини азот билан тўйинтириш, чидамлилигини эса ю.ч.т. ёрдамида тоблаш йуллари билан 50% гача ошириш мумкин.

Ишлаш жараёнида пластик деформация бўлишига йул қўймаслик учун статик кучларга мустаҳкамлиги текширилади. Бунда эквивалент кучланиш қуйидагича аниқланади.

$$\sigma_{\text{эк}} = \sqrt{\sigma_{\text{ср}}^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma] \quad (12.3)$$

бу ерда: $\sigma_{\text{ср}} = M / (0,1 d^3)$, $\tau = T / 0,2 d^3$

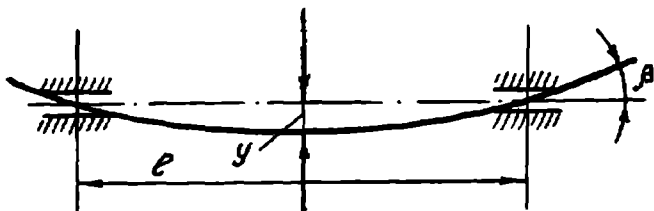
M , T — вал хавфли кесимидаги эгувчи ва буровчи моментлар.

Жоиз кучланишнинг энг катта қиймати вал материалынинг оқиш чегарасига яқин қилиб олинади, яъни:

$$\sigma \approx 0,8 \sigma_{\text{ок}} \text{ МПа}$$

12.5—§. Валларни бикриikka ҳисоблаш

Валларнинг иш жараёнида эгилиши уларнинг ҳамда улар билан боғлиқ бўлган деталларнинг ишига салбий таъсир кўрсатади. Шу сабабли валларнинг эгилишдан ҳосил бўладиган салқиликнинг ҳамда таянчга нисбатан қиялик бурчагининг қиймати маълум чегарадан ортиб кетмаслиги лозим (12.4—расм). Масалан, думалаш подшипниклари ўрнатилган валлар айланганда думалаш элементлари ҳалқаларда сиқилмаслиги, роликли подшипник ўрнатилган валда юкланиш ролик узунлиги бўйича бир текис тақсимланиши лозим.



12.4 — расм.

Салқиликнинг жоиз қиймати валнинг тузилиши, ишлаш шароити ҳамда қўйилган талабларга кўра, ҳар бир ҳол учун алоҳида белгиланади. Масалан, тишли гилдирак ўрнатилган валлар учун салқиликнинг энг катта қиймати (0,0002 — 0,0003) l дан ошмаслиги керак, бу ерда l — таянчлар ўртасидаги масофа. Цилиндрсимон тишли гилдирак учун салқилик қиймати $[y] = 0,01 \text{ м}$; конуссимон тишли гилдираклар учун $[y] = 0,005 \text{ м}$.

Подшипник ўрнатилган кесимлар учун валларнинг қиялик бурчаги рад. ҳисобида: бир қаторли золдирли подшипниклар учун 0,065; золдирли сферик подшипниклар учун 0,05; цилиндрсимон роликли подшипниклар учун 0,0025; конуссимон роликли подшипниклар учун 0,0016; Сирпаниш подшипниги учун 0,001; тишли гилдирак ўрнатилган кесимлар учун 0,001 — 0,002 бўлиши керак.

Валлар учун қиялик бурчаги унинг узунлигига боғлиқ бўлиб ҳар бир метр узунлигига 0,20—...1° гача бўлиши мумкин.

12.6—§. Валларнинг титрашга чидамлилигини ҳисоблаш

Бундан асосий мақсад валларнинг синишига сабаб бўладиган резонанс ҳодисасига йўл қўймаслиқдир. Валларда резонанс ҳодисаси бошланадиган айланиш тезлиги айланиш частотасининг критик қиймати билан белгиланади. Ҳар бир валнинг тузилиши ҳамда ишлаш шароитига қараб, айланишлар частотасининг критик қиймати ҳар хил бўлади.

Валларнинг ҳақиқий айланиш частотаси критик қийматга етганда ташқи кучларнинг таъсир этиш частотаси хусусий тебраниш частотаси

тасига мос келиб қолади. Бундай ҳолларда тебраниш амплитудаси кескин катталашади ва оқибатда вал синади. Демак, резонанс ҳодисаси содир бўлмаслиги учун валларнинг мазкур шароитдаги айланиш тезлигининг қиймати айланишлар частотасининг критик қийматига тенг бўлиб қолмаслиги керак. Айланиш частотасининг критик қиймати қуйидагича топилади:

$$n_{кр} = \frac{30 \omega_{кр}}{\pi} = \frac{30}{\pi} \sqrt{q/Y_{ст}} \quad (12.4)$$

бу ерда: $\omega_{кр}$ — ташқи куч таъсирида ҳосил бўлган тебраниш частота—сининг (бурчак тезликнинг) критик қиймати; $q = 9,81 \text{ м/с}^2$, ернинг тортиш кучидан ҳосил бўладиган тезланиш; $Y_{ст}$ — валда ҳосил бўладиган статик салқилик.

12.2—жа д в а л

Погонали валда галтель кесим учун k_0 , k_1 қийматлари

t/r	r/d	σ_M , МПа булганда k_0				σ_M , МПа булганда k_1			
		500	700	900	1200	500	700	900	1200
1	0,01	1,35	1,4	1,45	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3
	0,02	1,45	1,5	1,55	1,6	1,35	1,35	1,4	1,4
	0,03	1,65	1,7	1,8	1,9	1,4	1,45	1,45	1,5
	0,05	1,6	1,7	1,8	1,95	1,45	1,45	1,5	1,55
	0,1	1,45	1,55	1,65	1,85	1,4	1,4	1,45	1,5
2	0,01	1,55	1,6	1,65	1,7	1,4	1,4	1,45	1,45
	0,02	1,8	1,9	2,0	2,15	1,55	1,6	1,65	1,7
	0,03	1,8	1,95	2,05	2,25	1,55	1,6	1,65	1,7
	0,05	1,75	1,9	2,0	2,2	1,55	1,6	1,65	1,75
3	0,01	1,9	2,0	2,1	2,2	1,55	1,6	1,65	1,75
	0,02	1,95	2,1	2,2	2,4	1,6	1,7	1,75	1,85
	0,03	1,95	2,1	2,25	2,45	1,65	1,7	1,75	1,9
5	0,01	2,1	2,25	2,35	2,45	2,2	2,3	2,4	2,4
	0,02	2,15	2,3	2,45	2,1	2,1	2,15	2,25	2,4



Демак, статик усул билан аниқланган салқилик қийматидан фойдаланилса, критик айланиш частотаси критик қийматга етган валлар тўсатдан синиб кетмайди. Шу сабабли, талаб қилинган ҳолларда валларнинг (масалан, тиш даволашда ишлатиладиган машиналар эгилувчан валлари) ҳисобий айланиш частотаси критик қийматидан катта бўлиши ҳам мумкин. Бундай ҳолларнинг узоқ давом этмаслигини таъминлаш лозим. Бундан ташқари, резонанс ҳодисаси критик айланиш частотасининг каррали қийматларида ($2P_{\text{кр}}$, $3P_{\text{кр}}$ ва ҳ.к.) тақрорланиб туради, буни ҳам эсдан чиқармаслик керак.

Одатда, резонанс ҳодисаси рўй бермаслиги учун бикр валларда $P \leq 0,7 P_{\text{кр}}$, эгилувчан валларда эса $P \leq 1,3 P_{\text{кр}}$ бўлишини таъминлаш даркор.

Савол ва топшириқлар.

1. Вал билан ўқнинг фарқи нимадан иборат?
2. Қандай ҳолларда вал буровчи момент буйича текширилади?
3. Вал ва ўқларнинг хавфсизлик коэффициенти қиймати қандай ҳисобланади.
4. Валларни бикрликка ҳисобланг.

13 – б о б . ПОДШИПНИКЛАР

13.1–§. Умумий маълумотлар

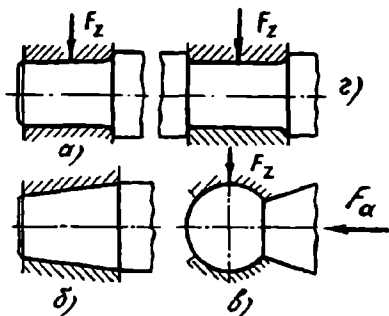
Подшипниклар вал ҳамда ўқларнинг таянчларига ўрнатилиб, таянч вазифасини ўтайди, яъни таянчга тушадиган кучни бевосита қабул қилади.

Машиналарнинг ишлаши ва ишга чидамлилиги подшипникнинг сифатига кўп жиҳатдан боғлиқ. Шунинг учун подшипникларни танлаш ва иш жараёнида уларни кузатиб туриш масалаларига алоҳида эътибор бериш лозим.

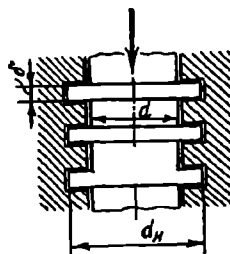
Айланаётган вал ёки ўқ шиплари подшипникларда ишқаланади. Ана шу ишқаланишнинг турига қараб подшипниклар сирпаниш подшипниклари билан думалаш подшипникларига бўлинади. Шунингдек, ҳар хил йўналишда таъсир қиладиган кучлар учун ҳар хил подшипниклар ишлатилади. Масалан, вал ўқига тик таъсир қилувчи кучларни қабул қилиш учун радиал подшипниклар; вал ўқи бўйлаб йўналган кучларни қабул қилиш учун тирак подшипниклар; вал ўқига тик ҳамда вал ўқи бўйлаб таъсир қилувчи кучлар учун радиал тирак подшипниклар ишлатилади.

13.2-§. Сирпаниш подшипниклари

Сирпаниш подшипникларида сирпаниб ишқаланиш ҳодисаси содир бўлади. Вал ва ўқларнинг таянчларга мулжалланган қисми цапфа дейилади. Цапфанинг шакли цилиндрсимон, конуссимон (13.1-расм, а, б), золдирсимон (13.1-расм, в) бўлиши мумкин. Бу



13.1 - расм.

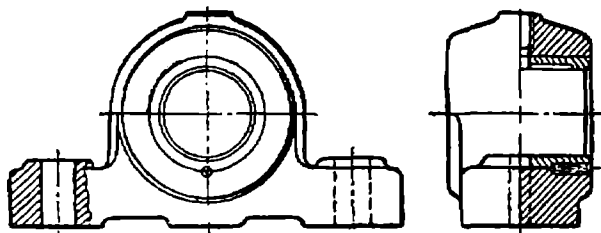


13.2 - расм.

таянчлар ва ёки ўқнинг учида жойлашган бўлса ш и п деб, уртасида жойлашса б у й и н деб аталади. Агар вал ёки ўқнинг цапфаси уларнинг узунлигига тик текисликда жойлашган бўлса, бундай цапфа т о в о н дейилади (13.2-расм). Юқорида қайд этилган сирпаниш подшипникларидан конуссимон ҳамда золдирсимон сирпаниш подшипниклари нисбатан кам ишлатилади.

Сирпаниш подшипниклари тузилиши жиҳатидан ажралмайдиган ва ажраладиган подшипникларга бўлинади.

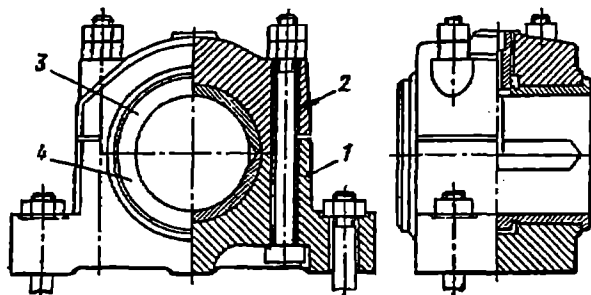
Ажралмайдиган ичқўймасиз подшипникларнинг тузилиши оддий бўлиб, вақти-вақти билан ишлайдиган секин ҳаракатланувчи машиналарда ишлатилади (13.3-расм).



13.3 - расм.

Ажраладиган подшипниклар (13.4-расм) корпус 1, икки бўлак ичқўйма 2, қопқоқ 3 ҳамда маҳкамлаш учун ишлатиладиган болт 4 дан иборат бўлади.

Сирпаниш подшипникларининг ишлатилиш соҳалари думалаш подшипникларига нисбатан кам бўлиб, қуйидаги ҳолларда:



13.4 – расм.

1. Таянчларда ажраладиган подшипниклар ишлатилиши керак бўлганда (масалан, тирсакли валлар).

2. Диаметри жуда катта оғир вал таянчларида, бундай валлар учун думалаш подшипниклари тайёрланмайди.

3. Катта тебраниш билан айланувчи вал таянчларида, бунда мой қатлами бу тебранишларни сўндиради.

4. Подшипникларнинг диаметр бўйича ўлчамлари нисбатан кичик (валнинг диаметрига яқин) бўлганда.

5. Таянчларга юқори даражада аниқлик билан тайёрланадиган подшипниклар ўрнатилиши талаб этилганда.

6. Бурчак тезлиги юқори бўлган вал таянчларида ишлатилади.

13.3—§. Подшипник ичқўймалари

Сирпаниш подшипникларининг асосий деталлари ичқўйма бўлиб, у ажралмайдиган втулка кўринишида ҳамда ажраладиган икки паллалли қилиб тайёрланади.

Ичқўймаларнинг ишқаланиш юзаси бутун ишлаш давомида жуда кам ейлади. Ичқўймаларнинг мустаҳкамлигини таъминлаш учун уларнинг пулат, чуян ёки бронза материал юзалари антифрикцион материал билан қопланади.

Корпусга ўрнатиладиган ичқўймаларнинг қалинлиги қуйидагича аниқланади:

$$\delta_y = (0,035...0,05) d + 2,5$$

бу ерда: d — цапфа диаметри. Қоплаш учун ишлатиладиган антифрикцион материалларнинг қалинлиги $\delta = 0,01 d$. Полиамид материалдан тайёрланган ичқўймаларнинг қалинлиги $\delta_y = (0,04...0,05) \cdot d + 1$; қоплаш учун ишлатиладиган антифрикцион пластмасса материалларнинг қалинлиги $\delta_y = (0,015...0,02) d$ бўлади.

Катта серия билан тайёрланадиган ичқўймаларнинг иш унумдорлигини ошириш учун ишқаланиш юзасига лента қопланади. Бунда лентанинг қалинлиги 1,5...2,5 мм гача бўлиб, қоплаш учун ишлатилган материалнинг қалинлиги 0,2...0,3 мм гача бўлиши мумкин.

Сирпаниш подшипникларининг ишлаш сифатига подшипник узунлигининг диаметрига нисбатининг қийматлари катта таъсир кўрсатади. Масалан, l/d нисбат қийматлари кичик бўлса, узелдан мой оқиб кетиш хавфи туғилади, бу қиймат катта бўлганда ишқаланиш юзасида босим камаяди, лекин таянчларда босим ошиб узел қизиб кетиши мумкин. Шунинг учун бу қийматларни ишлаш шароитларига қараб олиш тавсия этилади. Масалан, калта сирпаниш подшипникларда $l/d \approx 0,3...0,4$ бурчак тезлиги катта бўлган автомобиль двигателларида 0,5...0,6; дизель подшипникларида 0,5...0,9; суюқликдаги ишқаланиш таъминланган прокат станокларда 0,6...0,9; умумий машинасозликда эса 1,5 гача қабул қилиш мумкин.

13.4—§. Подшипник ичқўймалари учун материаллар

Сирпаниш подшипникларининг ишқаланувчи юзаларининг антифрикцион хусусиятлари узаро ишқаланаётган материалларга қўп жиҳатдан боғлиқ. Пулат материаллардан тайёрланган ичқўйма камдан—кам ҳолларда чўян материаллардан тайёрланган валларнинг цапфаси билан жуфт ҳосил қилади. Бунда валнинг таннархи ичқўйманинг таннархига нисбатан юқори бўлганлиги учун, бу вал цапфалари ичқўймага нисбатан кам ейилиши керак. Шунинг учун вал таянчлари юзасига термик қайта ишлов бериб, сўнг утлерод ёки азот билан тўйинтирилиб, иш юзасининг қаттиқлиги *HRC* 55 — 60 гача етказилади.

Ичқўйма материаллари ишқаланиш коэффициенти кам, ейилишга чидамли, иссиқлик ўтказувчан, зангламайдиган, эластиклик модули кичик ва бошқа шу каби хусусиятларга эга бўлиши керак.

Сирпаниш подшипникларида ичқўймалар антифрикцион хусусиятга эга бўлган металллар, металл—керамика ҳамда металлмас материаллардан тайёрланади.

Металллардан бронза ва алюминий қотишмалари ҳамда антифрикцион хусусиятга эга бўлган чўянлар ишлатилади. Бунда ишқаланиш юзасидаги босим $q = 20$ МПа, $qV = 75$ МПа м/с бўлиши мумкин.

Металл—керамикадан тайёрланган ичқўймаларни узелларни мойлаш қийин бўлган ҳолларда ишлатиш тавсия этилади, чунки бу материаллар (графит, дисульфид, молибден, ПГЭФ) уз—узини мойлаш хусусиятига эга. Ишқаланиш юзасидаги босим темир графит қотишмасидан ҳосил бўлган ичқўймаларда сирпаниш тезлиги 0,1 м/с бўлганда $q = 15$ МПа гача бўлиши мумкин.

Металлмас материаллардан, яъни пластмасса (капрон, текстолит), прессланган ёғочлар (бук, дуб), резиналардан ичқўймалар тайёрлаш мумкин. Бундай ичқўймаларнинг афзаллиги шундаки, узелни мойлаш учун сув ишлатилади. Пластмассадан тайёрланган ичқўймаларда сирпаниш тезлиги 0,5 м/с бўлганда, босим $q = 10$ МПа гача бўлиши мумкин.

13.5—§. Подшипникларнинг ишлаш шароити ва емирилиши

Вал айлана бошлаши билан унинг сирти подшипникдаги ичқўйма устида сирпаниб ишқалана бошлайди. Ичқўйма сиртининг ейилиши маълум чегарадан ортиб кетса, механизмнинг ишлаши ёмонлашади.

Подшипникнинг чидамлилиги, асосан, ейилиш суръати билан белгиланади. Ейилишнинг суръати куп жиҳатдан ишқаланиш жараёни содир бўлаётган сиртлар орасидаги муҳитта боғлиқ. Ана шу муҳитта қараб, ишқаланиш уч турга бўлинади:

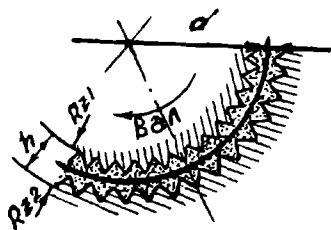
1. Қуруқ ишқаланиш — мойланмаган сиртлар орасидаги ишқаланиш.

2. Суюқликдаги ишқаланиш. Бунда ишқаланаётган сиртлар ўзаро қовушқоқ мой қатлами билан бутунлай ажралган ҳолда бўлади. Мой қатламининг қалинлиги цапфа ҳамда ичқўйма сиртларида ишлов беришдан ҳосил бўлган нотекисликлар йиғиндисидан албатта катта бўлиши керак (13.5—расм).

Суюқликдаги ишқаланишнинг ҳаракатта кўрсатадиган қаршилиги жуда кичик (ишқаланиш коэффиценти 0,005) бўлади. Шунинг учун сирпаниш подшипникларидан фойдаланилганда суюқликда ишқаланиш буладиган шароит яратишга ҳаракат қилиш керак.

3. Нам қуруқ ва ним суюқликда ишқаланиш. Бунда иш сиртлари етарли даражада мойланса ҳам, аммо икки сиртни батамом ажратиб турадиган мой қатлами бўлмайди. Ишқаланиш қуруқ ишқаланишга яқин бўлса, н и м қ у р у қ и ш қ а л а н и ш, суюқликда ишқаланишга яқин бўлса, н и м с у ю қ л и к д а и ш қ а л а н и ш дейилади.

Ним суюқликда ишқаланиш содир бўлганда ишқаланиш коэффиценти 0,008...0,1 оралиғида, ним қуруқ ишқаланиш руй берганда эса 0,1...0,2 оралиғида бўлади. Ишқаланишнинг юқоридаги турларидан сирпаниш подшипниклари учун энг маъқули суюқликда ишқаланишидир.



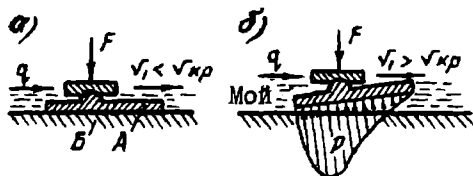
13.5 — расм.

13.6—§. Суюқликда ишқаланиш режимида ишлаш шартлари

Суюқликда ишқаланиш режимида тааллуқли масалаларни ёритиш мойлашнинг гидродинамик назариясига асосланган бўлиб, бу назария 1883 йили Н.П.Петров томонидан яратилган. Бу назария қовушқоқ суюқликнинг гидродинамикасига тегишли дифференциал тенгламалар воситасида босим, тезлик ва суюқлик муҳитида силжишга кўрсатиладиган қаршилиқ каби омилларни бир-бири билан боғлайди.

13.6—расмда мой билан тўлдирилган муҳитда устма—уст жойлаш—тирилган иккита A ва B жисмига F куч таъсир этмоқда. Бунда A жисм B жисмга нисбатан V_1 тезлик билан ҳаракат қилмоқда. Агар V_1 тезлик қиймати кам бўлса, A жисм B жисмининг сиртидаги мойни сидириб ҳаракатланади. Бунда ишқаланиш ним қуруқ ёки ним суюқликда ишқаланиш режимида содир бўлади. V_1 тезлик қиймати катталашган сари жисмларнинг ҳолати ўзгариб боради. Тезлик маълум $V_{кр}$ қийматга етганда, яъни $V_1 < V_{кр}$ бўлганда A жисм мойни сидириб улгура олмайди, натижада у мой қатлами устига кўтарилиб, чап томонга энгашган ҳолда ҳаракатни давом эттира бошлайди. Юқорида эслатиб, ўтилган назарияга кўра, ўзаро ҳаракатланаётган икки жисм орасидаги бўшлиқ понасимон шаклда бўлса, жисмлар ўртасида гидродинамик босим q ҳосил бўлади. Бу босимнинг қиймати ташқи юкланишнинг қийматига етгач, A жисм B жисмининг устидан кўтарилади. натижада A жисм билан B жисм орасида мой қатлами ҳосил бўлади, яъни ҳаракат суюқликда ишқаланиш режимида давом этади. Демак, ўзаро ҳаракатда бўлган икки жисм орасида суюқликда ишқаланиш режими ҳосил бўлиши учун улар орасидаги бўшлиқ албатта понасимон шаклда бўлиши шарт.

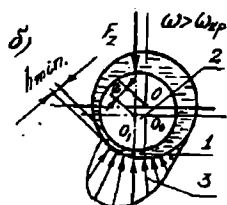
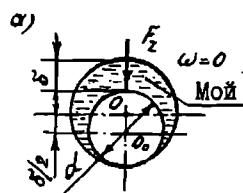
Биз қўрган мисолда A жисмининг ўнг томонидаги учи кўтарилган, бу эса понасимон бўшлиқ ҳосил қилишга ёрдам беради, агарда шу шарт бажарилмаса понасимон бўшлиқ ҳосил бўлмайди (13.6—расм, a).



13.6 — расм.

Масалан, радиал подшипникларда (13.7—расм, b) цапфа билан ичқўйма диаметрлари орасидаги фарқ туфайли иш жараёнида понасимон бўшлиқ ҳосил бўлади. Ҳаракатсиз турган вал ўз оғирлиги билан ичқўймани босиб туради, яъни бундай ҳолатда паст томонда улар орасида ҳеч қандай бўшлиқ ҳосил бўлмайди (13.7—расм, a). Юқори томонидаги бўшлиқ жоиз максимум қийматга етади. Вал—

нинг ҳаракат тезлиги маълум критик қийматдан ошиб, бўшлиқдаги мойнинг гидродинамик босими валнинг оғирлигини енгадиган даражага етгач, цапфа билан ичқўйма орасида мой қатлами ҳосил бўлиб, иш сиртлари бир-биридан батамом ажралади (13.7—расм, б). Валнинг айланиш частотаси ортган сари мой қатламининг қалинлиги катталашиб, цапфанинг маркази ичқўйма марказига яқинла-



13.7 — расм.

шиб боради. Бироқ уларнинг маркази ҳеч қачон бир нуқтага туғри келиб қолмайди, чунки бундай ҳолда понасимон бўшлиқ ва демак, гидродинамик босим йўқолиб, вал узининг оғирлиги таъсирида паст томонга силжийди. Бу деган суз ҳар қандай шароитда ҳам, юқоридаги шартлар бажарилса, понасимон бўшлиқ сақланади.

Тадқиқотларнинг кўрсатишича, маълум улчамли подшипникда ҳосил бўладиган мой қатламининг қалинлиги h иш режимини белгилайди ва $\mu\omega/q$ тарзда ифодаланадиган улчамнинг функцияси ҳисобланади:

$$h = \phi (\mu\omega/q)$$

бу ерда: $\mu\omega/q$ — подшипник иш режимининг характеристикаси; μ — қовушқоқлик н.с/м²; ω — валнинг бурчак тезлиги, с⁻¹, $q = F/l$ — подшипникдаги солиштирма босим, Па; l — подшипникнинг узунлиги; d — подшипникнинг диаметри.

Мой қатламининг қалинлиги унинг қовушқоқлиги ортиши билан ортиб боради, лекин ташқи юкланишнинг ортиши билан эса камаяди.

Шундай қилиб, суюқликда ишқаланиш режимини ҳосил қилиш учун қуйидаги шартларнинг бажарилиши зарур, яъни:

а) узаро ишқаланаётган сиртлар орасидаги бўшлиқ понасимон шаклда бўлиши;

б) jismlarнинг бир-бирита нисбатан ҳаракатланиш тезлиги мой қатламида ташқи юкланишга тенг келадиган гидродинамик босим ҳосил қила оладиган бўлиши;

в) маълум қовушқоқликдаги мой етарли даражада ва узлуксиз етказиб берилиши лозим.

Маълумки, ҳамма хил суюқликлар, газлар маълум даражадаги қовушқоқликка эгадир, демак керакли шарт-шароитлар яратилса, бу суюқлик ва газлардан сиртларни мойлашда фойдаланиш мумкин.

13.7–§. Сирпаниш подшипникларини шартли ҳисоблаш

Валнинг мустаҳкамлиги ва бикрлиги ҳисобланганда цапфанинг диаметри аниқланади. Ним қуруқ ва ним суюқлик шароитда ишлайдиган сирпаниш подшипниклари шартли ҳисобланади. Бунда цапфа билан ичқуйма уртасидаги ўртача босимнинг қиймати чегараланади, натижада мойлашга шароит яратилади.

Ҳисоблашнинг асосий шарти шуки, цапфа билан ичқуйма уртасидаги босим бир текисда тақсимланади, деб олинади. Чунки бу босимнинг ҳисобий қиймати цапфа билан ичқуйманинг бикрлигига, йиғишда қўйилган хатоликлар, ишлаш режими ва бошқа омилларга боглиқ бўлиб унинг аниқ қийматини топиш қийин.

Ц а п ф а — ичқуймада ним қуруқ, ним суюқликдаги ишқаланиш бўлганда ейилишга чидамлилиқни икки хил йўл билан ҳисоблаш мумкин:

а) солиштирма босим бўйича;

б) солиштирма босим билан сирпаниш тезлигининг қўпайтмаси бўйича:

$$q = F_r / (l d) \leq q, qV \leq [qV] \quad (13.1)$$

бу ерда: q — ҳисобий босим; F_r — таянчдаги реакция қиймати; l — шип (буйин)нинг узунлиги; V — сирпаниш тезлиги, м/с; $[q]$ — солиштирма босимнинг жоиз қиймати, МПа. $[qV]$ — солиштирма босим ва сирпаниш тезлиги қўпайтмасининг жоиз қиймати, МПа м/с

13.1–жа д в а л

Ичқуйма материали		$K, V,$ м/с	$[q],$ МПа	$[qV],$ МПа · м/с
Кулранг чуян — СЧ36		0,5	4	—
Антифрикцион чуян	АКЧ — 1	5	0,5	2,5
	АВГ — 2	1	12	12
Бронза	БрОФ10 — 1	10	15	15
	БрАЖ9 — 4	4	15	12
Металлокерамика. Бронза–графит		2	4	—
Пластмасса–капрон АК–7		4	15	15
Резина (сув билан мойланганда).		—	2...6	—

Цапфани лойиҳалаш учун $\varphi = l / d$ нинг қиймати танлаб олинади. φ нинг кичик қийматларини катта юкланиш ва тезликда, катта

қийматни аниқлик даражаси юқори ва бикрлиги катта бўлган валларда олиш тавсия этилади.

$l = \varphi d$ ни юқоридаги формулага қўйсак, $q = \frac{F_r}{\varphi d^2} \leq [q]$ натижада

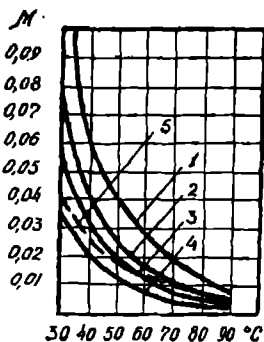
$$d = \sqrt{\frac{F_r}{\varphi[q]}} \text{ мм} \quad (13.2)$$

13.8—§. Радиал подшипникларни суяқликда ишқаланиш режими бўйича ҳисоблаш

Юқорида қурилган гидродинамик назария асосида радиал подшипникларни суяқликда ишқаланиш режими бўйича ҳисоблаш—ни қўриб чиқамиз.

Одатда, подшипникларни ҳисоблашда цапфанинг диаметри d юкланиши F_r ва айланиш частотаси Π (ёки ω) берилган бўлади. Ҳисоблаш натижасида подшипникларнинг узунлиги l вал билан ичқуйма ўртасидаги бушлиқ δ , мой тури μ аниқланади.

Подшипникларни суяқликда ишқаланиш режими бўйича ҳисоблашга график усулдан кенг фойдаланилади. Бу усул ҳисоблашни бирмунча соддалаштириб, зарур параметрларни тез аниқлашга имкон беради. Ҳисоблашни осонлаштириш мақсадида қуйидаги ўлчовсиз коэффицентлар қабул қилинган (13.8—расм). l/d —



13.8 — расм.

подшипникнинг нисбий узунлиги;
 $\psi = \delta / d$ — подшипникдаги нисбий буш—

лик; $\chi = \frac{\zeta}{\delta/2}$ — нисбий эксцентриситет

(бу коэффицент суяқликда ишқаланиш режимида цапфанинг подшипникдаги ҳолатини белгилайди).

Подшипникларни қуйидаги тартибда ҳисоблаш тавсия этилади.

1. Нисбий узунлик l/d нинг қиймати қабул қилинади. Купинча $l/d = 0,5 \dots 0,1$ оралигида олинади. Нисбий қийматлари ($l/d < 0,4$) бўлган подшипниклар, камроқ юкланиш билан ишлайди; узун подшипниклар $l/d > 1$ эса юқори даражада аниқлик билан тайёрланиши ва жуда бикр бўлиши керак. Акс ҳолда цапфанинг ҳамма нуқталарини ичқуймага бир текисда тегиб турадиган қилиб жойлаштириш қийин бўлади, бу эса механизм ишига салбий таъсир кўрсатади.

Қабул қилинган нисбий узунликнинг қанчалик туғри танланганлиги (13.1) формула ёрдамида текшириб кўрилади.

2. Нисбий бушлиқнинг қиймати аниқланади. Эмперик формула ёрдамида нисбий бушлиқнинг тахминий қийматини аниқлаш мумкин:

$$\psi \approx 8 \cdot 10^{-4} V^{0,25}$$

бу ерда: V — цапфанинг айланма тезлиги, м/с.

Шунингдек, нисбий бушлиқ қийматини цапфанинг диаметрига нисбатан қуйидагича олиш тавсия этилади:

$d = 100$ мм булганда $\psi = 0,003...0,001$.

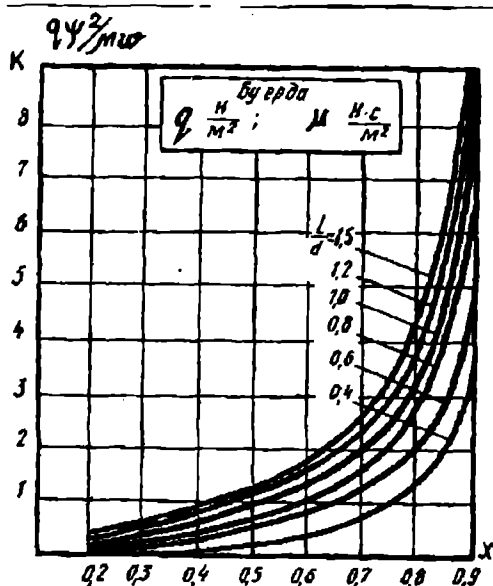
$d = 100 - 500$ мм булганда $\psi = 0,002...0,001$.

$d = 500 - 1000$ мм булганда $\psi = 0,0015...0,0003$.

Диаметри нисбатан кичик (250 мм гача) булган валлар учун δ нинг қийматини стандартда келтирилган утқазилар Н7/г7, Н9/е8, Н7/е8 нинг бирортаси учун қабул қилинган бушлиқлар қиймати билан мослаштириш тавсия этилади.

3. Мойнинг тури ва ишлаш жараёнидаги уртача иссиқлиги танланади. Мойнинг тури унинг қовушқоқлиги ҳамда ишлатилиш соҳаларини ҳисобга олган ҳолда ГОСТ бўйича танланади.

13.8—расмда сирпаниш подшипниклари учун ишлатиладиган мойларни қизишга нисбатан қовушқоқлиги графикда берилган



13.9 — расм.

(графикдаги 1,2,3,4,5 эгри чизиклари, бу 45,30,20,12,22 маркали мойларга тегишли).

Мойнинг уртача иссиқлигига нисбатан 13.8—расмдаги графиклар буйича мойнинг қовушқоқлигини танлаш мумкин.

4. Аниқланган q , ψ , μ ва берилган бурчак тезликдан фойдаланиб, подшипникнинг юкланиш даражасини белгиловчи коэффициент $k = q \psi^2 / \mu \omega$ ҳисоблаб топилади ва 13.9—расмдаги келтирилган графикдан нисбий эксцентриситетнинг қиймати аниқланади. χ нинг қиймати маълум бўлгач, мавжуд шароитда цапфа билан ичқуйма орасидаги бушлиқ ҳосил қилиши мумкин бўлган мой қатламининг қалинлиги аниқланади.

$$h = \delta / 2 - e = (\delta / 2) \cdot (1 - \chi)$$

5. Мой қатламининг суюқликда ишқаланиш режимини таъминлаш учун зарур бўлган қалинликнинг энг кичик қиймати аниқланади:

$$h_{\min} = R_{z1} + R_{z2}$$

бу ерда: R_{z1} , R_{z2} — цапфа билан ичқуйма сиртларидаги нотекис-ликларнинг уртача баландлиги; буларнинг қийматлари сиртларнинг аниқлик даражасига боғлиқ бўлиб, амалий ҳисоблашларда цапфа учун $R_{z1} = 3,2$ мкм, ичқуйма учун $R_{z2} = 6,3$ мкм олиш тавсия этилади.

6. h , $h_{\min}$ қийматлар буйича, подшипник мой қатламининг ишончлилик хавфсизлик коэффициенти аниқланади ва жоиз қиймат билан солиштирилади, яъни:

$$S_b = h / h_{\min} \geq [S_b] = 1,5 \dots 2$$

шарт бажарилиши керак.

Шунинг билан радиал подшипникларнинг тақрибий ҳисоблаш яқунланади, лекин ҳисоблашда мойнинг иссиқлиги тахминан олинганлиги учун мойнинг қовушқоқлиги ҳам ўзгариши мумкин, натижада мой қатламининг қиймати, яъни $h_{\min}$ ўзгаради. Бу йул қуйилган хатоликларни хавфсизлик коэффициент қийматини ошириш йули билан бартараф қилиш мумкин.

Савол ва топшириқлар

1. Сирпаниш подшипниклари. Ишлатилиш соҳалари. Афзаллик ва кам-чиликлари ҳақида сузлаб беринг.

2. Сирпаниш подшипникларининг ишлаш жараёнида ҳосил буладиган ишқаланиш турлари.

3. Қандай ҳолларда ним қурук, ним суюқ ҳамда суюқ ишқаланиш шартларидан фойдаланилади?

4. Сирпаниш подшипникларни мойлаш учун қандай мойлар ишлатилади?

5. Қандай ҳолларда сирпаниш подшипниклари учун суюқ, қуюқ мойлар ишлатилади?

6. Ним қуруқ ҳамда ним суюқ ишқаланиш билан ишлайдиган сирпаниш подшипниклари қандай ҳисобланади?

7. Подшипник ичқўймаларини тайёрлаш учун қандай материаллар ишлатилади?

14-БОБ. ДУМАЛАШ ПОДШИПНИКЛАРИ

14.1-§. Умумий маълумотлар

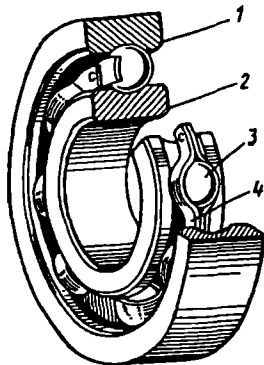
Думалаш подшипниклари думалаб ишқаланишга сарфланадиган қувватни кескин камайтиришга имкон беради, яъни бу подшипникларнинг фойдали иш коэффициенти сирпаниш подшипникларникига нисбатан юқори бўлади.

Подшипникларнинг ҳамма элементлари стандартлаштирилган бўлиб, думалаш элементлари учун йулакчалари бўлган ташқи 1, ички халқалар 2 думалаш элементи 3 (золдир, рояик), думалаш элементларини бир-биридан ажратиб турадиган сепаратор 4 (14.1-расм)дан ташкил топган.

Ишқаланиш кучи ва ундан ҳосил бўладиган иссиқлик миқдорининг кичиклиги валларнинг айлана бошланиши учун зарур бўлган қўзғатиш моментининг сирпаниш подшипникларидагига қараганда бир неча марта ($5 \div 10$ марта) кичиклиги; сарфланадиган мой миқдорининг камлиги; узунлик бўйича ўлчамининг сирпаниш подшипниклариникига қараганда бирмунча қисқалиги, рангли металл ишлатишни талаб этмаслиги мазкур подшипникларнинг афзаллиги ҳисобланади.

Диаметри бўйича ўлчамларининг нисбатан катталиги, хизмат муддатининг қисқалиги (чунки контакт кучланишнинг қиймати катта), кам серияли юқори аниқликда тайёрланадиган подшипникларнинг таннархининг юқорилиги, таъсир қилувчи динамик кучларга камбардошлиги; катта тезлик билан ҳаракатланганда шовқин билан ишлаши уларнинг камчилиги ҳисобланади.

Ишлаб чиқарилаётган подшипникларнинг сиртқи диаметрлари 0,5 мм дан 2 мм гача, оғирлиги эса 0,4 кг дан 7000 кг гача бўлиши мумкин.



14.1 - расм.

Подшипникларнинг ички диаметрлари 3 мм дан 10 мм гача бўлганда узаро 1 мм дан фарқ қилади, 20 мм гача 2 — 3 мм дан фарқ қилади (10, 12, 15, 17, 20) 110 мм гача 5 мм дан, 200 мм гача 10 мм дан, 500 мм гача 20 мм дан фарқ қилади.

Думалаш подшипниклари қабул қила оладиган кучларнинг йуналишига қараб, уч турга бўлинади;

а) вал ўқи тик таъсир этувчи кучларни қабул қилишга мўлжалланган радиал подшипниклар;

б) вал ўқи бўйлаб таъсир этувчи кучларни қабул қилишга мўлжалланган тирак подшипниклар;

в) вал ўқига тик бўлган куч билан бир вақтда унинг ўқи бўйлаб йуналган кучларни ҳам қабул қилишга мўлжалланган радиал—тирак подшипниклар.

— Подшипникларнинг думалаш элементлари золдирли (14.2—расм) ва роликли (14.3—расм) бўлиши мумкин.

Золдирли подшипникларни нисбатан катта тезлик билан ҳаракатланадиган узелларда ишлатиш мумкин, роликли подшипникларга 50 — 70% купроқ юкланиш бериш мумкин.

Думалаш подшипниклари тузилиши жиҳатидан бир ва икки қаторли бўлиши мумкин.

Подшипниклар сиртқи диаметрлари бўйича қуйидаги серияларга бўлинади: жуда ҳам енгил (2 та серия); жуда енгил (2 та серия); енгил, ўрта, огир серияларга бўлинади. Эни бўйича энсиз, ўртача энли, энли ҳамда нисбатан энли серияларга бўлинади. Саноатда куп ишлатиладиган бу жуда енгил, енгил, ўрта серияли подшипниклардир. Подшипникларни бир—биридан ажратиш учун рақам ва ҳарфлардан иборат шартли белги киритилган. Бу белгининг ўнг томондаги биринчи икки рақами ички диаметрнинг шартли белгиси, ўнг томондан учинчи рақам подшипникнинг сериясини билдиради. Бунда жуда енгил серия 1, енгил серия 2, ўртача серия 3, огир серия 4, енгил энли серия 5, ўртача энли серия 6. Ўнг томонидан тўртинчи рақам подшипникнинг туруни билдиради:

0 — бир қаторли золдирли; 1 — икки қаторли сферик золдирли; 2 — цилиндрсимон калта роликли; 3 — икки қаторли роликли сферик; 4 — игнасимон роликли радиал подшипник; 5 — махсус ўрамли ролик; 6 — золдирли радиал—тирак; 7 — конуссимон роликли; 8 — золдирли тирак; 9 — роликли тирак.

Шартли белгининг ўнг томонидаги бешинчи ва олтинчи рақамлар подшипник тузилишидаги алоҳида хусусиятларни масалан, золдирли радиал—тирак подшипникларда золдирларнинг жойланишини контакт бурчаги, ташқи ҳалқасида махсус ариқчалар бўлиши ва бошқаларни ифодалайди. Масалан, шартли белги 11207. Демак, бу

золдирли подшипник бўлиб, ички диаметри $d = 07 \times 5 = 35$ мм; 2 — енгил серия; 1 — икки қаторли; 1 — подшипникни валга маҳкамлаш учун резбали втулка ўрнатилган.

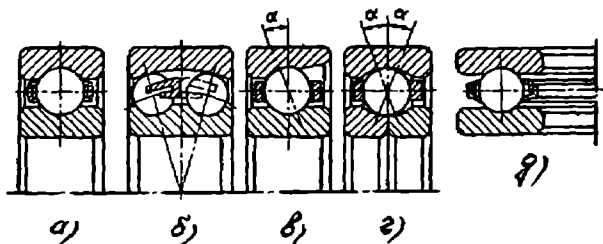
Шу шартли белги олдиға тире қўйилиб ёзилган 6,5,4,2 сонлар подшипникнинг аниқлик классини билдиради. Сонларнинг қиймати ортиши билан аниқлик класси ортиб боради, агар сон бўлмаса, аниқлик класси нормал деб тушунилади. Масалан, аниқлик класси нормал бўлган бир қаторли золдирли радиал подшипникларнинг шартли белгиси: 208, 309, 408. Бунда ички диаметри 40 мм, енгил, ўрта ҳамда оғир серияли подшипникларни билдиради.

14.2—§. Подшипникларнинг турлари ва уларнинг характеристикалари

Золдирли подшипниклар. Бир қаторли золдирли радиал подшипниклар (14.2—расм, а) радиал кучларни қабул қилиш учун мулжалланган бўлиб, чегараланган равишда бўйлама кучларни ҳам қабул қилиши мумкин. Бунда ташқи ҳалқа 8° гача буралиши мумкин. Золдирнинг диаметри $d_z = 0,275 \dots 0,3175 / (D - d)$, d , D — подшипникнинг ички ва ташқи диаметрлари. Золдирлар сони

$$z \approx (D + d) / (D - d)$$

Икки қаторли золдирли сферик подшипниклар (14.2—расм, б) катта радиал кучларни қабул қилиши мумкин, бунда ҳалқанинг буралиши $1,5 \div 4^\circ$ гача бўлиши мумкин.



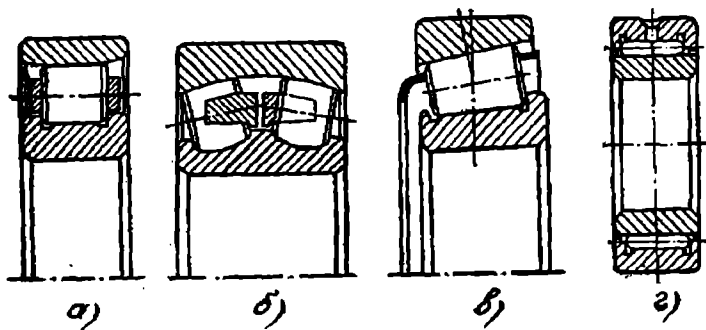
14.2 — расм.

Золдирли радиал—тирак подшипниклар (14.2—расм, в) радиал ва бир томонлама таъсир қилувчи бўйлама кучларни қабул қилиши мумкин. Бу хил подшипникларга золдирли радиал подшипникларга нисбатан 45% золдир куп ўрнатилади, натижада 30 — 40% юкланишни ошириш мумкин. Подшипникларда золдирлар $\alpha = 12^\circ$ (36000), $\alpha = 26^\circ$ (46000), $\alpha = 36^\circ$ (66000) бўйича контактда бўлиши мумкин. Таянчларга подшипниклардан икkitаси ўрнатилса, бунда икки томонлама таъсир қилувчи бўйлама кучларни қабул қилиш мумкин, ҳамда подшипник катта юкланиш таъсирида

ишлаши мумкин. Таянчга ўрнатиладиган подшипникларда $\alpha = 26^\circ$, $\alpha = 36^\circ$ бўлса, бундай подшипниклар иккитадан ўрнатилиши керак.

Золдирли тирак подшипниклар. (14.2—расм, *д*) бир томонлама таъсир қилувчи бўйлама кучларни қабул қилиши мумкин. Бунда валнинг тезлиги 5 — 10 м/с гача бўлиши керак. Золдирнинг диаметри $d_s = 0,375 (D - d)$, золдирлар сони $z = 3,66 (D + d) / (D - d)$.

Роликли подшипниклар. Катта роликли радиал подшипниклар (14.3—расм, *а*) золдирли радиал подшипникларга нисбатан бир неча марта катта радиал кучларни қабул қилиши мумкин.



14.3 — расм.

Роликли икки қаторли сферик подшипниклар (14.3—расм, *б*) жуда катта радиал кучларни қабул қилишга мўлжалланган бўлиб, ҳалқаси $0,5...2,5^\circ$ гача буралиши мумкин.

Роликли радиал—тирак подшипниклар (14.3—расм, *в*) радиал ҳамда бир томонлама таъсир қилувчи бўйлама кучларни қабул қилиши мумкин. Бунда валнинг тезлиги 15 м/с гача бўлиши мумкин. Роликларнинг контакт бурчаги $\alpha = 10...16^\circ$. Бўйлама кучларнинг қиймати нисбатан катта бўлганда $\alpha = 20...30^\circ$ бўлган подшипниклар ишлатилади, бунда ҳалқалар $1,5^\circ - 2^\circ$ буралиши мумкин.

Игнасимон роликли подшипниклар (14.3—расм, *г*) радиал ўлчамлари кам бўлган узелларда ишлатилади, бунда тезлик 5 м/с гача бўлиши мумкин. Бу хил подшипниклар катта радиал кучлар таъсирида ишлаши мумкин, лекин бўйлама кучлар таъсири бўлмаслиги керак. Игнасимон роликларнинг диаметри 1,6...6 мм, узунлиги эса $l = (4...10) d$ мм бўлиши мумкин.

Ишлатиладиган подшипникларнинг таннархи унинг ўлчамлари, аниқлик класси, конструкциясининг тузилиши сепаратор ва унинг қанча чиқарилишига боғлиқ. Масалан, бир қаторли золдирли радиал подшипникларнинг нархини бир бирлик қилиб олсак, золдирли тирак подшипниклар 10...15% арзон, золдирли радиал—тирак подшипниклар 2...2,5 марта қиммат; конуссимон роликли под—

шипниклар 30...70% қиммат туради. Агар подшипниклар динамик юк кўтарувчанлиги бўйича баҳоланса, энг арзони конуссимон роликли подшипниклар ҳисобланади.

14.3—§. Подшипникларни тайёрлаш учун ишлатиладиган материаллар

Подшипникнинг думалаш элементлари ва ҳалқалари махсус ШХ15, ШХ15СГ маркали юқори углеродли пулат материаллардан тайёрланади. Шунингдек, углерод билан тўйинтириш мумкин бўлган 18ХГТ, 20Х2Н4А маркали легирланган пулат материаллардан ҳам тайёрланади. Бунда ҳалқа ва роликларнинг қаттиқлиги $HRC\ 60...65$, золдирларники эса $HRC\ 62...66$ га тенг бўлади.

Подшипник сепараторлари юмшоқроқ углеродли пулат материаллардан тайёрланади. Катта тезлик билан ҳаракатланувчи подшипникларда антифрикцион материаллар, яъни бронза, металлоке-ромика, полиамиддан тайёрланган сепараторлар ишлатилади. Зарб билан таъсир қилувчи узелларга ўрнатилган подшипникнинг думалаш элементлари пластмассадан тайёрланади. Бундай подшипниклар ҳалқаларининг қаттиқлиги катта бўлмаслиги керак.

14.4—§. Подшипникларнинг ишлаш шароити

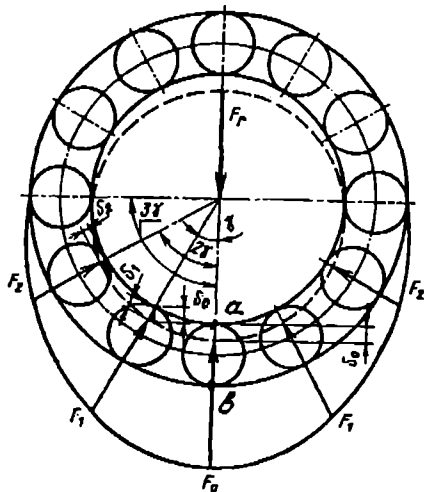
Радиал кучлар таъсирида подшипникнинг думалаш элементлари нотекис юкланади (14.4—расм). Бунда подшипник думалаш элементларининг ярми юкланишли, ярми юкланишсиз бўлади, муво-занат шартидан фойдаланиб, таъсир этувчи кучни золдирлар орасида қай тарзда тақ-симланишини аниқлаш мум-кин, яъни:

$$F_r = F_0 + 2F_1 \cos \gamma + 2F_r \cos 2\gamma + \dots + 2F_n \cos n\gamma$$

бу ерда: $\gamma = \frac{360}{z}$ — золдирлар

орасидаги бурчак, z — золдирлар сони.

Утқазилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, ҳар бир золдирга таъсир этувчи кучларни қуйидагича аниқлаш мумкин.



14.4 — расм.

$$F_1 = F_0 \cos^{3/2} \gamma, F_2 = F_0 \cos^{3/2} \gamma \dots F_n = F_0 \cos^{3/2} n\gamma$$

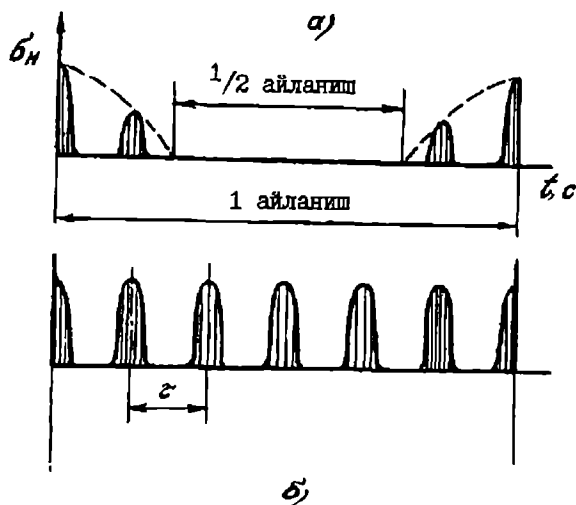
Топилган қийматларни мувозанат шартига қўйиб қуйидаги ифодани оламиз $F_r = F_0 (1 + 2 \sum_1^n \cos^{5/2} n\gamma)$. Бу ердан энг катта юкланган золдирдаги кучни аниқлаш мумкин.

$$F_0 = k F_r / z; k = z / 1 + 2 \sum_1^n \cos^{5/2} n\gamma.$$

Подшипникнинг думалаш элементларига таъсир қилувчи энг катта куч қийматларини қуйидагича аниқлаш мумкин. Бир қаторли золдирли подшипниклар учун $F_0 = 5 F_r / z$. Икки қаторли золдирли сферик подшипниклар учун $F_0 = 6 F_r / (z \cos \alpha)$. Роликли подшипниклар учун $F_0 = 4 F_r / z$. Икки қаторли роликли подшипниклар учун $F_0 = 5,2 F_r / z$.

14.5—§. Подшипник деталларидаги контакт кучланишлар

$F_0, F_1, F_2 \dots F_n$ ларнинг қийматлари маълум булгач, подшипниклардаги контакт кучланишларнинг қийматини аниқлаш мумкин. Одатдаги лойиҳалаш ишларида подшипникларнинг мустаҳкамлигини ҳисоблаш талаб этилмагани туфайли, бу ерда контакт кучланишни аниқлашга имкон берадиган формулалар келтирилмаган.



14.5 — расм.

Контакт кучланишлар қиймати подшипникнинг думалаш элементлари ҳамда ҳалқаларининг ҳар бир илашган юзаларида пульсация цикли билан ўзгаради (14.5—расм). 14.4—расмда подшипникларда ички ҳалқа айланганда a ҳамда b нуқталарда контакт кучланишларнинг ўзгариши кўрсатилган.

Подшипник деталларининг уваланиб ишдан чиқишига асосий сабаблардан бири контакт кучланишнинг ўзгарувчан цикл билан таъсир қилишидир. Деталларнинг яхши ишлаши учун ички ҳалқани айлантириш тавсия этилади. Чунки F_0 куч таъсирида a нуқтада b нуқтага нисбатан кучланиш катта бўлганлиги сабабли, шу кучланиш қийматини нотекислигини ички ҳалқа айланганда нисбатан текис бўлишига эришиш мумкин.

14.6—§. Подшипник кинематикаси

Подшипник кинематикасини тушиниш учун ички ҳалқаси айланадиган қилиб ўрнатилган подшипник деталлари учун тузилган тезликлар планидан фойдаланамиз (14.6—расм), бунда: $V_0 = V_1 / 2$,

$V_1 = \frac{\omega D}{2}$. Золдирнинг (ёки роликнинг) ўз ўқи атрофида айланиш частотаси:

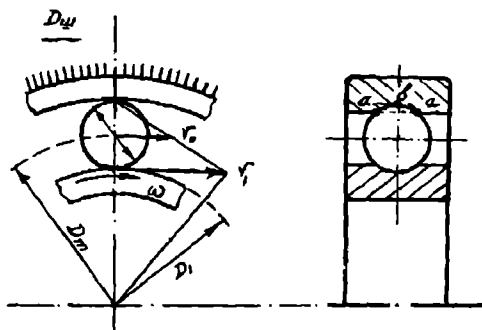
$$\omega_s = 2 (V_1 - V_0) / d_s = 0,5 \omega D_1 / d_s$$

бўлади. Сепараторнинг айланиш частотаси золдирнинг вал ўқи атрофида айланиш частотасига тенг бўлиб, қуйидагича ифодаланади:

$$\omega_c = 2 V_0 / d_s = 0,5 \omega D_1 / (D_1 + d_s) \approx 0,5 \omega$$

Демак, сепаратор вал билан бир йўналишда унинг айланиш частотасидан икки марта кичик тезлик билан ҳаракатланади. Бунда сепараторнинг тезлиги золдирнинг диаметрига боғлиқ бўлиб, d_s қанча катта бўлса, (D_1 ўзгармас) ω_c шунча кичик бўлади. Бу эса иш жараёнида золдир билан сепаратор ўртасида қушимча ишқаланишни ҳосил қилади, натижада деталларнинг ейилиши ортади.

Шунингдек, золдирлар ҳалқа сиртига $aba = \epsilon$ буйича тегиб туради. Золдир ўз ўқи атрофида айланганда a ва b нуқталарнинг айлана тезликлари



14.6 — расм.

турлича бўлади. Бу деган сўз, золдирлар ҳалқа сиртида фақат думалаш билан ҳаракатланмайди, балки сирпаниш ҳодисаси ҳам содир бўлади, демакдир. Бу ҳол золдирларнинг ейилишига ва қўшимча қувват сарфланишига олиб келади.

Роликли подшипникларда бекорга сарфланадиган қувват золдирли подшипниклардагидан кам бўлади, чунки ролик сирпаниш сиртининг ҳар бир нуқтаси роликнинг ўқидан бир хил масофада жойлашган.

14.7—§. Подшипник элементларининг емирилиши ва ишдан чиқиши

Думалаш подшипникларининг элементлари асосан уваланиш натижасида ишга яроқсиз бўлиб қолади.

Подшипник ҳалқаларидаги ўзгарувчан кучланишлар таъсирида думалаш элементларининг думалаб ҳаракатланиши натижасида, циклар сони меъёридан ошганда иш юзаларида дарз пайдо бўлади. Вақт утиши билан бу дарз жойларга мойларнинг катта босим остида кириши натижасида юза уваланади. Бу уваланиш сферик подшипникларда ташқи ҳалқадан, бошқа подшипникларда ички ҳалқадан бошланади. Подшипник элементлари уваланмаслиги учун $P > 10 \text{ мин}^{-1}$ бўлган ҳаракатланувчи подшипниклар динамик юк кўтарувчанлик бўйича ҳисобланиб, жадвалдан танланади.

Иш жараёнида подшипник ҳалқалари ёки думалаш элементлари синиши ёки парчаланиши мумкин, бунда асосан роликли подшипникларда ҳалқа четлари синади, катта юкланиш билан ишлаётган подшипникларда, энг катта куч тўтри келган золдир ёки шу золдир билан контактда бўлган ҳалқа парчаланиб кетиши мумкин. Юкланиш бир текис тақсимланганда бундай ҳодисалар рўй бермайди.

Саноатда купгина машиналар (қишлоқ хўжалиги, тўқимачилик саноати, автомобиль)нинг подшипниклари ҳар қандай зичлагичлар ўрнатилишидан қатъий назар абразив муҳитда ишлайди, натижада ҳалқа ва думалаш элементлари тезда ейилади. Бу ейилишни камайтириш учун подшипник мойлари яхши тозаланиб, сифатли зичлагичлар ўрнатилиши керак.

Ўз ўқи атрофида кам ҳаракатланувчи катта юклашшли подшипникларда статик кучларнинг таъсирида ҳалқаларда қолдиқ деформациялар бўлиши мумкин. Айланма ҳаракат бўлмаса бу деформация купаяди ва иш жараёнида ҳалқалар ишдан чиқади. Шунинг учун $P < 1 \text{ мин}^{-1}$ билан ҳаракатланувчи подшипникларни статик юк кўтарувчанлик бўйича ҳисобланиб, жадвалдан танлаб олинади, бунда қолдиқ деформация пайдо бўлмайди.

Думалаш подшипникларида ҳалқа, думалаш элементлари билан бирга сепараторлар ҳам ишдан чиқади, бундай ҳодиса асосан тез ҳаракатланувчи подшипникларда рўй беради. Сепараторларнинг ишдан чиқишига асосий сабаблардан бири бу марказдан қочма кучларнинг ҳамда думалаш элементларининг таъсири натижасидир. Айниқса, бу таъсир қиймати бўйлама кучлар таъсир қилувчи подшипникларда катта бўлади.

Думалаш подшипникларини ҳисоблаш асосан иккита бўлинади:

а) қолдиқ деформациялар бўлмаслиги учун статик юк кўтарувчанлик бўйича;

б) уваланиш ҳодисаси рўй бермаслиги учун ишлаш муддати (соат ҳисобида) ёки динамик юк кўтарувчанлик қиймати аниқланади.

Амалда машиналарни лойиҳалашда думалаш подшипниклари ҳисобланмайди, таянчга таъсир этувчи куч ва бошқа зарур омиллар эътиборга олинган ҳолда жадвалдан стандарт бўйича танлаб олинади.

14.8—§. Подшипникларни динамик юк кўтарувчанлик бўйича ҳисоблаш

Подшипник ўрнатилган валнинг айланиш сони $n > 10 \text{ мин}^{-1}$ бўлганда динамик юк кўтарувчанлик C бўйича ҳисобланиб керакли подшипник жадвалдан танлаб олинади, яъни $C_x \leq C$ шарт бажарилиши керак. C_x — ҳисобий динамик юк кўтарувчанлик; C — ҳар бир подшипниклар учун жадвалдан олинади. Бу шундай бир доимий юкланишки, бунда подшипник 1 млн. марта айланганда ҳам 90% текширилган подшипник элементларида уваланиш ҳодисаси бўлмайди. Бунда радиал ва радиал—тирак золдирли подшипниклар учун (ташқи ҳалқаси айланмайди) радиал юкланиш, тирак ва тирак—радиал подшипниклар учун (битта ҳалқаси айланади) бўйлама юкланиш таъсири ҳисобга олинган.

Ўтқазитган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, подшипник динамик юк кўтарувчанлик қиймати C билан ишлаш муддати (айланиш сони) ўртасида қуйидагича боғланиш бўлади, яъни:

$$L = a_1 \cdot a_2 \left(\frac{C}{R_g} \right)^g \text{ млн. мин}^{-1}; \quad C_x = R_g \sqrt[3]{\frac{L}{a_1 \cdot a_2}} \text{ кН.} \quad (14.1)$$

бу ерда: L — ишлаш муддати млн. мин⁻¹ ҳисобида; R_g — таъсир этувчи кучларнинг эквивалент қиймати; g — даража кўрсаткичи, золдирли подшипниклар учун 3,0; роликли подшипниклар учун 3,33; C_x — ҳисобий динамик юк кўтарувчанлик, a_1 — подшипникнинг ишончли ишлашини ҳисобга олувчи коэффициент.

$S \dots$	0,9	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99
$a_1 \dots$	1,0	0,62	0,53	0,44	0,33	0,21

Умумий машинасозлик саноати учун лойиҳаланаётган, ишлатиладиган подшипниклар учун $a_1 = 1,0$. a_2 — подшипник материаларини ҳамда унинг ишлаш шароитини ҳисобга олувчи коэффициент унинг қиймати 14.1—жадвалдан олинади.

14.1—жа д в а л

a_2 нинг қийматлари

Подшипник тури	Ишлаш шароитлари		
	1	11	111
Золдирли подшипниклар учун (сферик подшипниклар ҳисобга олинмаганда).	0,7...0,8	1,0	1,2...1,4
Цилиндрсимон роликли ҳамда золдирли сферик подшипниклар учун.	0,5...0,6	0,8	1,0...1,2
Конуссимон роликли подшипниклар учун.	0,6...0,7	0,9	1,1...1,3
Сферик роликли подшипниклар учун	0,3...0,4	0,6	0,8...1,0
Э с л а т м а: 1 — ишлаш шароити оддий; 11 — думалаш элементи ҳамда ҳалқалар уртасида гидродинамик пленка мавжуд бўлиб, подшипник узелнинг уз ўқи атрофида буралиши нисбатан кам; 111 — ҳалқа ва думалаш элементлари юқори сифатли пулат материаллардан тайёрланиб, улар уртасида гидродинамик пленка мавжуд, ҳамда подшипник узелнинг уз ўқи атрофида буралиши нисбатан кам.			

Агар подшипникнинг айланиш сони узгармас бўлса, унинг ишлаш муддатини (соат ҳисобида) қуйидагича аниқлаш тавсия этилади.

$$L_h = \frac{a_1 \cdot a_2 (C/R_s)^8 \cdot 10^6}{60 \cdot n} \quad \text{ёки} \quad L_h = \frac{L \cdot 10^5}{6 \cdot n} \geq [L_h] \text{ соат} \quad (14.2)$$

бунда $[L_h]$ нинг қийматлари червякли подшипниклар учун ≥ 5000 соат (ГОСТ 16162–85), тишли узатмалар учун ≥ 10000 соат.

14.9—§. Эквивалент юкланиш қийматини аниқлаш ҳамда подшипникларни танлаш

Подшипникларга бир вақтнинг ўзида радиал ҳамда буйлама кучлар таъсир этиб, бу кучлар узгармас, узгарувчан ёки зарб билан таъсир қилиши мумкин. Шунингдек иш жараёнида подшипникнинг ташқи ёки ички ҳалқаси айланиши мумкин. Шу юқорида кўрса—

тилган ҳамма ҳоллар подшипник ишлаш сифатига таъсир кўрсатади. Шунинг учун подшипникка таъсир қилувчи юкланишларни эквивалент юкланиш қийматини аниқлашда ҳисобга олиш керак.

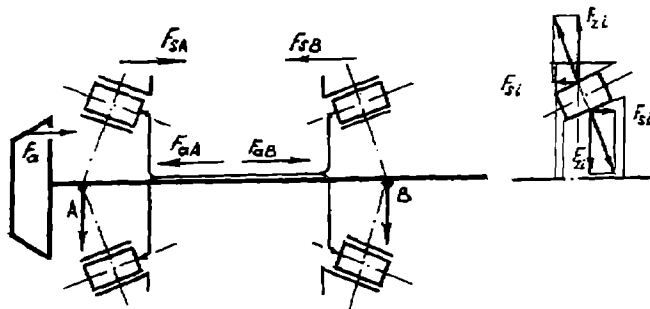
Ички ҳалқаси айланиб, ташқи ҳалқаси айланмайдиган подшипникларнинг иш жараёнида радиал куч таъсирида ишлаш муддати билан эквивалент юкланиш R_s таъсирида ишлаш муддати бир хил. Золдирли радиал, радиал-тирак ҳамда роликли радиал-тирак подшипниклар учун эквивалент юкланиш қиймати қуйидагича аниқланади:

$$R_s = (X V F_r + Y F_a) k_1 \cdot k_2 \quad (14.3)$$

бу ерда: F_r , F_a — радиал ва бўйлама кучлар; V — ҳалқаларнинг айланишини ҳисобга олувчи коэффициент, ички ҳалқа айланганда $V = 1,0$, ташқи ҳалқа айланганда $V = 1,2$, k_1 — хавфсизлик коэффициенти бўлиб, юкланиш характерини ҳисобга олади, юкланиш бир текисда бўлса $k_1 = 1,0$; юкланиш нисбатан нотекис бўлса $k_1 = 1,3 \dots 1,5$; юкланиш зарб билан бўлганда $k_1 = 2,5 \dots 3,0$ га тенг қилиб олинади. k_2 — подшипникнинг қизишини ҳисобга олувчи коэффициент. $t < 100^\circ\text{C}$ бўлганда $k_2 = 1,0$ $t = 125 \dots 250^\circ\text{C}$ бўлганда $k_2 = 1,05 \dots 1,4$. X , Y — радиал ва бўйлама кучлар коэффициентининг қиймати 14.2—жадвалдан олинади.

R_s нинг ҳисобий қиймати подшипник думалаш элементларининг контакт бурчаги α қийматининг ўзгаришини ва уларнинг ташқи кучни қабул қилиб олишини кўрсатади. Агарда подшипникка бўйлама кучнинг таъсири бўлмаса, унда радиал бўшлиқ бўлганлиги учун думалаш элементлари нотекис юкланади. Радиал кучнинг таъсири ўзгармас бўлиб, бўйлама куч таъсирининг қиймати ортиши билан радиал бўшлиқ камайиб, юкланадиган думалаш элементларининг сони купайиб, юкланиш бир текис тақсимлана бошлайди. $F_a / V F_r = e$ — (бўйлама куч таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент) қиймати 14.2—жадвалдан олинади. F_a нинг қиймати ортиши билан подшипник думалаш элементларининг юкланиши ортади. Шунинг учун $F_a / V F_r < e$, $F_a / V F_r > e$ бўлганда X , Y нинг қийматлари ҳам ҳар хил бўлади, 14.2—жадвалдан олинади. Подшипниклар учун $F_a / V F_r \leq e$ бўлганда, фақат радиал куч таъсирида ишланади, деб қабул қилинади, бунда $X = 1$, $Y = 0$. (14.2—жадвал).

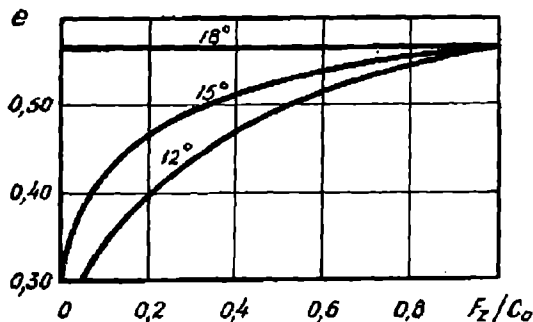
Цилиндрсимон калта роликли подшипниклар учун эквивалент юкланишнинг қиймати: $R_s = V F_r \cdot k_1 \cdot k_2$. Тирак подшипниклар учун $R_s = F_a \cdot k_1 \cdot k_2$. Вал таянчларига ўрнатилган радиал-тирак подшипникларда ташқи куч таъсирида қўшимча бўйлама куч ҳосил бўлади. Бу кучнинг қиймати золдирли радиал-тирак подшипниклар учун $F_s = e F_r$, конуссимон роликли радиал-тирак подшипниклар учун $F_s = 0,83 e F_r$ формулалар ёрдамида аниқланади.



14.7 – расм.

e — бўйлама кучларни таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент, унинг қийматларини золдирли радиал, радиал–тирак ҳамда конус–симон радиал–тирак подшипниклар учун 14.2–жадвалдан танлаш мумкин.

$\alpha < 18^\circ$ бўлган золдирли подшипниклар учун e нинг қийматини 14.8–расмдаги графикдан ҳам танлаш мумкин.



14.8 – расм.

Бўйлама кучларнинг умумий қиймати. Подшипникларга таъсир қилувчи куч F_s қиймати аниқлангач, таъсир қилувчи кучларнинг мувозанатда бўлишини ҳисобга олган ҳолда тенглама тузилиб, тенгламадан (14.7–расм) бўйлама кучларнинг умумий қийматлари F_{aA} , F_{aB} аниқланади, бунда $F_{aA} > F_{sA}$, $F_{aB} > F_{sB}$ шарт бажарилиши керак. Бу бўйлама кучларнинг умумий қиймати аниқлангач, таянчлардаги R_{Σ} қиймати аниқланади.

Золдирли радиал, радиал–тирак ҳамда конуссимон роликли радиал–тирак подшипниклар учун

$F_s / V F_r > e$ бўлганда

$$R_{\Sigma} = (X V F_r + Y F_a) k_1 \cdot k_2$$

$F_s / V F_r < e$ бўлганда

$$R_{\text{ср}} = X V F, k_1 \cdot k_2$$

бу ерда: F_A — буйлама кучларнинг умумий қиймати

F_r — таянчдаги радиал кучларнинг умумий қиймати.

14.2—жа д в а л

X, Y — коэффициент қийматлари

Подшип- ник тури	a	F_r/C_0	Бир қаторли				Икки қаторли				e
			$(F_r/VF) \leq e$		$(F_r/VF) > e$		$(F_r/VF) \leq e$		$(F_r/VF) > e$		
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
Золдирли радиал подшип- ник	0	0,014	1,0	0	0,56	2,30	1,0	0	0,56	2,30	0,19
		0,028				1,99				1,99	0,22
		0,056				1,71				1,72	0,26
		0,084				1,55				1,55	0,28
		0,11				2,45				1,45	0,30
		0,17				1,31				1,31	0,34
		0,28				1,15				1,15	0,38
		0,42				1,04				1,04	0,42
		0,56				1,00				1,00	0,44
Золдирли радиал- тирақ подшип- ник	12°	0,014	1,0	0	0,46	1,81	1,0	2,08	0,74	2,94	0,30
		0,029				1,62		1,84		2,63	0,34
		0,057				1,46		1,69		2,37	0,37
		0,086				1,34		1,52		2,18	0,41
		0,11				1,22		1,39		1,98	0,45
		0,17				1,13		1,30		1,84	0,48
		0,29				1,04		1,20		1,69	0,52
		0,43				1,01		1,16		1,64	0,54
		0,57				1,00		1,16		1,62	0,54
Конус- симон роликли подшип- ник	—	—	1,0	0	0,4	0,4	1,0	0,45	0,67	0,67	1,5

Подшипникларга таъсир қилувчи юкланиш ўзгарувчан бўлган ҳолларда ҳам эквивалент юкланишни аниқлаш керак. Бунда ҳар хил режимлардаги юкланишлар йигиндиси олинади, яъни:

$$R_{\text{эк}} = \sqrt{\frac{R_1^3 \cdot L_1 + R_2^3 \cdot L_2 \dots R_n^3 \cdot L_n}{L}};$$

бунда: $L_1, L_2, \dots L_n$ — ишлаш жараёнига (млн. мин⁻¹) тугри келган $R_1, R_2 \dots R_n$ юкланишлар; L — подшипникнинг ишлаш муддати, млн. мин⁻¹.

14.10—§. Думалаш подшипникларининг статик юк кутарувчанлиги

Кран илмоқларида, уз ўқи атрофида айланма ҳаракат қилувчи кранларда, домкрат ва шунга ўхшаш машина ва механизмларда ишлатиладиган думалаш подшипниклари иш жараёнида уз ўқи атрофида $n < 1$ мин⁻¹ билан ҳаракатланади. Бундай подшипниклар статик юк кутарувчанлик бўйича ҳисобланади.

Золдирли радиал, золдирли ҳамда роликли радиал—тирак подшипниклари учун статик эквивалент юкланишнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$R_0 = X_0 F_r + Y_0 F_a \quad (14.4)$$

бунда X_0, Y_0 — радиал ҳамда бўйлама кучларни ҳисобга олувчи коэффициентлар (уларнинг қиймати 14.3—жадвалдан олинади)

14.3—жа д в а л

Подшипниклар тури	X_0	Y_0
Золдирли радиал подшипниклар	0,6	0,5
Золдирли радиал—тирак подшипниклар: $\alpha = 12^\circ$ $\alpha = 26^\circ$ $\alpha = 36^\circ$	0,6 0,5 0,5	0,50 0,37 0,28
Золдирли сферик ҳамда конуссимон роликли радиал—тирак подшипниклар	0,5	0,22 ctg α

14.11—§. Подшипникларни вал ва корпусларга урнатиш

Вал ва корпусларга подшипник утқозишда подшипникнинг ташқи ва ички ҳалқалари асосий деталь бўлиб ҳисобланади. Улчамларга киритиладиган барча ўзгаришлар вал ёки корпус улчамларини ўзгартириш ҳисобига бажарилади. Подшипникнинг ташқи ҳалқаси

учун вал системаси ички ҳалқаси учун тешик системаси қабул қилинган.

Подшипникларни вал ёки корпусга ўтқозишда унинг иш режими, тури катта аҳамиятга эга. Бунда юкланиш қанча катта бўлса, вал ҳамда корпуслар ўлчамининг чекли чегараси нисбатан камроқ бўлиб, катта жипслик билан ўтқазилиши керак, (айланиш сони катта бўлган ўзларда бу жипслик кам бўлиши керак).

Роликли подшипниклар золдирли подшипникларга нисбатан, радиал—тирак подшипниклар эса радиал подшипникларга нисбатан жипс ўрнатилади.

14.4—жадвал

Ички ҳалқа ўтқазиладиган вал таянчларининг чекли чегараси

Чекли чегара (кавалитет)	Вал айланганда (циркуляция юкланиш).
<i>лб</i>	Ташқи куч зарб билан таъсир қилиб, ишлаш режими урта огир ҳолларда. Асосан огир саноатда ишлатиладиган роликли подшипниклар учун
<i>тб</i>	Ташқи куч зарб билан таъсир қилиб, ишлаш режими огир. Роликли ҳамда катта ўлчамдаги золдирли подшипниклар учун
<i>кб, к5</i>	Юкланиш ўртача. Ҳамма турдаги подшипниклар учун қабул қилинган; <i>кб</i> — умумий машинасозлик саноатида қабул қилинган чекли чегара
	Корпус айланганда (жойли юкланиш).
<i>һб</i>	Ташқи юкланишлар ўртача ва огир бўлиб, ички ҳалқанинг ўқ бўйича силжишини созлаш керак бўлган ҳолларда
<i>қб</i>	Юкланиш енгил ёки ўртача. Юқори аниқликни талаб қилмайдиган ҳамма тур подшипниклар учун тавсия этилади.

14.4, 14.5—жадвалларда подшипник ички ва ташқи ҳалқаларининг уларнинг юкланиши ва иш режимига нисбатан қандай чекли чегара билан ўтқазилиши кўрсатилган. Асосан ички ҳалқалар учун 5 — 6 квалитет, ташқи ҳалқалар учун 6 — 7 квалитет олиш тавсия этилади.

Ташқи ҳалқа ўтказиладиган тешикчанинг чекли чегараси

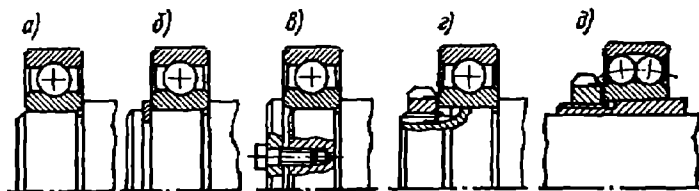
Чекли чегара (кавалитет)	Вал айланганда (жойли юкланиш)
<i>K7</i>	Юкланиш оғир. Роликли подшипниклар учун.
<i>Is7, Is6</i>	Юкланиш оғир ва уртача, айланиш сони катта
<i>H7, H6</i>	Ташқи юкланишлар уртача ва енгил бўлиб, радиал—тирак подшипниклар учун ўқ бўйича силжишни соzлаш керак бўлган ҳолларда. Умумий машинасозлиқда қабул қилинган асосий чекли чегара.
<i>P7</i>	Корпус айланганда (циркуляцион юкланиш) Юкланишлар оғир ва уртача бўлиб, ташқи кучлар зарб билан таъсир этади. Корпус деворининг қалинлиги юпқа
<i>N7</i>	Юкланиш уртача
<i>M7</i>	Уртача ва енгил юкланиш
<i>K7</i>	Катта тезлик билан айланганда

Подшипник вал, корпусга ўтказилганда унинг ҳалқалари ташқи зарб кучлари таъсирида ўз ўқи атрофида айланиб кетмаслиги, ҳамда ўқ бўйича силжимаслиги учун бу ташқи ва ички ҳалқалар маҳкам—ланиши керак (таянчларга ўрнатилган подшипниклар иш жараёнида ўқ бўйича силжиши керак бўлган ҳоллар бундан мустасно).

Ички ҳалқаларни қуйидагича маҳкамлаш мумкин:

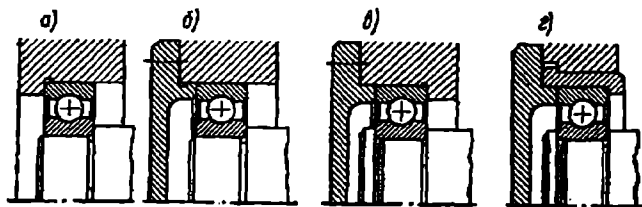
Ўқ бўйича кучлар таъсири енгил бўлганда, пружинали ҳалқа 14.9—расм, б), бу кучлар уртача бўлганда шайба ёрдамида (14.9—расм, в), катта бўлганда эса гайкалар ёрдамида маҳкамлаш (14.9—расм, г, д) тавсия этилади.

Ташқи ҳалқаларни ўқ бўйича силжимаслиги учун подшипник қопқоқлари (14.10—расм, а), икки томонлама силжимаслиги учун



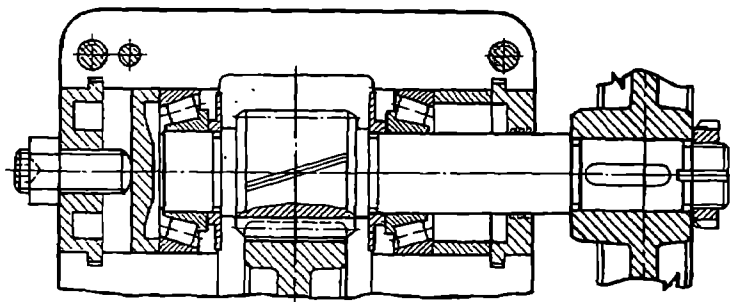
14.9 – расм.

корпусдаги чиқиқ ёки стаканлардан (14.10—расм, б,г,д) фойдаланилади.



14.10 -

Ташқи ҳалқани кераклигича силжишини махсус қистирмалар қўйиб, винт ёки ташқи резбали гайкалар ёрдамида амалга ошириш мумкин (14.11—расм).



14.11 - расм.

Подшипник узелидаги думалаш элементлари сепараторлар ҳамда ҳалқалар ўртасидаги ишқаланишни камайтириш учун қуюқ ёки суёқ мойлар ёрдамида мойланади.

Қуюқ мойлардан қизиш даражаси 90° гача бўладиган подшипникларда ЦИАТИМ-201, 100° гача бўлганда ЛИТОЛ-24, 120° гача бўлганда ЦИАТИМ-221 маркали мойлардан фойдаланиш тавсия этилади. Бунда мой подшипник қопқоғи билан подшипник ўртасидаги махсус мой учун қолдирилган бўшлиқнинг айланиш сони $n < 1500 \text{ мин}^{-1}$ бўлганда $2/3$ қисми, $n > 1500 \text{ мин}^{-1}$ бўлганда $1/2$ қисмигача тўлгазилиши керак.

Суёқ мойлар қуюқ мойларга нисбатан подшипник узелини яхши мойлайди, шунинг учун иложи борича суёқ мой ишлатиш тавсия этилади. Асосан суёқ мойлардан И-Л, А-7, И.А-А-27, И-Г-А-32 маркали мойлар ишлатилади.

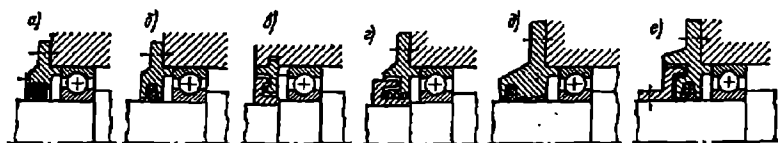
Подшипниклар мойни пуркатиш, шунингдек мойни томчилатиб қўйиш йули билан мойланади.

Мойларни подшипник узелларидан чиқиб кетмаслиги учун махсус зичлагичлар ишлатилади.

Ташқи муҳитдан подшипник узелига чанг ва майда заррачалар кирмаслиги ҳамда мойлар оқиб чиқиб кетмаслиги учун махсус зичлагичлар ишлатилади.

14.12—расм, *a, e* ларда шу зичлагичларнинг тури кўрсатилган.

14.12—расм, *a* да манжетли зичлагич кўрсатилган, бунда арматураланган резина махсус пружина ёрдамида валга маҳкамланган. Бундай зичлагичларни қуюқ ва суюқ мойлар билан мойланган тезлиги $V > 5 - 20$ м/с бўлган узелларда ишлатиш тавсия этилади, ишлаш муддати 300...3000 соатгача. 14.12—расм, *d* да махсус ариқчали зичлагич кўрсатилган, бундай ариқчаларга қуюқ мой суртилади, шунда подшипник мойлари оқиб чиқиб кетмайди.



14.12 – расм.

Масала. Бир погонали қия тишли цилиндрсимон ёпиқ узатманинг етакланувчи вал таянчлари учун думалаш подшипниги танлансин. Таянч диаметри $d = 50$ мм. Ишлаш муддати $L_h = 20000$ с. Бурчак тезлиги $\omega_2 = 2,6$ с⁻¹. Таянчлардаги реакция қийматлари $R_A = 9800$ Н, $R_B = 4510$ Н, $F_t = 280$ Н. Подшипникларнинг қизиши $t < 100^\circ$.

Масаланинг ечими. 1. Подшипник тури танланади. Таянчдаги реакция қийматлари нисбатан кичик бўлганлиги учун енгил серияли №210 золдирли подшипник танлаймиз. Подшипникнинг характеристикалари:

$$C_o = 20,2 \text{ кН} , C = 27,5 \text{ кН}.$$

2. Валнинг *A* таянчида реакция қийматлари нисбатан катта бўлганлиги учун, шу таянчга ўрнатилган подшипник учун динамик юк кутарувчанлик C_x ни ҳамда ишлаш муддати L_h нинг (соат ҳисобида) ҳисобий қийматини аниқлаймиз. Подшипник учун эквивалент юкланиш қийматини юқоридаги формула ёрдамида аниқлаймиз, бунда $F_A / C_o = 280/20200 = 0,014$. 14.2—жадвалдан $e = 0,19$, $V = 1,0$ бўлгани учун

$$F_A / (V F_A) = 280 / (1 \cdot 9800) = 0,014 < e = 0,19.$$

$X = 1,0$, $Y = 0$, 14.3—формуладан $V = 1,0$, $k_1 = 1,0$, $k_2 = 1,0$. Демак, $R_s = V R_A \cdot k_1 \cdot k_2 = 9800$ Н. 14.2—формуладан фойдаланиб, L

нинг қийматини аниқлаймиз. Бу ерда $a_1 = 1,0$, $a_2 = 0,8$. $C = 27500$ Н
 $R_3 = 9800$ Н, $g = 3,0$. Демак, $L = 1,0 \cdot 0,8 (27500 / 9800)^3 = 17,56$ млн.
 мин⁻¹. Юқоридаги формуладан динамик юк кўтарувчанликнинг
 ҳисобий қийматини аниқлаймиз:

$$C_1 = 9800 \sqrt[3]{17,56/1,0 \cdot 0,8} = 27,4 \text{ кН} < C \text{ шарт бажарилди.}$$

Демак, подшипник тўғри танланган. Агар шу юқоридаги шартлар
 бажарилмаса, ўртача сериядаги подшипник танлаб ҳисоблаш
 такорланади.

Масала. Конуссимон узатманинг етакловчи валининг таянчлари
 учун думалаш подшипниги танлансин (14.7–расм):

$P_1 = 1450$ мин⁻¹, $L_b = 10000$ соат, $R_A = 4000$ Н, $R_B = 1200$ Н,
 $F_A = 960$ Н. Вал таянчининг диаметри $d = 40$ мм.

Масаланинг ечими. Бўйлама кучнинг қиймати нисбатан катта
 бўлганлиги учун контакт бурчаги $\alpha = 12^\circ$ бўлган енгил серияли
 №7308 маркали конуссимон роликли подшипник танлаймиз. Под-
 шипник характеристикалари $C = 42,4$ кН, $C_0 = 32,7$ кН, $e = 0,38$,
 $U = 1,56$. Юқорида кўрсатилгандек, конуссимон роликли подшип-
 никларда радиал кучлар таъсирида қўшимча бўйлама кучлар ҳосил
 бўлади. Бу кучларнинг қиймати қуйидагича аниқланади.

$$F_{sA} = 0,83 e R_A = 0,83 \cdot 0,38 \cdot 4000 = 1261 \text{ Н.}$$

$$F_{sB} = 0,83 e R_B = 0,83 \cdot 0,38 \cdot 1200 = 370 \text{ Н.}$$

Подшипникка таъсир қилувчи бўйлама кучлар мувозанатда
 бўлиши керак, яъни: $\Sigma X = 0$. $F_A - F_{sA} + F_{sB} = 0$.

Бунда $F_{sA} = F_{sA}$ қилиб оламиз, натижада $F_{sB} = F_{sA} - F_A = 1261 -$
 $960 = 301 > F_{sB}$ шарт бажарилиши керак. Бу шарт бажарилмагани
 учун $F_{sB} = F_{sB}$ қилиб оламиз. Бунда $F_{sA} = F_A + F_{sB} = 960 + 379 =$
 $1339 > F_{sA}$ шарт бажарилди. Демак, кучлар тўғри аниқланган.

Подшипниклар учун эквивалент кучнинг қийматини аниқ-
 лаймиз.

$$F_{sA} / (V R_A) = 1339 / (1 \cdot 4000) = 0,33 < e \text{ Демак, } X = 1,0, U = 1,0$$

$$F_{sB} / (V R_B) = 379 / (1 \cdot 1200) = 0,32 < e \text{ Демак, } X = 1,0, U = 1,0$$

$k_1 = 1,0$, $k_2 = 1,0$ Натижада $R_{sA} = R_A \cdot k_1 \cdot k_2 = 4000 \cdot 1,0 \cdot 1,0 =$
 4000 Н, $R_{sB} = R_B \cdot k_1 \cdot k_2 = 1200 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1200$ Н. А таянчда юкла-
 ниш катта бўлганлиги учун, шу таянчга ўрнатилган подшипник
 учун динамик юк кўтарувчанлик ҳамда ишлаш муддатини аниқлай-
 миз. (14.4) формуладан

$$L = 1,0 \cdot 0,8 \left(\frac{42400}{4000} \right)^{3,33} = 207,6 \text{ млн. мин}^{-1};$$

$$C_x = 4000 \sqrt[3,33]{\frac{2076}{1,0 \cdot 0,8}} = 42,4 \text{ кН}$$

$$L_h = 2076 \cdot 10^5 / 6 \cdot 720 = 23862 \text{ соат} > [L_h]$$

шарт бажарилди. Демак, подшипник тўғри танланган.

Савол ва топшириқлар

1. Думалаш подшипник турлари. Афзаллик ва камчиликлари нимадан иборат?
2. Подшипник элементлари. Сепараторнинг вазифаси нимадан иборат?
3. Думалаш подшипниклари сирпаниш подшипникларига нисбатан қандай афзалликларга эга?
4. Нима учун ички ҳалқа айланганда подшипник ишлаши учун яхши шароит тутилади?
5. Думалаш подшипникларининг думалаш элементлари бўйича турларини айтиб беринг.
6. Думалаш подшипниклари қандай серияларга бўлинади?
7. ГОСТ бўйича подшипник айланиш сони нима учун чегараланган?
8. Подшипниклар учун динамик C , статик C_0 юк кутарувчанлик деганда нимани тушиниш керак?
9. Подшипниклар учун эквивалент R_e юкланиш, бу қандай юкланиш?
10. C , R_e , L қийматлар ўртасидаги боғланиш қандай аниқланади?
11. C ва C_0 бўйича подшипникни танлаш шарти қандай?
12. Подшипник ички ва ташқи ҳалқаларини таянчларга ўтқизишнинг қандай турлари мавжуд?

15–6 о б. МУФТАЛАР

15.1–§. Умумий маълумотлар

Муфталар вал, труба ва шу каби деталларнинг учларини ўзаро улаш учун ишлатилади ва механик, электрик, гидравлик турларга бўлинади. Машини деталлари курсида фақат валларга мўлжалланган механик муфталаргина ўрганилади. Бундай муфталарнинг асосий вазифаси валларни ўзаро бириктириш билан бирга, уларнинг биридан иккинчисига буровчи момент узатишдан иборатдир. Муфталар вазифаси ҳамда тузилишига кўра бир неча гурппага бўлинади (15.1–расм).

1. Доимий бириктириладиган муфталар; бундай муфталардан фойдаланилганда машинанинг ишини тўхтатмай туриб, валларни бир–биридан ажратиш бўлмайди.
2. Бошқариладиган уловчи муфталар; бундай муфталар воситасида машина ишини тўхтатмаган ҳолда, зарур бўлган ҳолларда валларни улаш ёки ажратиш мумкин.
3. Ўз–ўзини бошқарувчи (автоматик) муфталар; бундай муфталар, машинанинг нормал ишлаши учун талаб қилинган шароит таъминланмаган ҳолларда автоматик равишда валларни бир–биридан



ажратади ва талаб қилинган нормал шароит яратилиши билан ажратилган валлар муфта воситасида автоматик равишда яна уланади.

Қуйида машинасозликда кенг куламда ишлатиладиган асосий муфталарнинг ишлаши, тузилиши ва уларни ҳисоблаш усуллари билан танишиб чиқамиз.

15.2—§. Доимий бириктириладиган муфталар

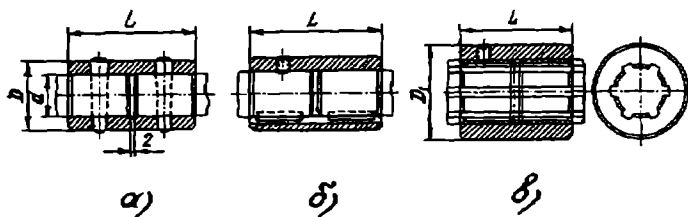
Муфталарнинг бу туркумига валларни бир—бирига нисбатан бирор йўналишда силжишга йўл қўймайдиган қилиб бириктириладиган қўзғалмас муфталар ҳамда валларнинг турли йўналишда силжишига маълум даражада имкон берадиган қўзғалувчан муфталар киради. Бу хил муфталарнинг энг оддийси втулкали (15.2—расм) ва фланецли (15.3—расм) муфталардир.

Муфталар валнинг диаметри ҳамда узатилаётган буровчи моментга нисбатан танланади.

$$T_t = k T \leq [T] \quad (15.1)$$

бу ерда: k — муфтанинг ишлаш шароитини ҳисобга олувчи коэффициент, T — муфта валидаги буровчи момент, Н.м; $[T]$ — буровчи моментнинг жоиз қиймати.

Втулкали муфталар. Бунда вал учларига втулка кийгизилган бўлиб, втулка вал билан штиф, шпонка ёки шлиц ёрдамида



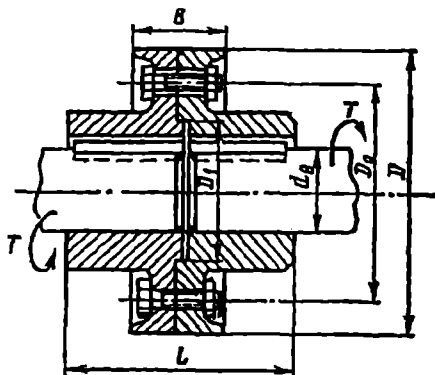
15.2 — расм.

бириктирилган бўлади (15.2—расм, а, б, в). Бундай муфталар валнинг диаметри 70 мм гача бўлганда ишлатилади. Втулка конструкцион пўлат материалдан тайёрланиб улчамларини қуйидагича олиш тавсия этилади: $D = (1,5 \dots 1,8) d$, узунлиги $L = (2,5 \dots 4) d$. d — валнинг диаметри. Муфтанинг улчамлари ГОСТ 24246—80 асосида стандартлаштирилган.

Фланецли муфталар. Вал учларига ўтказилган иккита ярим фланецли муфталар болтлар ёрдамида маҳкамланади. Бунда бир валдан иккинчи валга ҳаракат шу фланец юзидаги ишқаланиш ҳисобига ўтказилади. Бу хил муфталар 40, 35Л маркали пўлат

материаллардан тайёрлаб ўлчамлари қуйидагича: $D = (3...3,5) d$. Умумий узунлиги $L = (2,5...4) d$. d — валнинг диаметри. Болтларнинг сони $z = 4 \approx 6$. Муфта ГОСТ 20716—80 асосида стандартлаштирилган бўлиб, валнинг диаметри 12...220 мм, узата оладиган моменти 45000 Н.м гача бўлиши мумкин.

Ярим фланецли муфта-ларни ўзаро бириктириш учун ишлатилган болтлар бушлиқ билан ўрнатилганда момент шу фланецлар юзидаги ишқаланиш ҳисобига узатилади, бунда болтни маҳкамлаш учун керакли кучнинг қиймати қуйидагича аниқланади.



15.3 — расм.

$$T = \frac{F \cdot f \cdot D_0 \cdot z}{2 \cdot S} \text{ бундан } F = \frac{2T \cdot S}{D_0 \cdot z \cdot f} \quad (15.2)$$

бу ерда: F — болтни маҳкамлаш учун керакли кучнинг қиймати; $S = 1,2...1,5$ хавфсизлик коэффиценти; D_0 — болт ўрнатилган айлана маркази; z — болтлар сони; $f = 0,15 \div 0,2$ — ишқаланиш коэффиценти.

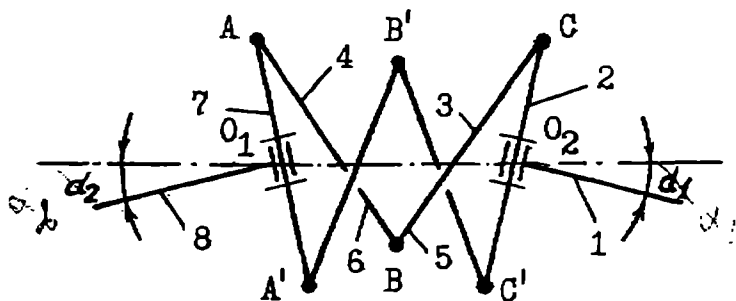
Болт бушлиқсиз ўрнатилганда буровчи момент болт ёрдамида узатилади, бунда болт кесими кесилишга текширилади.

Юқорида куриб чиқилган муфталарнинг тузилиши валларнинг аниқ ўқдош бўлишини, ишлаш жараёнида эса муайян бир вазиятни эгаллашни талаб қилади. Бу талабни қаноатлантириш эса қийин, чунки ташқи куч таъсирида вал эгилиши мумкин. Бунинг олдини олиш учун, яъни иш жараёнида валнинг кичик оралиққа силжишини (15.4—расм) ва унинг натижасида ҳосил бўладиган қушимча динамик кучларнинг ишга салбий таъсирини маълум даражада йўқотиш мақсадида қўзгалувчан муфталардан фойдаланилади. Бундай муфталарда валларнинг силжишига муфта деталларининг ўзаро қўзғалиши ёки элементлардан бирининг эластик материалдан тайёрлаш ҳисобига барҳам берилади. Бу хил муфталар компенсацияловчи муфталар дейилади.

15.3—§. Шарнирли—ричагли муфталарни ҳисоблаш

Шарнирли—ричагли муфталар ўқлари ўзаро маълум бурчакка бурилган валларга узатиш буровчи момент учун ишлатилади. Асосан бундай валларни карданли узатма ҳам деб юритилади. Қатор ишлаб

чиқариш машиналарида, жумладан, автомашиналарда ҳаракатни уқлари орасидаги бурчак доимий ўзгариб турганида узатишга тўғри келади. Мавжуд муфталар ушбу узатмаларда қўлланилганда ФИК жуда пасайиб кетади. Шарнирли—ричагли муфталарнинг эса ФИК бир мунча юқори бўлиб, ҳаракат уқлар орасидаги бурчак ҳатто 100 — 110 градус бўлганда ҳам узатилади. 15.4— расм, а да шарнирли—ричагли муфта схемаси келтирилган. Унда ҳаракат етакловчи вал 1



15.4 — расм.

дан етакловчи вал 8 га узатилади. Улар орасидаги бурчак α_1 ва α_2 қийматлари орқали топилади, яъни

$$\beta = \pi - (\alpha_1 + \alpha_2)$$

Вал 1 дан ҳаракат кривошип 2 ва шатунлар 3, 4, 5, 6 ҳамда кривошип 7 орқали вал 8 га узатилади. Изланишлар шуни кўрсатди—ки, бурчак кичрайиши билан ҳаракатни узатиш қийинлашади ва узатманинг ФИК камаяди. 15.4—расмдан кўриниб турибдики, O1 ва O2 нуқталар орасидаги минимал масофа, асосан кривошипларнинг радиуслари ҳамда α_1 ва α_2 бурчакларига боғлиқдир. Агар $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$ ва $R_1 = R_2 = R$ бўлса,

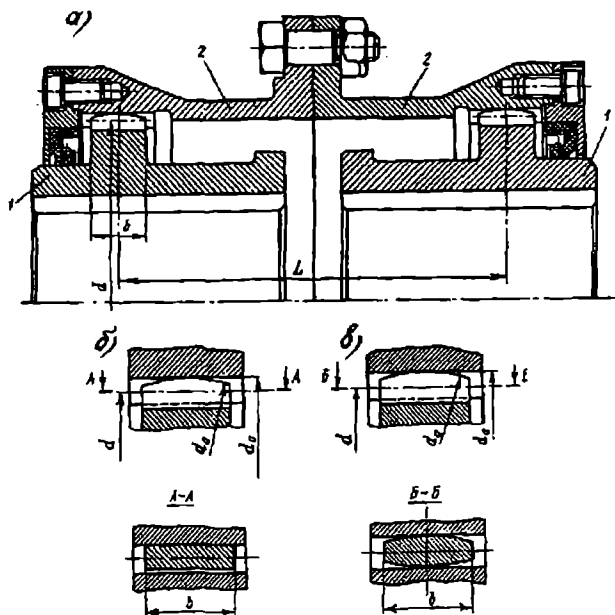
$$l_{a1a2} = 2R \sin \alpha$$

Бунда, $\alpha = 0$ бўлса, $l_{a1a2} = 0$ кривошиплар ўзаро параллел ва ўқ т а бўлади. Агар $\alpha = 90^\circ$ бўлса, $l_{a1a2} = 2R$ бўлади.

15.4—§. Компенсацияловчи муфта

Бундай муфталардан бири тишли муфта бўлиб, 63000 Н.м гача момент узата олиши мумкин. Валларнинг диаметри 40 мм дан 200 мм гача бўлган юритмаларда ишлатилади. Бу муфта сиртида эволь—

вента профилли тишлари булган иккита ярим муфта 1 ҳамда улар устига қийғизилиб, бир—бирига болтлар билан бириктириб қўйилган икки булак ички тишли қисқич ҳалқа 2 дан тузилган (15.5—расм). Ярим муфталар валларга тигизлик билан ўтказилиб, шпонкалар ёрдамида маҳкамлаб қўйилади.



15.5 — расм.

Муфтани ГОСТ 5006—83 асосида узатилаётган буровчи момент қиймати бўйича танлаб, ҳисобий буровчи момент қиймати билан солиштирилади бунда $T_x \leq [T]$ шарт бажарилиши керак.

Муфта тиш юзасининг қаттиқлиги 42...51 HRC гача бўлиши керак, агар айланма тезлиги бўлувчи диаметр бўйича 1 м/с гача бўлса, тиш юзасини 248...302 HB олиш мумкин.

Муфта деталлари 45, 40X, 45Л маркали пулат материаллардан болғалаш ёки қуйиш усулида тайёрланади. Тишлардаги эзилишдаги кучланишни қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$\sigma_{\text{э}} = k T / (d_2 b \cdot 0,9) \leq [\sigma_{\text{э}}] \quad (15.3)$$

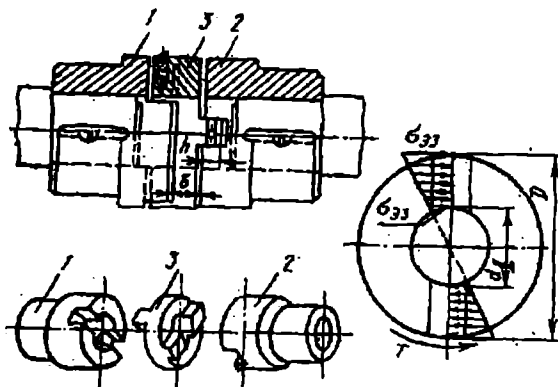
бу ерда: T — узатилаётган буровчи момент, Н.м.

d — бўлиш айланасининг диаметри, мм.

b — тиш эни; k — юкланиш коэффициенти; $[\sigma_{\text{э}}] = 12 \div 15$ МПа — эзилишдаги кучланишнинг жоиз қиймати.

Компенсацияловчи муфталарнинг яна бир тури Ольдгем муфтаси. Муфта ажралиш сиртида призматик уйиқлари булган

иккита ярим муфтадан ва улар орасига ўрнатиладиган ҳамда икки томонида ярим муфталардаги ўйиқларга жойлашадиган, ўзаро перпендикуляр қилиб тайёрланган чиқиқлари бўлган дискдан тузилган. (15.6—расм). 1,2 ярим муфтада ўйиқларнинг, шунингдек, 3 дискдаги чиқиқларнинг ўзаро перпендикуляр текисликда жойлашганлиги муфталар орасидаги бушлиқ эса валларнинг ўқ бўйлаб силжишига имконият яратеди.



15.6 — расм.

Валларнинг радиал ҳамда бурчакли силжиши ярим муфта ўйиқларининг ён сиртида ҳосил бўладиган босимнинг нотеkis тақсимланишига олиб келади. Шунинг учун бу силжишлар $\Delta_a = 0,04 d$ гача, $\Delta_a = 0^\circ 30'$ гача бўлгандагина Ольдгем муфтасидан фойдаланиш тавсия этилади.

Иш жараёнидаги дискдаги чиқиқларнинг ярим муфта сиртидаги ўйиқларда сирпаниш момент узатадиган сиртларнинг ейилишига сабаб бўлади. Ейилиш сурати айланишлар сонининг ҳамда валнинг радиал ва бурчак силжишининг ортиши билан ортади. Ейилишни камайтириш учун сиртлар вақти—вақти билан мойлаб турилиши ҳамда иш жараёнида ҳосил бўлган эзилишдаги кучланиш меъёридан ошиб кетмаслиги керак. Бу талаб муфталарни ҳисоблашда асос қилиб олиниб, эзилишдаги кучланишнинг ҳисобий қиймати қуйидагича аниқланади.

$$\sigma_{\text{э}} = 6 k T D / [h (D^3 - d^3)] = |\sigma_{\text{э}}| \quad (15.4)$$

бу ерда: k — қушимча динамик кучларни ҳисобга олувчи коэффициент; h — диска чиқигининг баландлиги. Амалий ҳисоблашларда $D/d = (2,5 \dots 3)$ қилиб олинади. $|\sigma_{\text{э}}| = (15 \dots 20)$ МПа.

Муфта деталлари Ст5 ёки 25Л маркали пўлатлардан тайёрланади. Катта момент узатадиган муфталар учун эса 15Х, 20Х каби легирланган пўлатлар ишлатилади ва қатлами цементланади.

15.5—§. Эластик элементли муфталар

Муфталарнинг бундай тури ишлатилганда, валларнинг ўқдошлиги қатъий бўлмаслиги мумкин, ҳамда ишлаш жараёнида ҳосил бўлиб турадиган қисқа муддатли ўта юкланишнинг ҳамда динамик кучларнинг механизм ишига салбий таъсирини сезиларли даражада камайтириш мумкин. Бундан ташқари, эластик элементли муфталардан фойдаланилганда валларда резонанс ҳодисаси деярли содир бўлмайди.

Эластик элементли муфталарнинг асосий характеристикалари бу унинг бикрлигидир:

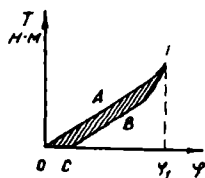
$$C_{\varphi} = d T / d \varphi$$

бу ерда: T — узатилаётган буровчи момент; Н.м; φ — муфтанинг момент таъсирида ўз ўқи атрофида буралиши. Бикрлиги узгармас бўлган эластик элементли муфталар учун

$$C_{\varphi} = d T / d \varphi = \text{Const}$$

Гук қонунига бўйсунмайдиган эластик элементли металлмас (резина, чарм а бошқалар) материаллардан тайёрланган муфта—ларнинг бикрлиги узгарувчан бўлади.

Эластик элементли муфталарнинг резонансиз ишлаши шу бикрлик характеристикасига боғлиқ. Маълумки, муфтанинг эластик элементлари деформацияланиши натижасида ташқи зарб кучларини сундириш (сингдириш) хусусиятига эга. Сундириш хоссаси муфта—нинг бир марта юкланиш олиб, сўнгра яна дастлабки ҳолига келишида эластик элементга бутунлай сингиб кетган энергия миқдори билан ифодаланади. Бундай энергиянинг миқдори гисте—резис юзаси билан ўлчанади, яъни юкланиш олиш ОАИ (15.7—расм) чизиги билан юксизланиш чизиги ИВС билан ифодаланса, у ҳолда муфта бутунлай сингиб кетган энергия ОАИВС нинг юзига тенг бўлади. Бу энергия эластик элементларнинг деформацияланишда ҳосил бўладиган ички ва ташқи ишқаланишга сарфланади. Эластик элементли муфталар эластик элементларининг деформацияланиши бу валларда ҳосил бўладиган динамик кучларнинг салбий таъсирини сусайтиришга имкон берувчи бирдан—бир воситадир.



15.7 — расм.

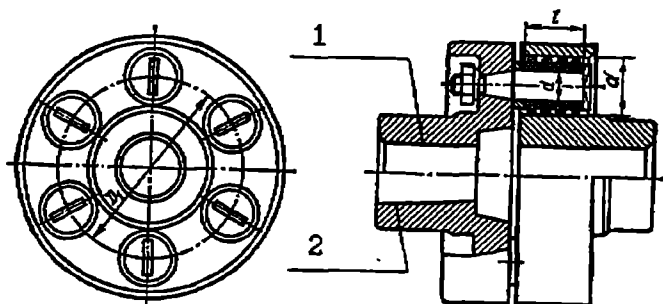
Муфта таркибида эластик элементлар металлмас ҳамда металл материаллардан тайёрланиши мумкин.

Металлмас материалларнинг энг асосийларидан бири бу резина бўлиб, юқори даражада эластикликка эга, нисбий деформацияси $\varepsilon = 0,7 - 0,8$, металлга нисбатан 10 мартагача ташқи зарб кучларини

сундириш хусусиятига эга. Лекин ишлаш муддати, қисқа, мустаҳкамлиги эса кам. Бу эса унинг ташқи улчамларини катта бўлишига сабаб бўлади. Шунинг учун уларни катта момент узатиладиган муфталарда ишлатиш тавсия этилмайди.

Куйида ана шундай муфталардан баъзиларининг тузилиши ҳамда ҳисоблаш масалалари билан қисқача танишиб чиқамиз.

Втулка—бармоқли муфта — бу эластик элементи металлмас материалдан тайёрланган компенсацияловчи муфта бўлиб, бошқа турдаги муфталарга нисбатан кўп ишлатилади (15.8—расм). Ярим



15.8 — расм.

муфталар бир учида резбa, иккинчи учида эса эластик материалдан тайёрланган втулка ёки кўндаланг кесими трапеция шаклида бўлган бир неча ҳалқа ўрнатилган бармоқлар ёрдамида бириктирилади. Муфта улчамлари нормаллаштирилган ($d \leq 150$ мм, $T \leq 15000$ Нм гача) бўлиб, втулка ёки ҳалқа кесимининг баландлиги унчалик катта бўлмаганлиги туфайли, кичик қийматли ($\Delta_k = 0,3 \dots 0,6$, $\Delta\alpha = 1^\circ$ гача, $\Delta a = 1 - 3$ мм) силжишларга имкон беради. Бундай муфталар кўпинча, электр двигатель вали билан юритма вадини бириктириш учун ишлатилади.

Муфта буровчи моментга нисбатан жадвалдан олиниб, бармоқлар эгилишга, эластик элементи эса эзилишга текширилади.

$$\sigma_{\text{э}} = 2 T k / (d_1 l \cdot z \cdot D_1) \leq [\sigma_{\text{э}}] \quad (15.5)$$

Бу ерда: Z — бармоқлар сони; $[\sigma_{\text{э}}] = 1,8 \dots 2,0$ МПа.

15.9—расмда эластик элементи юлдузсимон кўринишдаги компенсацияловчи муфта кўрсатилган. Ярим муфталардаги уйиқларга жойлашадиган юлдузсимон кўринишдаги эластик элемент сиқилишдаги кучланишга текширилади. Бу хил муфталарнинг улчамлари стандартлаштирилган бўлиб, асосан тез ҳаракатланувчи валларни ($n = 3000 \dots 6000$ мин⁻¹ гача, $T = 3 \dots 120$ Н.м, $d = 12 \dots 45$ мм) бириктириш учун ишлатилади. Муфта ёрдамида валларнинг радиал силжишини $\Delta_k = 0,2$ мм гача, бурчак силжишини $\Delta\alpha \leq 1^\circ 3'$ гача

компенсациялаш мумкин. Муфта асосий ўлчамлари ўртасида қуйидагича боғланиш мавжуд:

$$D \approx 2,5 d; d_1 \approx (0,55 \dots 0,5) D; \\ h = (0,3 \dots 0,22) D \quad (15.6)$$

Иш жараёнида эластик элементда ҳосил бўлган эзилишдаги кучланиш қиймати қуйидагича аниқланади.

$$\sigma_{\Sigma} = 24 D T / (z h (D^3 - d_1^3)) \leq [\sigma_{\Sigma}] \quad (15.7)$$

бу ерда: z — юлдузча тишлари сони; $[\sigma_{\Sigma}] = 2 \dots 2,5$ МПа.

Саноатда кенг қўлланадиган эластик элементи металлмас бўлган компенсацияловчи муфталарнинг яна бири 15.10—расмда курсатилган муфтадир. Бунда иккита ярим муфтага болтлар ёрдамида сфера шаклидаги эластик элемент маҳкамланган. Муфтани радиал силжиш Δ , 2...6 мм, бурчак силжиши $\Delta\alpha = 2 \dots 6$, буралиш бурчаги $5^\circ 30'$ гача бўлган ҳолатларда ишлатиш мумкин (ўлчамлари стандартлаштирилган).

Эластик элементдаги иш жараёнида ҳосил бўлган ҳисобий кучланиш қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\tau = 2 T k / (\pi D_1^2 \delta) \leq [\tau] \quad (15.8)$$

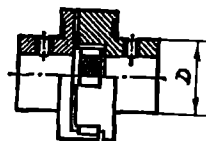
бунда: $[\tau] = 0,4$ МПа.

Эластик элементлари металл материаллардан тайёрланган муфталар катта буровчи момент узатиш билан бирга, узоқ муддат ишлай олади ҳамда ташқи ўлчамларини кичик қилиб тайёрлаш мумкин. Бунда эластик элементлар ўзгармас ёки ўзгарувчан бикрлик билан тайёрланади.

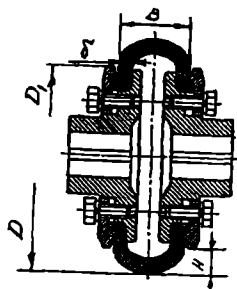
15.11—расмда эластик элементи металлдан тайёрланган (пружина) компенсацияловчи муфта курсатилган. Улар махсус шаклдаги тишли икки ярим муфтадан иборат. Ярим муфта тишлари 15.11—расм, в, г, да курсатилгандек, пружина воситасида бир-бирига боғланади.

Ярим муфталарнинг иш тишларининг кўндаланг кесими икки хил бўлиши мумкин (15.11—расм, в, г).

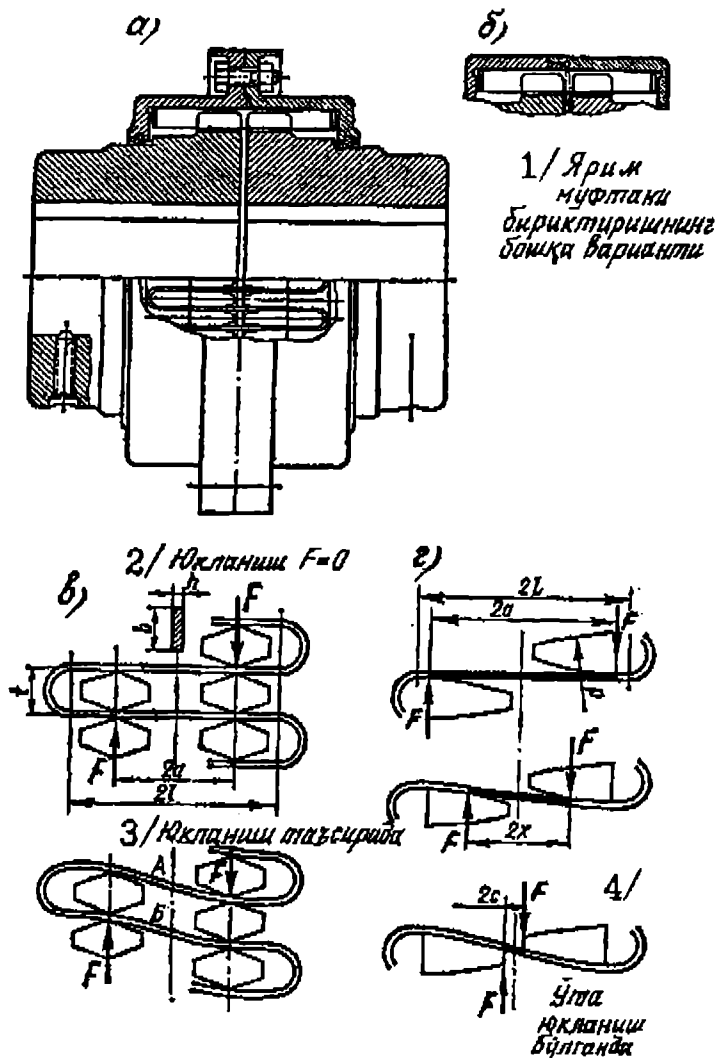
Кўндаланг кесимнинг биринчи хили учун таъсир этаётган кучлар орасидаги масофа, бу кучнинг катта-кичиклигидан қатъий



15.9 — расм.



15.10 — расм.



15.11 – расм.

назар, узгармас миқдорга — $2a$ га тенг бўлса, иккинчи хили учун бу масофа ташқи куч миқдорига мувофиқ тарзда ўзгаради.

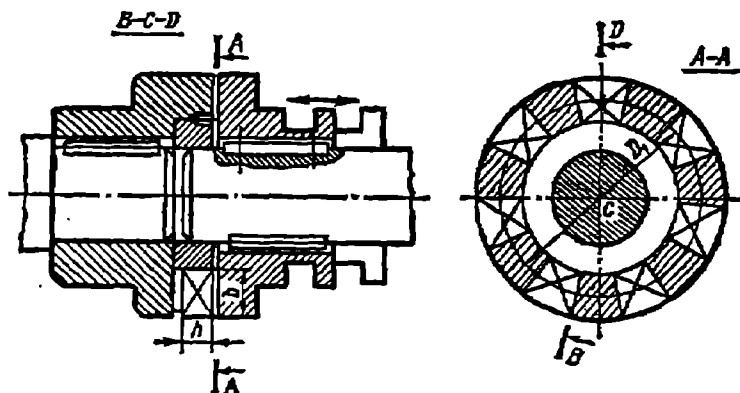
Бу масофалар асосан оғир машинасозлик саноатида ишлатилиб улчамлари стандартлаштирилган. Булар ёрдамида валлардаги радиал силжишни $\Delta_r = 0,5...3$ мм, бурчак силжишни $\Delta\alpha = 1^\circ 15'$, чизикли силжишни $\Delta a = 4...20$ мм гача компенсациялаш мумкин.

15.6—§. Бошқариладиган уловчи муфтalar

Бошқариладиган уловчи муфтalar айланаётган ёки тинч турган валларни исталган вақтда улаш ёки ажратиш учун ишлатилади. Бундай муфтalar ишлаш принципитга қараб икки гуруҳга бўлинади:

- а) илашиш асосида ишлайдиган (кулачокли, тишли) муфтalar;
- б) ишқаланиш асосида ишлайдиган (фрикцион) муфтalar.

Кулачокли муфтalar (15.12—расм). Бу муфтalar қундаланг сиртда илашиш учун мулжалланган тишлари бўлган (кулачокли) иккита ярим муфтадан иборат.



15.12 – расм.

Иш жараёнида ярим муфтalarдан бирининг тишлари иккинчичидаги тишлар орасига киради. Ярим муфтalarнинг бири валга маълум тигизлик билан ўтказилади ва шпонка воситасида маҳкамлаб қўйилади, иккинчиси вал ўқи бўйлаб бемалол сурила оладиган қилиб, йуналтирувчи шпонка воситасида ўрнатилади. Бу ҳол иккала ярим муфтани бир—бирига исталган вақтда улаш ёки бир—бирдан исталган вақтда ажратиш имконини беради. Бунинг учун қўзгалувчан қилиб ўрнатилган ярим муфта махсус қурилма воситасида вал бўйлаб чапга ёки ўнгга силжитилади.

Кулачокли муфтalarнинг ишлаш муддати, асосан, тишларнинг ейилиш даражасига, бу эса ўз навбатида тиш сиртларида ҳосил бўладиган эзувчи кучланиш қийматига боғлиқ. Бу кучланишнинг тақрибий қиймати қўйидагича аниқланади.

$$\sigma_{\text{с}} = 2 k T / (z D_1 \cdot b \cdot h) \leq [\sigma_{\text{с}}] \quad (15.9)$$

бу ерда: z — ярим муфтадаги тишлар сони.

Кулачоклар иш сиртининг ейилишига чидамлилигини ошириш учун уларнинг иш юзаси углерод билан тўйинтирилади: бунда

муфталарни 15Х, 20Х маркали пулатлардан тайёрлаш тавсия этилади.

Эзилишдаги кучланишнинг жоиз қийматларини қуйидагича олиш тавсия этилади:

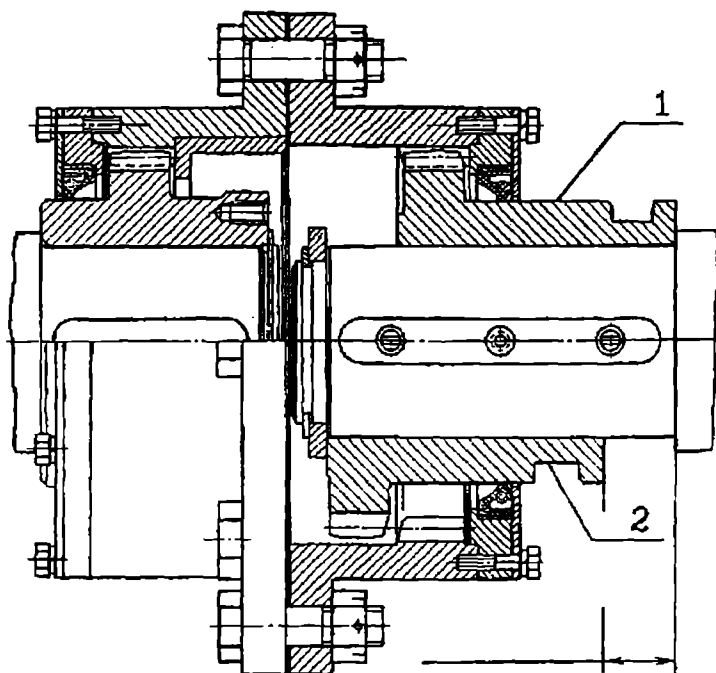
а) тинч турганда уладиган муфталар учун $[\sigma_{\text{сн}}] = 90 \dots 120$ МПа.

б) секин айланганда уладиган муфталар учун $[\sigma_{\text{сн}}] = 50 \dots 70$ МПа.

в) катта тезлик билан айланаётганда уладиган муфталар учун $[\sigma_{\text{сн}}] = 35 \dots 45$ МПа

Бошқариладиган уловчи муфталардан яна бири тишли муфталар, бу хил муфталар иккита ярим муфталардан иборат бўлиб, улардан бири ички тишли, иккинчиси эса сиртқи тишли гилдиракка ўхшаш бўлади (15.13—расм).

Муфтани улаш ёки ажратиш учун ярим муфталардан бири вал ўқи бўйлаб сурилади. Бунда кулачокли муфталарда тишлар ярим муфталарнинг ён сиртида, тишли муфталарники эса цилиндрик сиртда бўлади.



15.13 — расм.

Тез—тез улаб ва ажратиб туриш талаб этилган ҳолларда (масалан, автомобилларда) тишли муфталарнинг синхронизатор деб аталган туридан фойдаланилади.

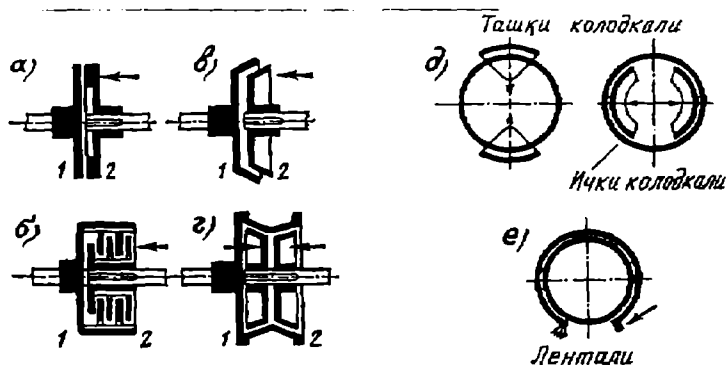
Синхронизаторни ишлатишдан мақсад тишли муфталарни улашда ҳосил бўладиган қўшимча динамик кучларни камайтириш ва муфтанинг равон ҳамда нисбатан бир текис ишлашини таъминлашдан иборат.

15.7—§. Фрикцион муфтalar

Бошқариладиган уловчи муфтalar сифатида фрикцион муфтalarдан кўпроқ фойдаланилади, чунки бу муфтalar воситасида етакчи валнинг ҳаракатини тўхтатмай, уни етакловчи вал билан осон улаш мумкин. Бунда етакчи вал, етакланувчи валга, унинг тезлиги қандай бўлишидан қатъий назар, уланаверади. Бундан ташқари, механизмда ўта юкланиш ҳодисаси рўй берган тақдирда ҳосил бўладиган хавфли вазият фрикцион муфтанинг ярим муфтalar орасидаги тула сирпаниш ҳисобига бартараф қилинади.

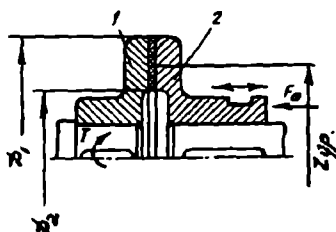
Ишқаланадиган сиртларнинг нисбатан тез ейилиши фрикцион муфтalarнинг асосий камчиликларидир. Фрикцион муфтalar иш сиртларининг шаклига кура қуйидаги уч гурпга бўлиниш мумкин:

а) дискали муфтalar (15.14—расм, а, б); конуссимон муфтalar (15.14—расм, в, г); в) колодкали, лентали ва бошқа муфтalar (15.14—расм, д, е).



15.14 — расм.

Дискали муфтalar. Бундай муфтalarнинг энг оддийси ишқаланиш сиртлари бўлган иккита ярим муфтадан иборат (15.15—расм). Ярим муфтalarдан бирига 1 вал қўзғалмайдиган қилиб урнатилади, иккинчиси эса вал 2 га ўқ бўйлаб бемалол силжийдиган қилиб урнатилади. Валларни бир—бирига улаш учун, сирпанадиган ярим



15.15 – расм.

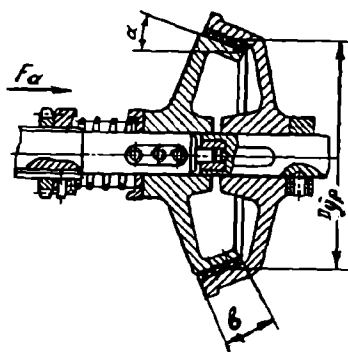
F_t кучнинг қийматини камайтириш учун кўп дискали муфта-лардан фойдаланилади.

Кўп дискали муфтада узатиладиган буровчи момент қийматини ишқаланувчи дисклар сони z ҳамда сиқувчи куч ҳисобига ошириш мумкин. Бунда F_t нинг қиймати ишқаланиш юзасига тўғри келган босим q билан чегараланган (15.1–жадвал).

15.1–жа д в а л

Фрикцион муфтalar учун жоиз босим ва ишқаланиш коэффиценти

Фойдаланилган материал	q , МПа	f
Мой билан ишлаганда		
Тобланган пулат тобланган пулат устида	6...8	0,06
Чуян тобланган пулат ёки чуян устида	6...8	0,08
Текстолит пулат устида	4...6	0,12
Металл–керамика тобланган пулат устида	8	0,10
Мойсиз ишлаганда		
Прессланган асбест пулат ёки чуян устида	2...3	0,3
Металл–керамика тобланган пулат устида	3	0,4
Чуян тобланган пулат ёки устида	2...3	0,15



15.16 – расм.

муфта кузгалмас ярим муфтага F_t куч билан сиқилади. Бунда ҳосил бўладиган ишқаланиш кучининг моменти куйидагича аниқланади.

$$k T = F_t \cdot f r_{\text{yp}} \quad (15.10)$$

бу ерда: $r_{\text{yp}} = (D_1 + D_2) / 4$ — иш юзасининг ўртача радиуси. $D_1 / D_2 = 2 \dots 1,5$ деб олинади.

Конуссимон муфтalar.

Бундай муфтalar фрикцион муфтalarнинг бир тури бўлиб, улардаги ишқаланиш юзалари конус шаклида (15.16–расм). Ярм муфтalar бир–бирига F_t куч билан сиқилганда уларнинг уриниш сиртида солиштира босим q таъсирида ишқаланиш кучи qf ҳосил бўлади. Буровчи момент ишқаланиш кучининг конус айланасига уринма бўлган ташкил этув-

чиси ҳисобига узатилади. Бу ҳол эътиборга олинса, суриладиган қилиб ўрнатилган ярим муфтанинг мувозанат шарти қуйидагича ифодаланади:

$$F_a = q \varpi D_{\text{н}} \sin \alpha, \quad k T = T_f = q f b \pi D_{\text{н}} / 2 \quad (15.11)$$

бу ерда: T — буровчи моментнинг ҳисобий қиймати;

T_f — ишқаланиш кучининг моменти.

Юқоридаги тенгламаларни биргаликда ечиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$k T = T_f = \frac{F_a D_{\text{н}}}{2} \cdot \frac{f}{\sin \alpha} = F_a \cdot \frac{D_{\text{н}}}{2} f' \quad (15.12)$$

бу ерда: $f' = f / \sin \alpha$ келтирилган ишқаланиш коэффициенти.

Демак, F_a ни камайтириш учун f' ни катталаштириш керак. f' ни катталаштириш учун эса α ни кичрайтириш лозим. Бироқ α ни ҳаддан ташқари кичрайтириш тавсия этилмайди, чунки бундай ҳолда ярим муфтalar бир—бирига жипслашиб қолиб, уларни ажратиш бирмунча қийинлашади. Бундай ҳолнинг олдини олиш учун $\alpha > \rho = \arctg f$ шарт бажарилиши керак. Одатда $\alpha \approx 15^\circ$ бўлади.

Иш юзаларини ейилишга чидамлилигини таъминлаш учун қуйидаги шарт бажарилиши керак, яъни

$$q = \frac{F_a}{b \pi D_{\text{н}} \sin \alpha} \leq [q] \quad (15.13)$$

Фрикцион муфтalarнинг ишлатиш имконияти

Бу асосан бир—бирига ишқаланувчи сиртларнинг ейилишига ва иссиқликка чидамлилиги билан белгиланади. Бироқ ҳозирги вақтда бу хил муфтalarни иссиқликка ҳамда ейилишга ҳисоблаш маълум сабабларга кўра бирмунча қийин. Шунинг учун ҳозирги вақтда иш юзаларида ҳосил бўладиган солиштирма босимга асосланган ҳисоблаш усулидан кўпроқ фойдаланилади.

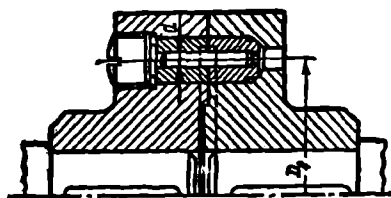
Фрикцион муфтalar учун ишлатиладиган материаллар фрикцион узатмалар учун ишлатиладиган материалларнинг ўзидир.

15.8—§. Автоматик муфтalar

Автоматик муфтalarнинг ишлатилишдан асосий мақсад зарур бўлган ҳолларда валларни бир—биридан автоматик равишда ажратишдир. Бу хил муфтalar бир неча турларга бўлинади.

Сақлагич муфтalar. Ута юкланиш ҳоллари рўй берганда машина деталларини синаб кетишдан сақлаш учун сақлагич муфтalarдан

фойдаланилади. Бунда муфтalar ута юкланиш содир булган ҳолларда синиб кетадиган элементи бор муфтalarдир (15.17—расм). Бу муфта



15.17 – расм.

штифт билан бириктирилган иккита ярим муфтадан иборат. Ута юкланиш содир булганда шу штифт синади.

Штифта узатиладиган буровчи момент қийматини қуйдагича аниқлаш мумкин:

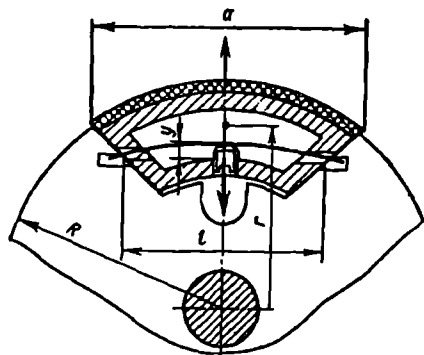
$$k T = \frac{z \cdot D_1 \cdot \pi \cdot d^2}{k_z \cdot 2 \cdot 4} \leq [\tau] \quad \text{ёки} \quad k T = \frac{z \cdot D_1 \cdot A}{k_z \cdot 2} \leq [\tau] \quad (15.14)$$

бу ерда: z — штифлар сони; k_z — штифларга юкланишни нотекис тақсимланишини ҳисобга олувчи коэффициент. Амалда муфтага урнатиладиган штифларнинг сони 1 ёки 2 та булади.

$k_z = 1,0$ булганда $z = 1$; $k_z = 1,2$ булганда $z = 2$

$[\tau] = 420$ МПа тобланган Ст5 пулат материалдан тайёрланган штифлар учун кесилишдаги жоиз кучланиш.

Марказдан қочирма муфтalar (15.18—расм). Бундай муфтalar



15.18 –

айланиш сони маълум қийматдан ортганда валларни улаб, айланиш сони пасайганда уларни бир-биридан ажратади, яъни бу муфтalar айланиш сонини қийматига қараб, валларни автоматик равишда улаб-ажратиб туриш мақсадида ишлатилади. Бундай муфтalarдан ички ёнув двигатели билан ишлайдиган машиналарда фойдаланиш мақсадга мувофиқ. Бунда айланишлар сони камайиб

қолган двигатель бутунлай тўхтаб қолмайди, чунки айланиш сони камайиши билан муфта двигателни юкланишдан озод қилади.

Керакли буровчи моментни узатиш учун бурчак тезлиги ω нинг қиймати етарли даражада бўлиши керак. Бу қиймат қуйидагича аниқланади.

$$k T \leq 0,5 (F_x - F) f \cdot z \cdot D = 0,5 m z d r f (\omega_1^2 - \omega_0^2) \quad (15.15)$$

бу ерда: z — колодкалар сони; f — ишқаланиш коэффициенти;

ω_0 — колодканинг барабанга теккунча бўлган тезлиги;
 ω_1 — зарур бўлган буровчи моментни узатишга имкон берувчи бурчак тезлиги.

$F = 48 E I Y / \rho$ — пружина ёрдамида таъсир этаётган куч;

$I = b h^3 / 12$ — пружина кундаланг кесимининг инерция моменти;
 Y — эгрилик қиймати.

Муфта учун фрикцион материаллар ва унинг ҳисоби бошқа фрикцион муфталар каби бўлади.

Савол ва топшириқлар

1. Муфталарни вазифаси ва уларни танлаш ҳақида сўзланг.
2. Муфталар тузилишига кўра қандай гуруҳларга бўлинади?
3. Доимий бириктириладиган муфталарнинг қандай турлари бор?
4. Эластик элементли компенсацияловчи муфта турлари. Афзаллик ва камчиликлари нималардан иборат?
5. Бошқариладиган уловчи муфталар, уларнинг турлари, афзаллик ва камчиликлари нималардан иборат?
6. Бошқариладиган фрикцион муфталар, турлари афзаллик ва камчиликлари нималардан иборат?
7. Автоматик муфталар нима мақсадда ишлатилади?

Машина деталлари фанини ўқитиш услугиятига доир

Машина деталлари барча умуммуҳандислик фанларини бирлаштирувчи фан бўлиб, бўлажак мутахассислар учун пойдевор ҳисобланади.

Фанни ўқитишда қуйидагиларни эътиборга олиш мақсадга мувофиқдир:

— талабалар эгаллаган бошланғич билимларининг ўртача даражаси;

— мавзуларни тушунтиришда оддийдан мураккабга ўтиш;

— назарий масалаларни амалий ва лаборатория машгулотлари билан мантиқий кетма—кетлигини таъминлаш;

— мавжуд ҳар бир манба—адабиётта ўзига хос характеристика бериш;

— ҳар бир талаба бажарадиган индивидуал ҳисоб—график ишлари, курс лойиҳаси, тегишли равишда қўшимча ижодий изланишларининг мантиқий яхлитлигини таъминлаш ва бошқалар.

Мамлакатимизда кадрлар тайёрлаш миллий дастурини амалга ошириш фанларни ўқитиш борасида замонавий педагогик технологияларини тадбиқ этилиши тақозо этади.

Ҳозирда ўқитишда қуйидаги услублар кенг қўлланилади:

— ўқитувчи томонидан мавзу бўйича режа асосида маъруза амалга оширилиб, талабалар тегишли жойларини ёзиб оладилар;

— дарс вақтида тегишли мулоқатлар, савол—жавоблар уюштириш, ўтилган дарсни мустаҳкамлаш;

— талабалар оғзаки нутқини ўстириш мақсадида диалог усулидан фойдаланиш;

— ўтилган мавзу бўйича доскада мисоллар ишлаш;

— мавжуд машина ва механизмлар моделларидан ва тегишли плакатлардан фойдаланиш;

— дарсга, мавзуга талабаларни қизиқтириш усуллари қўллаш каби қатор анъанавий услублар.

Кейинги йилларда таълим соҳасида ҳам ижобий ислоҳатлар амалга оширилиши муносабати билан мутахассис кадрлар тайёрлаш тизимида жаҳон андозаларига мос келадиган замонавий янги педагогик технологиялар жорий этилмоқда.

Бундан асосий мақсад талабаларни ўқитишда юқори сифат курсаткичларига эришиш ва пировардида юқори малакали мутахассисларни тайёрлашдан иборатдир. Ушбу замонавий педагогик технологиянинг услубларига қуйидагиларни киритиш мумкин:

1. Дарс мавзулари бўйича матнларни талабаларга мослаб тахт қилиб олдиндан тарқатиш. Бу ерда шунини таъкидлаш лозимки, умуммуҳандислик фанларидан, хусусан машина деталларидан 4 хил маъруза матнини тузиш мумкин:

— қисқа ҳажмдаги, тезис шаклидаги тажрибали ўқитувчиларга

мўлжалланган маъруза матни;

— барча адабиётлардаги тегишли маълумотларни ўз ичига олган, ўқитувчилар (айниқса ёш ўқитувчилар) учун мўлжалланган маъруза матни;

— ишчи дафтар курунишидаги машина деталларининг чизмалари, айрим схемалари, дастлабки ҳолатлари чизилган, тўлдирилган маъруза матнлари;

— содда тилда, тушунарли қилиб керакли маълумотлар киритилиб, ўз-ўзини текшириш саволлари, мисоллар ишлаш намуналари киритилган талабаларга мўлжалланган маъруза матнлари.

2. Барча топшириқлар услубий комплексларини (уй ишлари, курс лойиҳаси вазифаси, лаборатория топшириқлари, саволлар мажмуи) қўпайтириб олдиндан талабаларга тарқатиш.

3. Тажрибали ўқитувчиларнинг дарсларини намуна сифатида видеотасмаларга ёзиб олиб кенг тарқатишни ташкил этиш.

4. Компьютер ёрдамида маъруза матнларини ёзиб тарқатиш. Плоттерни ишга солиб курс лойиҳа ишчи чизмаларини олиш. Ҳисоб-китоб ишларини автоматик бажариш тизимини яратиш.

5. Мавзуга тегишли материалларни компьютерда ёзиб олиб, диалог усулида ургатувчи дастурларни амалга ошириш.

6. Компьютер технологиясидан фойдаланиб талабаларни масофадан ўқитиш.

7. Электрон дарсликларни яратиш, узатма, деталь, механизмларни ҳаракатда (динамикада) кўрсатишни (анимизация) амалга ошириш.

Шунингдек, машина деталлари фанини ўқитишда унинг хусусиятларидан келиб чиққан ҳолда умуман янги педагогик технологияларни, услубларни яратиш, қўллаш талаб қилинади. Фанни ўзлаштиришда эшитиш, такрорлаш, ёзиш, кўриш ва яна такрорлаш услубига амал қилинади. Машина деталлари фанини ўқитиш даврида талабаларга мавзу бўйича асосий маълумот қисқа қилиб берилади (ўқув юкламаси ҳажмида). Бунда мотивацияни кучайтириш мақсадида талабалар қўшимча адабиётлардан мавзуга тегишли, лекин дарсда қайд қилинмаган материалларни қўшимча ёзиб келиш, уларга қўшимча рейтинг баллари берилиши билан ҳам амалга ошириш мумкин. Бу усулда талаба албатта ўзи дарсда ёзган материални ўқиб чиқади, адабиётдаги машғулотлар билан солиштиради, яъни таҳлил қилади. Сўнгра, тегишли мавзуга мос маълумотларни ёзиб олади.

Таълим соҳасида ўқитишнинг энг афзал усули, энг самаралиси, "репетитерлик" усули ҳисобланади. Биз "репетитерлик" деганимизда, ўқитувчи индивидуал равишда алоҳида талабага дарс ўтишини, мавзунини мулоқат тарзида тушунтиришни, ўзлаштиришни тегишлича текширишни тушунамиз. Шароитдан келиб чиққан ҳолда ҳар бир гуруҳда қўшимча дарслар уюштириб, баъзан амалий дарсларда талабани талабага "репетитерлик" қилишини ташкил этиш мақсадга мувофиқдир. Бунда, дастлаб гуруҳдаги талабалардан билими юқори

булганлар ва қолоқ талабалар ўзаро тенг қилиб ажратилади. Ҳар бир билими юқори булган талаба кучсизроқ талаба билан алоҳида ўтказилади. Мавзу бўйича улар "репетиторлик" қиладилар. Маълум вақтдан сўнг талабалар ўзаро алмаштирилиб "репетиторлик" давом этади. Бу услубда талабанинг оғзаки нутқи ўсади, мавзунини бир неча бор такрорлайди, кўникмасини ортади, ҳамда гуруҳдаги ўртача ўзлаштириш даражасини юқори бўлади. Бунда талабалар қўшимча рейтинг баллари билан рағбатлантирилади, талабаларни фанга булган қизиқишини янада ортади.

Ушбу усулнинг машина деталлари курсидан уй вазифаларини, курс лойиҳасини бажаришда қўллаш янада кўпроқ самара беради.

ФҲЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЕТЛАР.

1. Детали машин: Атлас. (Под. ред Д.Н.Решетова). М., 1979.
2. Допуски и посадки: Справочник. (Под. ред. В.Д.Мягкова). М., 1978.
3. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин. М., 1978.
4. Иванов М.Н., Иванов В.Н. Детали машин: Курсовое проектирование М., 1975.
5. Иванов М.Н. Детали машин. М., 1991.
6. Орлов П.И. Основы конструирования. М., 1977. т. I, II, III.
7. Иванов М.Н. Волновые зубчатые передачи. М., 1981.
8. Поляков В.С., Барбаш И.Д., Ряховский О.А. Справочник по муфтам М.Л., 1979 г.
9. Расчет деталей машин на ЭВМ. (Под ред. Д.Н.Решетова., С.А.Шувалова) М. 1985.
10. Решетов Д.Н. Детали машин. М., 1981.
11. Сулаймонов И. Машина деталлари. Т., 1981.
12. Р.Н.Тожибоев, М.М.Шукуров., И. Сулаймонов. Машина деталлари курсидан масалалар туплами. Т., 1992.
13. Пронин Б.А. Клиноременные и фрикционные передачи и вариаторы. М., 1960.
14. Расчет и выбор подшипников качения: Справочник. (Н.А. Спицин ва бошқалар). М., 1974.
15. А.Жураев, Д.Х.Мирахмедов, Н.Н.Мухитов. Тасмали узатма. Муаллифлик гувоҳномаси №1767258.
16. Планетарные передачи. Справочник. (Под редакцией В.Н.Кудрявцева и Ю.Н.Кидояшева) М — Л., 1977.
17. Павленко А.В., Федякин Р.З., Чеснаков В.А. Зубчатые передачи с зацеплениями Новикова. Киев., 1978.
18. А.Жураев, Б.М.Исохужаев. Тишли узатма.
19. Р.Н.Тожибоев., М.М.Шукуров. Машина деталларини лойиҳалаш. Т. «Фан». 1998.
20. Жураев а. ва бошқалар. Зубчато—цевочная передача. А.С. №1703899. Бюл. №1. 1992 г.
21. Р.Н.Тожибоев, А.Жураев. Машина деталлари. Т., "Уқитувчи". 1999 й.

Суз боши	3
Кириш	4
Машина деталларини ҳисоблаш ва лойиҳалашга доир умумий маълумотлар	6
1-боб. Бирикмалар	19
1.1-§. Умумий маълумотлар	19
1.2-§. Резьбали бирикмалар	19
1.3-§. Резьба ҳақида умумий маълумот	19
1.4-§. Гайкага қуйилган буровчи момент билан винтга уқ буйлаб таъсир этувчи куч орасидаги боғланиш	22
1.5-§. Резьбали мустаҳкамликка ҳисоблаш	23
1.6-§. Болт стерженьни мустаҳкамликка ҳисоблаш	25
1.7-§. Узгарувчан кучлар таъсиридаги болтларнинг мустаҳкамлиги	29
1.8-§. Бир нечта болтли бирикмаларни ҳисоблаш	30
1.9-§. Резьбали бирикмалар учун материалларнинг жонз кучланишлари ҳамда мустаҳкамлик класслари	32
2-боб. Шпонкали ва шлицли бирикмалар	35
2.1-§. Шпонкали бирикмалар	35
2.2-§. Шлицли бирикмалар	38
2.3-§. Бирикмаларнинг ҳисоби ва жонз кучланишлар	39
2.4-§. Тақрибан ҳисоблаш усули	40
2.5-§. Ҳисоблашнинг аниқлаштирилган усули	41
3-боб. Пайванд бирикмалар	42
3.1-§. Умумий маълумотлар	42
3.2-§. Учма-уч пайвандлаш	43
3.3-§. Устма-уст пайвандлаш	44
3.4-§. Узаро тик қилб пайвандлаш	47
3.5-§. Контактли пайвандлаш усули	47
3.6-§. Пайванд чокларнинг узгарувчан кучлар таъсиридаги мустаҳкамлиги	49
3.7-§. Пайванд чокларнинг мустаҳкамлиги ва жонз кучланишлар	49
4-боб. Парчин миҳли бирикмалар	51
4.1-§. Умумий маълумот	51
4.2-§. Парчин миҳли чокларни мустаҳкамликка ҳисоблаш	52
5-боб. Деталларни тигизлик билан бириктириш	53
5.1-§. Умумий маълумот	53
5.2-§. Бирикмани мустаҳкамликка ҳисоблаш	54
6-боб. Механик узатмалар	56
— 6.1-§. Узатмалар ҳақида умумий тушунчалар	56
7-боб. Тишли узатмалар	57
7.1-§. Умумий маълумотлар	57
7.2-§. Узатманинг геометрия ва кинематикаси	59
7.3-§. Тишли гилдирақларнинг емирилиш турлари	62
— 7.4-§. Тишли гилдирақларнинг аниқлик даражаси	65
7.5-§. Контакт кучланиш ва мустаҳкамлик	67
7.6-§. Илашишда ҳосил булган кучлар	68
7.7-§. Тўғри тишли цилиндрсимон гилдирақларни контакт кучланиш буйича ҳисоблаш	69
7.8-§. Тўғри тишли цилиндрсимон гилдирақларни эгилишдаги кучланиш буйича ҳисоблаш	73
7.9-§. Юкланиш коэффициенти	75

7.10-§. Гилдирак тишлари сонини унинг мустаҳкамлигига таъсири ҳамда силжиш коэффициенти	79
7.11-§. Қия ва шеврон тишли цилиндрик узатмаларни ҳисоблашнинг узига хос хусусиятлари	83
7.12-§. Қия тишли цилиндрсимон гилдиракли узатмаларни контакт кучланиш буйича ҳисоблаш	86
7.13-§. Қия тишли цилиндрсимон узатмаларни эгилишдаги кучланиш буйича ҳисоблаш	87
7.14-§. Конуссимон гилдиракли тишли узатмалар	87
7.15-§. Конуссимон тишли гилдиракларнинг геометрик улчамлари	89
7.16-§. Илашишда ҳосил буладиган кучлар	93
7.17-§. Конуссимон гилдиракли узатмаларни контакт кучланиш буйича ҳисоблаш	95
7.18-§. Конуссимон гилдиракли узатмаларни эгувчи кучланиш буйича ҳисоблаш	97
7.19-§. Тишли узатмаларнинг фик	99
7.20-§. Редуктор турлари ва уларни мойлаш	100
7.21-§. Тишли гилдиракларни тайёрлаш учун ишлатиладиган материаллар ва уларни термик қайта ишлаш	102
7.22-§. $[\sigma_H]$, $[\sigma_F]$ жонз кучланишлар	106
7.23-§. Тишли узатмаларни оптималлаш	110
7.24-§. Масалалар	112
7.25-§. Новиков узатмаси умумий маълумот	120
7.26-§. Тулқинсимон тишли узатмалар ҳақида умумий маълумот	121
7.27-§. Планетар узатмалар ҳақида умумий маълумот	122
7.28-§. Винтли ҳамда гипонд узатмалар ҳақида умумий маълумотлар	123
7.29-§. Винт-гайка узатмалар ҳақида умумий маълумот	123
7.30-§. Узатма резъбасини ейлишга ҳисоблаш, мустаҳкамликка текшириш	126
7.31-§. Узатиш сони узгарувчан булган тишли узатмаларни ҳисоблаш	127
8-боб. Червякли узатмалар	131
8.1-§. Умумий маълумот	131
8.2-§. Червякли узатмаларнинг геометрик улчамлари	132
8.3-§. Сирпаниш тезлиги	136
8.4-§. Узатманинг ФИК	136
8.5-§. Червякли узатмаларни контакт кучланиш буйича ҳисоблаш	138
8.6-§. Червякли узатмаларни эгувчи кучланиш буйича ҳисоблаш	140
8.7-§. Юқланиш коэффициенти	140
8.8-§. Червяк танасини мустаҳкамлик ва бикрликка текшириш	142
8.9-§. Червякли узатмалар учун ишлатиладиган материаллар ва жонз кучланишлар	143
8.10-§. Узатманинг қизиқини текшириш, советин ва мойлаш	144
9-боб. Занжир узатмалар	149
9.1-§. Умумий маълумотлар	149
9.2-§. Занжирли узатмаларнинг асосий характеристикалари	153
9.3-§. Узатмада ҳосил булган кучлар	155
9.4-§. Занжирли узатмаларнинг кинематика ҳамда динамикаси	156
9.5-§. Занжирли узатмаларни ҳисоблаш асослари	158
9.6-§. Узатмаларни мойлаш	161
9.7-§. Узатмаларни ҳисоблаш	162
9.8-§. Занжирли узатмаларни ҳисоблаш тартиби	163
10-боб. Фрикцион узатмалар	166
10.1-§. Умумий маълумотлар	166
10.2-§. Фрикцион узатманинг асосий турлари ҳамда вариаторлар	168
10.3-§. Фрикцион узатмаларни контакт кучланиш буйича ҳисоблаш	170
11-боб. Тасмали узатмалар	172
11.1-§. Умумий маълумот	172

11.2-§.	Ясси тасмаларни тайёрлаш учун ишлатиладиган материаллар ...	173
11.3-§.	Тасмали узатмаларни ҳисоблашнинг назарий асослари	175
11.4-§.	Тасма тармоқларидаги кучлар ва улар уртасидаги богланишлар ..	176
11.5-§.	Тасмадаги кучланишлар	180
11.6-§.	Сирпаниш ва фойдали иш коэффициентининг эгри чиқиқлари	182
11.7-§.	Ясси тасмали узатмалар учун жонз кучланишлар	184
11.8-§.	Ясси тасмали узатмаларни ҳисоблаш тартиби	186
11.9-§.	Понасимон тасмалар	189
11.10-§.	Понасимон тасмали узатмаларни ҳисоблаш	191
11.11-§.	Энсий понасимон тасмалар	193
11.12-§.	Тинили тасмали узатмалар	196
11.13-§.	Тасмали узатмаларни таранглаш	201
11.14-§.	Тасмали узатмаларнинг шкивлари	202
11.15-§.	Таранглиги узгарувчан тасмали узатмаларни ҳисоблаш	203
12-боб.	Вал ва уқлар	205
12.1-§.	Умумий маълумот	205
12.2-§.	Валларни мустаҳкамликка ҳисоблаш	206
12.3-§.	Валларни мустаҳкамликка ҳисоблашнинг тақрибий усули	207
12.4-§.	Валларни мустаҳкамликка ҳисоблашнинг аниқлаштирилган усули	209
12.5-§.	Валларни бикрликка ҳисоблаш	212
12.6-§.	Валларнинг титрашга чидамлилигини ҳисоблаш	212
13-боб.	Подшипниклар	214
13.1-§.	Умумий маълумотлар	214
13.2-§.	Сирпаниш подшипниклари	215
13.3-§.	Подшипник ичқуймалари	216
13.4-§.	Подшипник ичқуймалари учун материаллар	217
13.5-§.	Подшипникларнинг ишлаш шароити ва емирилиши	218
13.6-§.	Сууқликда ишқаланиш режимида ишлаш шартлари	219
13.7-§.	Сирпаниш подшипникларини шартли ҳисоблаш	221
13.8-§.	Радиал подшипникларни сууқликда ишқаланиш режими буйича ҳисоблаш	222
14-боб.	Думалаш подшипниклари	225
14.1-§.	Умумий маълумотлар	225
14.2-§.	Подшипникларнинг турлари ва уларнинг характеристикалари ..	227
14.3-§.	Подшипникларни тайёрлаш учун ишлатиладиган материаллар ...	229
14.4-§.	Подшипникларнинг ишлаш шароити	229
14.5-§.	Подшипник деталаридаги контакт кучланишлар	230
14.6-§.	Подшипник кинематикаси	231
14.7-§.	Подшипник элементларининг емирилиши ва ишдан чиқиши ..	232
14.8-§.	Подшипникларни динамик юк кутарувчанлик буйича ҳисоблаш	233
14.9-§.	Эквивалент юкланиш қийматини аниқлаш ҳамда подшипникларни танлаш	234
14.10-§.	Думалаш подшипникларининг статик юк кутарувчанлиги	238
14.11-§.	Подшипникларни вал ва корпусларга урнатилш	238
15-боб.	Муфталар	244
15.1-§.	Умумий маълумотлар	244
15.2-§.	Доймий бириктириладиган муфталар	246
15.3-§.	Шарнирли-ричагли муфталарни ҳисоблаш	247
15.4-§.	Компенсацияловчи муфта	248
15.5-§.	Эластик элементли муфталар	251
15.6-§.	Бошқариладиган уловчи муфталар	255
15.7-§.	Фрикцион муфталар	257
15.8-§.	Автоматик муфталар	259
	Фойдаланилган адабиётлар	265