

Р. Тожибоев, А. Жўраев

МАШИНА ДЕТАЛЛАРИ



4482 Р.Н.ТОЖИБОВ, А.ЖУРАЕВ

13-89

МАШИНА ДЕТАЛЛАРИ

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

(қайта йшланган 2— нашри)

аск

304643

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

Ушбу дарслик уч қисмдан иборат бўлиб, техника олий ўқув юртларининг талабалари учун мўлжалланган. Унда машиналарнинг деталь ва узелларини ҳисоблаш, уларнинг иссиқликка, титрашга, сийилишга чидамлилигини аниқлашга доир масалалар ёритилган. Китобда зарур чизмалар, жадваллар ҳамда намуна сифатида масалалар ечиб кўрсатилган.

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

РУСТАМ НАШИРОВИЧ ТОЖИБОВ АНВАР ЖЎРАЕВ

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 ппони. Таймс гарн. Офсет босма усулида босилди. Шартли б.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

СУЗ БОШИ

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

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 туғилди.

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 узлаштирилганлигини текшириш учун берилган савол ва топшириқлар ҳамда намуна сифатида ечиб курсатилган масалалар талабаларнинг мазкур фанни чуқурроқ узлаштиришларига 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 тўлиқ 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 иланиш 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 беқиёсдир.

Қўпгина 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 туғилган) томонидан яратилган механик календарь, бурчакларни ўлчаш 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 кўпгина 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 қоидаси"га тўла амал қилинган. Бунда кичкина куч моменти билан катта огирликдаги 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 қўлаб буюк алломалари ўзларининг муносиб ҳиссаларини қўшганлигини исботлаб турибди.

Ҳозирда Ўзбекистоннинг техника соҳасидаги олимлари мустақил мамлакатимиз фан ва механикасини 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; эпициклик механизмлар; эгилувчан бўгинли кулисалар 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.Усмонхужаев, Ғ.С.Қузибоев, Р.Ғ.Маҳкамов, Ғ.Ш.Зокиров, А.Жураев, Р.И.Каримов, Ш.Алимухамедов, А.Д.Глущенко, 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.Ўулдошбеков, 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 бўлмиш деталь (болт, гайка, тишли гилдирак ва бошқалар) ва узелларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш асосларини ўргатувчи фандир.

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

Деталь — машинанинг бир хил материалдан тайёрланган ва алоҳида булакларга 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, улчамлари 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 чидамlilik, валлар учун эса бикрлик, мустаҳкамлик ва титрашга чидамlilik 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 руй беради. Деталларнинг статик кучлар таъсирида емирилиши иш жараёнида ҳосил булган кучланиш қиймати шу деталь материали учун мустаҳкамлик чегра-раси $[\sigma_+]$ қийматидан ошганда ёки ҳисобга олиш мумкин булмаган ута юкланишлар ҳосил булганда руй беради. Деталларнинг толиқиши натижасида емирилиши эса, деталга узоқ вақт давомида узгарувчан кучларнинг таъсири натижасидир. Бунда таъсир этувчи кучлар қиймати шу деталь материали учун чидамлилиги чегра-раси $[\sigma_-]$ қийматидан катта бўлади. Деталларда (галтель, шпонка учун чуқурча) кучланишларнинг тупланиш ҳоллари руй берса, бунда толиқишдан емирилиш тезлашади.

Деталь ва узелларни мустаҳкамликка ҳисоблаш асослари „Материаллар қаришилиги“ курсида урганилади. Машина деталлари курсида эса алоҳида узатмалар, вал ва подшпниклар, бирикмалар ҳамда муфта-лар 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, пулатдан тайёрланган тишли ғилдирак тишларининг ортиқ даражада бикр бўлиши ишлаш вақтида динамик кучларнинг пайдо бўлишига ва шовқиннинг кучайишига олиб келади. Демак, зарур булган ҳолларда деталларнинг маълум даражада мосланувчан бўлиши талаб этилади.

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

Ейилиш — деталларнинг ўзаро ишқалайиши туфайли содир бўлиб, деталлар ўз ўлчамини аста-секин ўзгартиради. Натижада ўзаро ишқаланувчи юзалар орасида бушлиқ катталашади, бу эса машина ва механизмларнинг ФИК ни камайтиради, иш жараёнида шовқин чиқишига, қушимча 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 сунг 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 урганилиши 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 узаро боғлиқлигига асосан 1883 й. Н.П.Петров суюқликдаги ишқаланиш назариясини яратди. Лекин бундай суюқликда ишқаланиш режимини ҳар қандай узаро 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 жонз 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 чидамлилиқ. 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 буладиган хусусий тебраниш частотаси билан ташқи куч таъсирида буладиган тебраниш частотаси бир хил бўлиб қолганда руй 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 утказмасликка эришиш мумкин. Лекин, титрашни умуман сундириш муаммосини илмий асослари ўз ечимларини тулиқ топгани йўқ. Ушбу муаммони ҳал қилиш умчун янги илмий изланишлар олиб борилиши зарур.

Иссиққа чидамлик. Деталлар узаро бир—бирига ишқаланиши натижасида қизийди, бу қизиш натижасида эса қуйидаги салбий ҳоллар рўй бериши мумкин: деталларнинг мустаҳкамлиги пасаяди: мойларнинг мойлаш хусусиятлари камаяди, натижада узаро ишқаланувчи деталларнинг ейилиши ортади, орасидаги буғлиқ катта—лашади, 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 курсатган 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 кўп 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 юзларида ҳосил бўлган кучланиш қийматларини камайтириш керак. Бунинг учун машина деталларига учун мустаҳкамлиги юқори бўлган ҳамда термик қайта ишланган материалларни ишлатиш мақсадга мувофиқ. Масалан, тишли гилдиракларни термик қайта ишлаш йули 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 танқи муҳитдаги майда зарралардан сақлаш ва узелларни махсус корпусларга ўрнатишдир.

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

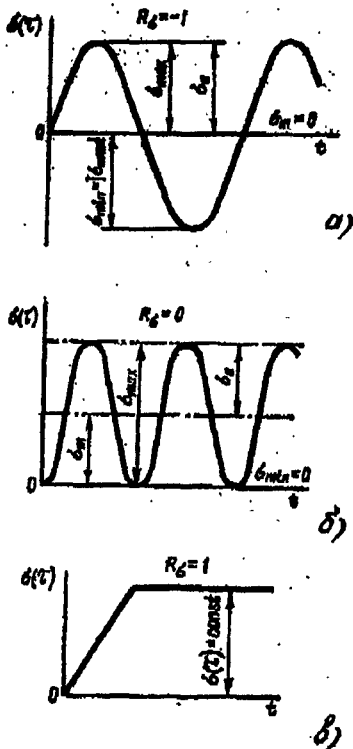
сақлагич муфтлар ишлатиш тавсия этилади, бу эса ишончли ишлашни таъминлайди.

5. Стандарт деталь ва узеллардан купроқ фойдаланиш керак, чунки бу деталь ва узеллар куп 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.

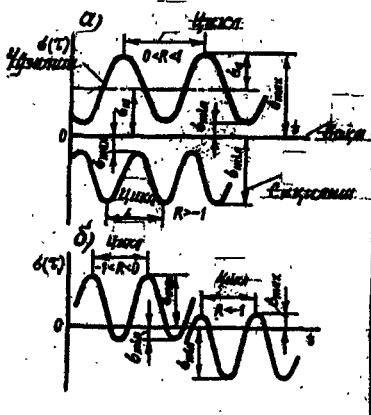
6. Механизмнинг ишончли ишлатилиши ошириш учун баъзи ҳолларда унинг элементларини кетма-кет эмас, балки параллел ҳолда бириктириш тавсия этилади. Бунда механизмларни ишончли ишлатиш нисбатан яхши таъминланади, лекин машинасозликда бу ҳол узелларни габарит улчамларини ва унинг таннарини оширганлиги боис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

7. Машинасозликда ишлатиладиган купина 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:

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

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

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

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

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

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 бўйича узгаради (1.1—расм, а). $R_{\sigma} = 0$ ёки $R_{\sigma} = -\infty$ бўлганда, бундай кучланиш цикли ноллик (1.1—расм, б) цикл дейилади. $R_{\sigma} = 1$ бўлса, кучланиш узгармас цикл (1.1—расм, в), $R_{\sigma} \neq -1$ бўлганда кучланиш асимметрик цикл билан узгаради (1.2—расм).

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

Машина деталларини тайёрлаш учун ишлатиладиган материаллар иш жараёни дағомида 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 ўлчамлари 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 ўлчамлари унинг бикрлиги 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 ўзаро иланган юзаларда сирпаниш натижасида ейилиш ҳодисаси рўй берса, бу деталларни қаттиқлиги юқори бўлган, яъни тобланган материаллардан тайёрлаш тавсия этилади.

Илангишда сирпаниш, яъни деталларнинг ўзаро ейилишини камайтириш учун деталлар ейилишга чидамли материаллардан тайёрланиши керак. Бунда иланаётган 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), олтингугурт (0,07% гача), фосфор (1,2% гача) аралашмалардан ташкил топган. Бу таркибий қисмлар чуян хоссасига қуйидагича таъсир курсатади.

Чуянда углерод икки хил қуринишда: эркин ҳолатда графит қуринишида; темир билан кимёвий бирикма ҳолатида — цементит қуринишида бўлади. Агар чуяндаги углерод бутунлай ёки қисман графит қуринишида 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. Олтингургурт ва фосфор зарарли аралашмалар бўлиб, чуянинг мўртлик хусусиятини оширади. Кулранг ва оқ чуянлар хоссаларига кура бир—биридан кескин фарқ қилади. Оқ чуян жуда қаттиқ ва мўрт бўлиб, унга асбоб билан ишлов бериш қийин, асосан пулат 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.

Пулат материаллар. Машинасозликда ишлатиладиган пулат материаллар ГОСТ асосида углеродли ва легирланган пулатларга ажратилади.

Таркибида кўпи билан 0,6% (айрим ҳоларда 0,85 % гача этади) углерод бўлган пулатларга конструкцион углеродли пулатлар дейилади. *Конструкцион углеродли пулатлар* сифатига кура оддий сифатли ва сифатли группаларга бўлинади.

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

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

Сифатли конструкцион углеродли пулат, кимёвий таркиби ва механик таркибига кура етказиб берилади. Бу пулатларда олтингургуртнинг миқдори 0,04% гача, фосфор эса 0,35% гача бўлишига рухсат этилади. Бундан ташқари пулатда 0,25% никель, 0,35% гача хром бўлади.

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

Сифатли конструкцион пулат материаллар техникада кўп ишлатилади. У оддий пулатдан мустаҳкамлиги катталиги ҳамда зарбий кучларга чидамлиги билан фарқ қилади. Агар оддий сифатли пулатларнинг энг катта мустаҳкамлиги 700 МПа га тенг бўлса, сифатли пулатларда бу курсаткич 1100 ... 1150 МПа ни ташкил этади, қаттиқлиги эса 185 НВ га тенг.

Пулатнинг 25, 30, 35 маркалари махсус ишловдан сунг валиклар, шайбалар, уқлар, муфтлар, болт ва гайкаларни тайёрлаш учун ишлатилади. Бу пулат материалларнинг мустаҳкамлиги 280 ... 320 МПа га тенг.

Уртача углеродли пулатларга 40, 45, 50 маркали пулат материаллар киради. Бундай пулатлар мустаҳкамлиги ёки сиртининг қаттиқлиги юқори булган, шунингдек уртача юкланган, лекин ишқаланиб ейиладиган деталлар тайёрлаш учун мулжалланган. Тоблангандан сунг унинг мустаҳкамлиги 580 ... 600 МПа гача ортади. Бундай пулатлардан тирсакли валлар, втулкалар, поршень халқалари ясалади.

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

Марганец микдори куп булган 60Г, 65Г, 70Г маркали пулатлар чуқурроқ тобланади, ейилишга чидамли, пружина, рессорлар тайёрлашда ишлатилади.

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

Конструкцион легирланган пулатларнинг сифатли, юқори сифатли ва жуда юқори сифатли хиллари булади. Юқори сифатли пулат маркасининг охирига А ҳарфи, жуда юқори сифатли пулат маркасининг охирига дефис орқали Ш ҳарфи қуйилади. Масалан, 12ХНЗА пулат юқори сифатли, 30ХГС—Ш пулат жуда юқори сифатлидир. Сифатли пулатда 0,25% гача, юқори сифатли пулатларда эса 0,015% гача олтингугурт булишига рухсат этилади.

Конструкцион легирланган пулатлар турли соҳаларда ишлатилади.

Қаттиқлиги, мустаҳкамлиги, коррозияга чидамлилиги юқори булган хромли 15Х, 20Х, 30Х, 45Х, 40ХР, 40ХЦ маркали пулат материаллар жуда куп ишлатилади.

Хром—никелли, хром—никель—молибденли пулатларнинг 40ХН, 2МА, 13ХЗНФА ва бошқа маркалари машинасозликда муҳим роль уйнайди. Бу материаллар машиналарнинг тишли гилдираклари, турбина деталларини тайёрлашда ишлатилади. Уларнинг ейилишга чидамлилиги юқори. Легирланган конструкцион пулатларга шартли подшипникбоп пулатлар ҳам киради. Бу пулатнинг 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, жонз кучланишни ошириш, деталлар ва механизмларнинг оғирлигини 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 алантасида, 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 йула ҳам кимёвий, ҳам термик таъсир утказишдан иборат.

Кимёвий—термик ишлов беришнинг углерод билан тўйинтириш, азот билан тўйинтириш, углерод ҳамда азот билан тўйинтириш ва диффузион металланиш 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 йул билан азотга тўйинтиришдир. У сиртнинг қаттиқлигини, ейилишга чидамлилигини ҳавода, сувли, буғли 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 углерод билан туйинтириш жараёнига нисбатан узоқ давом этади.

Диффузион металлалаш — бу пулатнинг сиртқи қатламини алюминий, хром, кремний билан туйинтиришдир. Алюминий билан металлалашда деталларнинг оташбардошлиги ортади. Бундай деталларни 1200°C температурада ҳам ишлатиш мумкин. Кремнийлаш оташбардошликни $800\text{--}850^{\circ}\text{C}$ температурагача оширади, ишқаланиб ейилишга чидамлилигини, баъзи кислоталарда коррозиябардошликни оширади. Хромлаш қаттиқликни $1600 \dots 1800 \text{ HV}$ гача етказиб коррозиябардошликни кучайтиради. Диффузион металлалашда металллар темир билан урин алмашинувчи қаттиқ аралашмалар ҳосил қилади. Диффузион металлалашдан фойдаланиш техник жиҳатдан самарали, иқтисодий жиҳатдан фойдалидир. Углеродли пулатлардан ясалган ва сирти хром, алюминий, кремний билан туйинтирилган деталлар оташбардош бўлади. Бу эса уларни қимматбаҳо легирланган оташбардош пулатлардан тайёрлашда анча фойдалидир.

Рангли металллар. Мис, алюминий, магний, титан, қалай, курюшин, 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 кура қалай ва қалайсиз бронзалар бўлади. Бронзалар яхши қўймакорлик хоссаларига эга, босим остида ва кесиб яхши ишлов бериш мумкин. Купгина 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 юқорилилиги билан ажралиб туради.

Эластиклиги ва электр утказувчанлиги юқори бўлганлигидан алюминий электротехника саноатида симлар, кабеллар, самолётсозлик 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 қўлланилади. 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 захираларидан фойдаланишнинг шартли ра олмайди. Шунинг учун металлни урини 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 гурӯҳга бўлинади: машина деталлари учун ишлатиладиган конструкцион пластмассалар термореактив смолалардан иборат композициядир: 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 қўйиш, пластмасса листларини штампланиш 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 чидамлик электроизоляцияцион 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, пўлат—сим ёки тўр, шиша ёки капрон ишлар қўшиб тўқилади.

Резиналар ичида полиуретандар алоҳида урин 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 даъватлигини курсатинг.
5. Мустаҳкамлик ва бикрлик нима? Шартларини ёзинг.
6. Деталнинг ейилишини, қизишини, титрашини камайтириш усуллари қандай бўлиши мумкин?

1-606. БИРИКМАЛАР

1.1-§. Умумий маълумотлар

Маълумки, машиналар деталь ва узеллардан ташкил топиб бирикмалар воситасида йиғилади. 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 пастлиги (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 йиғилган узеллари керак бўлган вақтда айрим деталларга ажратилиши ва яна қайта йиғилиши мумкин.

Резьбали бирикмаларнинг афзалликлари шундан иборатки, улар нисбатан катта юкланиш таъсирида етарли даражада ишончли ишлайди; уларни ажратиш ва йиғиш 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, тикын ва бошқалар) кесилади.

Резьбанинг урами чапдан унга томон йуналган булса, унг резьба, чапта томон йуналган булса, чап резьба дейилади.

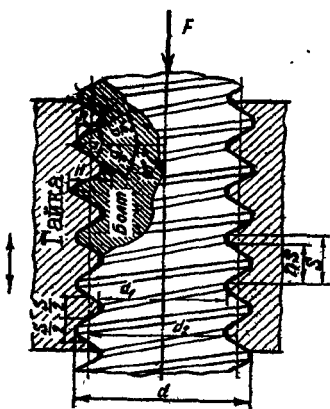
Бунда урамлар сони икки ва ундан кўп булиб, улар бир-бирига параллел равишда ёнма-ён жойлаштирилган ҳолда уқ атрофида айлантирилса, икки ва ундан ортиқ киримли резьба ҳосил қилинади. Шунинг учун резьбалар бир киримли, икки киримли, уч киримли ва ҳоказо турларга бўлинади.

Деталларни маҳкамлаш учун асосан бир киримли резьба ишлатилади. Агар резьбанинг ўлчамлари мм ҳисобида ифодаланса метрик резьба деб, дюйм билан ифодаланганда дюйм резьба деб аталади.

Машинасозликда асосан ГОСТ 8724—81 асосида тайёрланган метрик резьбалар ишлатилади. Бунда резьба М ҳарфи ҳамда сон билан белгиланади, масалан, М 24 — бу $d = 24$ мм булган метрик резьбанинг шартли белгисидир.

Қадами кичик булган резьбалар учун қадам ўлчами кўрсатилади, масалан М 12х1,5 бунда $d = 12$ мм, қадами $S = 1,5$ мм.

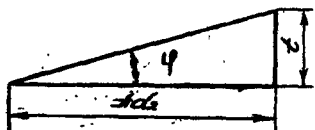
Қуйида асосан метрик резьбалар ҳақида гап юритилади, бунда учбурчак шакли метрик резьбаларда шакл бурчаги 60°га тенг (1.3—расм). Резьбанинг асосан геометрик ўлчамлари: d — резьбанинг сиртқи диаметри; d_1 — резьбанинг ички диаметри; d_2 — резьбанинг уртача диаметри; h — резьба шаклининг баландлиги (гайкага, винтга бураб қиритилганда резьбаларнинг ўзаро тегиб турадиган сирти баландлиги); S — резьбанинг қадами (винтнинг икки қўшни ўрами орасида ўқ бўйлаб ўлчанган масофа); t — резьба йули (бир марта тўла айланган винтнинг ўқ бўйлаб силжиган масофаси); бир киримли резьбалар учун $t = S$, кўп киримли резьбалар учун эса $t = n \cdot S$ (бу ерда n — киримлар сони); α — резьба шаклининг бурчаги; ϕ — ўрамнинг кутарилиш бурчаги. Винт чизигининг бир ўрами текисликда ёйилса



1.3 — расм.

(1.4—расм), бу тўғри бурчакли учбурчакда $\operatorname{tg} \phi = t/\pi d_2$ бўлади.

Резьбалар бажарадиган ишига нисбатан маҳкамлаш учун ишлатиладиган метрик учбурчакли резьбалар, қувурларда ишлатиладиган доиравий, ёғочлар учун мўлжалланган винтлар, шунингдек



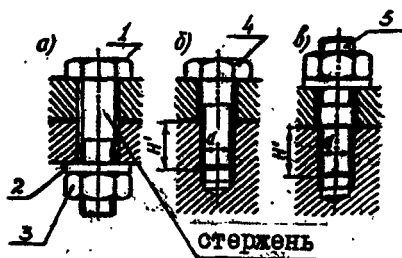
1.4 — расм.

винтли механизмларда ишлатиладиган тўғри тўртбурчакли трапециядал симметрик ва носимметрик ёки тирак резьбаларга бўли-
нади.

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

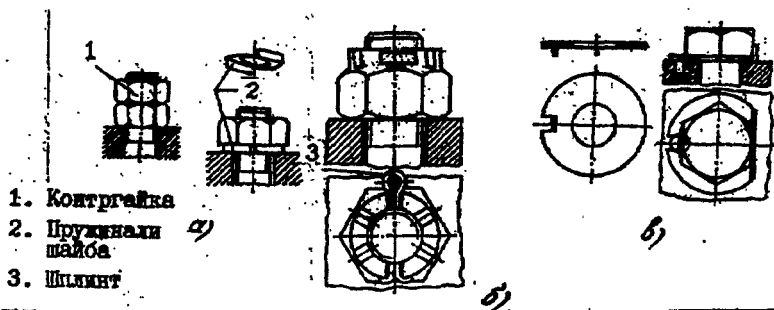
Бирикма ҳосил қилишда резьбали деталлардан болт, винт,
шпилька ва гайкалар ишлатилади (1.5—расмлар а, б, в).

Болт бир учи калит ёки отвертка
учун мўлжалланган каллаги,
иккинчи учидан эса гайка бураб
киритиладиган резьбаси бўлган
стержендир (1.5—расм, а). Болтнинг
гайка учун мўлжалланган резьбали
учига гайка буралмай, бу учи
бириктирилиши лозим бўлган
деталга бураладиган бўлса, бундай
болт винт (1.5—расм, б) дейилади.
Агар стерженнинг икки учи
резьбали қилиб ясалган бўлса, у
шпилька деб аталади (1.5—расм, в).



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

Узгарувчан куч ва момент таъсирида резьбали бирикмалар ўз-
ўзидан буралиб бушаши мумкин. Бунинг сабаби шуки, титраш
натijasида резьбалардаги ишқаланиш камаяди ва бунинг оқибатида
ўз-ўзидан тормозланиш хусусияти йўқолади. Шунинг учун узга-
рувчан кучлар таъсирида бирикмалардаги резьбаларнинг ўз-ўзидан
буралмаслигига қуйидаги усуллар ёрдамида эришиш мумкин:



1.6 — расм.

1. Контргайка ва пружиналовчи шайба қуйиш йули билан (1.6—расм, а). Бунда қўшимча деталлар ҳисобига резьбадаги 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

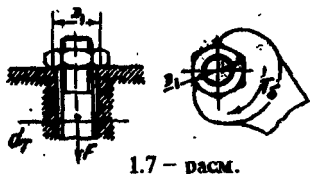
Болтли бирикмада ташқи куч болт уқи бўйлаб таъсир қилганда бирикмани ҳосил қилиш учун гайкани буровчи момент таъсирида бураб киритиш керак бўлади. Калитга қўйилган буровчи момент (1.7—расм) қиймати қуйидагича аниқланади:

$$T_6 = T_p + T, \quad (1.1)$$

бунда: T_p — резьбадаги момент;

T — гайканинг деталга тегиб турган сиртида ҳосил булган ишқаланиш кучининг momenti.

Бу қийматлар қуйидагича аниқланади:



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

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

d — ишқаланиш кучи таъсир этаётган доиранинг уртача диаметри; D_1 — гайка юзасининг сиртқи диаметри; d_1 — винт учун мулжалланган тешикчанинг диаметри; f — ишқаланиш коэффициенти; φ — винт резьбасининг кутарилиш бурчаги; ρ — ишқаланиш бурчаги. T_p , 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 $\varphi = 2^\circ 30'$, $d_2 = 0,9 d$, $d_p = 1,4d$, $f = 0,15$ қабул қилсак, гайкани маҳкамлаш учун керакли буровчи момент билан ташқи қуч F ўртасида 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 ўқиға таъсир этувчи қуч 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 қуч 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 коэффициентни 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 коэффициентининг қийматини гайкани бураш учун сарфланган ишда ишқаланиш йўқ, яъни $f = 0$, $\rho = 0$ деб фараз қилингандаги қийматни, ишқаланиш мавжуд бўлгандаги қийматга бўлиш йўли билан аниқланади, яъни $\eta = T_2/T_1$

$$\eta = \operatorname{tg} \varphi / \operatorname{tg} (\varphi + \rho) \quad (1.2)$$

Юқорида айтиб ўтилганидек, купчилик винтли жуфтларда $\varphi < \rho$ бўлганда ўз—ўзидан тормозланиш бўлади. Шу сабабдан уларнинг фойдали иш коэффициенти ҳамма вақт 0,5 дан кичик. Агар винтли жуфтнинг ўз—ўзидан тормозланишига зарурият бўлмаса, уни фойдали иш коэффициентининг кутарилиш бурчаги φ нинг қийматини камайтириш эвазига ошириш мумкин. Бунинг учун куп қиримли 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 урамли гайканинг биринчи урамнинг юкланиши 52% булса, охирги урамнинг юкланиши 2% ни ташкил этади.

Резьбаларга таъсир этувчи кучнинг резьба урамлари орасида бир текис тақсимланмаслигининг асосий сабабларидан бири шуки, уқ буйлаб 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:

$$\sigma_{\Sigma} = F / \pi d_1 h z \leq \sigma_{\Sigma} \quad (1.3)$$

Бу ерда: F — уқ буйича таъсир этувчи куч;
 d_1 — резьбанинг уртача диаметри;
 h — резьба шаклининг баландлиги;
 z — гайкадаги резьба урамларининг сони;
 $[\sigma_{\Sigma}]$ — эзувчи кучланишнинг жоиз қиймати.

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

Винтнинг $a - b$ кесим учун

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

Гайканинг $c - e$ кесими учун

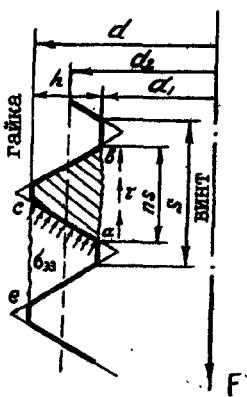
$$\tau_{\text{кес}} = F / \pi d k H \leq [\tau_{\text{кес}}] \quad (1.4)$$

бунда: d — резьбанинг ташқи диаметри; d_1 — резьба асосининг диаметри; F — болтга таъсир этувчи куч; H — гайканинг баландлиги; k — резьбанинг турина ҳисобга олувчи коэффициент. Тугри бурчакли резьба учун $k = 0,5$; трапециал 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 булганда) резьба турина 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.



1.8 — расм.

1.6-§. Болт стерженини мустаҳкамликка ҳисоблаш

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

1-ҳол. Болт стерженига фақат чузувчи куч таъсир этади. Бунга сириб тортилмаган, яъни зўриқтирилмаган ҳолатда осиб қуйилган илгак мисол бўла олади (1.9-расм). Унинг резьбали қисми ташқи F куч таъсирида чузилишга 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 чузувчи ва буровчи кучланишлар ҳосил бўлади, бунда ташқи чузувчи куч таъсирида ҳосил бўлган кучланиш $\sigma = 4F / \pi d_1^2$, стержень резьбасидаги момент таъсирида ҳосил бўлган буровчи кучланиш қуйидагича бўлади:

$$\tau = \frac{T_p}{W_p} = \frac{0,5 F d_2 \operatorname{tg}(\varphi + \rho^I)}{0,2 d_1^3}$$

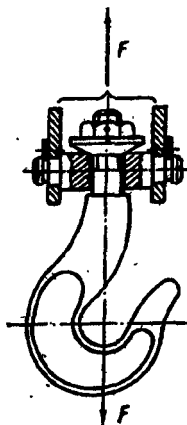
Стержендаги умумий (эквивалент) кучланиш

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

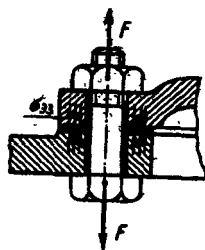
$$\frac{\tau}{\sigma} = \frac{0,5 F d_2 \operatorname{tg}(\varphi + \rho^I) \cdot \pi d_1^2}{(\pi d_1^3 / 16) 4F}$$

Қадами нисбатан катта бўлган метрик резьбалар учун $d_2 \approx 1,1 d_1$, $\beta = 2^\circ 30'$, $\rho^I = 9^\circ 45'$ деб қабул қилсак, $\tau/\sigma \approx 0,5$. Бунда d_2 , φ , ρ^I нинг қабул қилинган қийматлари учун

$$\sigma_{\Sigma} \approx 1,3\sigma$$



1.9 - расм.



1.10 - расм.

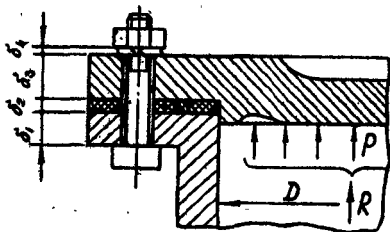
Демак, болт стерженига чузувчи ва буровчи кучлар таъсир қилганда таъсир қилувчи F , умумий кучнинг қийматини юқорида берилгандек олиш тавсия этилади, бунда кучланишнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

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

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

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

3—ҳол. Болт сириб тортилган, ташқаридан болт стерженига чузувчи куч таъсир этади. Бунга ёпиқ узатмада подшипник узеллари, босим остида буладиган герметик идишларнинг қопқоғи мисол була 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_c қийматга чузилади.



1.11 — расм.

Бирикма деталари эса сиқилади, яъни $\Delta l_c = \Delta l_c$ (1.11—расм). Натижада бирикмага таъсир қилувчи кучларнинг умумий қиймати $F_{\Sigma} = F + F_1$ (1.13) булади. Бирикма деталарининг чузилиши ва сиқилиши ташқи F_1 куч таъсирида бўлиб, бунда χF_1 куч болт стерженига, қолган $(1 - \chi F_1)$ куч бирикма деталарига таъсир қилади. Бунда болт стерженига таъсир қилувчи умумий куч $F_{\Sigma} = F + \chi F_1$ булади.

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

Болт стерженига таъсир қилувчи кучнинг энг кичик қиймати $F_{\min} \geq (1 - \chi F_1)$ бўлиши шарт, акс ҳолда $\Delta l_c = \Delta l_c$ 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.

$$F_{\Sigma x} = 1,3F_x + \chi F_1$$

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

4—ҳол. Болтли бирикмада куч ўққа тик йуналган. Бунда болт икки хил тарзда ўрнатилиши мумкин.

а) Болт билан деталь ўртасида бушлиқ 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 коэффиценти; $k = 1,4 \dots 2$ — эҳтиётлик коэффиценти; i — кесимлар сони; z — болтлар сони.

Сириб тортилган болт чўзилиш 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 бушлиқ йўқ (1.13—расм). Бундай болтлар стержени кесилишдаги кучланишга текширилиб, унинг диаметри қуйидагича аниқланади.

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

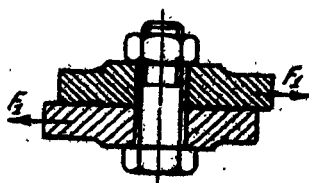
5—ҳол. Таъсир қилувчи куч болт стерженида эгувчи момент ҳосил қилади. Деталнинг гайка сирти билан туташадиган юзаси нотекис бўлганда

(1.14—расм) ёки каллаги стандартда кўрсатилмаган илтак 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:

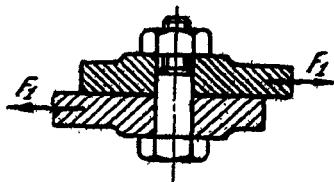
$$\sigma = F / (\pi d_x / 4)$$

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

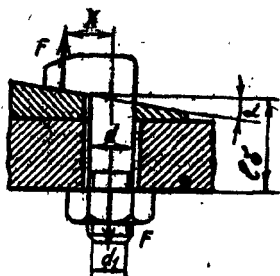
α бурчакнинг қиймати кичик бўлганда эгилишдаги кучланиш қийматини шу эгилишдан ҳосил бўлган қўшимча деформацияни ҳисобга олган ҳолда қуйидагича аниқланади:



1.12 — расм.



1.13 — расм.



1.14 – расм.

$$\sigma_x = M / W_x \approx E d \alpha / (2l)$$

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

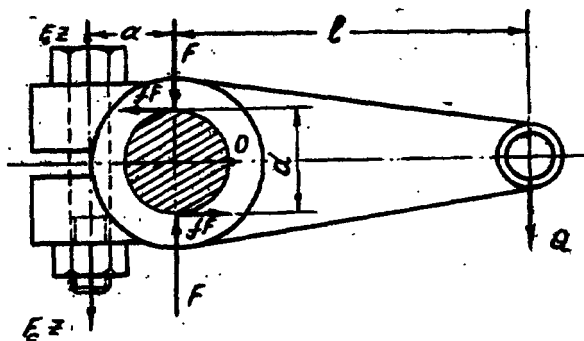
Ҳисобий эгилишдаги кучланиш сифатида шу аниқланган кучланишларнинг энг кичик қиймати олинади.

Болт учун умумий мустаҳкамлик шарти қуйидагича бўлади:

$$\sigma = \sigma_v + \sigma_x \leq [\sigma] \quad (1.8)$$

Ҳисоблашлар шуни кўрсатадики, бу кучланишлар ўртасидаги нисбат $\sigma_x / \sigma_v \approx 7,5$ га тенг. Демак, эгилишдаги кучланиш болт стерженининг мустаҳкамлигини кескин равишда камайтиради. Шунинг учун бундай шароитда болтлардан иложи борича кам фойдаланган маъқул.

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



1.15 – расм.

Ана шу мақсадда тайёрланган ричагнинг бир учида 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 бўладиган 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 коэффициентини; d — валнинг диаметри; l — ричагнинг елкаси.

Агар клемманинг гупчаги билан ричаг θ нуқтада шарнир ҳолатида бириктирилган деб қабул қилинса, бунда клеммали бирикманинг мувозанат ҳолатини сақлаш шартини қуйидагича бўлади, яъни θ нуқтага нисбатан моментлар йигиндиси 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 ричагда, 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

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

Клеммали бирикмаларнинг асосий афзаллиги бу шпонкасиз бирикмалар ҳосил қилиб, ричагнинг ҳар қандай бурчак остида жойлаштириш мумкинлиги ҳамда йиғиш 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 коэффициентини қуйидагича аниқланади:

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

бу ерда: σ_{-1} — болт материалининг чидамлилик чегараси; ψ_σ — кучланиш циклининг узгармас қисмини мустаҳкамликка таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент; k_σ — кучланишнинг тупланишини 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:

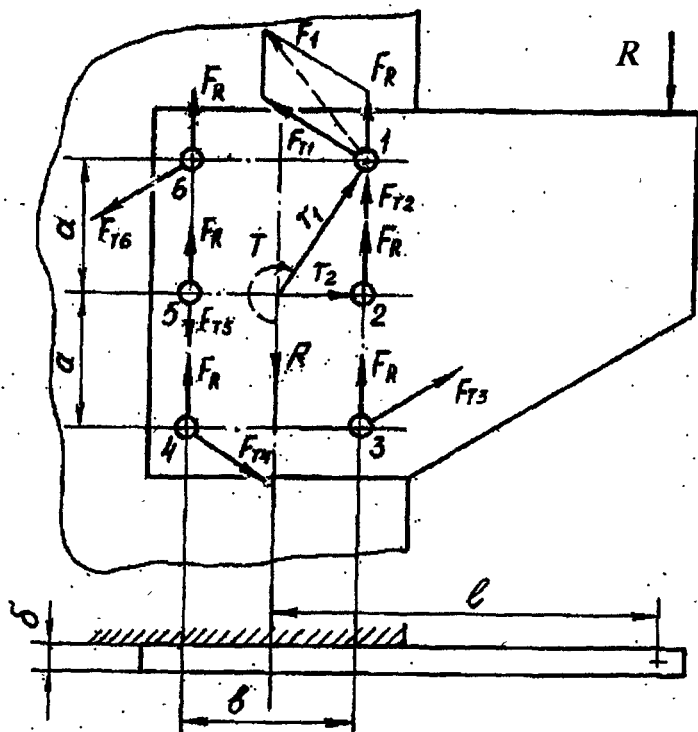
Бирикмада ҳамма болтлар бир хил юкланган. Бундай ҳолларда умумий юкланиш болтлар сонига бўлиниб, ҳар бир болтга туғри келадиган юкланиш топилади. Масалан, бир неча болт билан бириктирилган муфтани олайлик. Муфтага буровчи момент таъсир этаётганда болтлар ўрнатилган айлана бўйича йўналган айланма куч $F = 2 T / D$ бўлади. Ҳар бир болтга таъсир этаётган кучнинг қиймати эса қуйидагича аниқланади: $F_\sigma = 2 T / z D_\sigma$. Бу ерда z бирикмадаги болтлар сони; D_σ — 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 тешикчага 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 кўчирамиз, натижада бирикма болтларига марказий куч R ҳамда момент $T = F l$ таъсир этади. Болтларда юкланиш R куч таъсирида бир хил тақсимланади, яъни $F_k = R / z$. Момент таъсирида реакция қийматлари r_1, r_2, \dots, r_n радиусларга перпендикуляр ҳолда йўналган бўлиб, бу кучлар ўзаро мувозанат сақлаши керак, яъни

$$T = F_{r1} r_1 + F_{r2} r_2 + \dots + F_{rn} r_n; \quad \frac{F_{T1}}{F_{T2}} = \frac{r_1}{r_2} \dots \frac{F_{T1}}{F_{Tn}} = \frac{r_1}{r_n}$$

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

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



1.16 - расм.

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

Болт тешикка тигиз урнатилмаган 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} — болтта таъсир қилувчи энг катта кучнинг қиймати; f — туташган юзадаги ишқаланиш коэффиценти, мойланмаган пўлат 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, легирланган 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, $\sigma_{\text{к}}$ МПа	Оқувчанлик чегараси, $\sigma_{\text{ок}}$ 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

Эслатма: Мустаҳкамлик классининг шартли белгисыда берилган сонни 100 га қўлайтириб, материалнинг мустаҳкамлик чегараси аниқланади; берилган икки сонни қўлайтириб олинган қиймати 10 га қўлайтирсак, материалнинг оқувчанлик чегараси аниқланади.

Материал танлашда (болт, гайка, шпилька) унинг ишлаш ша—роити, юкланиш характери ҳамда тайёрлаш йуларини 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: $[\sigma] = 0,6 \sigma_{\text{ок}}$ МПа

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

Юқоридагиларни эътиборга олган ҳолда болтларнинг маҳкам—ланиши 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.

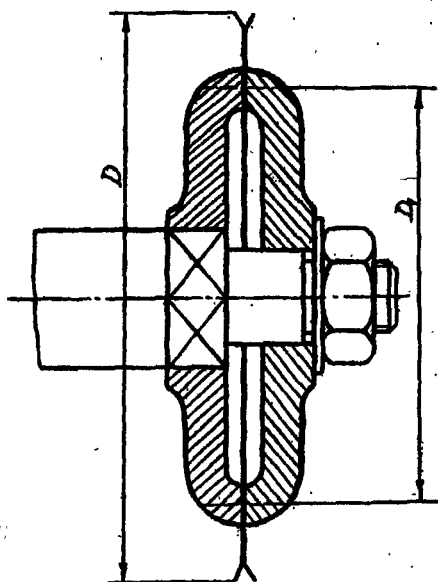
Болтли бирикмалардаги болтни маҳкамлаш кучининг жойз қиймати унинг назорат қилиниши ёки қилинмаслигига қараб олинади.

1.2-жадвал

Болт тайерлаш учун ишлатиладиган пўлат материаллар	Куч ўзгармас бўлиб, болтнинг маҳкамланиши назорат қилинмаганда хавфсизлик коэффициентининг 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 $F = 1 \text{ кН}$, $D = 400 \text{ мм}$ булган арра, диаметри $D_1 = 120 \text{ мм}$ ли шайбалар уртасида жойлашган бўлиб, гайка билан маҳкамланган (1.17–расм). Арра билан шайба уртасидаги зарур ишқаланиш кучи гайка ёрдамида таъминланади. Валдаги резьбанинг диаметри аниқлансин.

Масаланинг счими: Арранинг ишлаши учун қаршилик кучининг моменти ишқаланиш кучининг моментидадан ошмаслиги керак, яъни:



1.17 – расм.

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

Шайба билан арра орасидаги ишқаланиш кучи

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

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 резьбанинг мос диаметрини танлаймиз, яъни $Q = 41,6 \text{ кН}$ бўлганда М 24.

1.3—жадвал

Резьбанинг тури ва диаметри	(F), Н		Резьбанинг тури ва диаметри	(F), Н	
	Назорат қилинмайди	Назорат қилинади		Назорат қилинмайди	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. Резьбаларнинг турлари ва ишлатиш соҳалари ҳақида сузлаб беринг.
3. Деталларни узаро маҳкамлаш учун қандай резьбалар ишлатилади? Бу резьбалар қандай хусусиятга эга?
4. Винтли жуфтнинг ФИК қийматларини қандай йуллар билан кутариш мумкин?
5. Қандай йуллар билан резьба урамларига юкланишларни бир текис тақсимлаш мумкин?
6. Қандай ҳолларда кичик қадамли резьбалар ишлатилади?
7. Резьба юзаси ва кесимлари қандай кучланишга текирилади?
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 ўз ўқи атрофида буровчи момент таъсирида булганда шу стержендаги кучланиш аниқлансин.

11. Ташқи куч болт ўқиға тик йуналган бўлиб, бунда болт тешикчаға тигиз урнатилган, болт стерженидаги кучланиш аниқлансин; бушлиқ билан урнатилган болт стерженидаги кучланиш аниқлансин.

12. Болти бирикмаларнинг тутанган жойидаги силжимаслик шартлари нимадан иборат?

13. Болт стержениға 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 ухшаш деталлар валларға маҳкамланади. Бунда бирикма асосан буровчи момент билан юкланади.

2.1-§. Шпонкали бирикмалар

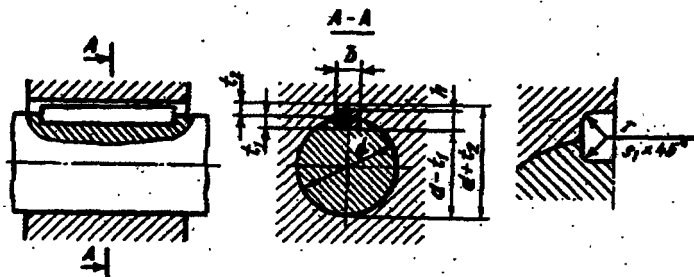
Бу бирикмалар вал, шпонка ҳамда гилдиракни (шкив, тишли гилдирак, юлдузча ва бошқалар) гупчагидан иборат бўлиб, шпонка буровчи моменти узатиш учун ишлатилади. Шпонкали бирикмаларнинг афзаллиги уларнинг тузилиши оддийлиги ҳамда йиғиш ва қисмларға ажратишнинг анча осон ва арзонлигидадир. Вал сиртиға шпонка учун мулжалланган уйиқ қилиниши, шпонкали бирикмаларнинг асосий камчилигидир, чунки бу уйиқ вал кўндаланг кесимининг мустаҳкамлигини камайтиради. Уйиқларда 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.

Улчамлари валнинг диаметриға қараб ГОСТ 23360-78 асосида танланади.

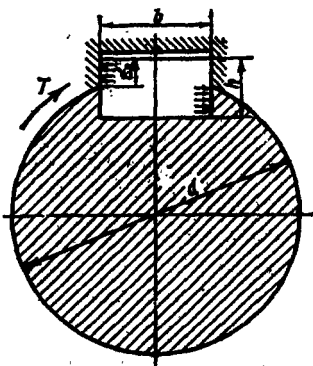


2.1 — расм.

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

$$\sigma_{\text{эс}} = 4T / (d l_x t_2) \leq [\sigma_{\text{эс}}] \quad (2.1)$$

Бу ерда: T — буровчи момент; l_x — шпонканинг ҳисобий узунлиги; t_2 — шпонканинг гупчакка утқазилган қисмининг баландлиги; $[\sigma_{\text{эс}}]$ — эзилишдаги кучланишнинг жоиз қиймати.



2.2 — расм.

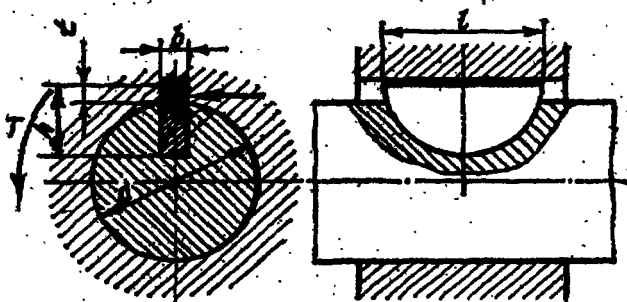
Шпонканинг узунлиги гупчакнинг узунлигидан $5 \div 10$ мм кам олинади, бунда икки учи текис бўлган шпонканинг узунлиги $l_x = l$, икки учи айланасимон бўлган шпонканинг узунлиги $l_x = l - b$. b — шпонканинг эни.

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.

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{эс}} &= 2T / [d(h - \eta)l] \leq [\sigma_{\text{эс}}], \\ \tau_{\text{хс}} &= 2T / (db l) \leq [\tau_{\text{хс}}] \end{aligned} \quad (2.2)$$

бу ерда: b — шпонканинг эни.

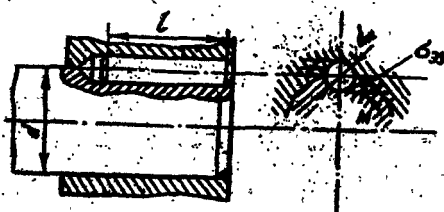


2.3 – расм.

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

$$\sigma_{zs} = 4T / d_n l d \leq [\sigma_{zs}] \quad (2.3)$$

бу ерда: d_n – шпонканинг диаметри; d – валнинг диаметри. Шпонканинг сонини узатилаётган моментга нисбатан қуйидагича аниқлаш мумкин:



2.4 – расм.

$$z = \frac{16T}{p d d_n l [s_{zs}]}$$

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

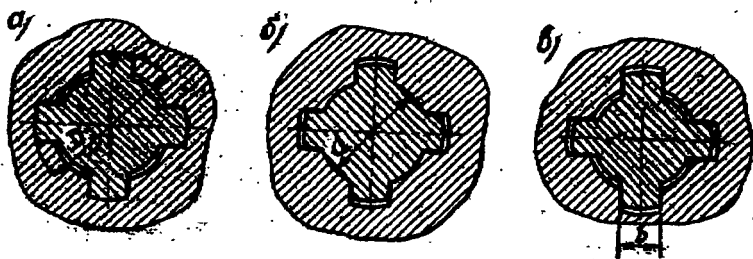
Бирикмада гупчак пулат материалдан тайёрланган бўлса $[\sigma_{zs}] = 120$ МПа; гупчак чуян материалдан тайёрланган бўлса $[\sigma_{zs}] = 70$ МПа. Юкланиш зарб билан таъсир этганда бу қиймат 50% қамайтирилади.

2.2—§. Шлицили бирикмалар

Валнинг сиртида ҳамда унга урнатилган деталь гупчаги тешигининг сиртида ариқчалар уйилиб, деталлардан бирининг чиқиги иккинчисининг ботитига тушадиган қилиб урнатилса, шлицили бирикма ҳосил бўлади. Бундай бирикмалар шпонкали бирикмаларга нисбатан қуйидаги афзалликларга эга: биринчидан деталлар вадда яхши марказланади, керак бўлганда уларни вал бўйлаб суриладиган қилиб урнатиш ҳам мумкин; иккинчидан улчамлари бир хил бўлган бирикмаларда шлицили бирикмалар шпонкали бирикмаларга нисбатан катта буровчи момент узата олиши мумкин; учинчидан юкланиш зарб таъсирида бўлганда ҳам ишончли ишлайди.

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

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



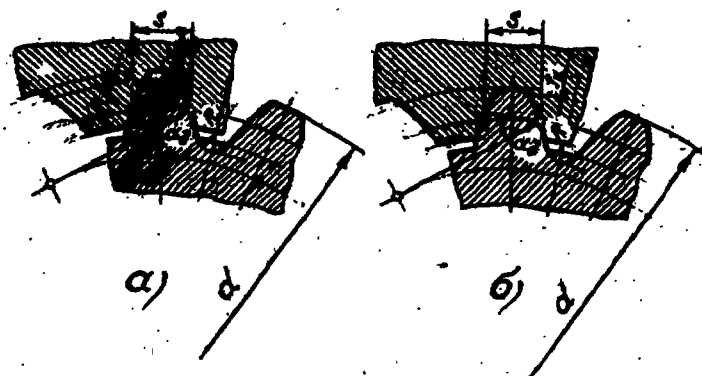
2.5—расм.

Марказлаштириш D ёки d бўйича бўлса гупчак ва вал ўқларининг ўқдошлиги ёки ёқлари бўйича марказлаштирганга 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 ($D = 26 \dots 120$ мм, тишлар сони $z = 6; 8; 10$), ўртача серия ($D = 14 \dots 125$ мм, тишлар сони $z = 6; 8; 10$), оғир серия ($D = 20 \dots 125$ 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 шакли шлицалар тиш асосининг қалинлиги катта, тишлар сони кўп бўлганлиги учун мустаҳкамлиги катта бўлади.

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



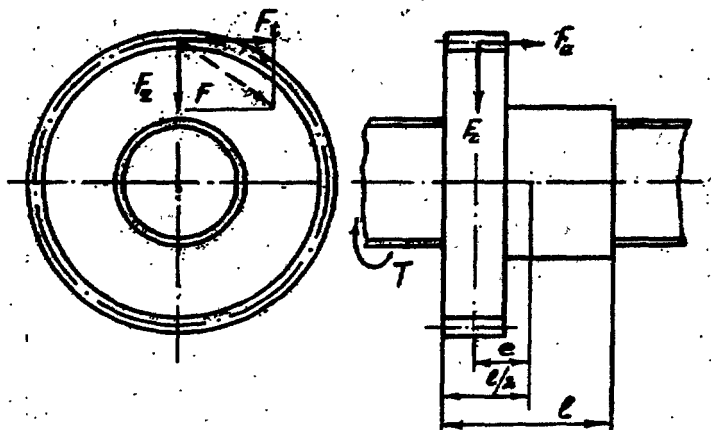
2.7 - расм.

2.3-§. Бирикмаларнинг ҳисоби ва жонз кучланишлар

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

Масалан, бирикмада вал айланганда ўз ҳолатини ўзгартирмайдиган (тишли узатмаларда) F_t кучи (2.8-расм) таъсир этади. Бунда илашган тишлар орасидаги бўшлиқ 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 гупчак марказидан e масофага (2.8-расм) силжиса, ағдарувчи момент $M_{a1} = Fe$ ҳосил бўлади, бу эса гупчак четларида кучланишларнинг тўпанишига сабаб бўлади. Шунингдек, бўйлама куч F_r таъсирида ағдарувчи



2.8 – расм.

момент $M_{o2} = 0,5 F_r d$ ҳосил булади, умумий ағдарувчи момент эса $M_{o1} = M_{o1} + M_{o2}$ булади. Демак, шлиц тишларини ейилишини камайтириш учун тишлар ўртасидаги бушлиқни камайтириш, яъни бирикма деталарини 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 руй бермайди, шунинг учун уларнинг ейилишга чидамлиги ҳисобланмайди.

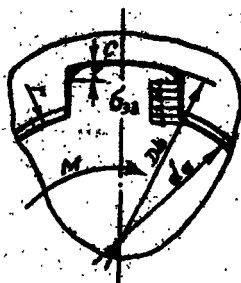
2.4-§ Тақрибан ҳисоблаш усули

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

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

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_n — бирикманинг уртача диаметри; l — тишнинг ишчи узунлиги. Тўғри тўртбурчак шаклли тишлар учун $h = 0,5 (D - d) - 2f$; $d_n = 0,5 (D + d)$; эвольвента шаклли тишлар

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



2.9 – расм.

2.5—§. Ҳисоблашнинг аниқлаштирилган усули

ГОСТ 21425—75 бўйича фақат түгри түртбурчакли 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:

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

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

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

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

бу ерда: $[\sigma_{\text{э}}]_{\text{ейл}}$ — иш жараёнида тишларни ишчи юзаларида ейилмаслигини таъминловчи босим; тишлар термик қайта ишланмаган бўлса; $[\sigma_{\text{э}}]_{\text{ейл}} = 0,028 \text{ HB} - (< 350 \text{ HB})$; 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 туташishi 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	оғир	35...50	40...70
	ўртача	60...100	100...140
	яхши	80...120	120...200
Уқ бўйича ҳаракатланмайди (юкланишсиз).	оғир	15...20	20...35
	ўртача	20...30	30...60
	яхши	25...40	40...70
Уқ бўйича ҳаракатланади (юкланишли)	оғир	—	3...10
	ўртача	—	5...15
	яхши	—	10...20
Махсус 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 ишлатилиш соҳалари ҳақида сузланг.
2. Шпонкали бирикмаларнинг афзаллик ва камчиликлари нимадан иборат?
3. Шпонкалар қандай кучланишлар бўйича текширилади?
4. Шлицли бирикмаларнинг турлари ва ишлатилиш соҳалари ҳақида сузланг.
5. Шлицли бирикмалар шпонкали бирикмаларга нисбатан қандай афзалликларга эга?
6. Шлицли бирикмаларни эзилиш ва сийилишга ҳисобланг.

3—606. 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 чуян қуймалар ўрнига пайванд бирикма воситасида тайёрланган енгил пўлат деталларнинг ишлатилиши материални 30—40% тежашга имкон беради.

Пайванд бирикмалардан турли соҳаларда фойдаланилади. Масалан, пайвандлаш йўли билан баланд ерларга ва сув остига ўрнатилинадиган металл конструкциялар ўзаро бириктирилади, юқори босим остида ишлайдиган қувур ва идишлар тайёрланади, газ ва нефть магистраллари ўтқазил, кема корпусларини ясаш 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 уланадиган жой электр ёйи воситасида қиздирилади ва унга қўшимча металл суюлтириб туширилади.

Қўшимча металл сифатида сиртига бур билан суяк ийиша аралашмаси қопланган металл стержень электроддан фойдаланилади.

Бу пайванд чок сифатини яхшилаиди, 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 ошириши билан бирга электродни ҳам тежайди.

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

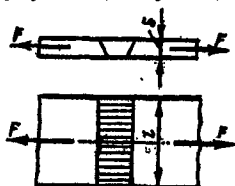
Деталларни учма—уч, устма—уст ва бурчак остида пайвандлаш мумкин.

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 қккала туридан ҳам фойдаланиш мумкин.

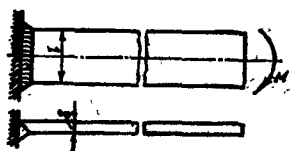
3.2-§. Учма—уч пайвандлаш

Деталларнинг бир текисликда жойлашган икки учини бир-бирига учма—уч пайвандлаш натижасида ҳосил булган учма—уч пайванд чок дейилади. Одатда, пайвандлаш учун уланадиган деталларнинг учларига махсус ишлов берилади (3.1—расм). Пайванд чокларнинг мустаҳкамлигини ҳисоблашда чокнинг кундаланг 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. Чузувчи (сиқувчи) куч таъсирида (3.1—расм).



3.1 — расм.



3.2 — расм.

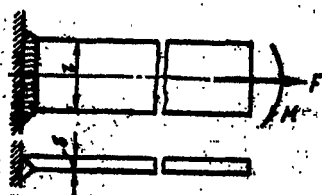
$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{F}{\delta l} \leq [\sigma_1] \quad (3.1)$$

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

2. Эгувчи момент таъсирида (3.2—расм).

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{M}{W} = \frac{6M}{(\delta l^2)} \leq [\sigma_1] \quad (3.2)$$

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



3.3 — расм.

$$\sigma = \frac{F}{\delta l} + \frac{6M}{(\delta l^2)} \leq [\sigma_1] \quad (3.3)$$

Кучланишнинг қиймати пайвандлаш усули ва электродларнинг сифатига боғлиқ. $[\sigma']$ нинг пайвандланган листлар учун жоиз кучланиш $[\sigma]$ га нисбати учма—уч чокнинг мустаҳкамлик коэффиценти 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 ағдарини ҳисобига чок узайтирилади (3.4—расм). Бундай чокнинг мустаҳкамлиги $[\sigma'] = [\sigma]$



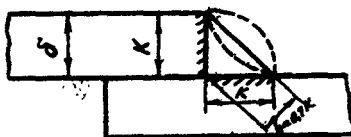
3.4 — расм.

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 узгартиради, бу эса уз навбатида, шу ерда кучланишларнинг қўшимча тулланишига 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 узгарувчан 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 боғлиқ 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.

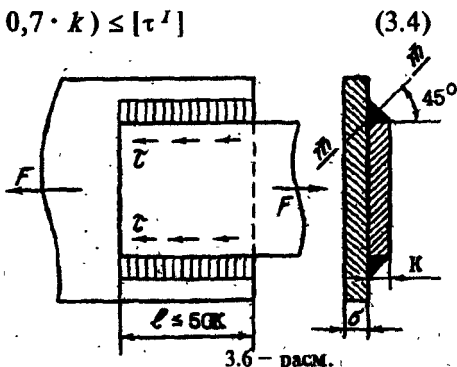
Ёнбош пайванд чок. Бундай чокларда асосий кучланиш чокнинг $m - m$ кесимидаги уринма кучланишидир (3.6—расм). τ — кучланишни чокнинг узунлиги бўйича тақсимланиши пайвандланган деталларнинг бикрлигига боғлиқ. Агар бу бикрлик бир хил бўлса, кучланиш бир текис, ҳар хил бўлганда эса нотекис тақсимланади. 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 оғирлик марказигача бўлган масофага тескари пропорционал тарзда олинади, яъни

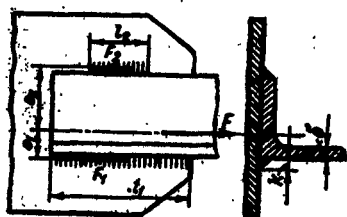


3.6 — расм.

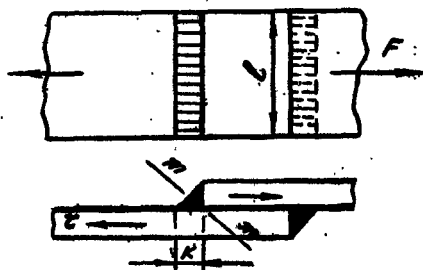
$$l_1 / l_2 = c_1 / c_2 ,$$

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:

$$\tau = T / W ,$$

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

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

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

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

Чўзувчи куч таъсирида рўпара 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

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

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

$$\tau = F / [0,7k(2l_m + l_1)] \leq [\tau'] \quad (3.9)$$

Момент ҳам куч ҳам таъсир этаётган бўлса кучланиш қуйидагича аниқланади:

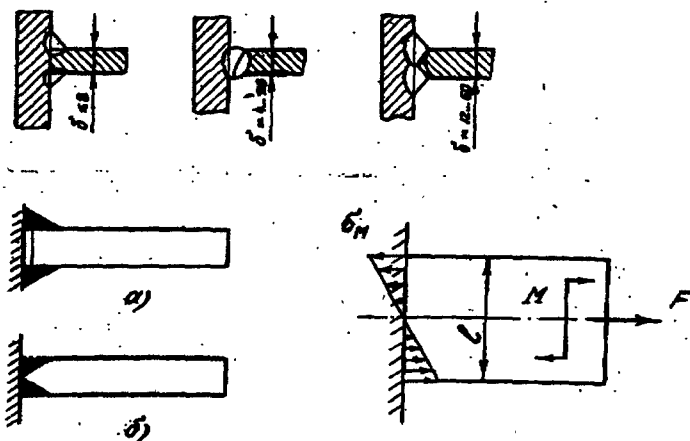
$$\tau_M = \frac{T}{0,7 k l_m l_p + (1/6) 0,7 k l_p^2} \quad (3.10)$$

Натижада чузувчи куч ва момент таъсирда ҳосил бўлган 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)

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

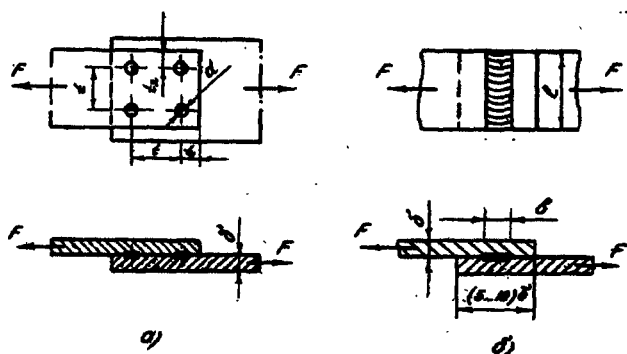
Пайвандлаш автоматик равишда бажарилса, учма-уч чок ҳосил бўлади, бунда чокнинг мустаҳкамлиги қуйидагича аниқланади (3.9-расм, б):

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

3.5-§. Контактли пайвандлаш усули

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

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



3.10 — расм.

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

агар $\delta \leq 3$ мм бўлса, $d = 1,2\delta + 4$ мм

агар $\delta > 3$ мм бўлса, $d = 1,5\delta + 5$ мм.

Нуқтали пайванд чок орасидаги ва қирралардан энг четдаги нуқталаргача бўлган масофа қуйидагича 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 қуйидагича 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:

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

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

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

ψ — асимметрия циклини ҳавфсизлик коэффициентини 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 дегарманган
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 қоринмалари, куп 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		
	$[\sigma_{\text{ч}}]$	$[\sigma_{\text{с}}]$	$[\tau]$
Э42А ёки Э50А электродлари билан дастаки ва флюс қатлами остида автоматик пайвандлаш, учма—уч ҳамда контактиб пайвандлаш	$[\sigma_{\text{ч}}]$	$[\sigma_{\text{с}}]$	$0,65 [\sigma_{\text{ч}}]$
Э42 ёки Э50 электродлари билан дастаки усулда; газ алангасида пайвандлаганда	$0,9 [\sigma_{\text{ч}}]$	$[\sigma_{\text{с}}]$	$0,6 [\sigma_{\text{ч}}]$
контактиб нуктали ва лентали пайвандлаш			

Чокларда таъсир этувчи кучларнинг қиймати ўзгарувчан бўлганда жоиз кучланиш қийматини γ коэффициентга купайтириб 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 маркали 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 суяқлантириб 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 К 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 тузувчи куч таъсирида мустаҳкамлиги қандай ҳисобланади?
3. Бурчакли чокнинг хавфли кесими баландлигини аниқланг.
4. Ёнбош, рупара чокларда кучланишнинг 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 афзалликларга эга?

4—боб. 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 айлантйрилса, 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 тешиқлар ҳосил қилиш учун парма ёки прессдан фойдаланилади.

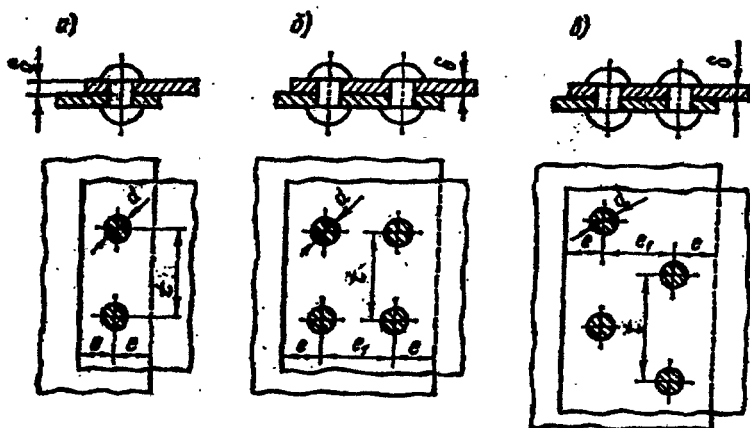
Парчин михлар ёрдамида ҳосил бўлган бирикмалар қуйидаги турларга, яъни мустаҳкам, мустаҳкам—жипс ҳамда жипс чокларга бўлинади.

Ҳозирги вақтда мустаҳкам—жипс ҳамда жипс чоклар ўрнига пайванд чоклар ишлатилганлиги туфайли асосан мустаҳкам чокларни ҳисоблашни қуриб чиқамиз.

Парчин михларнинг барча улчамлари стандартлаштирилган. Кам юкланган бирикмаларда ҳамда эластик материалларни бириктиришда уртаси тешиқ парчин михлар—пистонлар ишлатилади.

Ўрнатиш қулай бўлиши учун парчин михларнинг диаметри тешиқнинг 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.

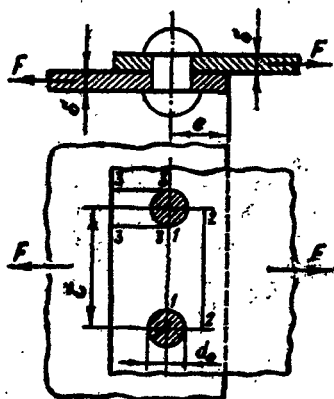


4.1 - расм.

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.

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



4.2 - расм.

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

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

бириктирилаётган деталлар ўртасидаги эзувчи кучланиш; $[\tau']$ — бириктирилаётган листлар учун жоиз қесимдаги 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 шarti:

а) Парчин мих стерженида кесувчи кучланишнинг ҳисобий қиймати:

$$\tau_1 = \frac{F}{[\pi(d_0^2/4)]} \leq [\tau_1] \quad (4.1)$$

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

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

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

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

Парчин михлар асосан пулат, мис, алюминий каби материаллардан тайёрланади, Ст0, Ст2 пулат материаллардан тайёрланган парчин михлар учун кесилишдаги жоиз кучланиш $[\tau_1] = 100 \div 140$ МПа, эзилишдаги жоиз кучланиш $[\sigma_{\infty}] = 240 \div 280$ МПа.

Сароҳ ва тошпириклар

1. Парчин михли бирикмалар қандай ҳосил қилинади?
2. Парчин мих диаметри қандай тинилинади?
3. Бирикмали мустаҳкамликка ҳисобинг.

5—6 о б. ДЕТАЛЛАРНИ ТИҒИЗЛИК БИЛАН БИРИКТИРИШ

5.1—§. Умумий маълумот

Цилиндрик сиртли икки детални манфий оралиқ ҳисобига шпонкасиз, болтсиз ҳам ўзаро бириктириш мумкин. Бу усул, кўпинча, думалаш подшипникларини валга ўрнатишда, червякли гилдиракни йигишда 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 усуллари дан фойдаланилади.



5.1 — расм.

Пресслаб урнатишда валга унинг ўқи бўйлаб йуналган 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 йуналган 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 узаро бириктирилган деталлар ташқи куч таъсирида силжимасдан мустаҳкам тушиши билан бирга шу деталларнинг ўзи ҳам мустаҳкам бўлиши керак.

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

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

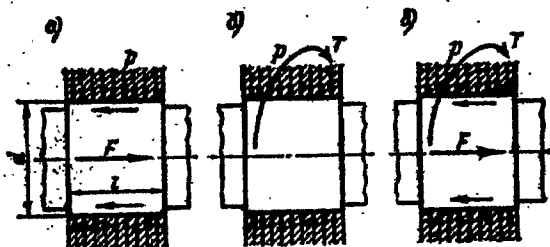
$$q \geq \frac{2F_a}{f \pi d l}$$

бунда: F_a — таъсир этувчи бўйлама куч;

f — ишқаланиш коэффициенти;

d — бириктириладиган деталнинг диаметри;

l — тигизлик билан бириктириладиган юзанинг узунлиги.



5.2 — расм.

б) бирикмага буровчи момент таъсир қилади (5.2—расм, б)

$$q \geq 2T / (f \pi d^2 l)$$

в) бирикмага бир вақтнинг узида буйлама куч ҳамда буровчи момент таъсир қилади (5.2—расм, в)

$$q \geq \sqrt{F_o^2 + F_i^2} / (f \pi d l)$$

Материаллар қаршилиги курсидан маълумки, тигизлик кучининг қиймати билан узаро бириктириладиган деталларнинг ишқаланувчи сиртлардаги контакт босим уртасидаги боғланиш қуйидагича ифодаланади:

$$q = \frac{N}{d(c_1/E_1 + c_2/E_2)}$$

бу ерда: N — тигизлик кучи; c — коэффициентлар.

$$c_1 = \frac{d^2 + d_1^2}{d^2 - d_1^2} \cdot \mu_1, \quad c_2 = \frac{d_2^2 + d}{d_2^2 - d} + \mu_2$$

E_1, E_2, μ_1, μ_2 — эластиклик модули ва Пуассон коэффициентлари қийматлари вал ҳамда втулкалар учун:

пулат материаллар учун $E = (2.1 \div 2.2) \cdot 10^5$ МПа, $\mu = 0,3$

чўян материаллар учун $E = (1.2 \div 1.4) \cdot 10^5$ МПа, $\mu = 0,3$;

бронза материаллар учун $E = (1.0 \div 1.1) \cdot 10^5$ МПа, $\mu = 0,33$.

Утказилган тажрибалар шунини кўрсатдики, ишқаланиш сиртидаги ишқаланиш коэффициенти f нинг қиймати шу юзанинг нотекислигига, босимга, бирикмани йиғишга, йиғиш тезлигига ва бошқа омилларга боғлиқ бўлиб, пулат ва чўян материаллар учун со-
вуклайин бириктирилганда $f = 0,08 \div 0,1$ га, қиздириб бириктирилганда $f = 0,12 \div 0,14$ га тенг бўлади.

Савол ва топшириқлар

1. Деталларни қандай усуллар билан узаро пресслаб бириктириш мумкин?
2. Прессли бирикмаларни шиллиги ва ишонқали бирикмаларга нисбатан афзаллик ва камчиликлари нимадан иборат?
3. Пресслаб бириктирилган деталларнинг ишқаланиш юзасидаги босим:
 - а) уқ буйича буйлама куч таъсир этганда;
 - б) момент таъсир этганда;
 - в) буйлама куч ва момент таъсир этганда қандай ҳисобланади?
4. Ишқаланиш сиртидаги ишқаланиш коэффициенти қиймати қандай омилларга боғлиқ?

6-606. МЕХАНИК УЗАТМАЛАР

6.1-§. Узатмалар ҳақида умумий тушунчалар

Энергия манбаи билан машинанинг иш бажарувчи қисми оралиғида жойлашиб, уларни узаро боғловчи ҳамда ҳаракатни талаб қилингандек бошқаришга имкон берувчи механизмлар узатмалар деб аталади.

Машинасозликда механик, электрик, пневматик ва гидравлик узатмалардан фойдаланилади.

Машина деталлари курсида фақат механик узатмалар урганилади.

Узатмаларнинг энергия манбаи билан иш бажарувчи қисми уртасида жойлашишининг асосий сабаблари қуйидагилардан иборат:

1. Электр двигатель валларининг айланиш сонининг ишчи валларнинг айланиш сонига нисбатан катталиги;

2. Буровчи момент қийматларини узатма валларининг айланиш сони ҳисобига узгартириш мумкинлиги;

3. Электр двигатель валидаги айланма ҳаракатни илгариланма, тебранма ва бошқа ҳаракатларга айлантириш.

Ҳаракатни бир валдан бир неча валга узатувчи механик узатмалар икки турга бўлинади:

1. Ишқаланиш ҳисобига ишлайдиган узатмалар (фрикцион, тасмали, винтли);

2. Илашиш ҳисобига ишлайдиган узатмалар (тишли, червякли, занжирли).

Узатма валларидаги P қувват (Вт) ёки T — буровчи момент (Нм) ҳамда ϕ —, бурчак тезлиги (1/сек) узатмаларнинг асосий ҳарактеристикалари ҳисобланади.

Узатма валлари етакловчи ва етакланувчи валларга бўлинади, бу валларни бир-биридан ажратиш учун индекслар қабул қилинган. Масалан, "1" индекс етакловчи валга, "2" индекс етакланувчи валга тааллуқли.

Қушимча ҳарактеристикалари:

а) Узатманинг ФИК $\eta = P_2 / P_1$. Қуш поғонали узатма учун

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \dots \eta_n$$

бу ерда: $\eta_1, \eta_2 \dots \eta_n$ — юритмадаги ҳар бир узатманинг фойдали иш коэффициенти.

б) Айланма куч $F_t = \frac{P}{V}$, $F = \frac{2T}{d}$. Бу ерда P — қувват, (Вт),

V — айланма тезлик (м/с).

в) Буровчи момент: $T = \frac{P}{\omega}$, $T = \frac{F_t \cdot d}{2}$

г) Энергия оқимининг йўналишидан қатъий назар исталган икки вал бурчак тезликларининг нисбатлари узатиш сони деб аталади ва "и", ҳарфи билан белгиланади.

$$и = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

бу ерда: ω_1 — етакловчи валнинг бурчак тезлиги;

ω_2 — етакланувчи валнинг бурчак тезлиги

Ҳаракатни секинлаштирадиган узатмалар учун $и > 1$ ($\omega_1 > \omega_2$); тезлаштирадиган узатмалар учун $и < 1$ ($\omega_1 < \omega_2$).

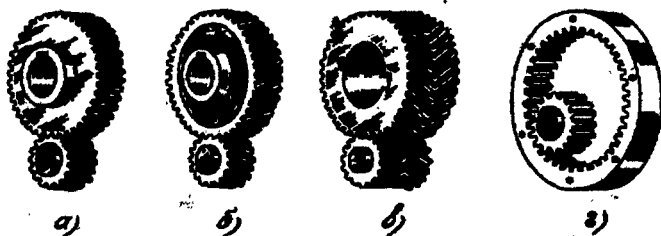
Агар узатма бир неча поғонали бўлса, унинг умумий узатиш сони: $и = и_1 \cdot и_2 \dots и_n$ бўлади, бу ерда $и_1, и_2 \dots и_n$ — биринчи, иккинчи ва охириги поғоналарнинг узатишлар сони.

Машинасозликда механик узатмалар катта аҳамиятга эга. Шунинг учун уларни урганиш, янги турларини яратиш ва мавжуд турларини такомиллаштириш масаласига алоҳида эътибор берилмоқда.

7-боб. ТИШЛИ УЗАТМАЛАР

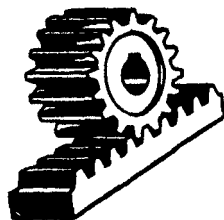
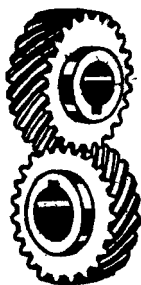
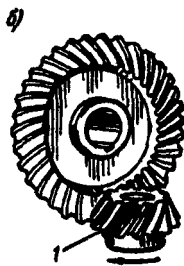
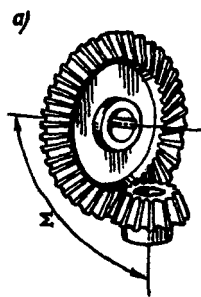
7.1-§. Умумий маълумотлар

Айланма ҳаракат бир валдан иккинчи валга ўзаро илашган тишли гилдирақлар воситасида узатилса бундай узатмалар тишли узатма — лар деб аталади. Тишли узатмалар ўқларнинг жойлашишига қараб қуйидаги турларга бўлинади: цилиндрсимон, ўқлари ўзаро параллел (7.1—расм), конуссимон, ўқлари ўзаро перпендикуляр (7.2—расм),



7.1 — расм.

винтли ўқлари ўзаро айқаш жойлашган (7.3—расм). Бундан ташқари айланма ҳаракатни илгарилема ҳаракатга айлантирувчи механизм сифатида фойдаланиладиган ва тишли гилдирак билан тишли рейкадан иборат узатмалар ҳам ишлатилади (7.4—расм). Бундай узатмалар цилиндрик гилдиракли узатмаларнинг хусусий ҳоли бўлиб, гилдирақларининг бирининг диаметри чексиз бўлади.



7.2 – расм.

7.3 – расм.

7.4 – расм.

Тишларнинг гилдирак сиртида жойлашувига қараб, тишли гилди-
раклар тўғри (7.1–расм а), қия (7.1–расм, б); айланасимон
(7.2 расм, в) турларга бўлинади. Гилдирак тишлари шаклига кўра
эвольвентали, (Л.Эйлер ихтиро қилган) нуқтали (М.Л.Новиков
ихтиро қилган) ҳамда циклоид илашпиш билан ишлайдиган турларга
бўлинади.

Бу хил узатмалар бошқа узатмаларга нисбатан қуйидаги афзал-
ликларга эга:

1. Узатманинг тезлиги 150 м/с гача бўлиб, узатиладиган қувват
50000 кВт гача етиши мумкин. 2. Ташқи улчамлари бирмунча кичик.
3. Таянчларга тушадиган куч нисбатан кичик, ФИК қиймати
($\eta = 0,97 \div 0,98$) юқори. 4. Узатиш сонига салбий таъсир курсатувчи
сирпаниш ҳодисаси бўлмайди. 5. Ишда ишончли, чидамлилиги эса
катта. 6. Узатма гилдиракларини ҳар хил металл, металлмас мате-
риаллардан тайёрлаш мумкин.

Бир погонали узатиш сонининг қиймати чегараланган бўлиб,
 $n_{\max} = 12,5$ гача бўлиши мумкинлиги; тайёрлашнинг нисбатан
мураккаблиги; катта тезлик билан ишлаётган шовқин чиқариши;
юқори аниқликдаги тишли гилдиракларни тайёрлашнинг қийинли-
ги мазкур узатмаларнинг камчилиги ҳисобланади.

Курсатилган камчиликларга қарамасдан машинасозлик ва асбоб-
созлик саноатида асосан тишли узатмалар ишлатилади.

Юқорида қайд этилган узатмалардан энг кўп тўғри ва қия тишли
цилиндрсимон узатмалар ишлатилади, чунки бу узатмалар ишда
ишончли, ташқи улчамлари кичик, тайёрлаш нисбатан осон. Ишлаш
жараёнида ҳаракатнинг йуналишини ўзгартириш зарур бўлган
ҳолларда конуссимон, винтли, червякли узатмалар ишлатилади.

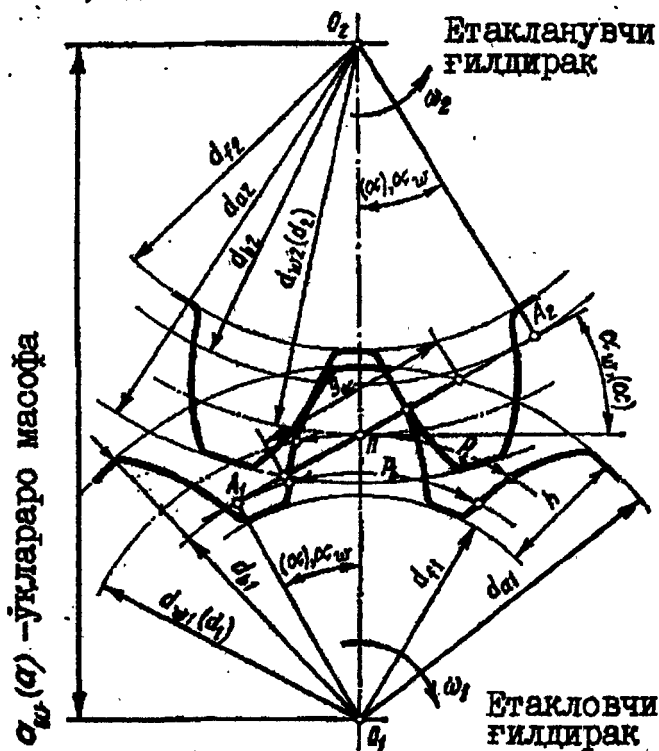
7.2-§. Узатманинг геометрия ва кинематикаси

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

Одатда, илашишда булган бир жуфт гилдиракларнинг кичиги етакловчи, кэттаси 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 бўйсuniши керак.

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



7.5 – PACM.

Узаро сирғанишсиз ҳаракятланиб қутб нуқтасидан утган айланалар бошланғич айлана деб аталади ҳамда d_{a1} , d_{a2} билан белги-ланади. Бошланғич диаметр гилдираклар илашганда ҳосил булади. Алоҳида олинган тишли гилдиракларда бошланғич диаметр бўлмайди.

Бундан буён фақат бўлувчи ва бошланғич айланалар тенг, яъни $d_a = d$ булган тишли узатмаларни урганамиз.

Барча тишли гилдиракларда фақат битта тиш бўлувчи диаметр d булганлиги учун, шу диаметрни гилдиракнинг бошқа ўлчамла-рини аниқлашда асос қилиб оламиз.

Тишли гилдиракнинг ўлчамлари қуйидагича ифодаланади (7.5-расм).

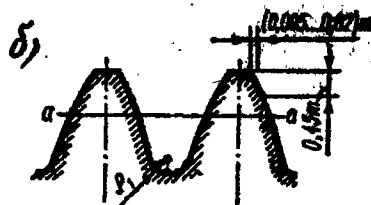
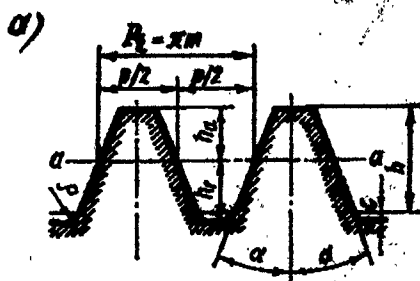
d_a — гилдирак тишининг учидан ўтказилган айлана — тапқи айлана.

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

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

h_i — тиш тубидан ҳамда бўлувчи айланалар билан чегараланган тишнинг бир қисми, тиш остининг баландлиги.

$h = h_a + h_i$ тишнинг умумий баландлиги (7.6-расм).



7.6-расм.

Гилдираклар илашганда, илашшиш қутби n дан утган A_1A_2 тугри чизик илашшиш чизиги булади.

A_1A_2 илашшиш чизиги билан илашшиш қутбидан булиш чизигига ўтказилган уринма чизик орасидаги α бурчак илашшиш бурчаги дейилади.

ГОСТ 13755-81 га асосан тиш кесувчи асбобнинг бурчаги $\alpha = 20^\circ$. Агар $a = a_i$ булса, $\alpha = \alpha_i = 20^\circ$ булади.

Етакловчи ва етакланувчи гилдиракларнинг тапқи диаметрлари билан чегараланган q_a чизик, илашшиш чизигининг узунлиги ҳисобланади (7.5-расм). Илашшиш чизигининг

узунлиги тишлар илашшишининг бошланиши ва охирини кўрсатади.

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

P_1 — тиш бўлувчиси ёки бошланғич 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 ифодаланаяпти. Шу сабабли, тишли гилдиракнинг асосий ўлчамларини аниқлаш ва амалда уларни ўлчаш осон бўлиши учун илашпиш 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 бошланғич айланаси билан бўлиш айланаси бир хил ифодаланади:

$$d_{a1} = d_1 = m z_1, \quad d_{a2} = d_2 = m z_2 \quad (7.2)$$

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 соғи қиймат жиҳатидан узатиш нисбати i_1 / i_2 га тенг бўлади.

7.1–жа д в а л

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 таъсир этмасади.

Тиш ва унинг қисм баландликлари 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 ўтган 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 , га нисбати ён қопланиш коэффициент ε_a деб аталади:

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

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

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

$$\varepsilon_a = q_a / (P \cos \alpha) > 1$$

Ён қопланиш бир вақтда илашишда бўлган тишлар сонини кўрсатади. Масалан, $\varepsilon_a = 1,2$ 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 коэффициент $1 < \varepsilon_a < 2$ оралиғида, қия тишли узатма—ларда 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 кучланиш—лардир.

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

таъсир этиши тишларнинг толиқи—шига ҳамда уларнинг емирилишига олиб келади.

σ_F кучланиш, тишларнинг толиқи—ши туфайли синишига, σ_H кучланиш эса тиш сиртининг увала—нишига сабаб бўлади.



7.7—расм.

Тишлар сиртининг емирилиши деганда қуйидагилар тушунилади:

а) толиқишини 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 кўра 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 (концентрация) 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 сиртининг қаттиқлиги $HV > 350$ бўлган материаллардан ясалган ва сермой

шароитда ишлайдиган гилдираклар тишларида уларни тайёрлашда йул қуйилган ноаниқликлар туфайли тишлар сиртининг маълум нуқталарида пайдо бўладиган кучланишлар туپланиши 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 улчамли чуқурчалар пайдо бўла бошлайди. Провардида уваланиш жараёни тезлашади (7.8—расм, а, б, в).



7.8 — расм.

Тишлар сиртининг уваланишини камайтириш, яъни тишли гилдираклар нисбатан узоқ муддат ишлашини таъминлаш учун тишларнинг сиртқи қатлами термик қайта ишлаш йули 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 утиши билан маълум даражада ифлосланиши натижасида ҳам содир бўлиши мумкин.

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

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

Тиш сиртининг юлиниши. Катта тезлик ва катта юкланиш билан ишлайдиган узатмаларда, гилдирак тишларини бевосита туташishi натижасида тиш юзалари ниҳоятда қизиқ кетганда тиш сиртларида юлиниш ҳодидаси содир бўлади. Ҳосил булган металл гуддалар иш давомида, шу тиш билан илашишда булган тиш сиртини сидириб чиқа бошлайди. Оқибатда тиш сирти нотекислашиб, узатма ишида қўшимча шовқин ва динамик кучлар ҳосил бўлади. Бундай емирилишнинг олдини олиш чоралари ёйилишнинг олдини олиш учун тавсия этилган чораларга ўхшашдир.

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

Тишли гилдирак материалнинг 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 қўтига (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 гилдирақлар ва узатмалар учун шу юқорида кўрсатилган кинематик аниқлик ва равон ишлаш ҳамда ўзаро илашган тишли гилдирақларни контакт юзасининг ҳажми даражаси билан белгиланади. Кинематик аниқлик 12 та аниқлик классига бўлинади, 1,2,... 12 сонлар билан белгиланади, бу сонларнинг қиймати ошishi билан аниқлик даражаси камаяди (чекли чегара қийматлари ошади)^х.

Узатма гилдирақларининг туташishiда 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 ошishi билан аниқлик даражаси камаяди.

Тишли гилдирақ ва узатмаларнинг аниқлиги унинг аниқлик даражаси, илашган тишли гилдирақларнинг ён бушлиги туташishi тури билан белгиланади. Масалан 6—С ГОСТ 1643—81, бунда илашishiдаги 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 — илашishiдаги контакт юзанинг ҳажмий даражаси, В — туташishi тури, а — ён бушлиқнинг чекли чегараси.

Тишли гилдирақларнинг 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 меъёрда бўлиб, тез ҳаракатланувчи ёки юкланиш катта бўлиб, секин ҳаракатланувчи узатмаларда
8	6	10	Умумий машинасозликда ишлатилидиган узатмалар
9	3	5	Секин ҳаракатланувчи аниқлик даражаси кам аҳамиятга эга бўлган узатмалар

^х 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 ўртасида) ёки чизикли (икки цилиндр ўртасида) кўринишида бўлиши мумкин. Икки цилиндр узаро сиқилганда ташқи кучнинг таъсири бўлмаганда илашиш чизик бўйича, таъсири бўлганда эса бу чизик лентали кўринишда бўлади. Бу икки цилиндр орасидаги контакт кучланишнинг қийматини аниқлаш масаласини биринчи бўлиб Г.Герц ҳал қилган, яъни:

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{qE_1E_2}{\rho_k \pi [E_1(1-\mu_1^2) + E_2(1-\mu_2^2)]}} \quad (7.4)$$

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

$$\sigma_1 = 0,418 \sqrt{qE_k / \rho_k}$$

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 цикллار 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 булакчаларнинг ажралишига олиб келади (7.8—расм).

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

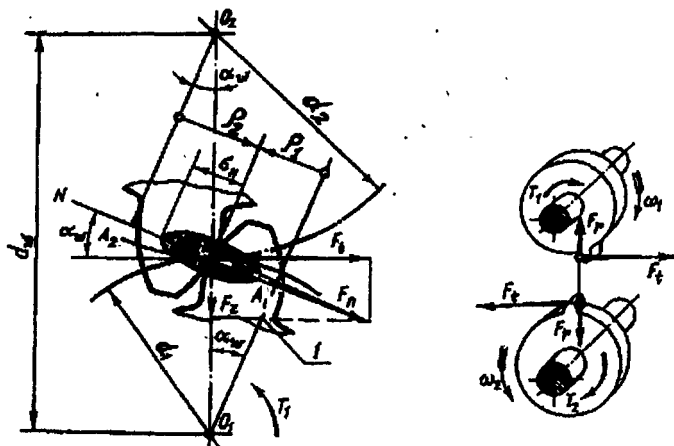
давомида улар сонининг ортиши туфайли цилиндр сиртининг шакли бузилади, сирти нотекислашади, зарб билан таъсир этувчи кучлар ортади. Бунинг оқибатида уваланиш жараёни тезлашади.

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

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

7.6—§. Илашишда ҳосил бўлган кучлар

Гилдиракларнинг илашишда ҳосил бўлган куч $F_{\text{г}}$ унинг сиртига тик бўлиб, илашиш чизиғи 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 $F_{\text{г}}$ билан радиал куч $F_{\text{р}}$ 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, сўнгра қолган кучлар аниқланади. Бунинг учун тўғри тишли гилдираклардаги кучларни аниқлашда қуйидаги муносабатлардан фойдаланилади:

$$F_t = \frac{2T}{d}; \quad F_r = F_t \operatorname{tg} \alpha, \quad F_{\text{г}} = \frac{F_t}{\operatorname{Cos} \alpha} \quad (7.5)$$

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

Тўғри ва қия тишли цилиндрсимон узатмаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш ГОСТ 21354-87 буйича стандартлаштирилган. Машина деталлари курсида шу ҳисоблашнинг асосийлари ўрганилади.

Гилдирак тишларининг мустаҳкамлиги асосан контакт кучланишга чидамлилиги буйича 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:

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

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 (пулат) материалларининг эластиклик модули; $\mu = 0,3$ — Пуассон коэффициенти; q — илашиш чизигига тўғри келган босим; тўғри тишли цилиндрсимон гилдираклар учун контакт чизигининг узунлиги етакланувчи гилдирак эни b_2 га тенг бўлади.

$$q = \frac{F_n}{b_2} k_{H\alpha} \cdot k_{H\beta} \cdot k_{H\nu} = \frac{F_t}{b_2 \cdot \cos \alpha} \cdot k_{H\alpha} \cdot k_{H\beta} \cdot k_{H\nu}$$

бу ерда: $k_{H\alpha}, k_{H\beta}, k_{H\nu}$ — юкланишнинг тишлараро, тиш эни буйича нотекис тақсимланишини ҳамда қушимча динамик кучланишни ҳисобга олувчи коэффицентлар; $\rho_k = \rho_1 \rho_2 / (\rho_1 + \rho_2)$ — эгрилик радиусининг "келтирилган" қиймати. O_1, IIA_1, O_2, IIA_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:

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

формулани соддалаштирсак, яъни $\text{Sin} \alpha \cdot \text{Cos} \alpha = \frac{1}{2} \text{Sin} 2\alpha$,

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

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

механик характеристикаларни ҳисобга олувчи коэффициент. Формулага қушимча 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 ўзгаради), бунда Z_s нинг уртача қиймати 0,9. Тўғри тишли цилиндрсимон гилдираклар учун $k_{\alpha a} = 1,0$. Натижада тўғри тишли цилиндрсимон гилдирак тишларидаги контакт кучланишнинг ҳисобий қиймати қуйидагича аниқланади:

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

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 $F_t = 2T_2/d_2$; $d_2 = 2au/(u+1)$, $b_2 = \psi_{ba} \cdot a$ деб қабул қилиб, бу қийматларни 7.6-формулага қўйсақ, узатмани лойиҳалаш учун ўқлараро масофани қуйидагича аниқлаш мумкин:

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

бу ерда: T_2 — буровчи момент, Нмм; u — узатиш сони; $[\sigma_s]$ — контакт кучланишининг жоиз қиймати, ψ_m — тиш эни коэффициентининг қиймати, уни танлашда қуйидагиларга эътибор бериш керак, бу қиймат қанчалик катта бўлса, узатма ташқи улчамлари кичик, оғирлиги кам бўлади, лекин бунда тишли гилдиракнинг аниқлик даражаси, бикрлиги юқори бўлиши керак. Чунки бунда тишнинг эни буйича тақсимланадиган юкланиш нотекис бўлиши мумкин. ψ_m нинг қиймати гилдирак тиш юзасининг қаттиқлигига ҳамда етакланувчи гилдиракнинг таянчга жойланишга нисбатан 7.3—жадвалдан олинади.

7.3—жа д в а л

Ёпиқ узатмаларда етакланувчи тишли гилдиракнинг таянчга нисбатан жойланиши	Тиш юзасининг қаттиқлиги		
	Тавсия этилган қийматлар	$H_1 \leq 350$ 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_s нинг қиймати R_{40} қатор буйича 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 уқлараро масофа a_s , тиш эни коэффиценти ψ_m , узатиш сони u нинг қийматлари стандартлаштирилган:

a_s 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_m 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 узгариши мумкин.

Демак, (7.6) формуладан маълумки контакт кучланишининг 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 буйича (7.9) формула ёрдамида аниқлаш мумкин. Аммо бунда купинча модулнинг қиймати кичик чиқади. Кичик модулли тишли гилдираклар кам ишлатилади. Шунинг учун модулнинг қиймати тажрибаларга асосланиб танлаб олинади, сўнгра эгилишдаги кучланишга текширилади. Модуль қийматини танлашда қуйидагиларга эътибор бериш керак.

Кичик модулли кўп тишли гилдираклар ишда текис ва раён 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	$u_n = b/m$ энг катта қиймати
1. Вал ва таянчларнинг бикрлиги юқори бўлиб, юқори даражада юкланган аниқ узатмалар учун ≤ 350 бўлганда > 350	45...30 30...20
Вал ва таянчларнинг бикрлиги етарли даражада юқори бўлган, оддий ёпиқ узатмалар учун ≤ 350 бўлганда > 350	30...20 20...15
Аниқлик даражаси паст бўлган очиқ узатмалар, қўйма равишда одинган тишли гилдираклар, конуссимон узатмалар учун	15...10
И л о в а: Берилган қийматларнинг кичигини узатмада ута юкланиш ҳамда тезлик уртача бўлган ҳолларда, каттасини эса узоқ вақт ишлайдиган, нисбатан катта бўлмаган юкланишларда ҳамда катта тезлик билан ҳаракатланувчи узатмалар учун олиш тавсия этилади.	

Жадвалдан ψ_n нинг қийматини танлаб олиб модулнинг қиймати аниқланади: $m = b_n / \psi_n$

бу ерда: $b_n = \psi_{\omega} \cdot d_1 = \psi_{\omega} \cdot a$ га тенг.

Аниқланган модулнинг қиймати стандарт буйича 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 $X_z = 0$ бўлган узатмалар учун:

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

Бунда $z_1 > z_{\min}$ бўлиши керак.

Тез ҳаракатланувчи узатмалар учун иш жараёнидаги шовқинни камаййтириш 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 қўпинча 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.

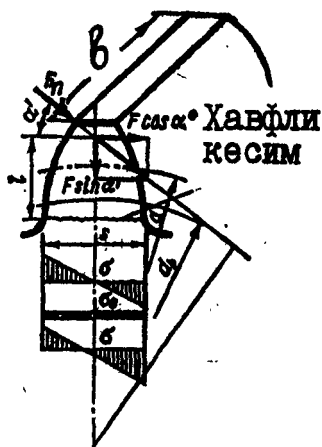
3. Тиш консолли балка деб қаралади.

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

$$\sigma_F = \sigma_x - \sigma_c = F_t^1 l / W - F_r^1 / A$$

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

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



7.10 — расм.

Формулаларда l ва s нинг абсолют қийматларини аниқлаш қийин бўлганлиги туфайли ҳисоблашда улардан фойдаланиш ноқулай. Шунинг учун ҳар хил модулли тишларнинг ухшашлигидан фойдаланиб, улар улчамсиз коэффициентлар яъни l^I билан алмаштирилади:

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

Бу коэффициент қийматларини юқоридаги формулага қўйиб қуйидаги ифода олинади:

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

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

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

Демак, эгилишдаги кучланишнинг ҳисобий қиймати:

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

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

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

$$(7.9).$$

бу ерда: $k_{\Sigma} = Y_F \cdot k_F \cdot k_{Fv}$ — қўшимча коэффициент бўлиб унинг уртача қиймати тўғри тишли цилиндрсимон гилдираклар учун $k_{\Sigma} = 6,8$, қия тишли цилиндрсимон гилдираклар учун $k_{\Sigma} = 5,8$.

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 илашишга текис, шовқинсиз бўлиб тишни кесилишини осонлаштиради. Бироқ узатма гилдирак тишларининг модули камайиши билан эгувчи 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 деталарини тайёрлашда (қайта ишлашда), йиғишда йўқ 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

$$k = k_j \cdot k_v \cdot k_a$$

бу ерда: k — юкланиш коэффициенти; k_j — 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.

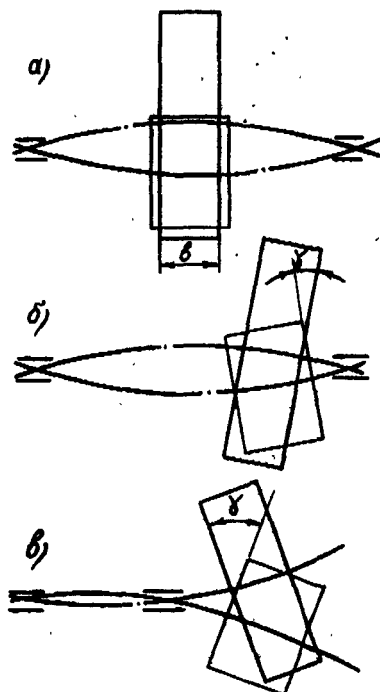
Коэффициентлардаги "β" индекс узатма гилдирак тишларининг илашиш жараёнида β бурчакка оғиши туфайли юкланишнинг нотекис тақсимланишини белгиловчи шартли белги; "ν" — индекс узатма катта тезлик билан ҳаракатланганда аниқлик даражаси кичик бўлган узатмаларда бўлган қўшимча динамик кучланишларни белгиловчи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

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

кучланишларга ҳисоблашнинг асосчиси Н. Heztz) билан белгиланади. Эгилишдаги кучланишга чидамлилиқни аниқлашда индекс "F" ҳарфи (инглизча "оёқча" сўзидан олинган) билан белгиланади, яъни 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_y — 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 узаро илашган гилдирак тишларининг бикрлиги абсолют бўлса, гилдирак тишларининг илашиши 7.12—расм, *а* да кўрсатилгандек булар 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_m нисбат юкланишни тиш эни бўйича нотекис тақсимланишини кўрсатади (шартли белгиси k_y).

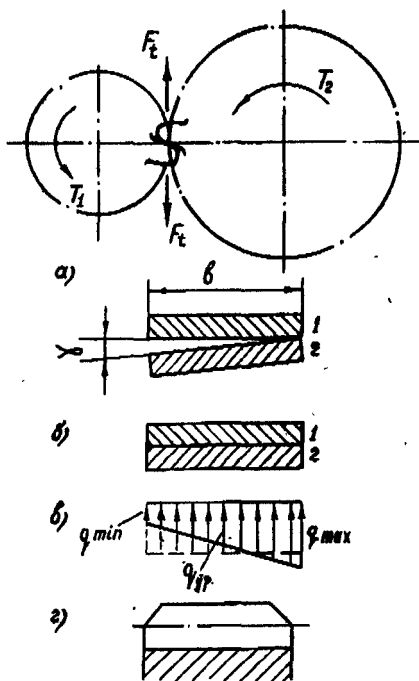
Юкланишларни нотекис тақсимланиши контакт ва эгувчи кучланишнинг қийматини оширади. Бу нотекис тақсимланиш натижасида гилдирак тишларининг ён учлари синмаслиги учун 7.12—

расм 7 да кўсатилгандек қирқиб қуйиш мумкин. Юкланиш узгармас бўлиб, тиш юзасининг қаттиқлиги $< 350 \text{ HB}$ бўлганда, кучланишлар тўпланиши, тишли гилдиракларнинг узаро мослашуви натижасида аста-секин йуқолиб кетади.

Узатманинг тезлиги $V > 15 \text{ м/с}$ гилдирак тишларининг ишчи юзасининг қаттиқлиги $> 350 \text{ HB}$ бўлганда, кучланиш тўпланишини камайтириш учун гилдиракнинг тиш шаклини бочкасимон 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_s — 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 илаштиш чизиги $A-A$ да b нуқтага етгунча b' нуқтада зарб билан урилиш содир булади, натижада қўшимча динамик кучлар ҳосил бўлиб, урилган юза сидирилиши мумкин. Зарб билан урилишдан ҳосил бўлган динамик кучланишларнинг қийматини камайтириш учун гилдирак тиш учларида (7.14—расм) штрих билан курсатилган қисми кесиб ташланади.

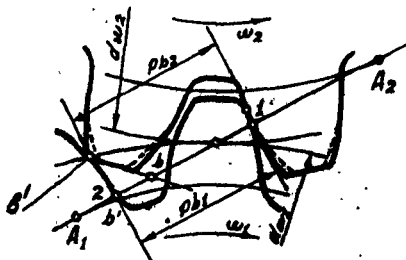
Кушимча динамик кучланиш k нинг қийматини 7.6—жадвалдан узатманинг тезлиги, тиш юзасининг қаттиқлиги ҳамда узатма гилдиракларнинг аниқлик даражасига мувофиқ танлаш мумкин.

7.14 - расм.

Аниқлик даражаси	6	7	8	9
$K_{\text{гр}}$	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).

$k_{\text{за}}$ — коэффициент қиймати тугри тишли цилиндрсимон гилди-
раклар учун — 1,0; қия тишли цилиндрсимон гилдираклар учун
— 1,1.

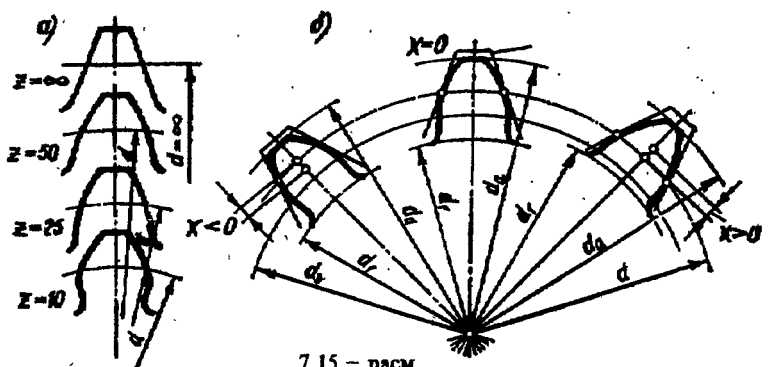


7.14 – расм.

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

Тишли узатманинг геометрик улчамларини ихчамлаштириш мақсадида тишлар сонини камаййтиришга ҳаракат қилинади. Тишлар сонининг камайиши эса қопланиш коэффициентининг 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 қўндаланг

Анықдық даражасы	Тыш жүзасының қаттылығы	K_{HV}					K_{TV}				
		$V, \text{м/с}$									
		1	5	10	15	20	1	5	10	15	20
6	$H_1, H_2 > 350 \text{ НВ}$	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 350НВ	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	$H_1, H_2 > 350 \text{ НВ}$	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 350НВ	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	$H_1, H_2 > 350 \text{ НВ}$	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 350НВ	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	$H_1, H_2 > 350 \text{ НВ}$	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 350НВ	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 мустаҳкамлигининг 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 ингичкаланиб боради.

7.7–жа д в а л

Аниқлик даражаси	Етакланувчи тишли гилдиракнинг тезлиги(м/с ҳисобида)			
	Тутри 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) $x < 0$ худди шу масофага силжитилади. Демак, умумий силжитиш коэффициенти:

$$x_z = x_1 + x_2 = 0$$

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_z ўзгармайди.

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

Бундан ташқари, ҳар бир гилдирак учун

$$\begin{aligned} d_z &= d + 2(m + x); d_1 = d + 2(m + c - x) \\ a_z &= a = (d_1 + d_z) / 2; \alpha_z = \alpha = 20^\circ \end{aligned} \quad (7.10)$$

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 силжитиш коэффициенти $x_z > 0$ бўлади.

Бундай ҳолларда етакловчи ва етакланувчи гилдирак тишлари-нинг 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 бошланғич айланалар бўлувчи айланалардан ташқарида жойлашиб қолади, яъни $d_{*1} > d_1$, $d_{*2} > d_2$ бўлади.

Бу эса марказлараро масофанинг катталашувиға олиб келади, яъни

$$a_* = \frac{d_{*1} + d_{*2}}{2} > a = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Марказлараро масофанинг катталашуви туфайли гилдираклар-нинг асосий айланалари бир-биридан узоқлашади. Натижада, уларга

утказилган умумий уринма (илашиш чизиги) илашиш кутбидан утган горизонтал чизик билан кесишганда тузатишдан олдингига қараганда каттароқ бурчак ҳосил бўлади ва илашиш бурчаги катталашади, яъни $\alpha_0 > \alpha = 20^\circ$ 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 эғувчи кучланишга чидамлилигини ошириш ҳамда тишлар сонини камайтириш мумкин.

2. Илашиш бурчаги α_0 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 эғувчи кучланишга чидамлилигини ошириш учун тиш шаклини биринчи йўл билан тузатиш тавсия этилади, бунда $x_2 = 0$ бўлади.

ГОСТ 16532-70 асосида тўғри тишли цилиндрсимон гилдираклар учун силжитиш коэффициенти 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

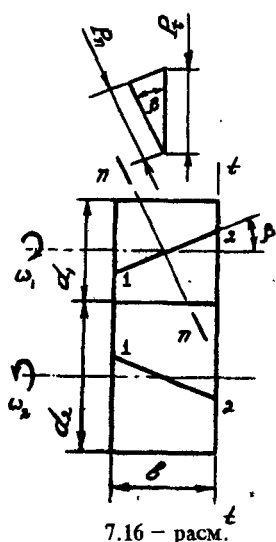
$x_1 = 0,3$; $x_2 = -0,3$

$z_1 \geq 10$ 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 ўқи 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 $n-l$ нормал кесим бўйича тўғри тишли гилдираклар каби бўлади. Бу кесим бўйича модуль қиймати стандартлашган бўлиши керак.



Гилдирак тишларининг ўлчамлари $t-t$ кесим бўйича қиялик бурчаги β га нисбатан ўзгаради, бунда: ён қадами $P_1 = P_2 / \cos\alpha$; ён модуль $m_1 = m_2 / \cos\beta$. Тиш бўлувчи айланасининг диаметри

$$d = m_1 z = m_2 z / \cos\beta. \quad (7.11)$$

Ўзатманинг геометрик ўлчамларини аниқлашда, асосан ён модулдан, мустаҳкамликка ҳисоблашда нормал модулдан фойдаланилади.

Қия тишли гилдиракларнинг бир вақтда илашишда буладиган 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 ўзатма шовқинсиз текис ва раван ишлайди, қўшимча динамик кучланишлар қиймати камаяди.

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

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

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

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

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

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

$\epsilon_s = b_w \lg \beta / P_w \approx b_w \sin \beta / (\pi m_2)$ нисбат ўқ бўйича қопланиш коэффициенти деб аталади. ($\epsilon_s \geq 1,1$ деб олиш тавсия этилади).

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

$$l_2 = (0,9 \div 1,0) \varepsilon_a b_a / \cos \beta_1.$$

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

Қия тишли узатмаларнинг геометрик улчамлари:

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

Ташқи диаметр: $d_1 = d + 2m$.

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

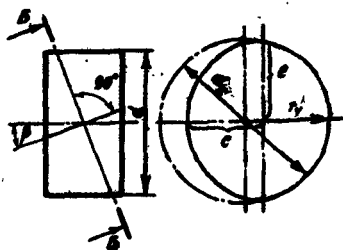
Уқлараро масофа:

$$a = (d_1 + d_2) / 2 = m_1 (z_1 + z_2) / 2 \cos \beta = m z_1 / 2 \cos \beta.$$

Қия тишли узатмаларда қиялик бурчаги β нинг қийматини
ўзгартириб a 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 $Z_1 = d / (2 \cos^2 \beta)$ бу-
лади. Натижада тиш булувчи айла-
насининг диаметри



7.17 - расм.

$$d_1 = 2 r_1 = d / \cos^2 \beta = m_1 \cdot z / \cos^2 \beta = m_1 z / \cos^3 \beta = m z_1$$

га тенг. Демак $Z_1 = Z / \cos^3 \beta$ бу ерда z — қия тишли гилдиракнинг
тишлар сони. β — қияли к бурчаги.

Қиялик бурчаги β ни катталаштириш йули билан Z_1 ни кўпайти-
риш, бу билан эса гилдиракнинг юкланишини ошириш мумкин.

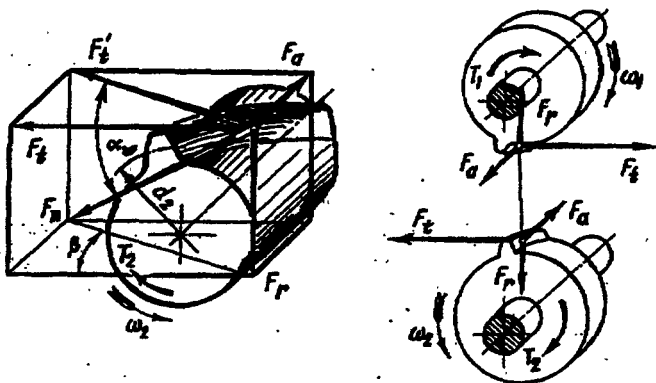
β нинг қийматини танлашда қуйидагиларга эътибор бериш керак.
Умуман олганда, қия тишли гилдираклар тўғри тишли гилдирак-
лардан қиммат туради. Шунинг учун қиялик бурчаги кичик бўлган
гилдираклар деярли ишлатилмайди. Бироқ β нинг катталашуви ўқ
бўйлаб йуналувчи кучнинг катталашувига, таянч ва узатманинг
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 булинади:

$$\text{Айланма куч } F_t = 2T/d$$

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

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



7.18 — расм.

7.12—§. Қия тишли цилиндрсимон гилдиракли узатмаларни контакт кучланиш буйича 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:

$$\sigma_H = Z_1 \cdot Z_\alpha \cdot Z_\beta \cdot \sqrt{\frac{F_t(u+1)k_H \alpha k_{H\beta} k_{H\nu}}{d_2 b_2}} \leq [\sigma_H] \quad (7.13)$$

бу ерда: $Z_1 = 1,76 \cos \beta$ — илашаётган гилдирак тишларининг шаклини ҳисобга олувчи коэффициент, ($Z_1 \approx 1,71$); $Z_\alpha = \sqrt{1/\epsilon_\alpha}$ — ён қопланиш коэффициенти, ($Z_\alpha \approx 0,8$);

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

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

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

$k_{Ha}, k_{H\beta}, k_{HV}$ — коэффициент қийматлари юқорида берилган.

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

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

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

Гилдирак тишларидаги эгилишдаги кучланишнинг ҳисобий қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\begin{aligned} \sigma_{F1} &= \frac{F_t}{b_2 m} Y_F Y_b k_{Fa} k_{F\beta} k_{FV} J[s_F]_1 \\ \sigma_{F2} &= \sigma_{F1} \cdot Y_{F2} / Y_{F1} \leq [\sigma_F]_1 \end{aligned} \quad (7.16)$$

бу ерда: $Y_F = 1 - \frac{\beta^0}{140}$ тиш қиялигини ҳисобга олувчи коэффициент.

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

7.14–§. Конуссимон гилдиракли тишли узатмалар

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

гача булганда түгри тишли, юқори булганда эса қия ҳамда айланасимон тишли гилдирақларни ишлатиш тавсия этилади, бунда узатманинг ишлаши равон ва шовқинсиз бўлади.

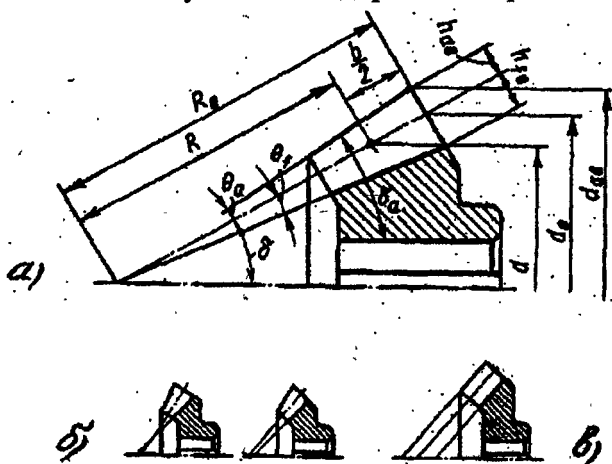


7.19 – расм.

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

Конуссимон тишли гилдирақларда гилдирақ тишларининг улчалари уч хил шаклда бўлиши мумкин.

а) $m_z \geq 2$, $Z_z = 20 \div 100$ гача булган айланасимон, түгри ҳамда тангенциал тишли конуссимон гилдирақ тишлари 1-шаклда кеси-



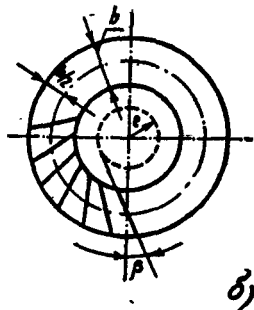
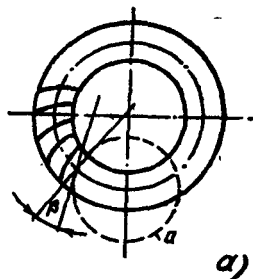
7.20 – расм.

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 $\beta_n = 35^\circ$, 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 равон ишлайди, (бироқ, бунда буйлама кучнинг қиймати ҳам ортади).



7.21 — расм.

7.15—§. Конуссимон тишли гилдиракларнинг геометрик улчамлари

Узатмаларда узатиш сонининг қиймати конус шаклидаги фрикцион узатмалар каби аниқланади:

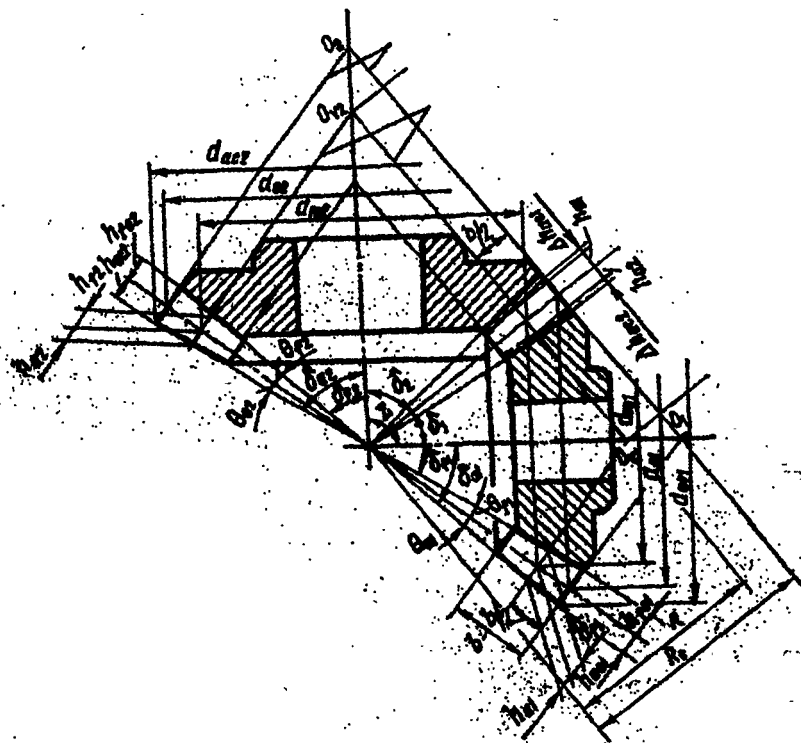
$$u = \omega_1 / \omega_2 = n_1 / n_2 = z_2 / z_1$$

Валларнинг ўқлари орасидаги бурчак 90° бўлганда бошланғич 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 улчамларини аниқлашда ҳисобий модуль сифатида тишнинг сиртқи томонидан (кенг) аниқланган модуль ишлатилади, бунда тўғри тишли гилдираклар учун m_n , айланасимон тишли гилдираклар учун m_a бўлиб, бу қийматлар стандарт бўйича яхлитланмайди.

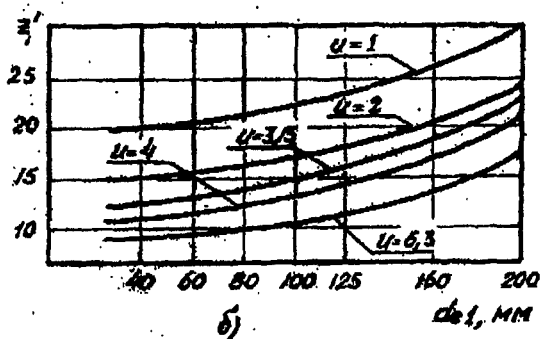
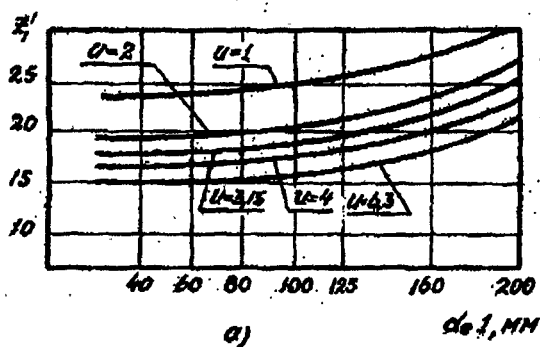


Бу узатмаларда ҳам цилиндрик узатмалардек, асосий геометрик ўлчамлари бошлангич ёки бўлувчи конус ўлчамлари ёрдамида ифодаланади.

бу берда: R_c — конус ясовчисининг узунлиги; d_c — гилдирак булиш айланасининг улчамлари; $m_{\text{с}}$ — гилдирак тишининг сиртқи томонидан аниқланган модуль; $m_{\text{м}}$ — урта диаметр буйича аниқланган модуль.

тишини асбоб ёрдамида кесийш 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, танлайган



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 коэффициентини ишлатилади, бунда етакловчи гилдирак коэффициентининг қиймати (+) ишорали, етакланувчи тишли гилдирак учун (−) ишорали бўлиши керак. Тўғри тишли конуссимон гилдираклар учун x_{a1} нинг, айланасимон тишли гилдираклар учун x_{a1} 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:

$$x_{a1} = x_{a1} = 2 \left(1 - \frac{1}{u^2}\right) \sqrt{\cos^3 \beta_n / z_1} \quad (7.18)$$

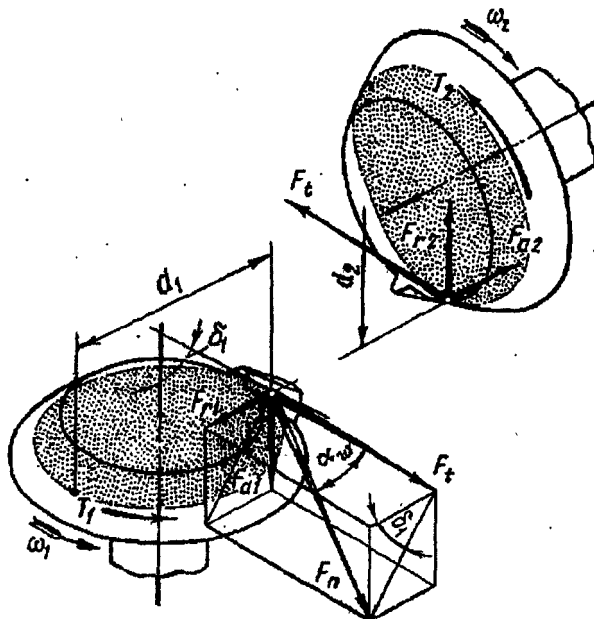
Конуссимон тишли гилдиракларнинг геометрик ўлчамлари (1-шакл)

Тишли гилдиракларнинг геометрияси	Тўғри тишли узатмалар	$b = 35$, айланасимон тишли узатмалар
Тиш бўлувчи айланасининг диаметри	$d_{a1} = m_z z_1, d_{a2} = m_z z_2$	$d_{a1} = m_z z_1, d_{a2} = m_z z_2$
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	$\lg \delta_1 = 1/u, \delta_2 = 90^\circ - \delta_1$	$\lg \delta_1 = 1/u, \delta_2 = 90^\circ - \delta_1$
Ўртача 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 бўлувчи айланасининг ўртача диаметри	$d_{m1} = m_m z_1 \approx 0,857 d_{a1}$ $d_{m2} = m_m z_2 \approx 0,857 d_{a2}$	$d_{m1} = m_m z_1 / \cos \beta \approx 0,857 d_{a1}$ $d_{m2} = m_m z_2 / \cos \beta \approx 0,857 d_{a2}$
Тиш каллагининг баландлиги	$h_{a1} = (1+x_{a1}) m_e; h_{a2} = (1-x_{a1}) m_e$	$h_{a1} = (1+x_{a1}) m_m; h_{a2} = (1-x_{a1}) m_m$
Тиш оёқчасининг баландлиги	$h_{f1} = (1,2-x_{f1}) m_e; h_{f2} = (1+x_{f1}) m_e$	$h_{f1} = (1,25-x_{f1}) m_m; h_{f2} = (1,25+x_{f1}) m_m$
Конус узунлигининг ўртача қиймати	$R = R_e - 0,5b$	$R = R_e - 0,5b$
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	$\lg \theta_{a1} = h_{f1} / R; \lg \theta_{a2} = h_{f2} / R_m$	$\lg \theta_{a1} = h_{f1} / R; \lg \theta_{a2} = h_{f2} / R_m$
Тиш каллагининг бурчаги	$\theta_{a1} = \theta_{a2}; \theta_{a2} = \theta_{a1}$	$\theta_{a1} = \theta_{a2}; \theta_{a2} = \theta_{a1}$
Ташқи диаметр	$d_{a1} = d_{a1} + 2(1+x_{a1}) m_e \cos \delta_1$ $d_{a2} = d_{a2} + 2(1-x_{a1}) m_e \cos \delta_1$	$d_{a1} = d_{a1} + 1,64(1+x_{a1}) m_m \cos \delta_1$ $d_{a2} = d_{a2} + 1,64(1-x_{a1}) m_m \cos \delta_1$

7.16—§. Илашпишда ҳосил буладиган кучлар

Тишли гилдираклар илашганда умумий куч F_t тиш йуналишига тик таъсир этади, бу куч эса айланма F_t ҳамда F_t^1 кучларга бўлинади.

F_t^1 куч ташкил этувчиларга ажратилса, F_t — марказга интилувчи ҳамда F_{a1} — бўйлама кучлар ҳосил бўлади (7.24—расм).



7.24 — расм.

1. Тўғри тишли конуссимон гилдиракалар учун
Айланма куч:

$$F_t = 2 T_2 / d_2 = 2 T_2 / (0,857 d_{a2}) \quad (7.19)$$

Етакловчи тишли гилдиракдаги марказга интилувчи куч

$$(\alpha = 20^\circ). \quad F_n = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{Cos} \delta_1 = 0,36 F_{a1} \cdot \operatorname{Cos} \delta_1 \quad (7.20)$$

Етакловчи 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

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

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	Тутри тишли конуссимон гилдираклар учун узатин сонн n булганда силжитин коэффициенти $x_{n1} = -x_{n2}$ 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

z_1	Айланасимон тишли конуссимон гилдираклар учун узатин сонн n булганда силжитин коэффициенти $x_{n1} = -x_{n2}$ 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 буйлама куч

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

Етакланувчи тишли гилдиракда

$$F_2 = F_{\Delta}, \quad F_2 = F_{\Delta} \quad \text{булади.}$$

7.17—§. Конуссимон гилдиракли узатмаларни контакт кучланиш буйича ҳисоблаш

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

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

Формулада келтирилган радиус қиймати тишнинг урта кесими-га нисбатан қуйидагича аниқланади.

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

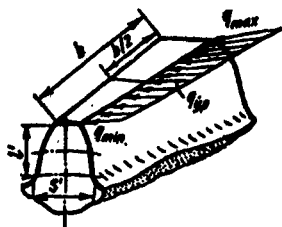
Тригонометрик функцияларнинг узаро муносабатини ҳамда $u = \tan \delta_2 = \cot \delta_1$ эканлигини эътиборга-олиб қуйидагиларни ёзиш мумкин:

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

$\cos \delta_1$, $\cos \delta_2$ 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 солишгирма юкланиш қуйидагича ифодаланади.



7.25 — расм.

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

q, ρ_1 қийматларни 7.24 формулада қўйсақ

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

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

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

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

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

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

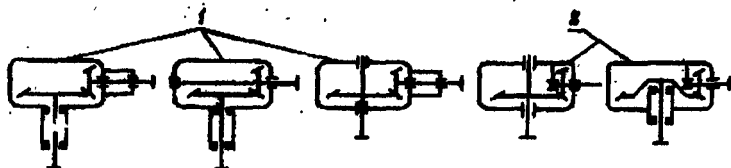
булади.

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

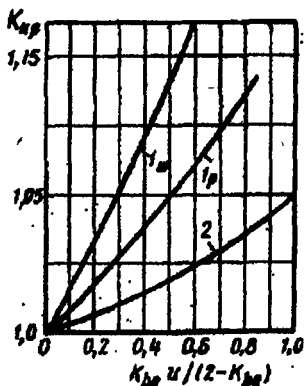
$$d_{e2} = 165 \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot k_{H\beta} \cdot u}{[\sigma_H]^2 \cdot v_H}} \text{ мм} \quad (7.27)$$

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

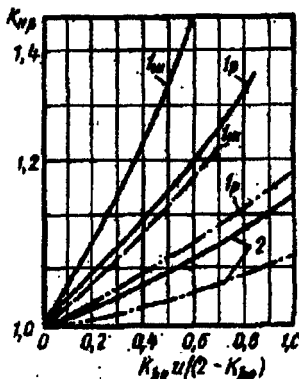
v_x — конуссимон гилдирак тишларини цилиндрсимон гилдирак тишларига нисбатан мустаҳкамлиги камлигини ҳисобга олувчи коэффициент, тўғри тишли конуссимон гилдираклар учун $v_x = 0,85$; айланасимон тишли гилдираклар учун тиш юзасининг қаттиқлиги бўйича қўйидагича танланади:



a)



b)



b)

7.26 - расм.

$$\begin{array}{lll}
 H_1, H_2 \leq 350 \text{ HB} & H_1 > 45 \text{ HRC}, H_2 \leq 350 \text{ HB} & H_1, H_2 \geq 45 \text{ HRC} \\
 v_n = 1,22 + 0,21u & v_n = 1,13 + 0,13u & v_n = 0,81 + 0,15u
 \end{array}$$

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

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

булади. 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 $v_f = 0,65 + 0,11 u$

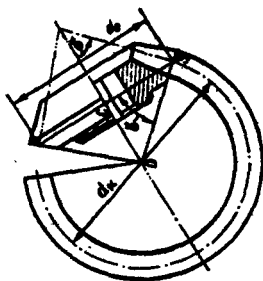
$F_t = 2 T_1 / d_{a1}$ — айланма куч; d_{a1} — уртача диаметр.

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 буладиган эквивалент гилдиракнинг
тишлар сонига нисбатан 7.5—жадвалдан олинади, яъни:

$$\begin{aligned} d_{a1} &= d_{a1} / \cos \delta_1 \text{ ёки } z_{a1} = z_1 / \cos \delta_1 \\ d_{a2} &= d_{a2} / \cos \delta_2 \text{ ёки } z_{a2} = z_2 / \cos \delta_2 \end{aligned} \quad (7.29)$$

Айланасимон тишли гилдираклар учун

$$d_t = d_o / (\cos \delta \cdot \cos^3 \beta) \text{ ёки } z_t = z / (\cos \delta \cdot \cos^3 \beta)$$



7.27 — расм.

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

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

m_o — лойиҳаланаётган узатманинг моду-
лини аниқлашда (7.28) формулада

$$F_t = 2 T_2 / 0,857 d_{a2}; \frac{Y_F \cdot k_{Fv}}{0,857} \approx 7$$

қабул қилиб, қуйидаги ифода олинади:

$$m_o (m_w) = \frac{14 T_2 \cdot k_{F\beta}}{V_F \cdot d_{a2} \cdot b \cdot [\sigma_F]} \text{ мм} \quad (7.30)$$

(7.30) формулада $[\sigma_F]$ урнига $[\sigma_F]_1, [\sigma_F]_2$ қийматларининг
энг кичиги қўйилади. Аниқланган m_o, m_w қиймат стандарт буйича
яхлитланмайди.

Қувват узатувчи юритмаларда модулни $m_o (m_w) \geq 2,5 \text{ мм}$, 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 енгитиш учун сарфланган қувват. Бу қувватни қиймати қуйидагича аниқланади:

$$P_a = P_v + P_n + P_x$$

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

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

Юқорида кўрсатилганлардан энг кўп қувват гилдирак тишла-рини илашишда ҳосил бўлган ишқаланишни енгитиш учун сарфланган қувват бўлиб, унинг қиймати қуйидагича аниқланади.

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

бу ерда: $f \approx 0,06 \div 0,1$ — илашишдаги ишқаланиш коэффициенти;

(+) ишора ташқи илашиш учун, (–) ишора ички илашишлар учун қўлланилади.

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

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
Куп 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 мулжалланган 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 буровчи момент одатдаги текис ҳаракат вақтидаги буровчи моментдан катта бўлиши керак ва аксинча, жойидан қўзғалган автомобиль маълум тезликка эришгач, ҳаракатни давом эттириш учун гилдирак валларидаги буровчи 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 ўлчамли, узатиш сони ҳамда тузилиши билан фарқ қилади. Бундан ташқари, редукторларнинг электр двигател 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 $\psi_{\text{вн}}$ 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 нотекис 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, конст—руктив 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 ташкил топган кўп поғонали редукторлардан фойдаланилади. Бунда

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

Редукторларда ишлатиладиган валларнинг қаттиқлиги термик қайта ишлов бериш йули билан $HV\ 270 - 300$ га етказилади. Диаметри 80 мм гача булган валларни 45XЦ ; 40XН ; 35XМ маркали пулат материаллардан, диаметри $80...125\text{ мм}$ булган валларни 45XЦ ; 40XН ; 35XМ маркали пулат материаллардан тайёрлаш тавсия этиладия. 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 қуйилади. 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 мулжаллаб $0,4...0,7\text{ л}$ миқдорда мой қуйилади.

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

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

Узатма гилдирак тишлари қанча қаттиқ булса, 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 йуллари келтирилган.

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

Материалларини- нг шартли белгиси	S кесимининг энг катта қиймати, мм	Тиш юзасининг қаттиқлиги, HB, HRC	s _м — мустақ- камлик че- гараси, МПа	s _{ок} — оқин 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 туйинтириш
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
35XGCA	150	235	760	500	Яхшилаш
	30	46...33	1700...1950	1350...1600	Тоблаш
20X	60	56...63	650	400	Углерод билан туйинти-
12XНЗА	60	50...63	900	700	риш
25XГТ	—	58...63	1150	850	— “ —
38XMЮА	—	37...67	1050	900	Азот билан туйинтириш

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 йули билан термик ишлов беришда тиш шартининг ва ячки қисмининг қаттиқлиги тахминан бир хил булади, яъни $\approx 0,285s_{\text{м}}$ HB

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, ўрта серияга мансуб, термик қайта ишланиши қийин ҳамда ташқи ўлчамлари 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 жониз қиймати 2 мартагача, юкланишни эса тўрт мартагача (шунингдек ейилишга чидамлилигини ҳам) ошириш мумкин.

Қаттиқлиги юқори булган материаллар муайян қамчиликларга 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 бўлиши 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 туйинтирилган, 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 берил-
ришнинг зарурлиги, тоблаш мумкин бўлган ҳажмнинг чегаралан-
ганлиги 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
бегилаш керак.

Углерод билан тўйинтириш натижасида тиш юзасининг қаттиқ-
лигини 50 — 63 HRC гача етказиш мумкин. Бунда тиш юзасининг
0,1 дан 2 мм гача қалинлиқдаги 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 ўлчам-
лари 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,
38ХВЮА, 38ХЮА каби материаллардан тайёрланган тишли
гилдираклар учун тавсия этилади.

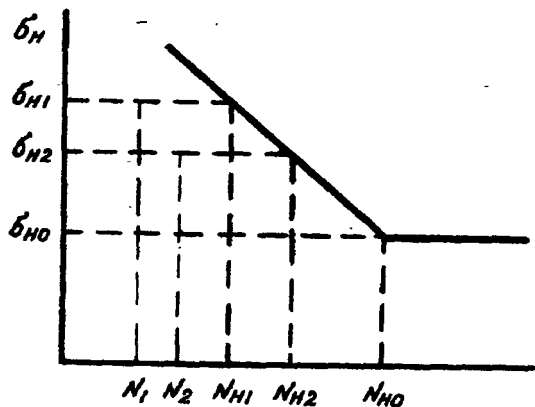
Юқорида қайд қилинганидек, қаттиқлиги юқори бўлган тишли гилдиракларнинг контакт кучланишга чидамлилиги ҳам юқори бўлади. Шу боис тишли гилдиракларни эгувчи кучланишга чидамлилигини ошириш учун (бир текисликдан иккинчи текисликка ўтадиган жойлари) махсус йуллар билан тиш остини ҳам мустаҳкамлиги оширилиши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

Ташқи улчамлари катта, секин ҳаракатланувчи очиқ тишли гилдираклар асосан чуьндан 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 купинча 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-§. $[\sigma_n]$, $[\sigma_r]$ 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_{∞} — базавий цикллар сони; N_n — тишли гилдиракларнинг ишлаш муддатига тўғри келган цикллар сони.

Контакт кучланишнинг жоиз қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\sigma_{\text{н}} = (\sigma_{\text{н}0} / S_{\text{н}}) k_{\text{нл}} \text{ МПа} \quad (7.31)$$

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

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 юзларининг қаттиқлиги уртасида $\text{HB}_1 - \text{HB}_2 \geq 70$ фарқ бўлиб, $\text{HB}_2 \leq 350$ бўлганда контакт кучланишнинг ҳисобий қиймати қуйидагича аниқланади:

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

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

$N_{\text{н}0}$ — базавий циклларга тўғри келган $\sigma_{\text{н}0}$ контакт кучланишнинг чидамчилик чегараси, унинг қиймати 7.14-жадвалдан тиш юзасининг қаттиқлигига мувофиқ танланади. $N_{\text{н}0}$ — базавий цикллар қиймати тиш юзасининг қаттиқлигига қўра 7.15-жадвалдан олинади.

$S_{\text{н}}$ — ҳавфсизлик коэффицентининг 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 коэффицент, унинг қиймати толиқиш эгри чизигига мувофиқ аниқланади (7.28-расм). Бунда $N_{\text{н}} < N_{\text{н}0}$ бўлганда $\sigma_{\text{н}}^m N_{\text{н}} = \sigma_{\text{н}0}^m N_{\text{н}0} = \text{Const}$ бўлади. Контакт кучланишлар учун $m=6$.

$$\text{Демак, } \sigma_{\text{н}} = \sigma_{\text{н}0} \sqrt[6]{N_{\text{н}0} / N_{\text{н}}} = \sigma_{\text{н}0} \cdot k_{\text{нл}}$$

$$\text{бу ерда: } k_{\text{нл}} = \sqrt[6]{N_{\text{н}0} / N_{\text{н}}} \geq 1 \text{ лекин } \leq 2,4$$

Ишлаш режими доимий бўлганда цикллар сонининг ҳисобий қиймати

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

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

7.14-жадвал

Термик қайта ишлов бериш	Гилдирак типларнинг		Пулат материалларнинг маркаси	s_{HO} , МПа	S_H	s_{FO} , МПа	S_F	$[s_H]_{max}$,	$[s_F]_{max}$,
	юзаси	узаги						МПа	МПа
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 ($m_k \geq 3$ 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.			550		1430	
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					
Азот билан туйин- 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 туйинтириш ҳамда тоблаш	55...63 <i>HRC</i>	30...45 <i>HRC</i>	Углерод билан туйинтириш муҳим булган материаллар	23HRC		750	1,5		
Азот ҳамда углерод билан туйинти- риш.	57...63 <i>HRC</i>	30...45 <i>HRC</i>	25XГМ, 25XГНМ	23HRC		1000			1520

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 коэффициенти, унинг қиймати 1,55...1,75 оралигида олиш тавсия этилади (7.14—жадвал); k_{FL} — узатманинг узоқ муддат ишлашнинг ҳамда иш режимини ҳисобга олувчи коэффициент бўлиб, унинг қиймати k_{FL} каби аниқланади.

Гилдирак тиш юзасининг қаттиқлиги:

$$\leq 350 \text{ HB булганда } k_{FL} = \sqrt[3]{N_{FO} / N_{FE}} \geq 1 \text{ лекин } \leq 2$$

$$> 350 \text{ HB булганда } k_{FL} = \sqrt[3]{N_{FO} / N_{FE}} \geq 1 \text{ лекин } \leq 1,6$$

Барча турдаги пулат материаллар учун $N_{FO} = 4 \cdot 10^6$ цикл

Юкланиш доимий булганда N_{FO} нинг қийматини аниқлаш юқорида қўрсатилган.

Ута юкланишли узатма гилдиракларининг мустаҳкамлигини ҳисоблашда жоиз кучланишнинг энг катта қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\sigma_{\max} = \sigma_n \sqrt{T_{\text{шк}} / T_{\max}} \leq [\sigma_n]_{\max}$$

бу ерда: σ_n , T_{\max} — ҳисобий контакт кучланиш ҳамда буровчи моментлар; $T_{\text{шк}}$ — буровчи моментнинг энг катта қиймати. Бу қиймат берилмаган бўлса, уни қуйидагича аниқлаш мумкин:

$T_{\text{шк}} = k \cdot T_{\max}$ бунда $k = 1,5 \div 4$ қўшимча динамик кучларни ҳисобга олувчи коэффициент.

$[\sigma_n]_{\max}$ — жоиз контакт кучланишнинг энг катта қиймати. Хоссаларини яхшилаш, ёки бутун ҳажми буйича тоблаш йули билан термик ишлов берилганда $[\sigma_n]_{\max} = 2,8\sigma_{\text{ок}}$; Углерод ёки азот билан туйинтириш йули билан юқори частотали ток ёрдамида термик ишлов берилганда $[\sigma_n]_{\max} = 40 \text{ HRC}$.

7.15—жа д в а л

Тиш юзасининг уртача қаттиқ- лиги	HB _т	200	250	600	350	400	400	500	500	600
	HRC _т		25	32	38	43	47	52	56	60
N _{но} млн цикл · 10 ⁶		10	16,5	25	36,4	50	68	87	114	143

Эгилишдаги кучланишнинг энг катта қиймати:

$$\sigma_{F_{\max}} = \sigma_F \left(\frac{T_{\text{нук}}}{T_{\max}} \right) \leq [\sigma_F]_{\max}$$

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 $[\sigma_F]_{\max} \approx 0,6 \sigma_{\text{ок}}$, $\sigma_{\text{ок}}$ — гилдирак материалларининг оқувчанлик ҳамда мустаҳкамлик чегараси.

7.23—§. Тишли узатмаларни оптималлаш

Юқорида утилган материаллардан маълумки, узатманинг юкланиш даражаси, ташқи ўлчамлари ва ишлаш муддати қатор омилларга боғлиқ бўлиб, бу курсаткичларнинг оптимал қийматларига қуйидагиларни ўзгартириш йўли билан эришиш мумкин:

1. Узатма турларини — цилиндрсимон, конуссимон, тўғри тишли, қия тишли, айланасимон тишли.

2. Умумий узатиш сонини погоналар бўйича тўғри тақсимлаш.

3. Материаллар ва уларга термик қайта ишлов бериш усулини.

4. Тиш эни коэффициентлари $\psi_{\text{н}}$, $\psi_{\text{д}}$ 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 узатмаларнинг таннархини статистика бўйича қайта ишлаб, бу хил ёпиқ узатмаларнинг қийматини аниқлаш учун қуйидаги ифода қабул қилинган:

$$k = k_1 \cdot m^{0,835} / N^{0,30(\lg N + 1)} \quad (7.33)$$

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 курсатдики 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		
	$\leq 350 \text{ НВ}$	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 уқлари узаро кесилган узатмаларни ишлатиш зарурати туғилганда фойдаланиш тавсия этилади. Фойдали иш коэффициентининг қиймати кәм булганлиги туфайли фақат уқлари айқаш жойлашган узатмаларни ишлатиш зарур бўлиб қол—ганда ҳамда узатиш сони катта булганда червякли узатмаларни ишлатиш тавсия этилади.

Гилдирак тишларининг қия тишли булгани мақсадга мувофиқ, чунки бунда узатманинг ташқи ўлчамларини ҳамда массасини камайтириш мумкин, шунингдек умумий узатиш сони қийматларини поғоналар буйича тўғри тақсимлаш йўллари билан юқоридаги натижага эришиш мумкин.

Узатманинг ташқи ўлчамларини ҳамда массасини термик қайта ишлов бериш йўли билан ҳам камайтириш мумкин. Масалан, (7.6) формуладан маълумки a_1 нинг қиймати $[\sigma_1]$ ҳамда ψ_1 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 йули билан (туғрилаш йули билан) эришиш мумкин.

Узатмани оптималлашда бир неча вариантлар куриб чиқилиб, ҳар бир вариант учун унинг таннархи аниқланади. Шу аниқланган қийматлар асосида график курилади, бунда узатманинг таннархига материаллар термик қайта ишлов бериш, тиш эни коэффициентини ψ , қийматларини, узатиш сонининг тақсимланиш таъсирини куриш мумкин. Шу графикдан, таннархга асосланиб, керакли вариант қабул қилинади.

Савол ва топшириқлар

1. Узатма турлари ва ишлатилиш соҳалари ҳақида сузлаб бering.
2. Механик узатмаларнинг асосий характеристикалари нимадан иборат?
3. Тишли гилдиракларнинг асосий геометрик улчамлари нимадан иборат?
4. Юкланиш тақсимланишга ён қопланиш коэффициентининг таъсири қандай?
5. Контакт кучланишлар. Бу кучланиш таъсири натижасида гилдирак тишлари қандай смирилади?
6. k_v , k_f — 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 $u=4$ 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 $L_1=20000$ соат, 7.29—расм.

Масаланинг ечими.

1. Узатма гилдираклар учун материал танланади.

Узатманинг ташқи улчамларининг унчалик катта бўлмаслигини таъминлаш учун етакловчи ва етакланувчи гилдираклар учун 20Х 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 $[\sigma_+]$

$$[\sigma_+] = (\sigma_{\text{но}} / S_+) \cdot k_{\text{нл}} \text{ МПа}$$

Бу ерда: $\sigma_{\text{но}} = 23 \text{ HRC}$ базавий цикларга тўғри келган контакт кучланишнинг чидамлилиқ чегараси, унинг қиймати 7.33—жадвалдан тишли гилдиракларга термик қайта ишлов бериш турита қараб танланади. Етакланувчи тишли гилдирак учун $\sigma_{\text{но}2} = 23 \cdot 55 = 1265 \text{ МПа}$.

S_+ — ҳавфсизлик коэффициенти. Углерод билан тўйинтириш йули билан термик қайта ишлов берилганда $S_+ = 1,2$ деб олинади.

(7.14—жадвал). $k_{\text{нл}} = \sqrt[6]{N_{\text{НО}} / N_{\text{Н}}} -$ узатманинг ишлаш муддати ва ишлаш режимини ҳисобга олувчи коэффициент. Бу ерда: $N_{\text{но}}$ — гилдирак тиш юзасининг қаттиқлигига тўғри келган базавий циклар сони, унинг қиймати 7.15—жадвалдан олинади. Етакланувчи гилдирак тиш юзасининг қаттиқлиги 55 HRC бўлганда $N_{\text{но}} = 114 \cdot 10^6$ цикл.

N_+ — узатманинг юкланиш циклар сони. $N_{\text{н}2} = 60 n_2 L_1$.
Бу ерда: $N_2 = 60 \cdot 180 \cdot 20000 = 216 \cdot 10^6$ цикл.

$$k_{\text{нл}2} = \sqrt[6]{N_{\text{НО}} / N_{\text{Н}2}} = \sqrt[6]{114 \cdot 10^6 / 216 \cdot 10^6} = 1,0$$

Илдиз остидаги ифоданинг сурати махраждан кичик, яъни $N_{\text{но}} < N_2$ булгани учун $k_{\text{нл}} = 1,0$ бўлади. Демак,

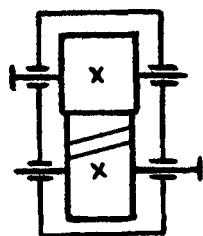
$$[\sigma_+]_2 = (1265 / 1,2) \cdot 1,0 = 1054 \text{ МПа.}$$

Етакловчи тишли гилдирак учун:

$$\sigma_{\text{но}1} = 23 \text{ HRC} = 23 \cdot 63 = 1449 \text{ МПа. } S_+ = 1,2$$

$$k_{\text{нл}1} = \sqrt[6]{N_{\text{НО}} / N_{\text{Н}1}}$$

Бу ерда $N_{\text{но}} = 143 \cdot 10^6$ цикл, $N_{\text{н}1} = N_{\text{н}2} \cdot u = 216 \cdot 10^6 \cdot 4 = 864 \cdot 10^6$ цикл.



7.29 — расм.

Натижада

$$k_{\text{нл}} = \sqrt[3]{143 \cdot 10^6 / 864 \cdot 10^6} = 1,0. \quad \sigma_{\text{нл}} = (1449 / 1,2) \cdot 1,0 = 1208 \text{ МПа.}$$

Демак, контакт кучланишнинг жоиз қиймати

$$HB_1 - HB_2 = 630 - 550 = 80 > 70 - \text{формулага асосан}$$

$$[\sigma_{\text{н}}] = \frac{1208 + 1054}{2} = 1131 \text{ МПа} < 1,25 [\sigma_{\text{н}}]_2$$

Эгилишдаги жоиз кучланиш.

$$\sigma_F = (\sigma_{F0} / S_F) k_{\text{FL}} \text{ МПа}$$

Бу ерда $\sigma_{F0} = 750 \text{ МПа}$ базавий цикларга тўғри келган эгилишдаги кучланишнинг чидамлилиқ чегараси, унинг қиймати 7.14-жадвалдан гилдирак тишларига термик қайта ишлов бериш усулига қараб танланади. $S_F = 1,5$ ҳавфсизлиқ коэффициент, 7.14-жадвалдан олинади. $k_{\text{FL}} = \sqrt[3]{N_{F0} / N_{FE}}$ — узатманинг ишлаш муддати ва ишлаш режимини ҳисобга олувчи коэффициент. Бу ерда N_{F0} — базавий циклар сони. Барча турдаги пулат материаллар учун $N_{F0} = 4 \cdot 10^6$ циклга тенг.

$$N_{FE2} = N_{HE2} = 216 \cdot 10^6 \text{ цикл}$$

Бундан $k_{\text{FL}} = \sqrt[3]{4 \cdot 10^6 / 216 \cdot 10^6}$ эканлиги келиб чиқади. Илдиз остидаги ифоданинг сурати маҳражидан кичик, яъни $N_{F0} < N_F$ бўлгани учун $k_{\text{FL}} = 1,0$. Демак, $[\sigma_F]_1 = [\sigma_F]_2 = (750 / 1,5) \cdot 1,0 = 500 \text{ МПа}$.

3. Уқлараро масофа аниқланади:

$$a_* = 430 (1 + u)^3 \sqrt{\frac{T_2 \cdot k_{HB}}{\psi_{ba} \cdot u^2 \cdot [\sigma_H]^2}} \text{ мм}$$

$T_2 = T_1 \cdot u \cdot \eta$ — 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 $T_1 = P_1 / \omega_1 = 12,5 \cdot 10^3 / 75,36 \text{ с}^{-1} = 165,87 \text{ Нм}$, бўлади. η — фойдали иш коэффициенти. Ёпиқ цилиндрсимон гилдиракли узатманинг ФИК қиймати 7.11-жадвалдан олинади, бунда $\eta = 0,98$. Демак, $T_2 = 165,87 \cdot 4 \cdot 0,98 = 650,2 \text{ Нм}$. 430 — қия тишли ёпиқ цилиндрсимон узатмалар учун ёрдамчи коэффициент, $u=4$ узатманинг узатиш сони.

$k_{\text{нл}}$ — юкланишни тиш эни бўйича нотекис тақсимланишнинг ҳисобга олувчи коэффициент қиймати, 7.13-расмдаги графикдан

танланади. Лойиҳаланаётган узатма учун тиш эни коэффициентини $\psi_{ba} = 0,4$ булганда $k_{\Sigma} = 1,03$, $[\sigma_{\Sigma}] = 1131$ МПа — контакт кучланишининг жоиз қиймати. Демак,

$$a_{\Sigma} = 430 (1 + 4) \sqrt[3]{\frac{650,2 \cdot 10^3 \cdot 1,03}{0,4 \cdot 4^2 (1131)^2}} = 95 \text{ мм булади.}$$

Бу аниқланган қийматни ГОСТ асосида яхлитлаб $a_{\Sigma} = 100$ мм деб қабул қиламиз.

4. Узатма етакланувчи гилдиракларининг ўлчамлари:

$$d_2 = \frac{2 \cdot a_{\Sigma} \cdot u}{1 + u} = \frac{2 \cdot 100 \cdot 4}{1 + 4} = 160 \text{ мм. } b_2 = \psi_{ba} \cdot a_{\Sigma} = 0,4 \cdot 100 = 40 \text{ мм.}$$

5. Узатманинг модули

$$m = \frac{2k_{\Sigma} \cdot T_2}{d_2 \cdot b_2 \cdot [\sigma_F]_2} \text{ мм.}$$

бунда: k_{Σ} — ёрдамчи коэффициент, қия тишли цилиндрсимон 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 бўйича 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

$$z_2 = 2 \cdot a_{\Sigma} \cos \beta / m = 2 \cdot 100 \cdot 0,9744 / 2,25 = 86,4$$

Аниқланган қийматни яхлитлаб $z_2 = 86,0$ деб қабул қиламиз. Натижада қиялик бурчагининг аниқлангитирилган қиймати:

$$\beta = \arccos (z_2 m / 2 a_{\Sigma}) = \arccos (86 \cdot 2,25) / (2 \cdot 100) = 14,20^\circ$$

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

$$u_x = z_2 / z_1 = 69 / 17 = 4,05.$$

$$\Delta u = \frac{|\mu_X - u|}{u} \cdot 100 = \frac{|4,05 - 4|}{4} \cdot 100\% = 1,25 < [4\%] \text{ шарт бажарилади.}$$

9. Узатма гилдиракларининг диаметрлари

а) Тиш булувчи 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

$$d_e = d_2 + 2,5m = 160,47 - 2,5 \cdot 2,25 = 154,85 \text{ мм}$$

10. Тишли гилдиракларни илашишда ҳосил бўлган кучлар.

$$\text{Айланма куч } F_t = 2T_2 / d_2 = 2 \cdot 650,2 \cdot 10^3 / 160,47 = 8104 \text{ Н}$$

$$\text{Радиал куч } F_r = F_t \cdot \tan \alpha / \cos \beta = 8104 \cdot 0,364 / 0,9675 = 3049 \text{ Н}$$

$$\text{Буйлама куч } F_a = F_t \cdot \tan \beta = 8104 \cdot 0,2545 = 2062 \text{ Н}$$

11. Этилишдаги кучланишнинг ҳисобий қиймати

$$\sigma_{F1} = \frac{F_t}{b_2 \cdot \psi_m} Y_F \cdot Y_b \cdot k_{Fa} \cdot k_{Fb} \cdot k_{Fv} J[s_F]$$

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.

$$z_{k1} = z_1 / \cos^3 \beta = 17 / (0,9675)^3 \approx 19$$

$$\text{булганда } Y_{F1} = 4,07. z_{k2} = z_2 / \cos^3 \beta = 69 / (0,9675)^3 \approx 76$$

$$\text{булганда } Y_{F2} = 3,60. Y_{\beta} = 1 - \frac{\beta}{140} = 1 - \frac{14,3}{140} = 0,9$$

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.

$V_2 = 0,5 \omega_2 \cdot d_2 = 0,5 \cdot 18,84 \cdot 0,16 = 1,5 \text{ м/с}$ булганда 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 $\psi_{\text{н}}$ коэффициентга ҳамда тишли гилдиракларнинг таянчга нисбатан жойланишига қараб танланади. Лойиҳаланаётган узатма учун $\psi_{\text{н}} = 0,4$ булганлиги учун $k_{\text{Fv}} = 1,0$. k_{Fv} — қушимча динамик кучланишларни 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 $V = 1,5 \text{ м/с}$ булганлиги

учун $k_{\text{Fv}} = 1,35$. Демак, $\sigma_{\text{F2}} = \frac{8104 \cdot 3,67 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0}{40 \cdot 2,25} = 294 \text{ МПа} < [\sigma_{\text{F}}]_2$ шарт бажарилди.

$\sigma_{\text{F1}} = \sigma_{\text{F2}} \cdot Y_{\text{F1}} / Y_{\text{F2}} = 294 \cdot 4,07 / 3,6 = 333 \text{ МПа} < [\sigma_{\text{F}}]_1$ шарт бажарилди.

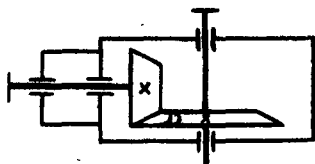
12. Контакт кучланишнинг ҳисобий қиймати

$$\sigma_{\text{н}} = 376 \sqrt{\frac{F_{\text{т}}(1+u)}{d_2 \cdot b_2}} \cdot k_{\text{нa}} \cdot k_{\text{нp}} \cdot k_{\text{нv}} \leq [\sigma_{\text{н}}]$$

бу ерда: $k_{\text{нa}} = 1,1$; $k_{\text{нp}} = 1,04$; $k_{\text{нv}} = 1,01$ деб олинади. Демак,

$$\sigma_{\text{н}} = 376 \sqrt{\frac{8104(1+4)}{160,47 \cdot 40}} \cdot 1,1 \cdot 1,04 \cdot 1,01 = 1018 \text{ МПа} \leq [\sigma_{\text{н}}] \text{ шарт бажарилди.}$$

Масала. Узатиш сони $u = 4$, узатилаётган момент $T_2 = 450 \text{ Нм}$ булган бир поғонали айланасимон тишли конуссимон узатма ҳисоблансин. Узатмада $N_{\text{н}} > N_{\text{но}}$. Таянчларда золдирли подшипник ўрнатилган (7.30—расм).



7.30 — расм.

Масаланинг счими:

1. Узатма гилдираклари учун материал танланади. Етакловчи ва етакланувчи тишли гилдираклар учун 40ХН маркали пулат материал танлаймиз.

Юқори частотали ток ёрдамида тоблаш йули билан термик қайта ишлов берилади. Бунда тиш юзасининг қаттиқлиги 45...55 HRC.

2. $[\sigma_{\text{н}}]$, $[\sigma_{\text{F}}]$ жоиз кучланишлар.

$[\sigma_{\text{н}}]$ кучланиш.

$$[\sigma_{\text{н}}] = (\sigma_{\text{но}} / S_{\text{н}}) \cdot k_{\text{нa}} \text{ МПа}$$

Масаланинг берилган шарти буйича $k_{\text{нa}} = 1,0$, $S_{\text{н}} = 1,2$

$$\sigma_{\text{но}} = 17 \text{ HRC}_{\text{н}} + 200 \text{ МПа}$$

$$HRC_{\text{пр}} = (45 + 50) / 2. \text{ Натижада } \sigma_{\text{ю}} = 17 \cdot 47,5 + 200 = 1050 \text{ МПа}$$

$$[\sigma_{\text{н}}]_1 = [\sigma_{\text{н}}]_2 = (1050 / 1,2) \cdot 1,0 = 875 \text{ МПа}$$

$[\sigma_{\text{ф}}]$ — кучланиш.

Масаланинг берилган шарти бўйича $k_{\text{фа}} = 1,0$. $S_{\text{ф}} = 1,75$.

Гилдиракнинг модуллар қийматини $m > 3$ мм деб фараз қилсак,
 $\sigma_{\text{фо}} = 550 \text{ МПа}$ Демак,

$$[\sigma_{\text{ф}}]_1 = [\sigma_{\text{ф}}]_2 = (550 / 1,75) \cdot 1,0 = 314 \text{ МПа}$$

3. Етакланувчи тишли гилдирак тиш бўлувчисининг диаметри

$$d_{\text{э2}} = 165 \sqrt[3]{T_2 \cdot u \cdot k_{\text{нр}} / [\sigma_{\text{н}}] \cdot V_{\text{н}}} \text{ мм}$$

бу ерда: $T_2 = 450 \text{ Нм}$; $u = 4$; $[\sigma_{\text{н}}] = 875 \text{ МПа}$

$V_{\text{н}}$ — гилдирак тишларининг мустаҳкамлигини тўғри 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:

$$V_{\text{н}} = 0,81 + 0,15 \cdot u = 0,81 + 0,15 \cdot 4 = 1,41$$

$k_{\text{нр}}$ — 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,
 $k_{\text{нр}} = 1,21$

Натижада

$$d_{\text{э2}} = 1650 \sqrt[3]{450 \cdot 4 \cdot 1,21 / (875)^2 \cdot 1,41} = 208 \text{ мм}$$

Аниқланган қийматни яхлитлаб, $d_{\text{э2}} = 210 \text{ мм}$ 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

$$\delta_1 = 90 - \delta_2 = 90^\circ - 75^\circ 59' = 14^\circ 04'. \cos \delta_1 = 0,9704$$

$$\text{Конус узунлиги } R_{\text{с}} = d_{\text{э2}} / 2 \sin \delta_2 = 210 / 2 \cdot 0,9702 = 108 \text{ мм}$$

$$\text{Гилдирак тишларининг эни } b = 0,285 \cdot R_{\text{с}} = 0,285 \cdot 108 = 30 \text{ мм}$$

5. Узатма гилдирак тишларининг илашиш модули

$$m_{\text{в}} \geq 14 k_{\text{фр}} T_2 / V_{\text{ф}} d_{\text{э2}} b [\sigma_{\text{ф}}] \text{ мм}$$

бу ерда: $T_2 = 450 \text{ Нм}$. Тиш юзасининг қаттиқлиги

$$H_1, H_2 > 45 \text{ HRC} \text{ бўлганда } V_{\text{ф}} = 0,65 + 0,11 u = 0,65 + 0,11 \cdot 4 = 1,09$$

$d_{e2} = 210 \text{ мм}, b = 30 \text{ мм}, k_{F3} = 1 + (k_{\alpha3} - 1) \cdot 1,5 = 1,0 + (1,21 - 1) \cdot 1,5 = 1,3$. 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

$d_{e1} = d_{e2} / u = 210 / 4 = 52,5$ — 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 коэффициентининг қийматлари 7.10-жадвалдан олинади. Бунда $z_1 = 13$, $u = 4$ бўлганда $x_{n1} = 0,39$, $x_{n2} = -0,39$

в) гилдирак тишларининг ташқи айланасининг диаметри:

$$d_{ae1} = d_{e1} + 1,64 (1 + x_{n1}) m_{te} \cdot \cos \delta_1 = 49,378 + 1,64 (1 + 0,39) 3,7983 \cdot 0,9704 = 54,501 \text{ мм}$$

$$d_{ae2} = d_{e2} + 1,64 (1 - x_{n2}) m_{te} \cdot \cos \delta_2 = 197,512 + 1,64 (1 - 0,39) \cdot 3,7983 \cdot 0,2585 = 198,494 \text{ мм}$$

г) тишли гилдиракларнинг илашишда ҳосил бўлган кучлар:

айланма куч $F_t = 2 T_2 / d_{m2}$. $d_{m2} = 0,857 d_{e2} = 0,857 \cdot 210 = 179,97 \text{ мм}$

Демак, $F_t = 2 \cdot 450 \cdot 10^3 / 179,97 = 5000 \text{ Н}$

Етакловчи гилдиракка таъсир қилувчи бўйлама куч

$$F_{a1} = F_{a2} = F_t (0,44 \sin \phi_1 + 0,7 \cos \phi_1) = 5000 (0,44 \cdot 0,2422 + 0,7 \cdot 0,9704) = 3929 \text{ Н}.$$

Етакловчи гилдиракка таъсир қилувчи марказга интилувчи куч

$$F_{v1} = F_{v2} = F_t (0,44 \sin \delta_1 + 0,7 \sin \delta_1) = 5000 (0,44 \cdot 0,9704 + 0,7 \cdot 0,2422) = 1287 \text{ Н}.$$

9. Эгувчи кучланишнинг ҳисобий қиймати

$$\sigma_{F2} = F_t \cdot k_{F3} \cdot Y_{F2} \cdot k_{FV} / V_F \cdot b \cdot m_{te} \leq [\sigma_F]$$

$$\text{бу ерда: } F_t = 5000 \text{ Н}, k_{F3} = 1,3, z_{k2} = z_2 / (\cos \delta_2 \cdot \cos^3 \beta) = 52 / (0,2585 \cdot 0,8193^3) = 366 \text{ бўлганда } Y_{F2} = 3,67.$$

$$z_{k1} = z_1 / (\cos \phi_1 \cdot \cos^3 \beta) = 13 / (0,9704 \cdot 0,8193^3) = 24 \text{ бўлганда } Y_{F1} = 3,48.$$

$$V_F = 1,09, b = 30 \text{ мм}, m_{te} = 3,7983 \text{ мм}, k_{FV} = 1,2 \text{ га тенг}.$$

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 кучланишининг ҳисобий қиймати

$$\sigma_H = 2120 \sqrt{\frac{T_2 \cdot u \cdot k_{H\beta}}{d_{a2}^3 \cdot V_H}} \leq [\sigma_H]$$

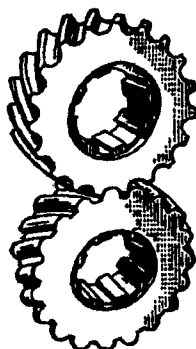
бу ерда: $T_2 = 450$ Н.м; $H = 4$; $k_{H\beta} = 1,21$, $V_H = 1,41$; $d_{a2} = 210$ мм
Бундан

$$\sigma_H = 2120 \sqrt{\frac{450 \cdot 4 \cdot 1,21}{210^3 \cdot 1,41}} = 862 \text{ Мпа} < [\sigma_H]$$

Демак, узатма гилдирак тишларининг контакт кучланишга чидамлилиги таъминланган.

7.25—§. Новиков узатмаси ҳақида умумий маълумот

Ҳозирги вақтда тишли гилдираклар учун асосан эвольвента илашши системаси қўлланилади. Аммо бунда қатор афзалликларга эга булиши билан бирга айрим камчиликлардан ҳам ҳоли эмас. Шу камчиликларни бартараф қилиш мақсадида ўтказилган изланишлар асосида нуқтали илашши 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÷1,7 марта катта, бу узатманинг асосий афзаллигидир, камчилиги эса юқори даражада аниқлик билан тайёрлашни талаб қилади.

Тишли гилдиракларнинг илашши 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 илашши нуқтали бўлади, лекин юкланиш таъсири юқори бўлганлиги боис бу нуқта кичик майдончага айланади.

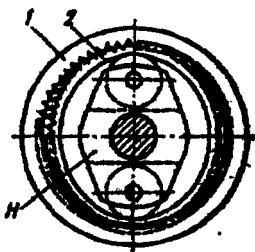
Новиков узатмалари контакт кучланишларга ҳисоблашда, Герц формуласи бўйича шартли ҳисобланади.

Узатмани лойиҳалаш гилдирак тишларини мустаҳкамликка ҳисоблаш М.Н.Ивановнинг дарсликларида ва илмий ишларида кенг ёритилган.

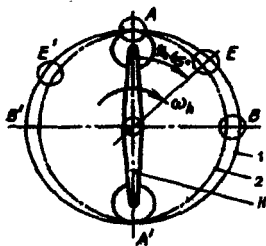
26-§. Тулқинсимон тишли узатмалар ҳақида умумий маълумот

Бу узатмалар тишли узатмаларнинг бир тури бўлиб, ишлаш принципи илашишда бўлган гилдиракларнинг бирини тулқинсимон деформацияланишига асосланган. Бунда узатма ички тишли бикр ташқи гилдирак 1, генератор H ёрдамида тулқинсимон ҳаракатланувчи ташқи тишли эгилувчан гилдирак 2 дан иборат (7.32—расм).

7.32— расм а, в да тулқинсимон тишли узатмаларни ишлаш жараёнида тишли гилдиракларнинг илашиши кўрсатилган, бунда H гене генератор ёрдамида эгилувчан тишли гилдирак 2 деформацияланганда B нуқтада гилдирак тишларининг уртасида радиал бушлиқ ҳосил бўлади, E нуқтада илашиш бошланиб A



7.32 — расм.



7.32— а, расм.

нуқтада тишли гилдираклар узаро тулиқ илашишади. Демак, схемадан куринадики тулқинсимон узатмаларда ҳаракат жараёнида бир вақтнинг узида бир қанча тишлар узаро илашади, назарий жиҳатдан олганда илашиш бурчаги B нуқтадан B гача бўлиши мумкин, яъни гилдирак тишларининг 50%, яъни 100 тадан 50 таси узаро илашишда бўлади. Оддий тишли узатмаларда эса 1...". Бу тулқинсимон узатмаларнинг асосий афзалликлари бўлиб, гилдирак тишларининг мустаҳкамлигини оширади. Амалда эса узатманинг илашиш жараёнида 20—40% гилдирак тишлари узаро илашади. Бундай илашиш эгилувчан гилдирак тишларининг шакли, улчами, материаллар ва бошқа омилларга боғлиқ бўлади.

Тулқинсимон узатмалар ёрдамида 30...30000 Н.м. гача момент, 0,095...48 кВт гача қувват узатиш мумкин. Узатманинг ФИК — $\eta = 0,7-0,9$.

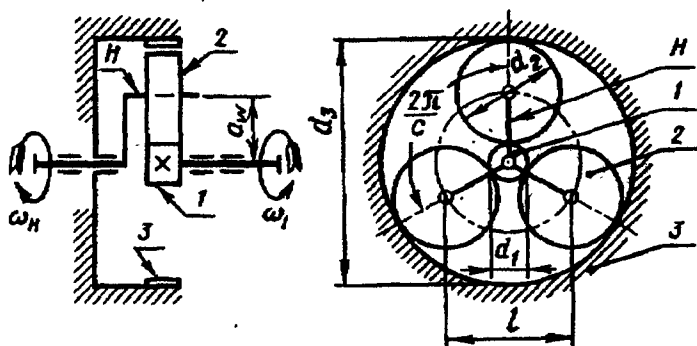
Тулқинсимон ҳаракат ҳосил қилувчи генераторларни энг катта айланиш сони, генератор сифатида подшипник ишлатилганда 3500 мин —1 гача, эгилувчан тишли гилдиракнинг диаметри 50,8 — 208 мм етади. Тишли гилдиракларнинг ишлаш муддатининг камлиги ҳамда бу хил узатмаларни ишлатилишининг чегаралангани уларнинг 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 урнатилган тишли гилдираклари бўлган узатма планетар узатма дейилади. Одатда, бундай узатма марказий гилдирак 1, унинг атрофида водила воситасида уз уқи 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.

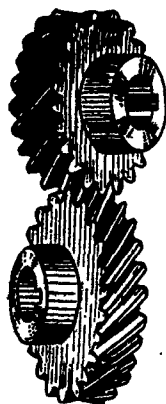
7.28—§. Винтли ҳамда гипоид узатмалар ҳақида умумий маълумотлар

Мазкур узатмаларда валлар айқаш жойлашган бўлиб, улар бир-бири билан кесилишмайди (7.34, 7.35—расмлар).

Винтли узатмалар қия тишли гилдирақлардан 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 ёйилишига олиб келади. Шунинг учун узатмаларни катта юкланиш таъсирида ишлатиш мумкин эмас.

Винтли узатма гилдирақларининг иш жараёнида ёйилишини камайтириш учун улар турли матери-аллар қотишмасидан тайёрланади (масалан, тобланган пулат—бронза, тобланган пулат—пластмасса).

Гипоид узатмалар қия тишли конуссимон гилдирақлардан тузилган бўлиб, конусларнинг учлари бир жойга туғри келмайди. Валлар уқларининг айланиш бурчаги купинча 90° бўлади (7.35—расм)

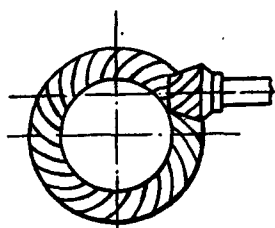


7.34 — расм.

Гипоид узатмаларнинг винтли узатма-лардан асосий фарқи шуки, гипоид узат-малар чизикли илашиш билан ишлайдиган қилиб тайёрланиши мумкин, сирпаниш тезлиги кичик, бу эса узатманинг нисба-тан катта юкланиш билан ишлашга олиб келади.

Узатмалар Автомобиль ва тўқимачилик ва бошқа саноатларда ишлатилади. Бу узатмаларнинг асосий камчилиги шундаки, улар учун деталларни тайёрлаш ва йигишда юқори даражада аниқлик талаб қилинади.

Гипоид узатмаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш, шартли равишда конуссимон гилдирақли узатмаларни ҳисоблаш кабидир.



7.35 — расм.

7.29—§. Винт—гайка узатмалар ҳақида умумий маълумот

Айланма ҳаракатни илгарилама ҳаракатга айлантириш учун винт—гайка узатмалар ишлатилади. Бундай узатмаларни тайёрлаш осон, ишончли ишлайди, улчамлари кичик, катта юкланишга чидамли. Резьбанинг сирпаниш тезлиги винт ўқи буйича илгарилама ҳара-катдан $1 / \sin \phi$ марта (5—40 марта) катта.

Бу узатмаларнинг камчиликлари: ФИК кам ($\eta = 0,6 - 0,85$), уз—уздан тўхтайдиган винтли жуфтлар учун $\eta < 0,5$; узатма нисбатан секин ҳаракатланади.

Винт—гайка узатмалар асосан юкларни баландликка кутаришда (винтли домкратлар), станокларнинг винтлари сифатида ҳамда илгарилама ҳаракатни таъминлаш учун ишлатилади.

Саноатда ишлатиладиган резбa улчамлари ГОСТ 11708—82 асосида стандартлаштирилган бўлиб, учбурчак шаклли тирак, трапеция, тўғри тўртбурчак, доира кўринишида бўлиши мумкин. Булардан машинасозликда энг кўп тарқалгани учбурчак (деталларни маҳкамлаш) ҳамда трапеция шаклидаги (винтли пресс, домкрат) резбалардир.

Узатманинг ФИК ошириш учун резбa шаклининг бурчаги кичик бўлган трапецияли, тўғри тўртбурчакли, тирак резбалар ишлатилади. Энг кўп тарқалган бу қадами $t=4-10$ мм бўлган трапецияли резбадир. Қадами кичик бўлган трапецияли резбаларнинг силжиши кичик бўлиб юқори аниқликни талаб қиладиган узатмаларда ишлатилади, катта қадамли резбалар эса ишлаш шароити оғир бўлган холларда қўлланилади. Тўғри тўртбурчакли резбалар стандартлаштирилган бўлиб, кам ишлатилади, ҳамда бу резбаларни токорлик ва фрезерлик станокларида кесиш қийин.

Узатмада юкланиш бир томонлама бўлганда, тирак резбалар ишлатилади.

Винт—гайка жуфтида гайка ҳаракатсиз бўлиб, винт ўз ўқи атрофида бир марта айланса, винт айланма ва ўқ бўйича резбанинг қадамига тенг илгарилама ҳаракат қилади. Агар винт ҳаракатсиз бўлса, гайка ўз ўқи атрофида бир марта айланганда айланма ҳамда винт ўқи атрофида эса резбанинг қадамига тенг илгарилама ҳаракат қилади. Винтли жуфтда винт (гайка) ўқ атрофида бир марта айланганда илгарилама ҳаракат катта бўлиши учун резбанинг крим сони катта қилиб олинади.

Резбанинг шакли, қадами, кутарилиш бурчагидан ташқари қуйидаги геометрик улчамларга эга (7.36—расм). Ташқи диаметр $d = D$, d — винт, D — гайка. Резбанинг ички диаметри $d_1 = D_1$. d — болт (винт)нинг тиш ости диаметри. $d_2 = D_2$ — резбанинг ўртача диаметри.

Метрик ҳамда трапециодал резбаларни ҳисоблашда ҳисобий юза сифатида d_1 олинади, яъни $A = \pi d_1^2 / 4$.

Узатмада винт ёйилишга чидамли, нисбатан мустаҳкам пулат материаллардан тайёрланади.

Кам юкланган секин ҳаракатланувчи узатма винтларини тоб—лашга ҳожат бўлмаса, 45, 50, А45, А50; тоблаш зарур бўлса 65Г, 40Х; азот билан тўйинтириладиган бўлса 40ХФА, 18ХГТ маркали пулат 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 чуян материаллардан тайёрланади.

Катта юкланиш таъсирида ишләётган узатманинг винти мустаҳкамликка текширилади, бунда эквивалент кучланиш қиймати қуйидагича аниқланади.

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\left(\frac{F}{A}\right)^2 + 3\left(\frac{T}{W_0}\right)^2} \leq [\sigma_{\text{вс}}] \quad (7.1)$$

бу ерда: T — винтнинг буровчи моменти; A — винтнинг диаметр бўйича юзаси; W_0 — текширилаётган кесим қаршилиқ моменти; $[\sigma_{\text{вс}}] = \sigma_{\text{вс}} / 3$ — жоиз кучланиш қиймати.

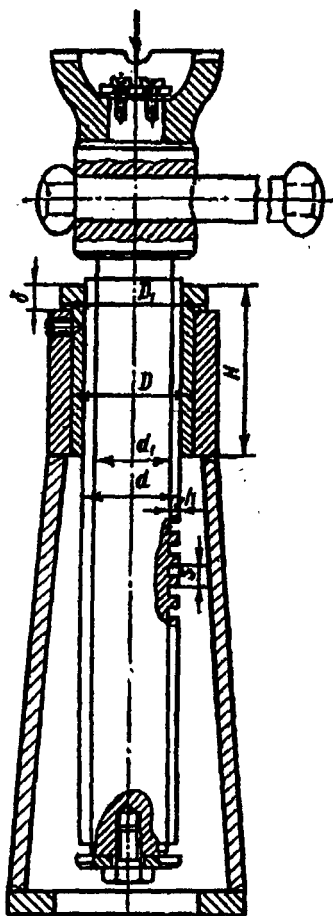
Узун винтлар қўшимча равишда турғунликка текширилади, бунда винт турғунликни сақлаш учун таъсир этувчи кучнинг энг катта қиймати Эйлер формуласи бўйича қуйидагича аниқланади,

$$F = \pi^2 E I / S (\mu l)^2 \quad (7.2)$$

бу ерда: μl — винтнинг "келтирилган" узунлиги (μ — таянчнинг тузилиши ва узаро жойлашувига боғлиқлик коэффиценти); l — таянчлар ўртасидаги масофа, агарда иккинчи таянч сифатида гайка бўлганда таянчдан гайканинг ўртасигача бўлган масофа; $S = 3 \dots 4$ — ҳарфсизлик коэффиценти; I — винт кундаланг кесимнинг келтирилган инерция моменти

$$I = \frac{\pi d_1^4}{64} \left(0.4 + 0.6 \frac{d}{d_1}\right)$$

d, d_1 — винт резбасининг 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 бўлган винтларнинг мустаҳкамлик ва турғунлигини таъминловчи шарт: $\sigma = F/A \leq [\sigma] \cdot \varphi$
бу ерда: $[\sigma]$ — сиқилишдаги жоиз кучланиш; $\varphi, \mu / i$ га нисбатан жоиз кучланиш қийматини камайтиришни ҳисобга олувчи коэф-фициент.

7.30—§. Узатма резбасини ейилишга ҳисоблаш, мустаҳкамликка текшириш

Винтли гайкали узатманинг резбаси эзилиш ва кесилишга, винт эса сиқилиш (чузилиш)га ҳамда буралишга ҳисобланади.

Тажрибалар шуни кўрсатдики, узатманинг резбаси учун энг ҳавфлиси ейилиш бўлиб, унинг қиймати винт билан гайка уртасидаги босим қанча катта бўлса, шунча катта бўлади. Бундан ташқари узун винтларда турғунликни йўқотиш ҳавфи бўлади. Шунинг учун винтли жуфтлар лойиҳаланганда резбадаги босим чегараланади, винт эса мустаҳкамликка ва турғунликка текширилади.

Резбанинг ейилишга чидамлилигини таъминлаш учун, резбадаги босим жоиз қийматдан ошмаслиги керак, яъни

$$q = F_a / (\pi d_2 h \cdot z) \leq [q]$$

Бу ерда F_a — винт ўқи бўйича таъсир қилувчи бўйлама куч;

d_2 — резбанинг уртача диаметри; h — резба шаклининг баландлиги; трапеция шаклидаги резба учун $h = 0,5 t$; тирак резбалар учун $h = 0,75 t$; метрик резбалар учун $h = 0,54 t$; t — резба қадами. $z = H/t$ — баландлиги H бўлган гайкадаги ўрамлар сони. h, z қийматларни формулага қўйиб, трапециоидал резба учун босимнинг ҳисобий қиймати аниқланади

$$q = 2F / \pi d_2 H \leq [q]$$

H/d_2 га нисбатни ψ , билан белгилаб, трапециоидал резбанинг

уртача диаметрини аниқлаш мумкин, бунда $d_2 \geq \sqrt{2F_a / (\pi \psi_H [q])}$.

$\psi_H = 1,2 \div 2,5$ танлаб олиш тавсия этилади. Резбанинг диаметри кичик бўлганда $\psi_H = 2,5$, катта бўлганда $\psi_H = 1,2$. q нинг қиймати винт-гайка жуфтининг материалга боғлиқ бўлиб қуйидагича танлаш тавсия этилади:

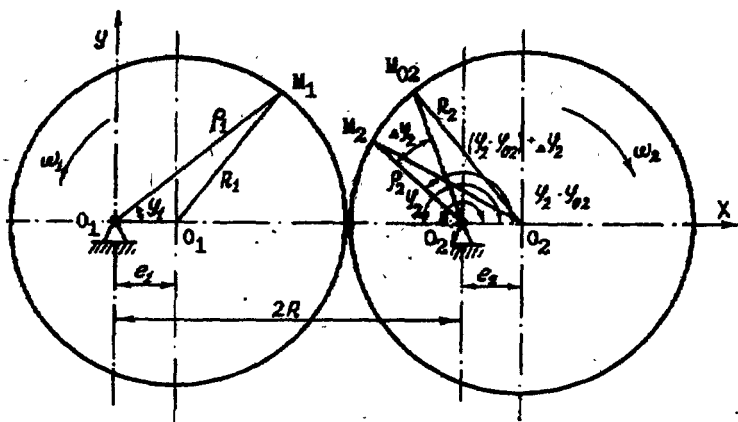
$[q] = 10 \dots 15$ МПа — тобланган пулат — бронза учун;

$[q] = 7 \dots 8$ 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 мақсада ишчи органга ҳаракат узатувчи етакланувчи тишли гилди-
рашнинг 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-



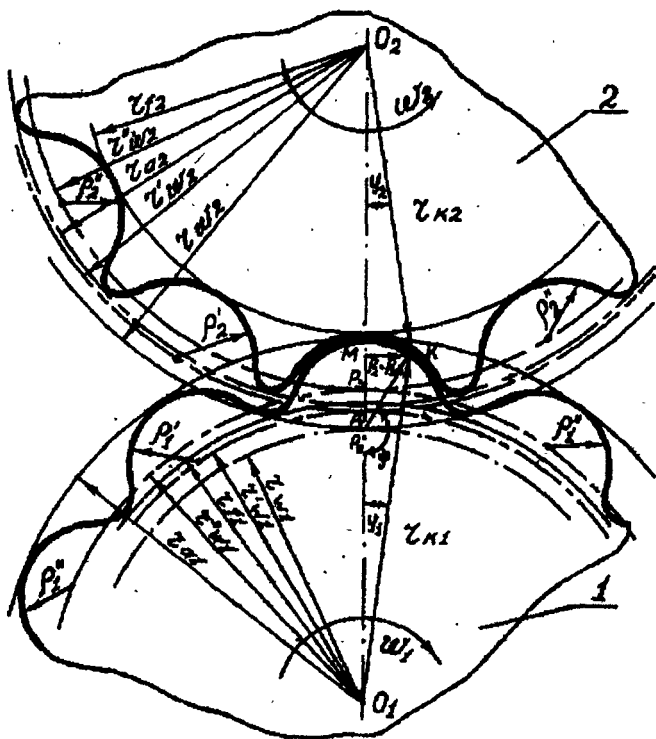
7.37 – расм.

ларнинг узаро илашишининг кинематик схемаси 7.37-расмда келтирилган. Ушбу тишли узатманинг узатиш функцияси:

$$H_{1,2} = \frac{\rho_1(\varphi_1 - \varphi_{01})}{\rho_2(\varphi_2 - \varphi_{02})} = \frac{l_1 \cos(\varphi_1 - \varphi_{01}) + \sqrt{R^2 - l^2 \sin^2(\varphi_1 - \varphi_{01})}}{l_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_{02}) + \sqrt{R^2 - l^2 \sin^2(\varphi_2 - \varphi_{02})}}$$

бу ерда, ρ_1, ρ_2 – гилдиракларнинг айланиш ўқидан бошлангич айланалар сиртигача бўлган радиус-векторлар; $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_{01}, \varphi_{02}$ – кутб 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 узатманинг кўриниши 7.38-расмда келтирилган. Унинг узатиш функцияси қуйидаги формула орқали топилади:

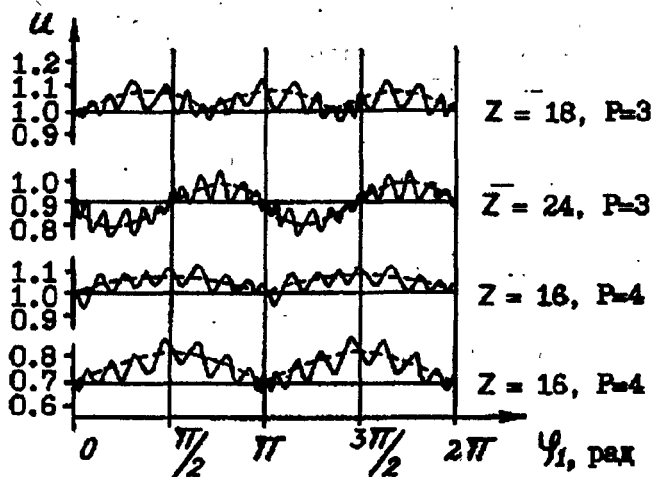


7.38 — расм.

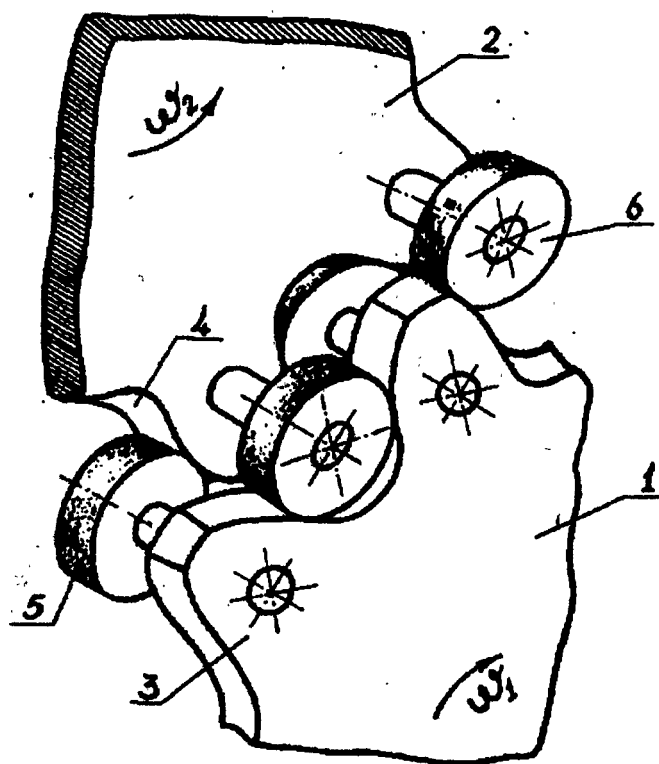
$$H_{1,2} = \frac{r_{w1} + \rho_1 \cos \left[\pi - \arcsin \frac{r_{w1} \cos \varphi_1 + \sqrt{r_{w1}^2 \cdot \cos^2 \varphi_1 - r_{w1}^2 + \rho_1^2} \cdot \sin \varphi_1}{\rho_1} \right]}{a_w - r_{w1} - \rho_1 \cos \left[\pi - \arcsin \frac{\sqrt{(r_{w1}^2 \cdot \cos^2 \varphi_1 - r_{w1}^2 + \rho_1^2)} \cdot \sin \varphi_1}{\rho_1} \right]}$$

Тишлар сонининг узгаришига қараб тишли гилдирақлар 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 меҳа—



7.39 - расм.



7.40 - расм.

низмларида қўллаш яхши самара беради. Гилдирак тишларининг параметрларини Виллис назариясидан фойдаланиб, қуйидагича аниқлаш мумкин, (7.41—расм):

$$X = (Z_{\omega_1} + Z_{\omega_2}) \cos \varphi_1 - Z_{\omega_2} \cdot \cos \left(\frac{Z_{\omega_1} + Z_{\omega_2}}{Z_{\omega_2}} \cdot \varphi \right)$$

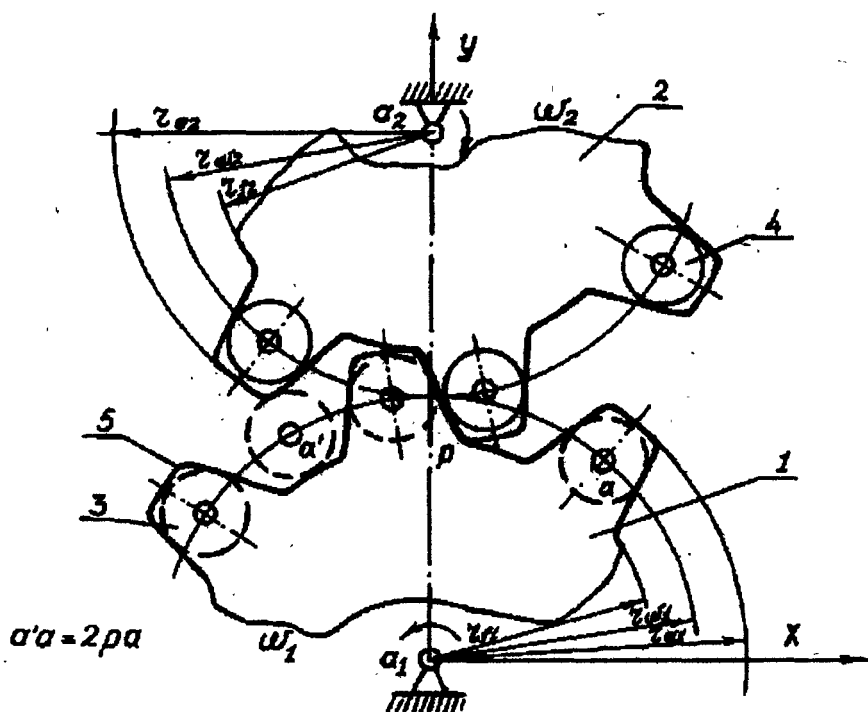
$$y = (Z_{\omega_1} + Z_{\omega_2}) \sin \varphi_1 - Z_{\omega_2} \cdot \sin \left(\frac{Z_{\omega_1} + Z_{\omega_2}}{Z_{\omega_2}} \cdot \varphi \right)$$

Ўқлараро масофа a , қийматлари;

$$a_n = d_n + Z_n$$

бунда: d_1 — тишли ғилдирак айлана радиуси;

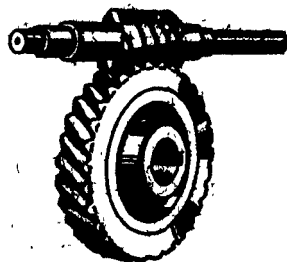
Z — цевокли гилдирак айлана радиуси.



7.41 — расм.

8.1—Умумий маълумот

Червякли узатма бу кинематик жуфт бўлиб, червяк ва червякли гилдираклардан тузилган, уқлари 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 $n=500$ гача, қувват узатадиган узатмаларда $n=8÷80$ бўлиб, энг катта қиймат 120 гача бўлиши мумкин; раён ва шовқинсиз ишлайди; уз—узидан тўхтайдиган қилиб тайёрлаш мумкин (бундай узатмаларда ФИК 50% дан қам). ФИК нисбатан кичиклиги ($\eta = 0,7÷0,92$) узатиладиган қувватнинг қиймати чегараланганлиги — $50 ÷ 100$ кВт; узатма тўхтовсиз ишлаганда қизиб кетиши; рангли металлари ишлатилиши бу узатмаларнинг камчилиги ҳисобланади.



8.1—расм.

Лекин шу юқорида кўрсатилган камчиликлардан қатъий назар бу узатмалар машинасозлик саноатида ва халқ хўжалигида кўп ишлатилади.

С Червякли узатмаларнинг узатиш сони қийматини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$n = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

бунда n_1 , n_2 — червяк ва червякли гилдиракларнинг айланиш сони;

Z_1 — червякнинг қиримлар сони;

Z_2 — червякли гилдирак тишлар сони.)

Халқ хўжалигида асосан цилиндрсимон червякли узатмалар ишлатилади. Бу узатмаларда уқлараро масофа a узатманинг модули m ҳамда узатиш сони n нинг қийматлари ГОСТ асосида стандартлаштирилган.

Уқлараро 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.

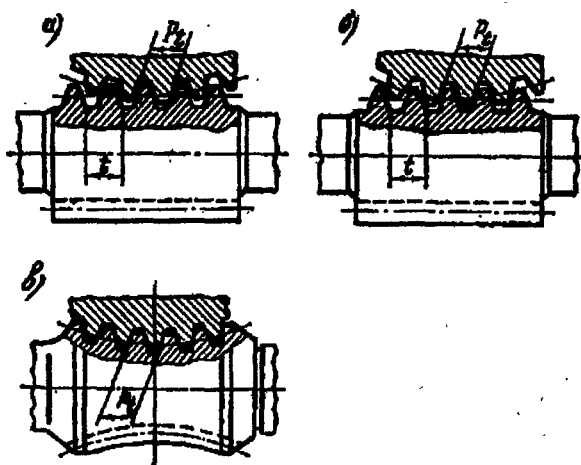
8.2—§. Червякли узатмаларнинг геометрик ўлчамлари

Червякли узатмаларда ҳам цилиндрсимон узатмалардек бошлангич ва тиш булувчи айланасининг диаметрлари бўлади, бунда d_{a1} , d_{a2} червяк ва червякли гилдиракларнинг бошлангич диаметрлари;

d_1 , d_2 — тиш булувчи 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 уз ўқиға тик текислик билан кесилганда ҳосил бўлган из трапецияға ухшаш бўлса (ён томонидан қаралганда урамлар архимед урамиға ухшайди) (82—расм, а), архимед червяк деб аталади.

Ҳосил бўлган шаклнинг изи қисқартирилган ёки қўзилган эвольвентаға ухшаш бўлса, бундай червяк конволютали червяк (8.2—расм, б) дейилади. Глобоидли червяк бу винт кўринишида бўлиб, тора (глобоид) юзаға кесилган урамдан иборат бўлади. Глобоид червякли (8.2—расм, в) узатмаларнинг ташқи урамлари цилиндрсимон червякли узатма каби бўлса ҳам, бу узатмалар нисбатан катта юкланишға чидай олади. Аммо ишлаганда кўпроқ иссиқлик чиқариши ҳамда глобоидли червяк билан червякли гилдиракни йиғиш қийин бўлганлиги туфайли бу узатмалар кам ишлатилади.



8.2 — расм.

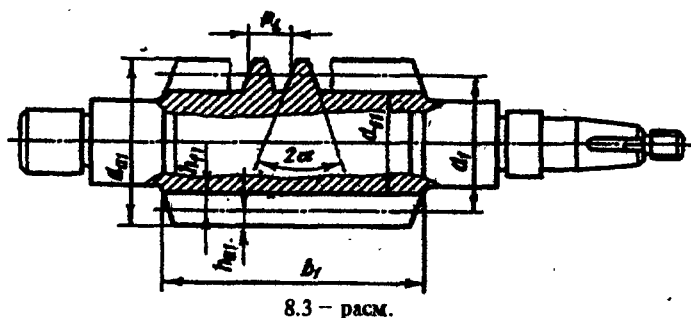
Червякларни бир—биридан ажратиш учун қуйидаги шартли белгилар қабул қилинган: ZA — архимед червяк; ZN — конволютали червяк; ZI — эвольвентали червяк.

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 куп қиримли қилиб тайёрланиши мумкин. Червякда қиримлар сони Z_1 билан белгиланади, унинг қиймати $Z_1 = 1, 2, 4$ бўлади.

Червяк бир айлангандаги утган масофа бу урам қадамнинг 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 коэффиценти бўлиб,



бўлиш диаметридаги модульлар сонини билдиради, унинг қиймати 8.1—жадвалдан модульлар 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 камаяди. Шунинг учун $q_{\min} \geq 0,212 Z_2$ шарт бажарилиши керак.

Червяк урамнинг кутарилиш 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 коэффицентининг қиймати ортиши билан урамнинг кутарилиш бурчаги пасаяди, оқибатда винт—гайка назариясига асосан узатманинг ФИК камаяди.

Червяк урамнинг булувчи 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 $d_{f1} = d_1 - 2h_{f1} = d_1 - 2,4m$.

8.1-жадвал

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 ^{xx})
3,5	10; (12 ^x); (14 ^x)	12,5	8; 10; 12,5; 16; 20
4,0	8; (9); 10; (12 ^x); 12,5; 16; 20	(14)	8 ^{xxx}
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		

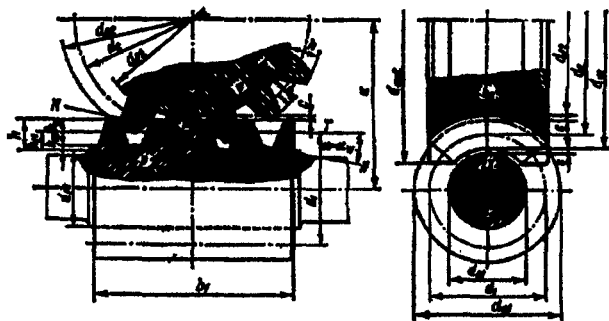
^x $z_1 = 1$ бўлганда.

Қавс ичидаги қийимлар иложи борича ишлатилмайди

^{xx} $z^1 = 1,2$ бўлганда.^{xxx} $z^1 = 2$ бўлганда.

Червяк урамнинг узунлиги, червякнинг кирим сонига ҳамда силжиш коэффициентига мувофиқ 8.2-жадвалдан танланади.

Червякли гилдирак. (8.4-расм). Гилдиракда тишлар сони энг камида $Z_{\min} = 26 \div 28$ булиши керак. Қувват узатадиган узатмалар



8.4-расм.

учун $Z_{\min} = 32 \div 63$ (80 гача) олиш тавсия этилади. Гилдиракнинг диаметрлари силжиш коэффициенти ишлатилмаганда:

$$d_2 = m z_2, d_{2a} = d_2 + 2m, d_{2f} = d_2 - 2,4m.$$

Червякли гилдиракни энг катта ташқи диаметри червякнинг кирим сонига нисбатан $2\gamma = 100$ бўлганда қуйидагича аниқланади:

8.2-жадвал

z_1	1	2	4
d_{a2}	$\leq d_{a2} + 2m$	$\leq d_{a2} + 1,5m$	$\leq d_{a2} + m$
b_2	$\leq d_{a2} + 2m$		$\leq 0,67 d_{a1}$

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:

$$X = a_u / m - 0,5 (q + Z_2)$$

$$\text{ёки } a_u = 0,5 (q + Z_2 + 2X) m$$

Силжиш коэффициенти ишлатилганда гилдирак диаметри қуйидагича аниқланади:

$$d_2 = d_1 = 2m + 2mx, d_2 = d_1 - 2,4m + 2xm$$

Гилдиракнинг қолган улчамлари узгармайди. Гилдирак тишларини кесиш жараёнида тиш ости кесилмаслиги ҳамда тиш учи учли булмаслиги 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).

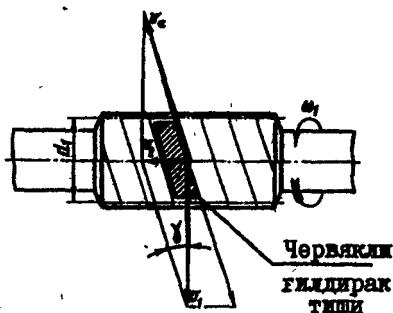
8.3—жа д в а л

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 силлиқланмаган 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 илашнинг жараёнида қўйилган ноаниқликлар, яъни червяк ва червякли гилдиракларни йиғиш жараёнида узаро уқ бўйича силжитиб ўрнатилиш ҳоллари, уқлараро масофадаги (тайёрлаш жараёнида) йул 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 йуналиши орасидаги бурчак 90° бўлади. Сирпаниш тезлиги v_c червякнинг винт чизигига уринма равишда йуналган 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 урамининг кўтарилиш 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 урамининг червякли гилдирак

тиши буйича сирпанишини, гайканинг резбасини винтнинг резбаси буйича сирпаниш, деб қараш мумкин. Натижада червякли узатмада червяк етакловчи булганда 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 утишида ишқаланишни енгиш учун сарф булган қўшимча қиймат; γ — червяк урамининг кутарилиш бурчаги; ρ' — келтирилган ишқаланиш бурчаги, унинг қиймати 8.4—жадвалдан олинади.

ρ' — келтирилган ишқаланиш коэффициенти.

ФИКнинг қиймати червякнинг кириш сони ортиши (γ — қиймати ҳам ошади) ҳамда ишқаланиш коэффициенти ёки ишқаланиш бурчаги ρ' нинг қиймати камайиши билан ошади.

Червякли гилдирак етакловчи булганда ФИК қиймати қуйидагича аниқланади: $\eta = \operatorname{tg}(\gamma - \rho') / \operatorname{tg} \gamma$.

$\gamma \leq \rho'$ булганда $\eta = 0$ булиб, ҳаракат тўхтайди, яъни ўз-ўзидан тўхтайдиган узатма ҳосил булади. Бундай узатмалар юк кутарувчи 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 булган кучлар. Илашяётган червяк ва червякли гилдиракнинг илашиш чизигидан айлана, марказга интилувчи ҳамда буйлама кучлар ҳосил булади. Бунда червякдаги айланма куч миқдор жиҳатидан гилдиракдаги ўқ буйлаб йуналган кучга тенг булиб, қуйидаги ифодадан аниқланади (8.6—расм).

$$F_{a1} = F_{a2} = 2 T_1 / d_1 \quad (8.4)$$

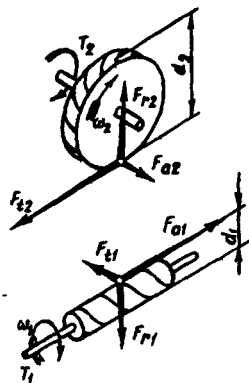
Гилдиракдаги айлана куч эса червякдаги ўқ буйлаб йуналган кучга тенг:

$$F_{t2} = F_{a1} = 2 T_2 / d_2 \quad (8.5)$$

Узатмадаги марказга интилувчи куч қуйидагича булади:

$$F_r = F_{t2} \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (8.6)$$

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 улчамлари аниқлангач ФИКнинг ҳисобий қиймати аниқланади.

8.4—жадвал

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 буйича ҳисоблаш

Червякли узатмаларда сирпаниш тезлигининг катталиги ҳамда бу тезликнинг йуналиши контакт чизигига нисбатан ноқулай жойлашганлиги сабабли червякли гилдирак тиш сиртининг ёйилиши 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 буйича текширилади, бунда қуйидаги шарт $\sigma_n \leq [\sigma_n]$ бажарилиши керак. Червякли гилдирак гардиши червякка нисбатан юмшоқ материалдан тайёрланганлиги учун асосан шу гилдирак контакт кучланиш буйича текширилади. Бунда цилиндрсимон ва конуссимон узатмалардагидек Герц формуласидан фойдаланамиз, яъни:

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{q \cdot E_k}{\rho_k \cdot 2\pi(1-\mu^2)}} \quad (8.8)$$

Архимед червяги учун уқ бўйлаб ўтган текисликда ҳосил бўлган ўрам кесими тўғри чизиқ 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: $\rho_1 = \rho_2 = 0,5 d_2 \sin \alpha$
булади. Қия тишли узатмалардаги каби, червякли узатмаларда ҳам
узушлик бирлигига түгри келадиган куч қуйидагича ифодаланади:

$$q = \frac{F_n}{l_z} ; \text{бу ерда: } F_n = \frac{F_2}{\cos \alpha \cdot \cos \gamma} ; F_2 = \frac{2T_2}{d_2}$$

$$l_z = \frac{\pi d_1 \cdot 2\delta \cdot \varepsilon_a \xi}{\cos \gamma \cdot 360} - \text{контакт чизигининг (минимал) энг кичик}$$

узушлиги; $\xi = 0,75$ — гилдирак тиш сиртининг червяк ўрами сиртига
тўлиқ тегиб турмаслиги натижасида контакт чизиги узушлиги
кичрайишини ҳисобга олувчи коэффициент; $\varepsilon_a = 1,9$ — ўқ бўйича
олинган қопланиш коэффициенти; $\gamma = 10^\circ$ — червяк ўрамининг
кўтарилиш бурчаги; $2\delta = 100^\circ = 1,75$ рад. Натижада $l_z \approx 1,3 d_1 / \cos \alpha$.

$$q = F_2 / 1,3 d_1 \cos \alpha.$$

$$E_k = \frac{E_1 \cdot E_2}{E_1 + E_2}$$

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 қуйиб, енгил-
лаштириш учун юқоридаги сонли қийматларни қўйсак, контакт
кучланишнинг ҳисобий қийматини аниқлаш учун қуйидаги ифо-
дани оламиз:

$$\sigma_k = \frac{480}{d_2} \cdot \sqrt{\frac{T_2 \cdot k_n}{d_1}} \leq [\sigma_n] \quad (8.9)$$

бу ерда: $k_n = k_v \cdot k_f$ — юкланиш коэффициентиининг қиймати.

Бу формула ёрдамида контакт кучланишнинг ҳисобий қиймати
аниқланади. Узатмани лойиҳалаш учун эса, (8.9) формулани
ўқлараро масофага нисбатан ечсак қуйидаги ифодани оламиз:

$$a_n = 61 \sqrt[3]{T_2 / [\sigma_n]^2} \text{ мм} \quad (8.10)$$

бу ерда: T_2 — етакланувчи 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 пулатдан тайёрланганлиги учун урамларининг мустаҳкамлиги гилдиракнинг мустаҳкамлигидан катта бўлади.

Червякли гилдиракни эгилишга мустаҳкамлиги қия тишли цилиндрсимон узатмалар буйича ҳисобланади, лекин червякли гилдирак тиш асосининг кундаланг кесими қия тишли цилиндрсимон гилдиракларникидан фарқ қилади. Тиш кесимининг шакли гилдирак эни буйича бир хил бўлмайди. Бундан ташқари, тиш асоси тўғри чизик 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 $Y_s \approx 0,74$, $Y_p = 0,93$. ($\gamma = 10^\circ$) қабул қилсак, гилдирак тишларининг хавфли кесимидаги эгилишдаги кучланишнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\sigma_F = 0,7 \cdot \frac{F_{t2} \cdot Y_{F2} \cdot k_F}{b_2 \cdot m_n} \leq [\sigma_F] \quad (8.11)$$

бу ерда: F_{t2} — 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 қушимча динамик кучларни ҳисобга олувчи коэффицент билан юкланишнинг тупланишини ҳисобга олувчи коэффицентлар купайтмасига тенг, яъни

$$k_k = k_F = k_s \cdot k_d$$

Червякнинг таянчлар орасидаги масофага нисбатан катталиги туфайли иш жараёнида кучлар таъсирида деформацияланади, натижада кучланишларнинг туپланиши содир бўлади. Кучланишни туپланиш коэффициентининг назарий қиймати узатма гилдираклар иш жараёнида узаро мослашмайди, деб қабул қилсак, қуйидагича аниқланади:

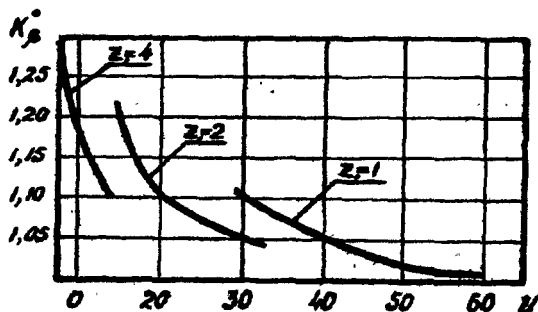
$$k_p = 1 + (z_1 / \theta)^3$$

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_p 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 узгарувчан бўлганда мослашув бутунлай бўлмайди. Момент қийматлари T_p уртача бўлганда кучланиш туپланиш ҳодисаси рўй бермайди, T_{max} бўлганда эса кучланиш туپланиш ҳодисалари бўлади. Шунинг учун кучланишнинг туپланиш коэффициенти $T_{max} - T_p$ га нисбатан қуйидагича аниқланади

$$k_p = 1 + (z_2 / \theta)^2 (1 - x)$$

бу ерда: уртача моментнинг энг катта моментга нисбати, яъни

$$T_{\text{н}} / T_{\text{мк}} = x$$

Юкланиш доимий бўлганда $x = 1,0$, демак $k_v = 1,0$. k_v — қўшимча динамик коэффициент бўлиб, у узатманинг тезлиги ва аниқлик даражасига боғлиқ. Червякли узатмалар текис ва раён ишлаганлиги учун қўшимча 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 коэффициентининг қиймати қуйидагича аниқланади:

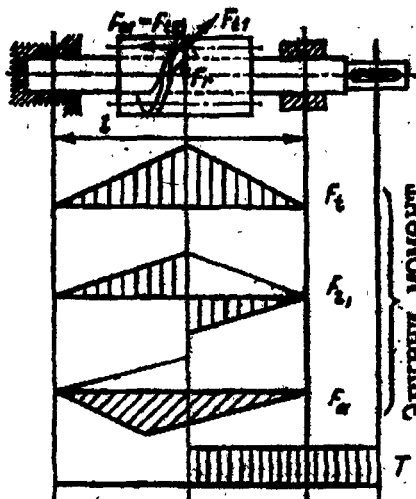
$$k_n = 0,5 (k_v - 1)$$

8.8-§. Червяк танасини мустаҳкамлик ва бикрликка текшириш

Ташиқ кучлар таъсирида ҳосил бўлган эгувчи ва буровчи моментлар 8.8-расмда курсатилган. Айланма куч таъсиридан эгувчи

моментнинг энг катта қиймати $M_1 = F_{a1} l / 4$; бунда l — таянчлар уртасидаги масофа.

F_{a1} , F_{a1} — кучлар таъсиридан ҳосил бўлган энг катта эгувчи момент



8.8-расм.

$$M_2 = \frac{F_{r2} l}{4} + \frac{F_{a1} \cdot d_1}{4}$$

Эгувчи моментларнинг умумий қиймати:

$$M_y = \sqrt{M_1^2 + M_2^2}$$

Эквивалент эгувчи моментнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$M_{\text{эк}} = \sqrt{M_y^2 + 0,75T^2}$$

Шу эквивалент эгувчи моментдан ҳосил бўлган эгувчи кучланиш қиймати:

$$\sigma_{\text{эк}} = \frac{M_{\text{эк}}}{W_{\text{н}}}$$

бу ерда: $W_{\text{н}}$ — текширилаётган кесимнинг эгилишга қаршилик momenti.

Червякнинг этилиши қанчалик кўп бўлса, илашмиш чизигидаги кучланиш қиймати шунчалик катта бўлади, шунинг учун червякнинг салқилиги чегараланган бўлиб $f \leq (0,005...0,008) m$ шарт бажарилиши керак.

8.9—§. Червякли узатмалар учун ишлатиладиган материаллар ва жониз кучланишлар

—Узатма сирпаниш тезлигининг қиймати нисбатан катта булганлиги 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 чуяндан тайёрланади.

Червяк асосан углеродли ёки легирланган 40ХН, 20ХНЗА, 30ХГСА, 20Х маркали пулат материаллардан тайёрланиб, бунда урам юзасининг қаттиқлиги термик қайта ишлов бергач, масалан тоблаш, углерод билан тўйинтириш натижасида $HRC\ 45...50$ бўлиши мумкин.

Очиқ червякли узатмаларда червяк 45 маркали пулат материалдан тайёрланиб, урам юзасининг қаттиқлиги $HB\ 300...350$ гача бўлиши мумкин.

Червякли гилдирак гардиш материали унинг сирпаниш тезлигига боғлиқ бўлиб, асосан қалайли бронза, камдан—кам ҳолларда эса қалайсиз бронза ҳамда чуяндан тайёрланиши мумкин. Бунда БрОФ10—1, БрОНФ маркали бронза материаллар яхши механик характеристикаларга (8.7—жадвал) эга, шунинг учун уларни узатмаларни сирпаниш тезлиги $V_c = 5—25$ м/с булганда ишлатиш тавсия этилади. Узатмаларнинг сирпаниш тезлиги $V < 5$ м/с булганда червякли гилдиракларни қалайсиз бронза, масалан БрАЖ 9—4 маркали материаллардан тайёрлаш тавсия этилади. Бунда червяк урами иш юзасининг қаттиқлиги $> 45 HRC$ бўлиб, ишлов бериб силлиқланган бўлиши керак. Кулранг чуянларни эса узатманинг сирпаниш тезлиги $V_c < 2$ м/с булганда ишлатиш мумкин.

8.7—жа д в а л

Червякли гилдирак учун материаллар	Қуйиш усули	Механик характеристикаси МПа, ҳисобида	
		$\sigma_{ок}$	$\sigma_{м}$
БрОФ10—1	Қум қолинга	120	200
БрОФ10—1	Металл қолинга	150	260
БрОНФ	Марказдан қочирма усулда	170	290
БрАЖ 9—4	Қум қолинга	200	400

Жоиз контакт кучланиш. Червяк урами иш юзасининг қаттиқлиги $> 45 HRC$ булиб, бу юза ишлов бериб силликланган булиб, қалайли бронзалардан тайёрланган гилдираклар учун $[\sigma_s] = (0,85...0,9) \sigma_M$, (8.13) агар бу шарт бажарилмаса $[\sigma_s] = C_v \cdot 0,75 \sigma_M$.

Бу ерда: C_v — узатманинг сирпаниш тезлигини ҳисобга олувчи коэффициент:

V_c	1	2	3	4	5	6	7	8
C_v	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:

$$V_c \approx 4,3 \cdot n_1 \cdot 10^{-4} \sqrt{T_2} \text{ м/с}$$

Червякли гилдирак қалайсиз бронзадан тайёрланган ҳамда урам юзасининг қаттиқлиги $> 45 HRC$ булиб, унга ишлов бериб силликланган булса, $[\sigma_s]$ нинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$[\sigma_s] = (300 - 25 V_c) \text{ МПа} \quad (8.14)$$

Этиллишдаги жоиз кучланиш. Бронза материалдан тайёрланган червякли гилдираклар учун

$$[\sigma_r] = 0,25 \sigma_{\alpha} + 0,08 \sigma_M \text{ МПа} \quad (8.15)$$

Қисқа муддат юкланиш билан юкланган червякли узатмаларнинг мустақамлигини аниқлашда, жоиз кучланишнинг энг катта қийматини қуйидагича олиш тавсия этилади; қалайли бронза учун $[\sigma_s]_{\max} = 4 \sigma_{\alpha}$; БрАЖ9—4 маркали материаллар учун $[\sigma_s]_{\max} = 2 \sigma_{\alpha}$; барча турдаги бронза материаллар учун $[\sigma_r]_{\max} = 0,8 \sigma_{\alpha}$.

8.10—§. Узатманинг қизишини 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 булган иссиқлик миқдори қуйидагича аниқланади:

$$Q = (1 - \eta) P_1$$

бу ерда: P_1 — узатилаётган қувват, Вт;

η — узатманинг ФИК.

Табиий ҳолда, узатмада ҳосил буладиган иссиқликнинг бир қисми ёпиқ узатма қутисини ташқарисидан ҳаво билан совитиш орқали олиб кетилади. Бундай ҳолда олиб кетиладиган иссиқлик миқдори қуйидагича аниқланади:

$$Q_1 = k (t_1 - t_2) A$$

бу ерда: A — ҳаво билан совитиладиган юза, унинг қиймати 8.8-жадвалдан олинади.

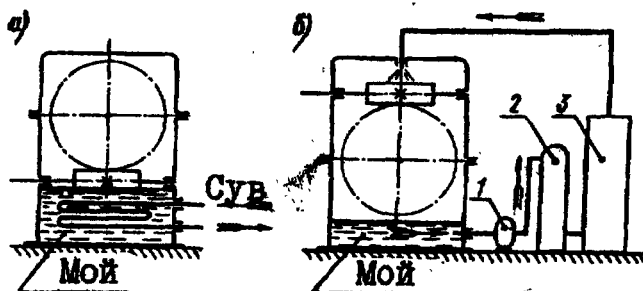
8.8-жадвал

a_0 , 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 — иссиқ чиқариш коэффициенти Вт/м² · рад. Шамоллатиб турилмайдиған ёпиқ хоналарда $k = 8...10$; шамоллатиб туриладиган хоналарда $k = 13...18$.

Мойнинг температураси t_1 нинг қиймати фойдаланилган мойнинг турига боғлиқ. Ёпиқ узатмаларга мулжалланган мойлар учун $t_1 = 60^\circ - 70^\circ$. Авиация мойлари учун $t_1 = 100 - 120^\circ$.

Узатмани қизиби кетмаслиги учун $Q \leq Q_1$ шарт бажарилиши керак. Акс ҳолда узатма сунъий равишда совитилиши керак, бунга червяк валига совиткич урнатиш, ичида тўхтовсиз совуқ сув оқиб турадиган бир неча бор букилган қувурни мой ичига жойлаштириш ёки мойни махсус совиткичларда совутиш йуллари билан эриштириш мумкин (8.9-расм).



1-насос; 2-фильтр; 3-совиткич

8.6 - расм.

Узатма гилдиракларини, яъни червяк ва червякли гилдиракларни мойга чуқутириш йули билан мойлаш мумкин. Бунда червяк урами ёки червякли гилдиракларни тиши бутун баландлиги буйича мойга

чуктирилиши керак. Секин ҳаракатланувчи узатмалар учун эса червякли гилдирак диаметрининг $1/3$ қисми бўйича чуқтириш 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 қуйилади.

Масала: Узатиш сони $u = 40$, етакланувчи валдаги момент $T_2 = 250$ Н.м, етакловчи валининг айланиш сони $n_1 = 960$ мин⁻¹ бўлган бир поғонали червякли узатма ҳисоблансин. Узатмада $L_1 = 5000$ с. Юкланиш режими доимий.

Масаланинг счими.

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 БрОФ 10—1 маркали бронза материал танлаймиз. Унинг механик характеристикалари $\sigma_{\alpha} = 120$ 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 $[\sigma_x]$ кучланиш. Червякли гилдирак БрОФ 10 — 1 маркали материалдан тайёрлангани учун

$$[\sigma_x] = 0,9 \sigma_x = 0,9 \cdot 200 = 180 \text{ МПа}$$

б) эгилишдаги жоиз $[\sigma_F]$ кучланиш

$$[\sigma_F] = 0,25 \sigma_{\alpha} + 0,08 \sigma_x = 0,25 \cdot 120 + 0,08 \cdot 200 = 46 \text{ МПа}$$

3. Уқлараро масофа

$$a_u \geq 61 \sqrt[3]{T_2 / [\sigma_H]} = 61 \sqrt[3]{250 \cdot 10^3 / (180)^2} = 120,5 \text{ МПа}$$

Аниқланган қийматни яхлитлаб $a_u = 125$ мм деб қабул қиламиз.

4. Червякли узатманинг асосий параметрлари.

Червякнинг кирим сони $z_1 = 1$ деб қабул қиламиз, натижада

$z_2 = z_1 \cdot u = 1 \cdot 40 = 40$ $z_{2\min} \geq 28$ шарт бажарилади. Узатманинг

$$\text{модули } m = (1,5...1,7) \frac{a_w}{z_2} = (1,5 \div 1,7) \frac{125}{40} = 4,68...5,31 \text{ мм. Аниқлан—}$$

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:

$$X = \frac{a_w}{m} - 0,5 (z_2 + q) = \frac{125}{5} - 0,5 (40 + 10) = 0$$

Демак, червякли узатманинг параметрлари:

$$z_1 = 1,0, z_2 = 40, a_w = 125 \text{ мм}, m = 5,0 \text{ мм}, q = 10, x = 0$$

5. Узатма гилдиракларининг геометрик ўлчамлари.

$$\text{Червяк: } d_1 = m \cdot q = 5 \cdot 10 = 50 \text{ мм}$$

$$d_{a1} = d_1 + 2m = 50 + 2 \cdot 5 = 60 \text{ мм}$$

$$d_{f1} = d_1 - 2,4 m = 50 - 2,4 \cdot 5 = 38 \text{ мм}$$

Червяк урамнинг узунлиги $z_1 = 1,0, x = 0$ булганда

$$b_1 \geq (11 + 0,06 z_2) m = (11 + 0,06 \cdot 40) \cdot 5 = 67 \text{ мм}$$

Червяк урамга термик қайта ишлов берилгандан кейин силлик-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:

$d_1 = 50 \text{ мм}, d_2 = 200 \text{ мм}, T_2 = 250 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}, k_H = k_{H1} \cdot k_{H2}$
узатманинг тезлиги $V > 3 \text{ м/с}$ булганлиги учун $k_{H2} = 1,1$ қабул қиламиз, юкланиш доимий булганлиги учун $k_{H1} = 0$ Демак,

$$\sigma_1 = \frac{480}{20} \sqrt{\frac{250 \cdot 10^3 \cdot 1,1 \cdot 1,0}{50}} = 178 \text{ МПа} < [\sigma_1]$$

шарт бажарилди.

7. Узатманинг ФИК:

$\eta = \operatorname{tg} \gamma / \operatorname{tg} (\gamma + \rho^1)$. Бу ерда $\rho^1 = 1^{\circ}02'$ (8.4-жадвал).

$z_1 = 1,0$, $q = 10$ булганда $\gamma = 5^{\circ}43'$ Демак,

$\eta = \operatorname{tg} 5^{\circ}43' / \operatorname{tg} (5^{\circ}43' + 1^{\circ}02') = 0,85$

8. Илашишда ҳосил булган кучлар.

Червякли гилдиракдаги айланма куч ҳамда червякдаги буйлама куч:

$$F_2 = F_{a1} = 2 T_2 / d_2 = 2 \cdot 250 \cdot 10^3 / 200 = 2500 \text{ Н.}$$

Червякдаги айланма куч ҳамда червякли гилдиракдаги буйлама куч:

$$F_{a1} = F_{a2} = F_2 \cdot z_2 / (q \cdot \eta) = 2500 \cdot 1 / (10 \cdot 0,85) = 294 \text{ Н.}$$

Марказга интилувчи кучлар:

$$F_n = F_n = F_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha = 2500 \cdot 0,364 = 910 \text{ Н.}$$

9. Эгилишдаги кучланишнинг ҳисобий қиймати

$$\sigma_F = 0,7 F_2 \cdot Y_F \cdot k_F / b_2 \cdot m_n \leq [\sigma_F]$$

бу ерда: $F_2 = 2500 \text{ Н}$, $b_2 = 45 \text{ мм}$, $m_n = 5 \text{ мм}$, $z_1 = z_2 / \cos^3 \gamma = 40 / (0,9957^3) \approx 40,5$ булганда $Y_F = 1,55$.

$$k_F = k_{FV} \cdot k_{F\beta}, \quad k_{F\beta} = 1,0, \quad k_{FV} = 1,1.$$

Демак,

$$\sigma_F = 0,7 \cdot 2500 \cdot 1,55 \cdot 1,1 / 45 \cdot 5 = 13,2 \text{ МПа}$$

шарт бажарилди.

10. Узатманинг қизиқини текшириш

$$\sigma_t = \frac{(1 - \eta) P_1}{k_T \cdot A} + 20^\circ \quad \text{Бу ерда } P_1 = T_2 \cdot \omega_2 / \eta$$

$$\omega_2 = \pi n_2 / 30 \text{ с}^{-1}, \quad n_2 = n_1 / u = 960 / 40 = 24 \text{ мин}^{-1}$$

$$\omega_2 = 3,14 \cdot 24 / 30 = 2,5 \text{ с}^{-1}, \quad P_1 = 2500 \cdot 2,5 / 0,85 = 7352 \text{ Вт}$$

$$A = 0,24 \text{ м}^2 \text{ (8.8-жадвал)} \quad k_t = 9 \dots 17 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{рад}$$

Натижада:

$$\sigma_t = \frac{(1 - 0,85) \cdot 7352}{(9 \dots 17) \cdot 0,24} + 20^\circ = 70^\circ + 80^\circ < [\sigma_t] = 95^\circ$$

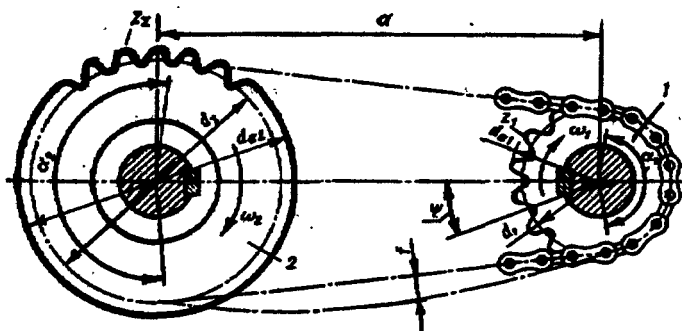
Савол ва топшириқлар

1. Червяк ва червякли гилдирак турлари ҳақида сузлаб беринг.
2. Червякли узатмаларни тишли узатмаларга нисбатан афзалликлари нималардан иборат?
3. Узатманинг ФИК ва уни ошириш йуллари нималардан иборат?
4. Қандай червякли узатмалар уз-уздан 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).



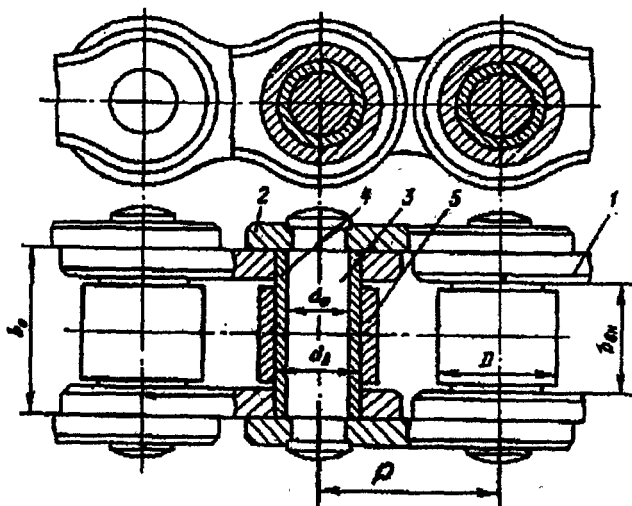
9.1 - расм.

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 мўлжалланган 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.

Харакатни 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; сирганиш ҳодисаси руй 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 орттишига ва қўшимча динамик кучларнинг пайдо бўлишига сабаб бўлади, бу эса узатманинг нотекис ишлашига олиб келади.

Занжирли узатмалар қишлоқ хўжалик машиналарида, транспортда, станоксозликда ҳамда кўтариш-ташвиш 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

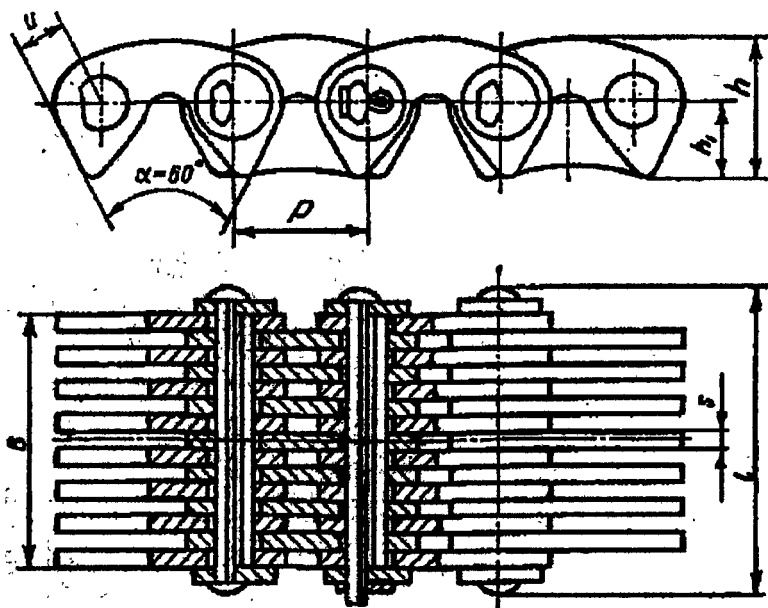
Занжирнинг шартли белгиси	Занжир қадами t , мм	Ички пластинчалар уртасидаги масфа, B , мм	Валикларнинг диаметри d , мм	Роликларнинг диаметри d_1 , мм	Ички пластинчанинг эни A , мм	Ички звеноларнинг эни b , мм	Шарнир проекцияси A , мм ²	Узувчи куч, кН	1м занжирнинг массаси m , кг/м
ПР-8-460	8,00	3,0	2,31	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

Эслатма: ^x Бу хил занжирлар икки ва уч қаторли тайёрланиши мумкин.

Втулкали занжирнинг втулка—роликли занжирдан фарқи шуки, унда втулка устига кийдирилган ролик 5 будмайди. Бунинг натижасида занжирнинг огирлиги 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 ўртасида 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 огирлиги, тайёрлаш қийинлиги туфайли камроқ ишлатилади. 9.2—жадвалда тишли занжирларнинг улчамлари берилган.

**Бир томонлама илашувчи типли гиддиракларнинг ўлчамлари
(ГОСТ 13552—81)**

Тип қада-ми, мм	Занжирнинг эни, Вмм	Пластинанинг эни h , мм	Шарнир уқидан тишнинг учигача бўлган масофа h_1 , мм	u нинг ўлча-ми, мм	Пластинанинг қалин-лиги s , мм	Занжирнинг I мм эни—ни узув-чи куч, H	Узунлиги I м эни I см бўлган занжирнинг 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 ўқлараро масофа 8 м гача бўлиб, 100 кВт гача қувват узата олиши мумкин.

Занжирли узатмаларнинг тезлиги 15 м/с гача чегараланган бўлиб, яхши мойланган узатмаларда эса 35м/с гача бўлиши мумкин, чунки узатма тезлигининг ортиши занжирли элементларнинг тез ёйили-шига, қўшимча динамик кучлари пайдо бўлишига 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 айланиши сони, мин^{-1} ; z_1, z_2 — етакловчи ва етакланувчи юлдузча тишлари сони. Узатиш сонининг қиймати узатманинг ташқи ўлчамлари 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 $z_{\min} = 19...23$; уртача 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 $z_{\max} = 100...120$. Тишли занжирли узатмалар учун $z_{\max} = 120...140$.

Уқлараро масофа ва занжир узунлиги. Уқлараро масофа қийматини қуйидагича аниқлаш тавсия этилади:

$$0,5 (D_{a1} + D_{a2}) < a < 80 t \quad (9.2)$$

бу ерда: D_{a1}, D_{a2} — етакловчи ва етакланувчи юлдузчаларнинг сиртқи диаметри; t — занжир қадами.

Занжирнинг чидамлилигини старли даражада бўлишини таъминлаш учун, уқлараро масофани $a = (30 \div 50) t$ мм деб олиш тавсия этилади.

Занжирнинг узунлиги унинг қадамлар сони билан белгиланади:

$$L_1 = \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{2a}{t} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{t}{a} \quad (9.3)$$

Аниқланган қийматни яхлитлаб (жуфт сон) олинади. Бу қиймат буйича уқлараро 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 меъёрда 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 йули 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—жа д в а л

Роликли занжирлар учун $z, \kappa 15$	Етакловчи юлдузга d_1 нинг айланиш частотаси, мин^{-1}							
	1250	1000	900	800	600	500	400	300
Тишли занжирлар учун: $z, \kappa 17$	3300	2650	2200	1650	1320	—	—	—
Занжир қадамининг жойиз энг катта қиймати, $[d]_{\max}$								
	12,7	15,87	19,05	25,4	31,75	38,2	44,45	50,8

Занжирларнинг пластиналари термик қайта ишлов бериш мумкин бўлган урта 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_0 — дастлабки таранглик кучи; F_v — марказдан қочирма куч таъсирида ҳосил бўладиган куч.

Асосий кучлар орасидаги муносабат ҳам тасмали узатмалардагига ўхшаш, яъни:

$$F_1 - F_2 = F_1, F_v = m v$$

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:

$$F_0 = k_t \cdot a \cdot m \cdot g$$

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_t — салқилик коэффиценти (бу коэффицент узатманинг горизонтал текисликка нисбатан жойлашувига ва салқиликнинг қийматига боғлиқ).

Одатда, $k_t = (0,01 - 0,02)$ а деб олиш тавсия этилади. Бундай ҳолларда узатма горизонтал жойлашган бўлса, $k_t = 6$; горизонтта нисбатан $\leq 40^\circ$ бурчак билан жойлашган бўлса, $k_t = 3$; вертикал ҳолатда бўлса, $k_t = 1$ 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

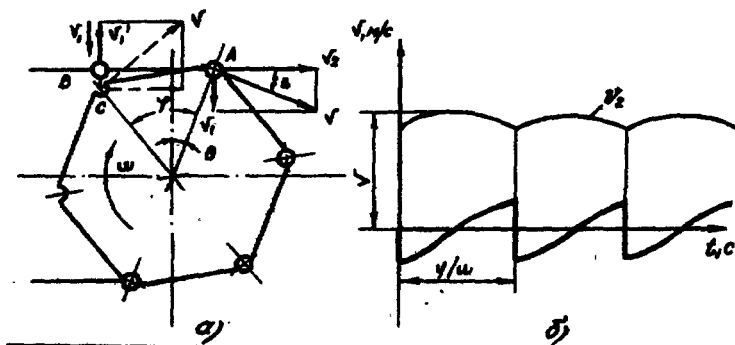
Узатманинг етакловчи юлдузчаси билан занжир шарнирларининг тезлиги 9.4—рasm, а да кўрсатилган. Бунда А шарнир илашишда бўлиб, В шарнир эса юлдузчанинг С тиши билан илашмоқчи. А шарнирнинг тезлиги юлдузчанинг шу нуқтадаги айланма тезлиги билан тенг. Бу тезликни икки тезликка ажратиш мумкин, яъни V_2

тезлик занжир тармоғи бўйича йўналган ҳамда V_1 тезлик тармоққа перпендикуляр равишда йўналган. Бу тезликларнинг йўналиши етакловчи юлдузчада шарнирларнинг жойлашишига боғлиқ бўлиб, қуйидагича аниқланади:

$$V_2 = V \cos \theta, \quad V_1 = V \sin \theta$$

бу ерда: θ бурчак — $\varphi/2 \leq \theta \leq +\varphi/2$ гача узгаради.

9.4—расм, б да тезликларни узгариш графиги берилган.



9.4—расм.

Бу ерда етакланувчи юлдузчанинг тезлиги V_2 тезлик билан боғланган. Тезликнинг вақти—вақти билан узгариши узатиш сонининг узгариши ва қўшимча динамик кучларнинг ҳосил бўлишига сабаб бўлади. V_1 тезлик занжирнинг тебранишига ҳамда илашшига киришганда занжир шарнирларининг юлдузча тишларига зарб билан урилишига сабаб бўлади.

Занжирнинг сезиларли даражада оғир бўлиши ва ундаги салқилик туфайли ишлаётган узатмада қўшимча динамик кучнинг қиймати F_1 қийматнинг 10% дан ошмайди. Шунинг учун F_1 нинг шарнирларнинг ейилишига таъсири сезилади, бироқ узатма ишида резонанс ҳодисаси рўй бергудек бўлса, F_1 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 тебранаётган 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 V шарнирнинг тезлиги V_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 бўлиши керак. Амалда эса занжирнинг ишлаш муддати занжир шарнирларининг ишлаш муддати билан белгиланади. Шунинг учун занжир шарнирларини ейилишга чидамлилигини 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 ейилишга асосий сабаб, бу шарнирлар юлдузча билан илашиб бирга айланганда уз ўқи атрофида:

$$\varphi = 2\pi / z$$

бурчакка бурилишидир. Бу бурилиш занжир узатмани бир марта айланганда тўрт марта такрорланади (икки марта етакловчи юлдузчада, 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.

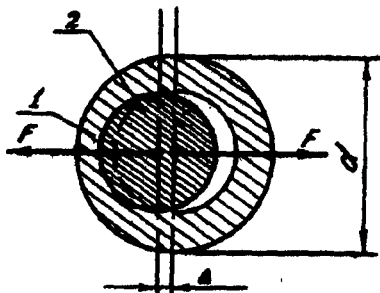
Уқлараро масофанинг қиймати ортиши билан занжирларнинг ишлаш муддати ортади, чунки шарнирларнинг уз уқи атрофида бурилиши камаяди. Шунингдек, етак-

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:



9.5 - расм.

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 $z_{1\min} > 7$ 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	Етаклончи юлдузчанинг айланми соми d , бўлганда занжир шариклардаги 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:

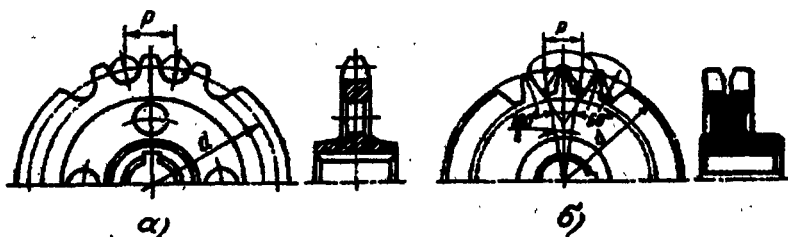
$$q_x = q / k_x \quad (9.7)$$

бу ерда: $k_x = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$ — юкланиш коэффициенти, унинг қийматлари қуйидагича аниқланади.

k_1 — юкланиш характери ҳисобга олувчи коэффициент, юкланиш бир текисда бўлганда $k_1 = 1,0$; нотекис бўлганда $k_1 = 1,2...1,5$; зарб билан бўлганда $k_1 = 1,8$. k_2 — уқлараро масофа қийматини ҳисобга олувчи коэффициент; $a = (30...50) t$ бўлганда $k_2 = 1,0$; $a < 25 t$ бўлганда $k_2 = 1,25$; $a = (60 - 90) t$ бўлганда $k_2 = 0,9$. k_3 — узатманинг горизонтга нисбатан қандай қиялик билан жойла-нишини ҳисобга олувчи коэффициент. $a < 45^\circ$ бўлса, $k_3 = 1,0$; $a > 45^\circ$ бўлса, $k_3 = 1,25$; узатма тик жойлашган бўлса, $k_3 = 1,3$; автоматик ҳолатда тарангликни сақласа, ҳар қандай қиялик бўлса ҳам $k_3 = 1,0$. k_4 — узатмани таранглаш йулларини ҳисобга олувчи коэффициент. Узатма автоматик ҳолатда тарангланса, $k_4 = 1,0$; вақти-вақти билан тарангланса $k_4 = 1,25$; k_5 — узатмани қандай мойланишини ҳисобга олувчи коэффициент. Узатма занжирлари тўхтовсиз мойлаб турилса $k_5 = 0,8 \div 1,0$; узатма занжирларига мой тўхтовсиз томчилаб турса $k_5 = 1,2$; вақти-вақти билан томчиласа $k_5 = 1,5$. k_6 — узатманинг ишлаш шароитини ҳисобга олувчи коэффициент. Иш бир сменали бўлганда $k_6 = 1,0$; уч сменали бўлганда $k_6 = 1,5$.

Юлдузчалар. Роликли занжирлар учун юлдузчалар ГОСТ 591-69 асосида тайёрланади (9.6-расм). Юлдузчанинг бўлиш айланаси бўйича диаметри u билан илашшида бўлган занжир валикларининг марказидан ўтади 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.

$$\text{Ташқи диаметри } D_1 = t \left(0,5 + \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{z_1} \right) \quad (9.9)$$

Тишли занжирлар учун юлдузчалар ГОСТ Г3576–81 асосида тайёрланади.

Юлдузча тиш бўлувчи айланасининг диаметрини аниқлаш 9.8–формула ёрдамида бажарилади.

Ташқи диаметри

$$D_2 = t \cdot \operatorname{ctg} \frac{180}{z} \quad (9.10)$$

Юлдузчалар асосан уртача утлеродли ёки легирланган пулат (Ст 45, 40Х, 50Г2, 35ХГСА, 40ХН) материаллардан тайёрланади, бунда тоблаш йули билан термик қайта ишлов берилганда қаттиқлиги 45 — 55 HRC бўлиши мумкин.

Кам қувват узатадиган узатмалар учун юлдузчанинг гардиши пластмасса материалидан 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 йули 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 йули билан ҳамда мойни томчилатиб оқизин йули билан мойлаш мумкин.

Тезлиги 4 м/с гача булган занжирли узатмаларда пластик мойлар ёрдамида, тезлиги 6 м/с гача булган узатмаларда томчилатиш йуллари 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 булган узатмалар учун И—Г—А—32 ни олиш тавсия этилади.

9.7—§. Узатмаларни ҳисоблаш

Узатмаларни амалда ҳисоблаш, берилган P_1 , n_1 , u қийматлари буйича t , z ҳамда a нинг қийматларини аниқлашдир.

Занжир қадамини танлаш. Стандарт буйича тайёрланган занжирларда, занжир қадами ошиши билан унинг юкланиш даражаси ҳам ошиб боради. Бунда (9.6), (9.7) формулалардан қуйидаги ифода олинади:

$$F_1 = q \cdot B \cdot d = q_0 \cdot B \cdot d / k_b \quad (9.11)$$

Шунингдек (9.1), (9.2) формулаларни ҳисобга олиб қуйидаги ифодага эга бўламиз:

$$P_1 = q_0 \cdot B \cdot d z_1 n_1 t_3 / (k_b \cdot 60) \text{ кВт}$$

бу ерда: $k_z = z_{01} / z_1$ — юлдузча тишлар сони коэффициенти;

$k_n = n_{01} / n_1$ — айланиш сони коэффициенти.

Демак, $P_1 = q_0 \cdot B \cdot d \cdot z_{01} \cdot n_{01} \cdot t_3 / (k_b \cdot k_z \cdot k_n \cdot 60) \text{ кВт}$

бу ерда: P_1 , k_b , k_z , k_n — узатиладиган қувватнинг эквивалент қиймати; натижада $P_{\text{эк}} = P_1 \cdot k_b \cdot k_z \cdot k_n = q_0 \cdot B \cdot d z_{01} \cdot n_{01} \cdot t_3 / 60$

Ҳисоблашни осонлаштириш учун (9.7) формула асосида 9.5—жадвал тузилган, бунда роликли занжирлар учун узатиладиган қувватнинг эквивалент қиймати занжирнинг қадамига нисбатан белгиланган. Бунда $z_{01} = 25$, $n_{01} = 50, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1600 \text{ мин}^{-1}$ деб қабул қилинган.

Лойиҳаланаётган узатмалар учун узатиладиган қувватнинг эквивалент қийматини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$P_{\text{эк}} = P_1 \cdot k_b \cdot k_z \cdot k_n \leq [P_{\text{эк}}] \quad (9.12)$$

$P_{\text{з}}$ нинг қиймати аниқлангач, 9.5-жадвал буйича занжир қадами белгиланади, бу қадам $[t]_{\text{мак}}$ қийматидан (9.3-жадвал) катта булмаслиги керак.

Ҳисоб натижасида юқорида қўрсатилган шарт бажарилмаса, қўп қаторли занжир ишлатиш тавсия этилади, бунда

$$P_{\text{з}} = P_{\text{з}} / k_k \leq P_{\text{з}}$$

бу ерда: $P_{\text{з}}$ — қўп қаторли занжирлар учун эквивалент қувватнинг қиймати, k_k — қаторли занжирларда юкланишнинг нотекис тақсимланишини белгиловчи коэффициент:

Занжир қаторлари сони	1	2	3	4
k_k	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 $z_{\text{мак}} < 100 \div 120$ шарт бажарилиши керак.

2. Ўқлараро 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, ўқлараро масофаси, етакловчи ва етакланувчи юлдузчаларни тишнинг булувчи 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 булган роликли занжирли узатма ҳисоблансин.

Юкланиш бир текисда, вақти-вақти билан тараңгланиб турилади, горизонтга нисбатан 30° бурчак остида жойлашган, узатма занжирлари вақти-вақти билан мойланади. Иш бир сменали.

Масаланинг счими.

1. Узатиш сонига нисбатан $u = 4$ булганда $z_1 = 25$ 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 булганда

$$q_s = 22,5 \text{ МПа}, t = 15,875 \text{ мм}$$

3. Ўқлараро масофа қийматини аниқлаймиз

$$a = 40 \quad t = 40 \cdot 15,875 = 635 \text{ мм}$$

Роликли- занжир (ГОСТ 13568-75)	Занжири- қадами ξ , мм	Ролик- нинг диаметри d , мм	Втулка- нинг узунлиги B , мм	Етақловчи юлдузчанинг айланиш сони L_0 , тишлар сони Z_0 бўлганда узата олин мумкин бўлган 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

$$P_{\text{уз}} = P_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \leq [P]$$

бу ерда: $k_1 = z_{01}/z_1 = 25/25 = 1,0$ — юлдузча тишлар сони коэф-
фициенти. $k_2 = n_{01}/n_1 = 1000/960 = 1,04$ — айлана сони коэф-
фициенти. $k_3 = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$ — 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

$$P_{\text{уз}} = 4,0 \cdot 1,44 \cdot 1,0 \cdot 1,04 = 5,99 \text{ кВт}$$

5. $P_{\text{уз}} = 5,99 \text{ кВт}$, $n_{01} = 1000 \text{ мин}^{-1}$ 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 $t = [t]_{\text{мак}}$, 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 топшириқлар

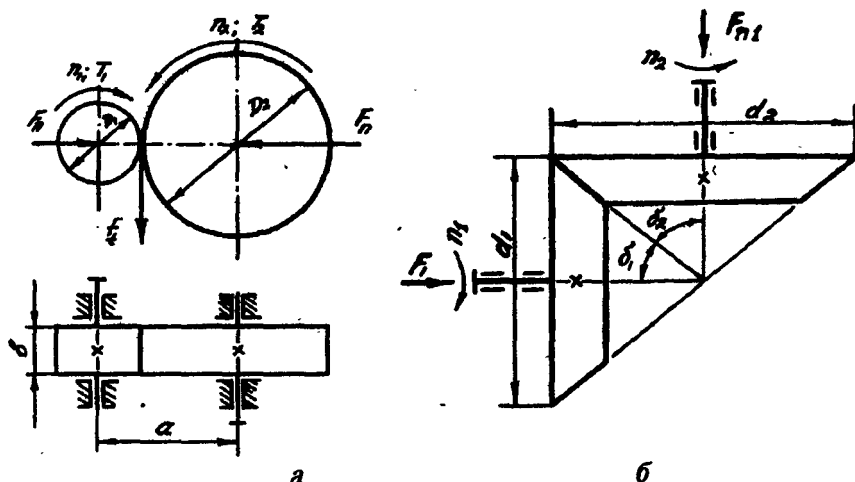
1. Роликли ҳамда тишли занжирли узатмаларнинг афзаллик ва камчиликлари нимадан иборат?
2. Занжир ишқинишларининг сўйлиш сабаблари нимадан иборат?
3. Қандай ҳолларда роликли ва қандай ҳолларда тишли занжирлар ишлатилади?
4. Занжирнинг асосий ўлчамларини кўрсатинг.
5. Юлдузча тишлар соми қандай танланади ва аниқланади?

10-боб. ФРИКЦИОН УЗАТМАЛАР

10.1-§. Умумий маълумотлар

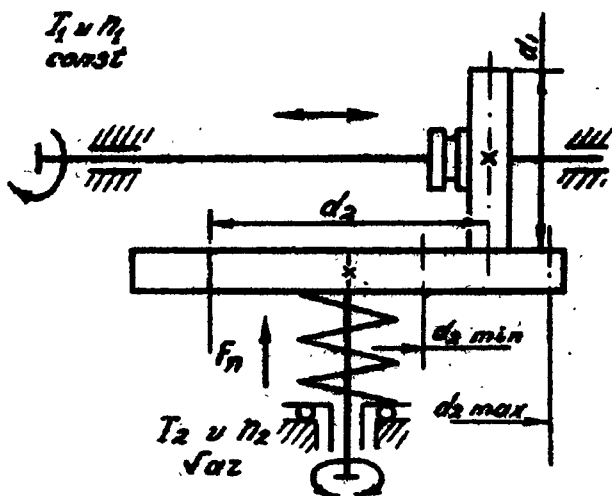
Узатмада ҳаракат бир валдан иккинчи валга иш юзаларидаги сиқиниш кучи натижасида ҳосил булган ишқаланиш ҳисобига утказилса бундай узатмалар (10.1-расм) фрикцион узатмалар деб аталади.

10.1-расм, а да кўрсатилган фрикцион узатма ёрдамида параллел валлардаги ҳаракатни узатишда фойдаланилади. Агар узаро кеси-



10.1 - расм.

шувчи валларнинг биридан иккинчисига ҳаракат узатиш лозим бўлса, у ҳолда, конуссимон гилдирақлардан фойдаланилади (10.1-расм, б). Барча фрикцион узатмаларни икки гурппага бўлиш мумкин: узатиш сони доимий бўлган фрикцион узатмалар (10.1-расм) ҳамда узатиш сони узгарувчан (10.2-расм), (бунда ишқаланадиган гилдирақларнинг бирининг радиуси иш жараёнида узгарувчан бўлади) фрикцион узатмалар. Бундай узатмалар *в а р и а - т о р л а р* деб аталади.



10.2 - расм.

Фрикцион узатмаларнинг афзаликлари: тузилиши оддий, ҳаракат бир текисда шовқинсиз узатилади; ишлаш жараёнида узатиш сонини маълум чегарада узгартириш мумкин; юкланиш чегарадан ошса, иш юзасида сирпаниш ҳосил бўлиб, гилдирақларни синишдан сақлайди.

Узатиш сонининг узгарувчанлиги; 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 узгармас бўлган фрикцион узатмалар асосан текис ва раvon, 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 уқлари узаро параллел жойлашган бўлиб (10.1—расм, а) узатиш сони u ҳамда узатмани нормал ишлаши учун керакли сиқувчи F_n кучнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$u = n_1 / n_2 = d_2 / d_1 (1 - \varepsilon) \approx d_2 / d_1 \quad (10,1)$$

$$F_n = k F_1 / f$$

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 $\sim 0,2 \dots 0,3$.


Уқлари узаро кесилган валларда ҳаракатни узатиш учун конуссимон фрикцион узатмалардан фойдаланилади (10.1—расм, б). Бунда уқлар 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:

$u = d_1 / d_1$. 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 кучларининг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\begin{aligned} k F_1 &= f F_1 / \sin \delta_1 \\ k F_1 &= f F_2 / \sin \delta_2 \end{aligned} \quad (10.2)$$

 **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

етақланувчи валнинг тезлиги орта боради. Биринчи гилдирак иккинчи гилдирак марказидан четига томон сурилса етақланувчи валнинг тезлиги камая боради. Шундай қилиб, узатманинг узатиш сони кераклигича ўзгартирилади:

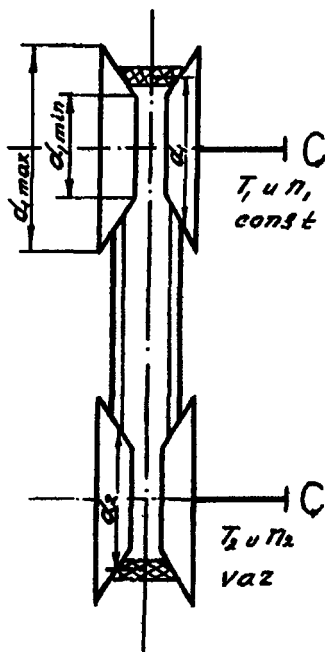
$$\begin{aligned} u_{\max} &= n_1 / n_{2\min} \approx d_{2\max} / d_1 \\ u_{\min} &= n_1 / n_{2\max} \approx d_{2\min} / d_1 \end{aligned} \quad (10.3)$$

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, қўпинча, $B = 3 \dots 4$ 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 қўламда фойдаланилади. 10.3-расмда ҳаракат тезлигини поғонасиз бир текисда ўзгартириш учун икки булақдан иборат бўлган понасимон шкивлар ишлатилган. Бунда винтли бошқариш механизми ёрдамида понасимон шкив булақларидан бирини ўқ бўйича силжитиш ҳисобига шу булақлар ўртасидаги масофа кенгайтирилади, бунда диаметр камаяди, иккинчи шкив булақлари орасидаги масофа кичрайтирилади, бунда диаметр ортади, натижада ҳаракат тезлигини поғонасиз бир текисда ўзгартириш мумкин. Ишлатиладиган понасимон тасмаларнинг узунлиги ўзгармайди. Узатманинг узатиш сони қуйидагича аниқланади.



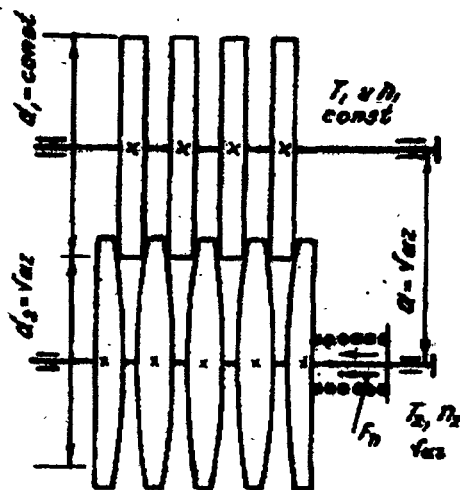
10.3 – расм.

$$u_{\max} = d_{2\max} / d_{1\min}; u_{\min} = d_{2\min} / d_{1\min} \quad (10.5)$$

$$B = (d_{2\max} / d_1) = (u_{\max} / u_{\min}) = (\omega_{\max} / \omega_{\min})$$

Бошқариш даражаси B нинг қиймати понасимон тасма эннга боғлиқ. ГОСТ 1284.1-80 буйича танланган понасимон тасмалар учун $B \approx 1,5$ гача, махсус энли тасмалар ёрдамида $B \approx 5$ гача булиши мумкин.

10.4—расмда фрикциион узатмаларнинг яна бир тури дискли вариаторлар курсатилган. Бу вариаторларда куч ва момент бир қанча



10.4 — расм.

этакловчи ва этакланувчи дисклар мажмуи воситасида узатилади ва узатиш сони марказлараро масофанинг узгартирилиши ҳисобиға узгартирилади. Бунда этакловчи дисклар этакланувчи дисклар орасида ҳаракатланиб, улар марказға яқинлашади ёки ундан узоқлашади. Натижанда d_1 демак, u узгаради, чунки:

$$u = d_2 / d_1$$

Бу вариаторларда дисклар орасидаги уриниш сиртларининг куп булиши сиқувчи куч қийматининг кичик булишини таъминлайди:

$$F_n = k F / z f = k \cdot 2 T_1 / z f d_1$$

бу ерда: z — уриниш сиртлари сони булиб, этакчи 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 булиши катта қувватли механизмлар учун кичик улчамли вариаторлар яратиш имконини беради. Бундай вариаторларнинг қуввати 400 кВт гача, бошқариш даражаси 4,5 гача, фойдали иш коэффициентини эса 0,8...0,9 оралиғида булади.

10.3—§. Фрикцион узатмаларни контакт кучланиш буйича ҳисоблаш

Фрикцион узатмаларда гилдиракларнинг илашинда илашиш юзасида сиқувчи куч таъсирида контакт кучланиш ҳосил булади.

Бу кучланишнинг ҳисобий қийматини аниқлашда Герц формуласидан фойдаланамиз. Бунда:

$$F_z = k F / f = 2 T_1 / d_1 f$$

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_z, 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 куринишда 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 уртасидаги ишқаланишни ошириш мумкин?

4. Фрикцион узатмаларда узатиш сони қандай аниқланади?

5. Цилиндрсимон ва конуссимон фрикцион узатмаларда гилдираклар уртасидаги кучнинг қиймати қандай аниқланади?

6. Фрикцион узатмаларнинг ФИК қандай аниқланади?

7. Фрикцион узатмалар контакт кучланиш бўйича қандай ҳисобланади?

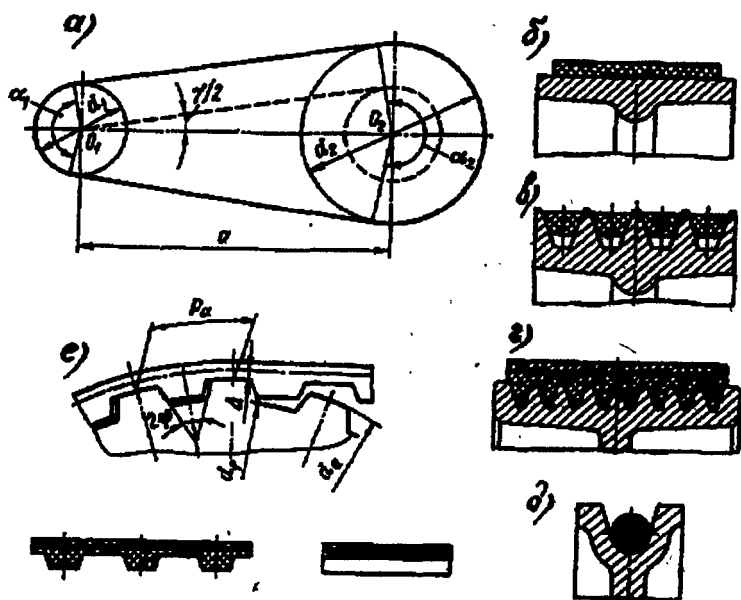
8. Фрикцион узатма гилдиракларининг диаметри, эинини ҳисобланг.

9. Вариатор узатмаларининг турлари, афзаллик ва камчиликларини айтиб беринг.

11-бoб. ТАСМАЛИ УЗАТМАЛАР

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 қийдирилган тасмадан тузилган бўлади (11.1-расм). Тасмалар кундаланг 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 типли (11.1-расм, е) бўлиши мумкин.



11.1 - расм.

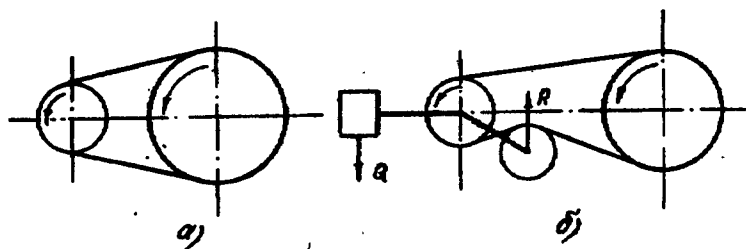
Афзалликлари: тасмали узатма ҳаракатни нисбатан катта масофага узатиш имконини беради; шовқинсиз ва раvon ишлайди; тузилиши оддий; нисбатан арзон туради.

Ташқи улчаларининг 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 этилунга 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 қуринишдаги 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 бoшқа 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 , ўқлараро масофа ҳамда узатманинг узатиш сонига боғлиқ 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 узгарувчан кучланишларга, ейилишга чидамли бўлиб, ишқаланиш коэффиценти нисбатан юқори бўлиши керак.

Ҳозирги вақтда тасмалар асосан чарм, ип газлама, жун, синтетик материаллардан тайёрланади.

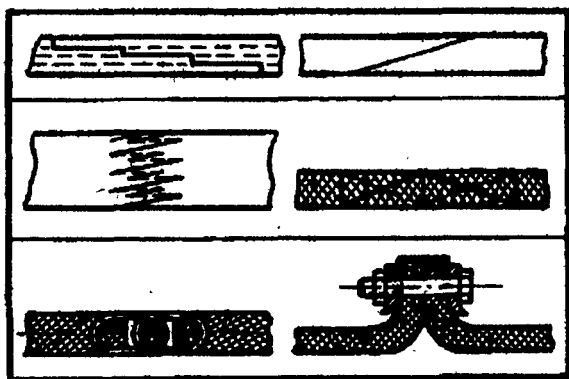
Резиноланган тасмалар. Бу турдаги тасмалар 30м/с гача тезлик билан ҳаракатланадиган узатмаларда ишлатилади. Бу тасмалар вулканизацияланган резиналар ёрдамида бир-бирига ёпиштирилган бир неча қават газламадан иборат. Тасманинг газлама қисми асосий кучланишда ишлайди, резина эса газламани бир бутун қилиб ёпиштиради ва зарур ишқаланиш коэффициентини ҳамда эгиловчанликни 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 узгарувчан юкланишли, тезлиги 40 — 45 м/с гача бўлган кам ҳамда ўртача қувват узатаоландиган 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 эгиловчан бўлганлиги туфайли узгарувчан 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 рудон 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 ўртасидаги 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 ишлайётганда 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 ўлчамлари

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 слатма: қалинлиги d = 0,8; 1,0 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-расм). Шкивларнинг марказлараро масофаси a билан, тасма тармоқлари орасидаги бурчак γ ва тасманинг кичик шкивдаги қамров бурчаги α_1 билан белгиланади. Узатмани ҳисоблашда d_1 , d_2 ва a аниқланиб, сўнгра 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 булаклари узунликларининг йиғиндиси 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 бўлган марказлараро масофани қуйидагича аниқлаш мумкин

$$a = \frac{\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 8(d_2 - d_1)^2}}{8}, \text{ бу ерда: } \lambda = l - \pi d_n \quad (11.4)$$

$$d_n = (d_1 + d_2)/2$$

11.4-§. Тасма тармоқларидаги кучлар ва улар ўртасидаги боғланишлар

Бу масалани ҳал қилиш учун юкланишсиз $T = 0$ (11.4-расм, a) ҳамда юкланишли $T > 0$ узатмаларни бир-бирига таққослаб курамиз. Бунда F_0 — тасма тармоқларидаги таранглик кучи; F_1 , F_2 узатмага юкланиш берилгандаги, тасманинг етакловчи (пастки) ва

ётакланувчи тармоғидаги таранглик кучи. Айланма куч $F_1 = \frac{2T}{d_1}$.

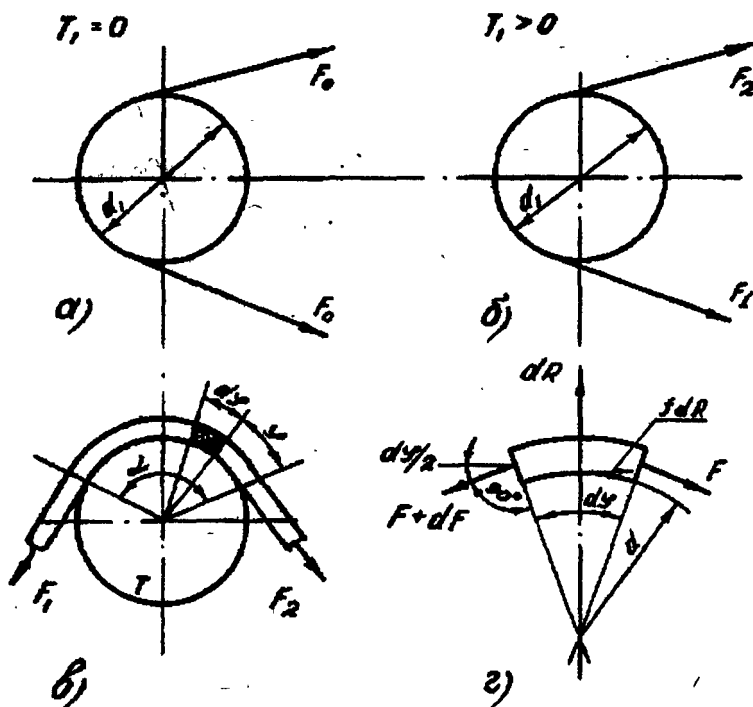
Етакловчи шкив учун мувозанат шарти

$T_1 = 0,5 d_1 (F_1 - F_2)$ ёки $F_1 - F_2 = F_1$ бунда F_1, F_2, F_0 уртасидаги боғланишларни қуйидагича аниқлаш мумкин.

Тасмачинг узунлиги унинг юкланишига боғлиқ эмас, демак тасманинг етакловчи ва етакланувчи тармоқларида унинг узунлиги ўзгармас бўлиб қолади. Бунда етакловчи тармоқнинг чузилиши 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_1 кучга боғлиқ ҳолда ўзгаришини кўрсатади. Тасманинг тортиш хусусияти, авваламбор тасма билан шкив орасидаги ишқаланиш коэффициентини ва қамров бурчагига боғлиқ. Таранглик кучларини бу омилиларга боғлиқ равишда топиш маса-

ласини Эйлер ҳал қилган. Бунинг учун тасманинг элементар булаги олиниб унинг кучлар таъсиридаги мувозанати куриб чиқилади (11.4—расм, в, г, лар).

Мувозанат шартига кўра, шкив марказига нисбатан олинган моментлар йигиндиси:

$$F \cdot \frac{d}{2} + f d R \frac{d}{2} - (F + d F) \frac{d}{2} = 0. \text{ ёки } f d R = d F - \text{элементар}$$

ишқаланиш кучи, (а).

Агар кучларни вертикал ўққа проекциялари йигиндиси 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:

$$\int_{F_2}^{F_1} \frac{dF}{F} = \int_0^{\alpha_1} f d\varphi; \ln \frac{F_1}{F_2} = f\alpha_1; \frac{F_1}{F_2} = e^{f\alpha_1} \text{ ёки } F_1 = F_2 e^{f\alpha_1} \quad (11.6)$$

келиб чиқади. Бу ерда $e = 2,71$ — натурал логарифмнинг асоси. Тенгликларни биргаликда ечиб, қуйидаги боғланишларни топиш мумкин:

$$F_1 = F_2 \frac{e^{f\alpha_1}}{e^{f\alpha_1} - 1}; F_2 = F_1 \frac{1}{e^{f\alpha_1} - 1}; F_0 = \frac{F_1}{2} \left(\frac{e^{f\alpha_1} + 1}{e^{f\alpha_1} - 1} \right) \quad (11.7)$$

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

$$\text{кичик қийматини аниқлаш мумкин, } F_0 < \frac{F_t}{2} \left(\frac{e^{f\alpha_1} + 1}{e^{f\alpha_1} - 1} \right) \quad (11.8)$$

бўлганда тасма тула 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 l 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 ораликда бўлиши тавсия этилади.

Узатманинг илашишида тасма тармоқларида F_1, F_2, F_0 кучлардан ташқари марказдан қочма кучлар ҳосил бўлади (11.5—расм). Тасманинг айланиш 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

$$dC = \frac{(dm) v^2}{0,5d} = \frac{\rho(0,5dA d\varphi) v^2}{0,5d} = \rho dA v^2 d\varphi \quad (a)$$

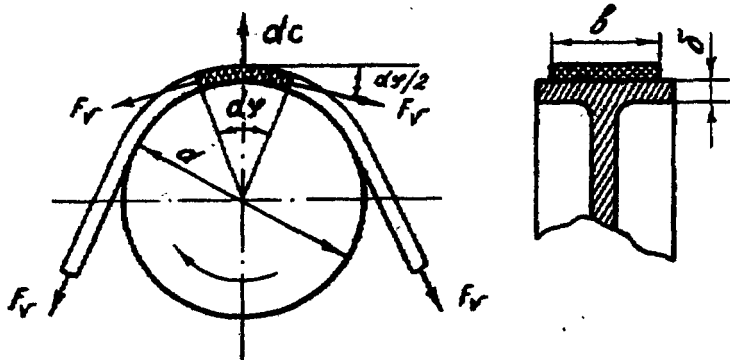
бу ерда ρ — тасманинг зичлиги; $A = b\delta$ — тасманинг кундаланг кесими.

Тасма элементлари мувозанатда бўлиши учун

$$dC = 2F_v \sin \frac{d\varphi}{2} \approx F_v d\varphi \quad (б)$$

(a), (б) — формулаларни бирга ечсак, $F_v = \rho A \cdot v^2$ (11.9)

га эга бўламиз. F_v — марказдан қочма куч таранглик қийматларини сусайтиради, ишқаланиш кучи қийматини камайтириб, узатманинг ишига салбий таъсир кўрсатади.

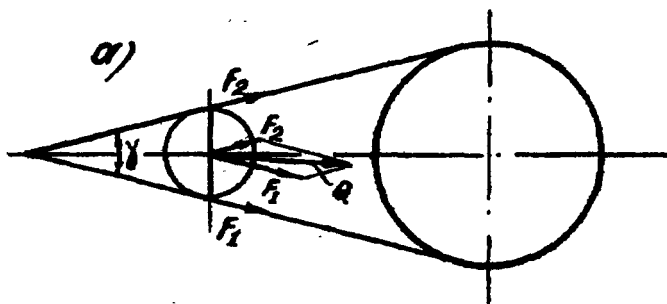


11.5 — расм.

Тажрибалар шуни кўрсатдики, узатманинг тезлиги 20 м/с дан ошганда F_v куч ўз 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:

$$Q = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2 \cos \gamma} \approx 2F_0 \cos \frac{\gamma}{2} \quad (11.10)$$

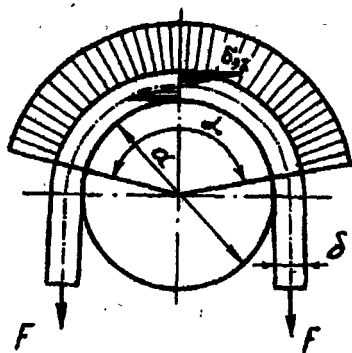


11.6 – расм.

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.

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{A}; \sigma_v = \frac{F_v}{A} = \rho V^2; \sigma_1 = \frac{F_0}{A} + \frac{0,5F_t}{A} = \sigma_0 + 0,5\sigma_t$$



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 сиртки толаларининг нисбий чўзилиши; E — эластиклик модули. ϵ ни қийматини аниқлаш учун қамров бурчагининг $d\phi$ бурчак билан чегараланган бўлагини кўрамиз (11.7-расм). Шу бўлакнинг нейтрал қавати бўйича узунлиги $(d/2) d\phi$, тасманинг сиртки бўйича узунлиги $(d/2 + \delta/2) d\phi$. Демак, тасманинг сиртида жойлашган толанинг чўзилишини қуйидагича аниқлаймиз.

$$\left(\frac{d}{2} + \frac{\delta}{2}\right) d\varphi - \left(\frac{d}{2}\right) d\varphi = \left(\frac{\delta}{2}\right) d\varphi$$

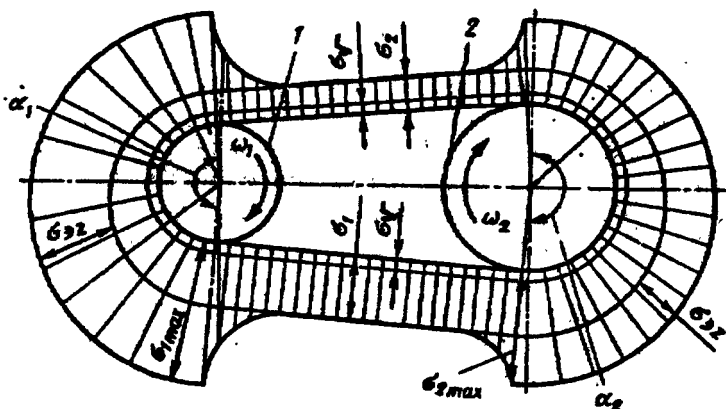
Нисбий чўзилиши эса $\varepsilon = \left(\frac{\delta}{2}\right) d\varphi / \left(\frac{d}{2}\right) d\varphi = \frac{\delta}{d}$ бундан $\sigma_x = E \delta / d_1$.

Демак, эгувчи кучланишга асосан δ/d_1 — нисбат қийматлари таъсир қилар экан.

Шундай қилиб, тасманинг етакловчи тармоғидаги кучланишларнинг йигиндиси қуйидагича бўлади.

$$\sigma_{\text{max}} = \sigma_1 + \sigma_v + \sigma_x = \sigma_0 + 0,5 \sigma_1 + \sigma_v + \sigma_x \quad (11.11)$$

Бу кучланишларнинг тасмани узунлиги бўйича тақсимланиш эпюраси 11.8—расмда кўрсатилган.



11.8 — расм.

Демак, тасмадаги энг катта кучланиш етакловчи тармоқда бўлиб, тасманинг етакловчи шкив билан иланган жойида булар экан.

Тармоқларда ҳосил бўлган кучланишлар, тасманинг тортиш қобилиятига ва унинг ишлаш муддатига турлича таъсир кўрсатади. Масалан, фойдали кучланиш қиймати бошланғич тарангликдан ҳосил бўлган кучланиш ортиши билан ортиб боради, яъни:

$$\sigma_F = 2\sigma_0 \frac{e^{\beta\alpha} - 1}{e^{\beta\alpha} + 1}. \text{ Лекин } \sigma_0 \text{ нинг қиймати ортиши билан, тасма-}$$

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 $\sigma_s \leq 1,8 \text{ МПа}$

Марказдан қочма кучлар таъсирида ҳосил булган кучланишлар қиймати тасманинг тезлигига нисбатан қуйидагича танлаш мумкин.

$V = 10 \text{ м/с}$ булганда $\sigma_v = 0,1 \text{ МПа}$

$V = 20 \text{ м/с}$ булганда $\sigma_v = 0,4 \text{ МПа}$

$V = 40 \text{ м/с}$ булганда $\sigma_v = 1,6 \text{ МПа}$

Демак, тасманинг тезлиги 20 м/с булганда ҳам, бу кучланишнинг таъсири кам. Бунда тасманинг зичлиги 1000 кг/м^3 олинган.

Эгувчи кучланиш таъсирида тасма материали толиқиш натижасида ишдан чиқиши мумкин. Эгувчи кучланиш қиймати эластиклик модули $E = 200 \text{ МПа}$ булган тасмалар учун d_1/δ нисбатга нисбатан қуйидагича олгин тавсия этилади: $d_1 = 200$ булганда $\sigma_x = 1 \text{ МПа}$.

$d_1/\delta = 100$ булганда $\sigma_x = 2 \text{ МПа}$

$d_1/\delta = 50$ булганда $\sigma_x = 4 \text{ МПа}$

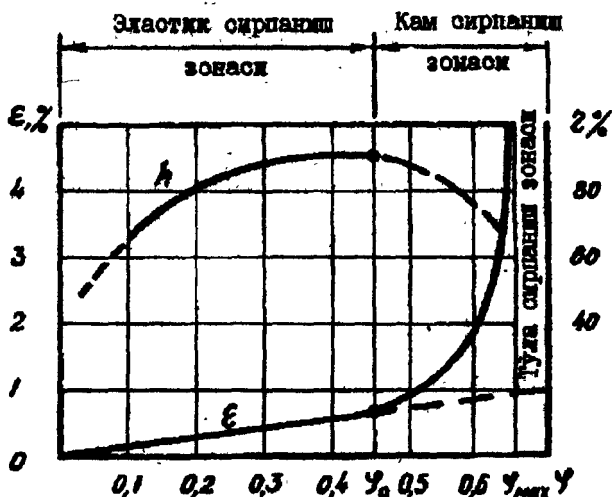
$d_1/\delta = 25$ булганда $\sigma_x = 8 \text{ МПа}$

Маълумки, узатмаларни лойиҳалашда узатма ўлчамларининг 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 қийматидагина боғлиқ булмай, унинг таъсир этиш характерига ва циклининг қанчалик тез такрорланиб туришига (частотасига) ҳам боғлиқдир. Циклининг такрорланиш тезлиги тасманинг шкивни вақт бирлигида айланиб утиш сони билан ўлчанади. Тасманинг бир секундда шкивни неча марта айланиб утишини қуйидагича аниқлаш мумкин: $i = V/l \text{ с}^{-1}$. 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 қиймати 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 чизиклари

Тасмали узатмаларнинг юкланиш даражаси фойдали иш коэффициенти ва сирпаниш эгри чизиклари асосида баҳоланади (11—9—расм).



11.9 — расм.

Графикда ордината уқига сирпаниш коэффициенти ва фойдали иш коэффициенти η , абсциссалар уқига эса узатманинг тортиш коэффициенти φ орқали ифодаланган юкланиш қуйилади.

$$\text{Тортиш коэффициенти } \varphi = \frac{F_t}{F_1 + F_2} = \frac{F_t}{2F_0} = \frac{\sigma_F}{2\sigma_0}$$

тасмаларнинг юкланиш даражасини билдиради. Юкланиш натижа-сида ҳосил булган кучланишнинг қиймати қуйидагича аниқланади.

$$\sigma_R = 2\sigma_0\varphi \quad (11.12)$$

Сирпаниш миқдори сирпаниш коэффициенти билан ифода-

ланади $\varepsilon = \frac{V_1 - V_2}{V_1}$ бунда V_1 , V_2 — етакловчи ва етакланувчи

шківларнинг айланма тезликлари, м/с.

Сирпаниш эгри чизиқлари тажриба йули 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 узаро тўғри пропорционал булади. Юкланиш қийма-тини янада оширсак сирпаниш ҳам аста-секин ортиб боради, φ_{\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 $\sigma_F = F / b \delta$ бўйича аниқланади. Бу кучланишнинг жоиз қиймати фойдали бошланғич кучланиш $[\sigma_F]_0$ га нисбатан қуйидагича аниқланади:

$$[\sigma_F] = [\sigma_F]_0 \cdot C_0 \cdot C_p \cdot C_a \cdot C_v \text{ МПа} \quad (11.13)$$

бунда: 11.2-жадвалда ҳар хил материаллардан тайёрланган тасмалар учун $[\sigma_F]_0$ фойдали бошланғич кучланишнинг қийматлари бош-
ланғич кучланиш $\sigma_0 = 1,8 \text{ МПа}$ 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 $\sigma_0 = 2,0 \text{ МПа}$ қилиб олинса, берилган қиймат 10% оширилади, $\sigma_0 = 1,6 \text{ МПа}$ 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% камайтириб олинади.

C_0 — узатманинг горизонтал текисликка нисбатан жойлашиши ҳамда тасмани таранглаш усулини ҳисобга олувчи коэффициент. Тасмани таранглаш автоматик равишда бажарилса $C_0 = 1,0$; узатма вақти-вақти билан тарангланиб горизонтал текисликка нисбатан жойлашув бурчаги $0 \dots 60^\circ$, $C_0 = 1,0$; $60 \dots 80$ бўлса, $C_0 = 0,9$ бўлади; жойлашув бурчаги $80 - 90^\circ$ бўлганда $C_0 = 0,8$ 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-
уздан 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-жадвал

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 $[\sigma_F]$ нинг қийматлари σ_0 га мувофиқ 11.4-жадвалда берилган.

11.4-жадвал

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 кундаланг қесим юзаси қуйидагича аниқланади:

$$A = F_1 / [\sigma_F] \text{ мм}^2 \quad (11.14)$$

11.8-§. Ясси тасмални узатмаларни ҳисоблаш тартиби

1. Тасма учун материал танланади.
2. Етакловчи шкивнинг диаметри аниқланади

$$d_1 = (1100 \div 1300) \sqrt[3]{P_1 / n_1} \text{ мм}; d_1 = 52...64 \sqrt[3]{T_1} \text{ мм}$$

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.

$$d_2 = d_1 \cdot (1 - \varepsilon) \cdot u; \varepsilon = 0,01 - 0,03 \text{ — сирпаниш коэффициенти.}$$

Аниқланган қиймат ГОСТ 17383–73 асосида яхлитланиб узатиш сонининг ҳисобий қиймати аниқланади.

$$u = \frac{d_2}{d_1}$$

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. Уқлараро масофа ($d_1 + d_2$) $a \leq 2,0 (d_1 + d_2)$

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. Уқлараро масофанинг ҳисобий қиймати

$$a = \frac{\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 8(d_2 - d_1)^2}}{8}$$

9. Тасманинг 1 секунддаги айланиш сони

$$i = \frac{V}{l} > [i] \leq 5. \text{ Шу шарт бажарилмаса уқлараро масофа қийма-}$$

тини катталаштириб, ҳисоблаш қайтарилади.

10. $d_1/8$ учун тарсия этилган қийматдан фойдаланиб, тасманинг қалинлиги аниқланади ва стандартдан қалинлиги топишган қийматга яқин келадиган тасма танлаб олинади.

11. Жоиз кучланишнинг қиймати аниқланади.

$$[\sigma_F] = [\sigma_F]_0 \cdot C_0 \cdot C_a \cdot C_s \cdot C_v \text{ МПа}$$

12. Тасманинг кесим юзаси ҳисобланади.

$$A = b \cdot \delta = \frac{F_t}{[\sigma_F]} \text{ мм}^2. F_t = \frac{2T_1}{d_1} \text{ айланма куч.}$$

13. Валга таъсир қилувчи куч аниқланади.

$$Q \approx 2,5 F_t \cdot H.$$

Масала. Узатиш сони $u = 2,8$, етакловчи валнинг айланиш сони $n_1 = 720 \text{ мин}^{-1}$, буровчи моменти $T_1 = 15 \text{ Нм}$ булган ясси тасмали узатма ҳисоблансин. Узатма бир сменада ишлайди. Горизонтта нисбатан $\alpha = 45^\circ$ бурчак остида жойлашган.

Масаланинг ечими. 1. Етакловчи шкивнинг диаметрини аниқлай-миз:

$$d_1 = (52 \dots 64) \sqrt[3]{15} = 128 \dots 157 \text{ мм}$$

Аниқланган қийматни ГОСТ буйича 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 буйича 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 улчамлари:

а) уқлараро 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) уқлараро 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:

$$[\sigma_F] = [\sigma_F]_0 \cdot C_a \cdot C_v \cdot C_\beta \cdot C_\phi \text{ МПа}$$

бу ерда: $[\sigma_F]_0$ — бошлангич фойдали кучланиш, унинг қиймати резиналанган тасмалар учун $d_1/\delta = 35$ бўлганда $\sigma_x = 2,21 \text{ МПа}$.

Иш режими бир сменали бўлганлиги учун $C_\beta = 1,0$. 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 $A = F_t / [\sigma_F] \text{ мм}^2$

бу ерда: $F_t = 2 T_1 / d_1 = 2 \cdot 15 \cdot 10^3 / 140 = 214 \text{ Н}$ 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

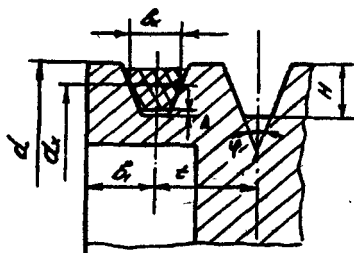
қабул қиламиз.

8. Валга таъсир қилувчи куч:

$$Q \approx 2,5 F_t = 2,5 \cdot 214 = 535 \text{ Н}$$

11.9-§. Понасимон тасмалар

Бу хил узатмаларда кундаланг кесими понасимон шаклдаги тасмалар узига мос шаклли шкив ариқчаларига урнашган бўлади. Бунда шкив ариқчаларининг чуқурлиги тасма кундаланг кесимининг 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 dl 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:

$$dF \approx dR f \text{ бўлади.}$$

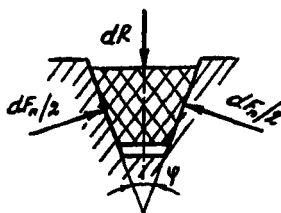
Юқоридаги формуладан маълумки понасимон тасмали узатмаларда φ бурчак қийматини камайтириб ишқаланишни ошириш мумкин экан, бунда $f / \sin(\varphi/2) = f'$

Бу ишқаланиш коэффициентининг «келтирилган» қиймати деб аталади. Стандарт ўлчамдаги понасимон тасмалар учун $\varphi = 40^\circ$

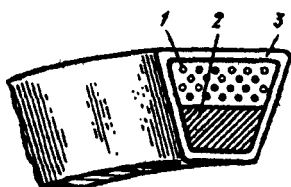
$$f' = f / \sin 20^\circ \approx 3 f$$

Демак, понасимон тасманинг ишлатилиши боғланишни 3 марта оширар экан. Бу эса понасимон тасмаларнинг, ясси тасмаларга нисбатан афзалликларини кўрсатади.

Тасма корд 1, эластиклик хусусиятини оширадиган резина 2 ҳамда тасмани ёйилишдан сақлайдиган, мустаҳкамлигини оширадиган қобиг 3 дан иборат (11.12-расм).



11.11 - расм.



11.12 – расм.

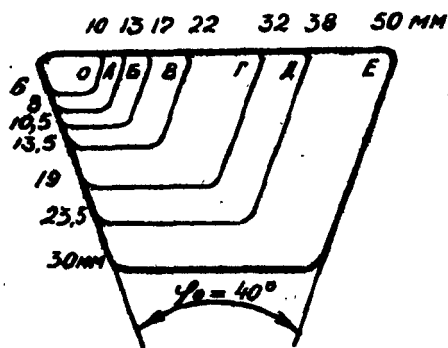
Понасимон тасмаларнинг улчами
ГОСТ 12841–80 асосида стандартлаш-
тирилган бўлиб, унинг О, А, Б, В, Г, Д, Е
турлари ишлаб чиқарилади (11.5–жадвал).
Бунда О турининг кесими энг кичик
бўлиб, Е турининг кесими энг

11.5–жа д в а л

Понасимон тасмаларнинг тури ва улчамлари
(ГОСТ 12841–80, ГОСТ 12843–80).

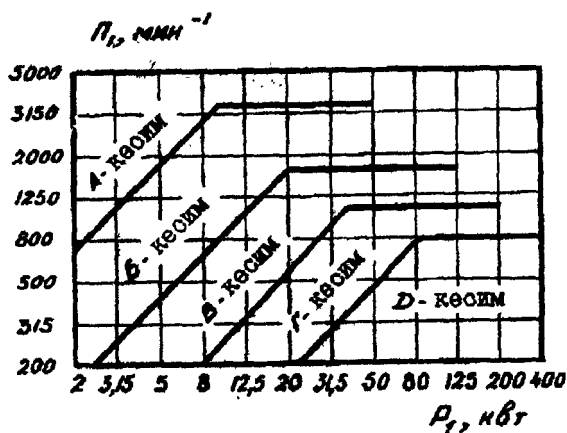
Тасм- анинг тури	b_x , мм	b_0 , мм	h , мм	Y_0 , мм	A , мм ²	Тасманинг узунлиги, мм	d , min мм	T , Нм
О	8,5	10	6	2,1	47	40–2500	63	25
А	11	13	8	2,2	81	500–5000	80	11...70
Б	14	17	10,5	4,0	138	800–1300	125	40...190
В	19	22	13,5	4,8	230	1800–10600	200	110...550
Г	27	32	19	6,9	476	3150–15000	315	450...2000
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
қўра 11.14–расмдан танланади.



11.14 – расм.

11.10-§. Понасимон тасмали узатмаларни ҳисоблаш

Понасимон тасма турлари чегараланган булганлиги учун, ҳар бир тур учун жоиз кучланиш қийматлари аниқланган.

ГОСТ 1284.3—80 асосида узатилаётган қувватта 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 булган қувват P_0 аниқланади, бунда $\alpha_1 = 180^\circ$, $u = 1,0$. d_1 — қийматини танлашда қуйидагига эътибор бериш керак. d_1 нинг қиймати қанчалик кичик бўлса, узатманинг ташқи ўлчами шунчалик кичик бўлади, лекин тасмалар сони ошади. d_1 нинг стандарт қийматлари 11.5—жадвалда берилган.

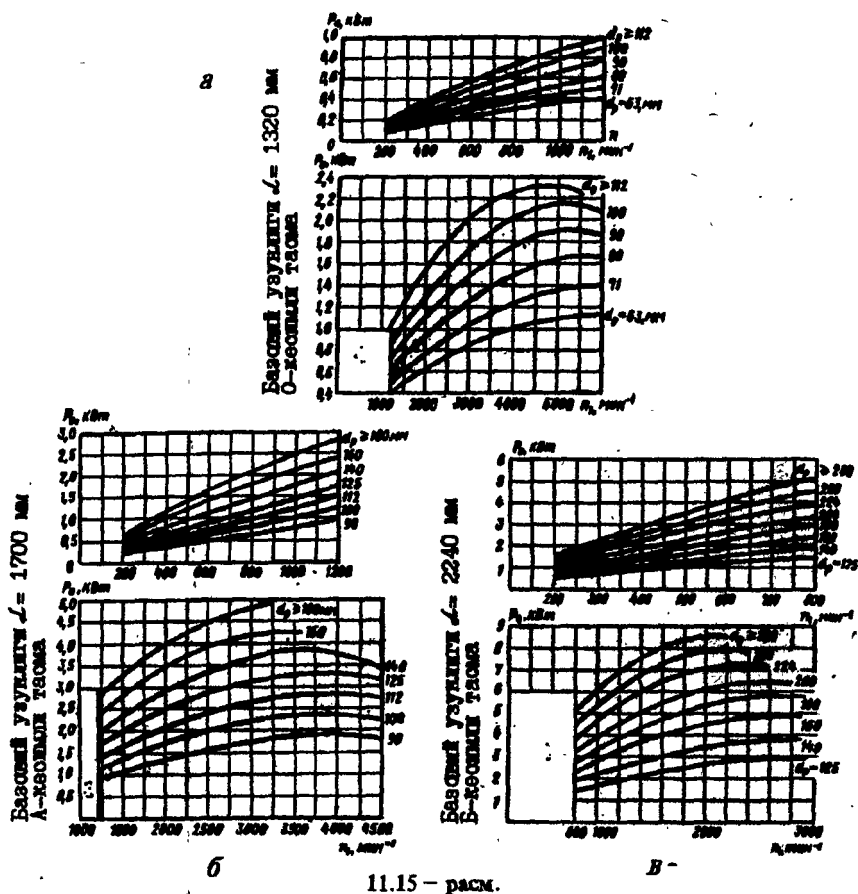
3. Битта тасма ёрдамида узатиш мумкин булган қувватнинг ҳисобий қиймати аниқланади:

$$P_x = P_0 \cdot C_a \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \text{ кВт} \quad (11.15)$$

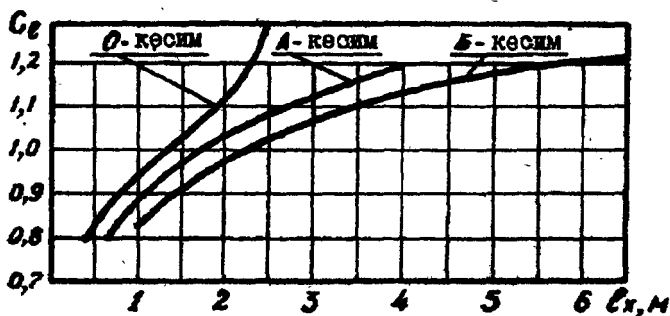
бу ерда: C_a — етакловчи шкивнинг қамров бурчагининг таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент, α бурчак қиймати 11.6—жадвалдан олинади.

11.6—жа д в а л

$\alpha, \text{град}$	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



C_L — тасманинг ҳисобий узунлиги таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент, унинг қийматини 11.16-расмдаги графикдан тасма



узуналигига мувофиқ танлаш мумкин, ёки $C_L = \sqrt{L/L_0}$ формула ёрдамида аниқланади.

C_u — етакланувчи шкивда эгилишдаги кучланиш қийматини узатиш сонига нисбатан камайишини ҳисобга олувчи коэффицент:

$u = 1,0$	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
$a = 1,5 d_1$	$1,2 d_1$	d_1	$0,95 d_1$	$0,9 d_1$	$0,85 d_1$

C_u — коэффицент 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 кўндаланг кесимининг баландлиги.

5. Узатмадаги тасмалар сони:

$$z = P / (P_x \cdot C_z) \quad (11.17)$$

бу ерда: C_z — узатмадаги тасмалар сони коэффиценти:

$z = 1$	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.

$$F_o = 0,85 P C_v C_l / (z V C_a \cdot C_v) + F_v$$

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 ўлчамлари 11.7—жадвалда берилган. Тасма

кесимини узатилаётган қувват ҳамда етакловчи шкивнинг диаметрига қўра 11.7—жадвалдан танлаш мумкин. Тасмада b_x/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 камайтириш шкивнинг энини кичрайтириш имконини беради.

Масала. Узатиш сони $u = 2,0$, етакловчи валдаги қувват $P_1 = 5,0$ кВт, айланиш сони $n_1 = 960 \text{ мин}^{-1}$ бўлган понасимон тасмали узатма ҳисоблансин. Иш режими икки сменали. Таранглаш автоматик равишда бажарилади.

Масаланинг ечим: 1. Узатилаётган қувват P_1 ҳамда айланиш сони n_1 га нисбатан тасманинг турини 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, $n_1 = 960 \text{ мин}^{-1}$ бўлганда 11.14—расмдаги графикдан Б кесимли тасмани танлаймиз. Тасманинг ўлчамлари $h = 10,5$ мм, $b_0 = 17$ мм, $b_x = 14$ мм, $d_1 = 125$ мм, $A = 138 \text{ мм}^2$, $q = 0,16 \text{ кг/м}$.

2. Етакланувчи шкивнинг диаметрини аниқлаймиз.

$$d_2 = d_1 \cdot u = 125 \cdot 2 = 250 \text{ мм}$$

Стандарт бўйича яхлитлаб $d_2 = 250 \text{ мм}$ қабул қиламиз.

3. Узатманинг геометрик улчамлари:

а) уқлараро масофа

$$2(d_1 + d_2) \geq a \geq 0,55(d_1 + d_2) + h$$

$$2(125 + 250) \geq a \geq 0,55(125 + 250) + 10,5; 750 > a > 216$$

$a = 500 \text{ мм}$ 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 $l = 1600 \text{ мм}$ деб оламиз.

в) уқлараро 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. Битга тасма ёрдамида узата олиш мумкин бўлган қувватнинг ҳисобий қиймати

$$P_x = P_0 \cdot C_a \cdot C_1 \cdot C_v \cdot C_p, \text{ кВт}$$

бу ерда: $P_0 = 1,8 \text{ кВт}$, $\alpha_1 = 166^\circ$ бўлганда $C_a = 0,95$, $C_1 = 0,87$ (11.16-расм); $C_v = 1,13$, $C_p = 0,87$. Бундан: $P_x = 1,8 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 1,13 \cdot 0,87 = 1,46 \text{ кВт}$.

5. Узатмадаги тасмалар сони

$z = P / (P_x \cdot C_v) = 5 / (1,46 \cdot 0,90) \approx 3,8$ яхлитлаб $z = 4,0$ деб қабул қиламиз. Демак, шарт бажарилди.

6. Валга таъсир қилувчи куч

$$Q = 2F_0 \cos(\beta/2)$$

бу ерда: $F_0 = 0,85 P$, $C_1 / (z \cdot C_a \cdot C_v) + F_v$
 $P = 5,0 \text{ кВт}$, $C_v = 0,87$, $z = 4$, $C_a = 0,95$

$$C_v = 1,13, F_v = 0. V = \frac{\pi d_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,125 \cdot 960}{60} = 6,26 \text{ с}^{-1}$$

$$\text{Бундан } F_0 = 0,85 \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot 0,87 \cdot 0,87 / (4 \cdot 6,26 \cdot 0,95 \cdot 1,13) = 120 \text{ Н}$$

$$\beta/2 = (180 - 166) / 2 = 7^\circ$$

$$Q = 2 \cdot 120 \cdot \cos 7^\circ = 235 \text{ Н}$$

Ярим понасимон тасмалар (11.1—расм). Бу чексиз қилиб тайёрланган ясси тасмалар булиб, ички томони узунлиги буйича қовургалардан тузилган. Бу қовургалар шкив айланаси буйича кесилган арикчаларга урнатилади. Тасманинг ясси қисмига мустаҳкамлиги юқори булган вискоза ёки лавсан материаллардан тайёрланган корд қуйилади. Кундаланг кесимининг эластиклигини ошириш учун эса бир неча қават мато жойлаштирилган.

Ярим понасимон тасмалар кундаланг кесими асосан уч хил, яъни: *K, L, M* булиб, улчамлари етакловчи шкивнинг диаметри d_1 ҳамда узатилаётган қувватта мувофиқ 11.8—жадвалдан танланади.

Бу хил тасмаларнинг қалинлиги понасимон тасмаларга нисбатан кам, яъни 1,5 марта кичик, лекин юкланиш даражаси бир хил булади.

11.8—жа д в а л

Шарт- ли 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			Таъсия этил- ган	Рухсат этил- ган
<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

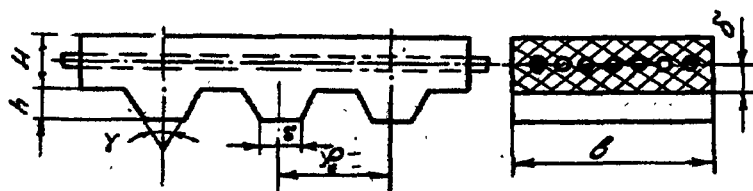
11.12—§ Тишли тасмали узатмалар

Тишли тасмали узатмалар ОСТ 38.05114—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 узатмалардек 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 $S = (1...1,2)m$; $\gamma = 50^\circ \div 40^\circ$ (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 , мин⁻¹. Тишли тасманинг тишлар сони қийматини етакловчи шкивнинг айланиш сонига нисбатан 11.10-жадвалдан танлаб оламиз. Тишлар сони ва модули аниқлангач тиш булувчи-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 к и в	
									S_w	h_w
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 булган 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 узгариши бир мсёйда	Юкланиш узгариши сезиларли даражада	Юкланиш узгариши потекис 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 булган тишли тасма узата оладиган жоиз кучнинг ҳисобий қиймати.

$$F_X = [F_0] \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot H$$

бунда: $[F_0]$ — эни 1 мм булган тишли тасма узата оладиган куч қиймати 11.11-жадвалдан олинади.

Бу курсда лойиҳаланаётган узатмалар учун $C_1 = 1,0$, $C_2, z_1 < 6$ булганда ишлатиладиган коэффициент.

$$C_2 = 1 - 0,2 (6 - z_1)$$

C_3 — узатмада қамров бурчагини ошириш учун ишлатиладиган роликларни ҳисобга олувчи коэффициент. Роликлар сони битта булганда $C_3 = 0,9$; иккита булганда $C_3 = 0,8$. F_1 — кучларнинг қиймати аниқлангач, тасманинг эни ҳисобланади.

$$b = \frac{F_1}{(F_X - qV^2) \cdot C_3} \quad (11.20)$$

бу ерда: q — 1 м узунликдаги тасманинг массаси, 11.11-жадвал; C_3 — тасманинг энини ҳисобга олувчи коэффициент.

$b \dots$	16	20	25	32,40	50,63	80	100
$C_3 \dots$	0,7	0,95	1,0	1,05	1,10	1,15	1,20

Етакловчи шкивнинг тишлар сони $z_1 < 6$ булганда тасма тишла-ридаги босим текширилади. $q = F_1 \varphi / z \cdot b h \leq [q]_z$
бу ерда: $\varphi \approx 2$ — тишнинг узунлиги ва баландлиги бўйича юкланишнинг тупланишини ҳисобга олувчи коэффициент; $[q]_z$ — жоиз, босим.

$\Pi_1, \text{ мин}^{-1} \dots$	100	200	400	1000	2000
$[q]_z, \text{ МПа} \dots$	2,5	2,0	1,5	1,0	0,75

Тишли тасмаларнинг улчамлари.
(ОСТ 38-05227-81)

11.11-жадвал

Улчамлари	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
Узатиш 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
Етакловчи шкивининг 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. Узатиш сони $u = 4$, етакловчи 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. Етакловчи шкивининг тишлар сони z_1 нинг қийматини 11.11—жадвалдан, узатманинг модули ҳамда етакловчи валнинг айланиш сонига қараб танлаймиз $m = 5$, $\Pi_1 = 960$ мин⁻¹ бўлганда $z_1 = 16$ (11.11—жадвал) бўлади.

Етакловчи шкив тишлар сони $z_2 = z_1 \cdot u = 16 \cdot 4 = 64$

3. Узатма гилдираklarининг геометрик улчамлари:

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

$$a_{\text{мин}} = 0,5 (d_1 + d_2) + C = 0,5 (80 + 320) + 20 = 210 \text{ мм.}$$

Аниқланган қийматни яхлитлаб $a = 250$ 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. Етакловчи шкивнинг қамров бурчаги

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \cdot \frac{d_2 - d_1}{a} = 180^\circ - 57^\circ \cdot \frac{320 - 80}{250} = 125^\circ$$

8. Етакловчи шкив билан илашишда бўлган тасманинг типлар сони

$$z_o = \frac{z_1 \alpha_1}{360^\circ} = \frac{16 \cdot 125}{360} = 6$$

9. Тасманинг эни

$$b = \frac{F_t}{(F_z - qV^2)C_s} \text{ мм}$$

бу ерда:

$$q = 0,007 \text{ кг/(м} \cdot \text{мм)}, V = 4,0 \text{ м/с}, C_s = 1,0.$$

$F_x = F_o \cdot C_v \cdot C_z \cdot C_r$ Н; $F_o = 30$ Н/мм; $C_v = 1,0$; $C_z = 1,0$; $C_r = 1,0$.
 $F_1 = P_1 \cdot k_r / V_1 = 2,8 \cdot 10^3 \cdot 1,2 / 4 = 840$ Н. $k_r = 1,2$
 Демак, $b = 840 / (300 - 0,00704) \cdot 1,0 = 28$ мм.

Аниқланган қийматни яхлитлаб $b = 32$ мм қабул қиламиз.

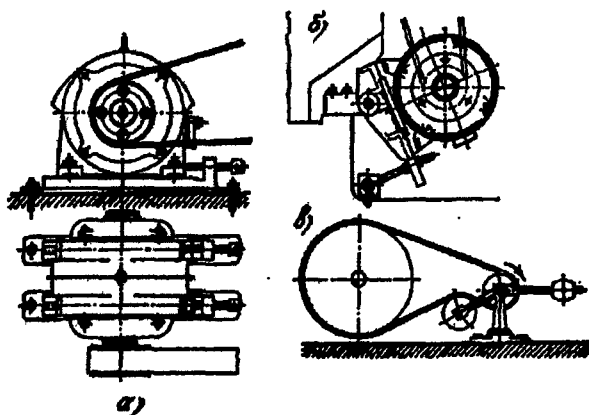
10. Валга таъсир қилувчи куч:

$$F_t = 1,1 \cdot F_1 = 1,1 \cdot 840 = 924 \text{ Н.}$$

11.13—§. Тасмали узатмаларни таранглаш

Маълумки, тасмали узатмаларда иш жараёнида ҳосил буладиган қолдиқ деформация ҳисобига тасма билан шкив уртасида босим пасайиши туфайли узатманинг юкланиш даражаси камаяди. Шунингдек юқорида курсатилганидек, F_x нинг қиймати тасманинг ишлаш муддати, тортиш қobiliяти 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 усулларидан яна бири жойидан осон силжийдиган қилиб урнатилган электр двигателни пружина билан тортиб қуйиш ёки уни ўз оғирлиги таъсирида тасмани тортиб турадиган тарзда оснидир (11.19—расм, б, в). Бундай ҳолларда тасманинг таранглиги доимо бир хил бўлиб туради.

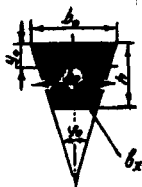
11.14-§. Тасмали узатмаларнинг шкивлари

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-жадвал

Шкив ариқчасининг бурчаги	Шкивларнинг диаметрлари, мм				
	0	A	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 ўлчамлари (ГОСТ 20889-80)					
Шкив ариқчасининг ўлчамлари	ГОСТ 1284-1-80 асосида тасма ариқчаси ўлчамлари				
	0	A	Б	В	Г
b_1	8,5	11,0	14,0	19,0	27,0
b_0	2,5	3,3	4,2	5,7	8,1
h энг камда	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



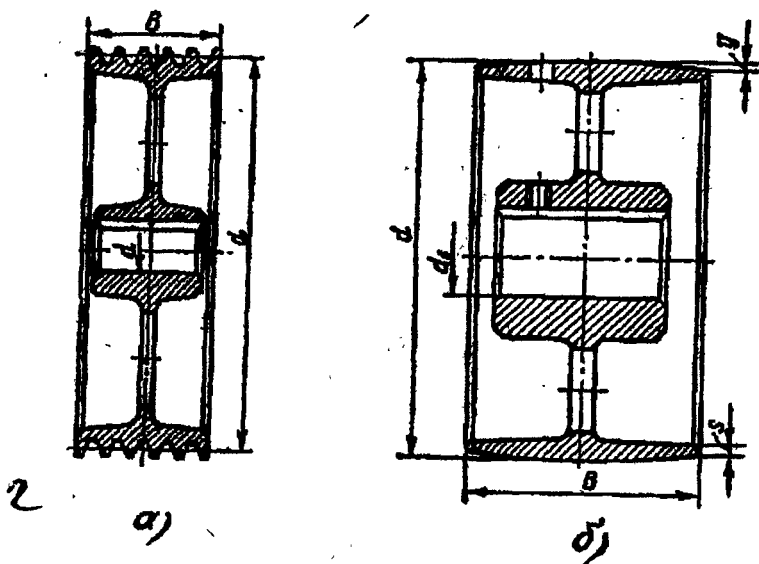
Шкивлар асосан қўйма шаклда материаллардан тайёрланади, шунингдек пайванданиш йули билан пулат материаллардан, қуйиш йули билан енгил қоршима материаллардан тайёрланади.

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 энига қўра юқоридagi жадвалдан олинади. Шкивнинг тузилиши 11.20—расм, б да берилган.

Понасимон тасмали шкивларнинг диаметрлари ГОСТ асосида яхлитланади.



11.20 — расм.

11. 15—§. Таранглиги узгарувчан тасмали узатмаларни ҳисоблаш

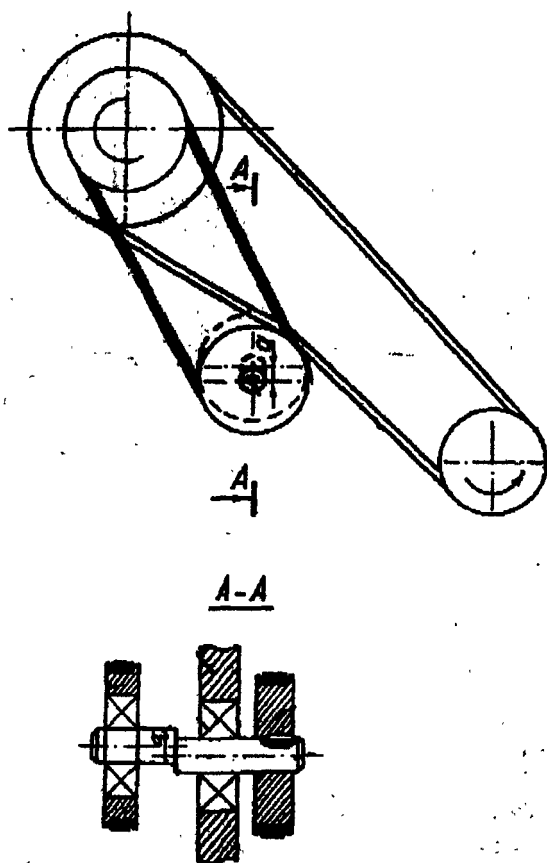
Ишлаб чиқариш шароитида, кўп ҳолларда, машина ва механизмлар ишчи органларининг керакли амплитуда ва частотада узгарувчан бурчак тезлик билан ҳаракат қилиши талаб этилади. Бундай ҳаракатни амалга ошириш мақсадида таранглигини узгартирувчи қурилмалар тасмали узатмалар тавсия этилади. 11.21—расмда таранглаш 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:

$$u_{1,2} = \frac{EF}{\left\{ EF - (e^{\mu\beta} - 1) \left[a \cos \left(\arctg \frac{r \sin \varphi_1}{a + r \cos \varphi_1} \right) + \sqrt{r^2 - a^2} \sin \left(\arctg \frac{r \sin \varphi_1}{a \cos \varphi_1} \right) - r \right] k + S, \right\}}$$

бу ерда: a — экцентриситет; r — айлана радиуси; E — тасманинг эластиклик модули; F — тасманинг қундаланг кесими; μ — ишқаланиш коэффициент; β — тасманинг сирпаниш бурчаги.



11.21 — расм.

Савол ва топшириқлар

1. Тасмаларнинг кундаланг кесими буйича 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 сонни 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

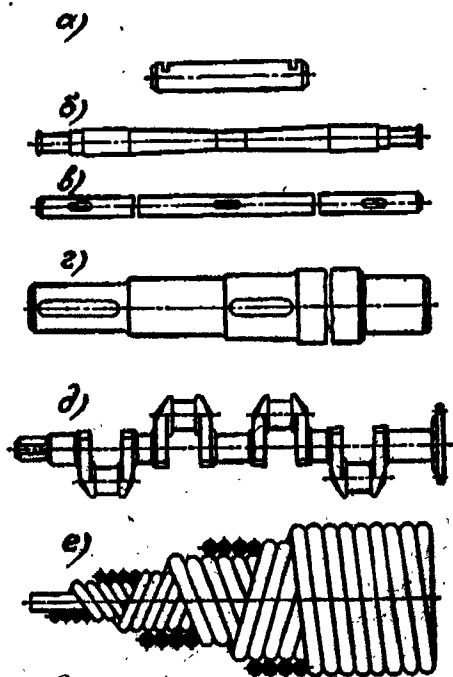
12.1-§. Умумий маълумот

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 узи 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 кўринишда 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 буладиган кучланиш таъсирида ишлайди.

Вал ва уқлар 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 йуллари билан термик қайта ишлов берилади. Катта тезлик билан айланувчи валларнинг materiali масалан, сирпаниш подшипниклари учун углерод билан туйинтирилган 20Х, 12ХН3А, 18ХГТ ёки азот билан туйинтирилган 39Х2МЮА маркали пулат материаллардан тайёрланади. Хром билан туйинтирилган цапфанинг ейилишга чидамлилиги 3 — 5 марта кўп булади.

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 ўтказишни 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. Уқларни 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; n — валнинг айланиш сони, мин⁻¹, d — валнинг диаметри; $[\tau] = 15 \div 25$ МПа бурилишдаги кучланишнинг жоиз қиймати.

Топилган тахминий диаметрға асосланиб, валнинг тузилиши чамалаб чизиб олинади. Бунда валнинг исталган кесимидаги кучланиш иложи борица бир хил бўлишига эришиш лозим. Бунинг учун валнинг айланувчи деталь ўрнатилган ўрта қисмини йўғонроқ қилиб, таянчларга яқинлашган сари ингичкалаштириб бориш тавсия этилади. Валнинг четки қисми диаметрини танлашда уни электродвигатель валига мос, яъни $d = (0,8 \div 1,2) d_{\text{э}}$ га келтириш кераклигини назарда тутиш лозим.

Валнинг тузилиши қўйилган талабга тула жавоб беришига ишонч ҳосил қилинганч, унинг мустаҳкамлиги текшириб кўрилади. Буниники 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 утилган 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 ғилдираклар ўзаро илашганда юкланиш ғилдиракнинг 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.

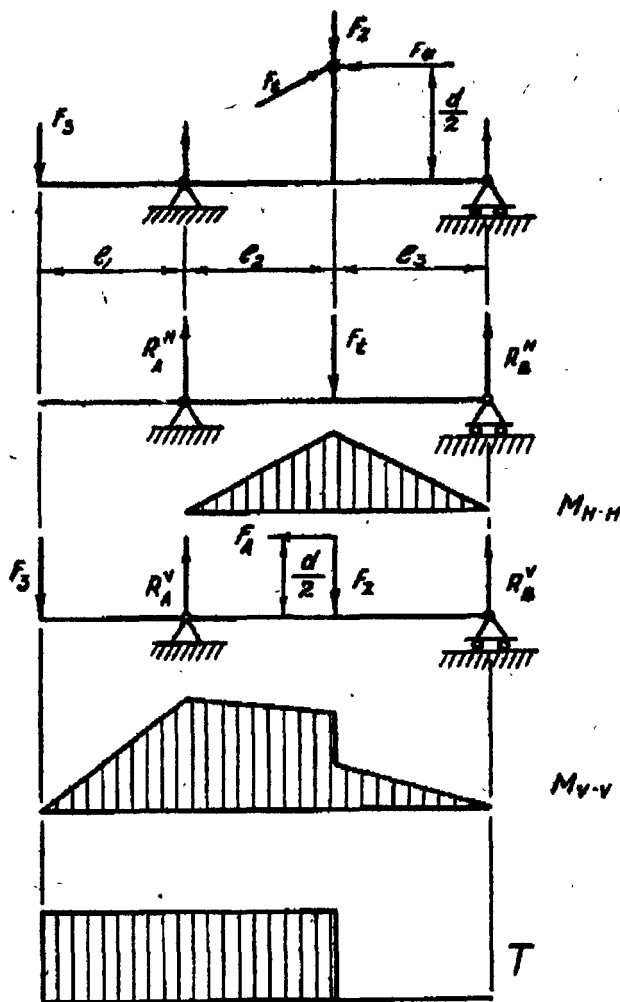
12.2—расмда валга F_1 , F_2 , F_3 кучлар ҳамда занжирли узатмадан валга таъсир қилувчи F_4 куч схемаси берилган. Агар узатма вали

двигатель билан муфта ёрдамида бириктирилган булса 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 ёпик 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 эғувчи момент (M_{H-H} , M_{V-V}) эпюраси тасвирланган. Бу эғувчи момент қийматлари асосида валнинг энг хавфли кесими учун эғувчи 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 эғувчи момент қийматлари.

Буровчи момент T эпюраси қурилиб, валга таъсир қилувчи моментларнинг эквивалент қиймати аниқланади:

$$M_{\text{эк}} = \sqrt{M_y^2 + T^2}$$

Бу асосида вал хавфли кесимининг диаметри аниқланади:

$$d = \sqrt{\frac{M_{\text{эк}}}{0,1 \cdot [\sigma]_x}} \text{ мм} \quad (12.1)$$

бу ерда: $[\sigma_x] = 50\text{--}60$ 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 чиқинчи камдан—кам учрайди).

Валларнинг толиқиши уларнинг юкланиш характериға боғлиқ бўлади. Юкланиш характериғни қўпинча аниқ билиш қийин бўлганлиги учун эгилишдаги кучланишнинг қийматини аниқлашда юкланиш характери симметрик (1.1—расм, а га қаранг) деб, буровчи момент таъсири узгарувчан 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 тупланишини, 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.

$$S = \frac{S_\sigma \cdot S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}} \geq [S] = 1,5 + 2,5 \quad (12.2)$$

бу ерда: $S_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_\sigma}{k_d \cdot k_F} \cdot \sigma_a + \psi_\sigma \cdot \sigma_m}$ — нормал кучланишлар буйича

хавфсизлик коэффициентини.

$$S_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau}{k_d \cdot k_F} \cdot \tau_a + \psi_\tau \cdot \tau_m}$$
 — уринма кучланишлар буйича хавфсиз-

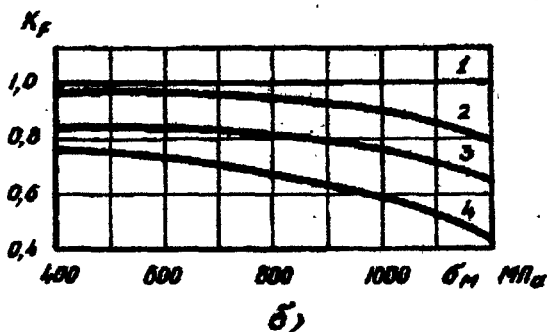
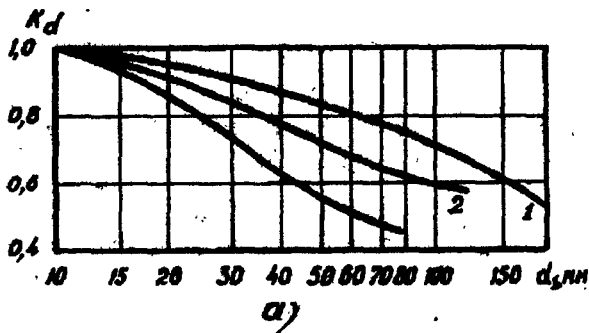
лик коэффициентини.

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).

$\sigma_m = 0$; $\sigma_a = \sigma_x = M_y / (0,1 d^3)$. $\tau_m = \tau_a = 0,5 \tau = 0,5 T / (0,2 d^3)$

ψ_σ, ψ_τ — кучланишлар циклининг узгармас қисмини мустаҳкам-ликка таъсирини эътиборга олувчи коэффициентлар.



12.3 - расм.

Бу коэффициент қийматлари вал материалининг характе-
ристикасига боғлиқ бўлиб, қуйидагича олинади:

Кам углеродли материаллар $\psi_0 = 0,05$, $\psi_r = 0$.

Уртача углеродли материаллар $\psi_0 = 0,10$, $\psi_r = 0,05$.

Легирилган пулат материаллар $\psi_0 = 0,15$, $\psi_r = 0,1$.

$\sigma_{-1} = 0,43 \sigma_x$, $\tau_{-1} = 0,58 \sigma_{-1}$ — вал материалининг чидамлилиқ
чегараси.

k_s , k_r — вал диаметрини ҳамда сирт тозалигини ҳисобга олувчи
коэффициентларнинг қийматлари 12.3—расм а, б ларда график
равишда берилган.

k_s , k_r — валларни эгилиш ва буралишида кучланишларнинг
тупланишини ҳисобга олувчи коэффициент, уларнинг қийматлари
12.1, 12.2—жадвалдан олинади.

Валларнинг илпидли, шпонкали кесимлари учун k_s , k_r
коэффициент қийматлари

12.1—жа д в а л

σ_m , МПа	Илпидлар учун, k_s	Эвольвентоли илпидлар учун, k_s	Тугри бур- чакли илпид- лар учун k_s	Шпонкали валлар учун k_s	Шпонкали валлар учун k_r
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 туйинтириш, чидамлилигини эса ю.ч.т. ёрдамида
тоблаш йўллари билан 50% гача ошириш мумкин.

Ишлаш жараёнида пластик деформация бўлишга йўл қўймас-
лик учун статик кучларга мастаҳкамлиги текширилади. Бунда
эквивалент кучланиш қуйидагича аниқланади.

$$\sigma_{\text{эк}} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma] \quad (12.3)$$

бу ерда: $\sigma_x = M / (0,1 d^3)$, $\tau = T / 0,2 d^3$

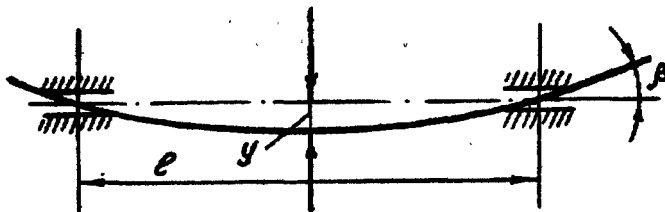
M , T — вал хавфли кесимидаги эгувчи ва буровчи моментлар.

Жоиз кучланишнинг энг катта қиймати вал материалининг
оқиш чегарасига яқин қилиб олинади, яъни:

$$\sigma \approx 0,8 \sigma_{\text{эк}} \text{ МПа}$$

12.5—§. Валларни бикрликка ҳисоблаш

Валларнинг иш жараёнида эгилиши уларнинг ҳамда улар билан боғлиқ булган деталларнинг ишига салбий таъсир курсатади. Шу сабабли валларнинг эгилишдан ҳосил буладиган салқилиқнинг ҳамда таянчга нисбатан қиялик бурчагининг қиймати маълум чегарадан ортиб кетмаслиги лозим (12.4—расм). Масалан, думалаш подшипниклари ўрнатилган валлар айланишда думалаш элементлари ҳалқаларда сиқилмаслиги, роликли подшипник ўрнатилган валда юкланиш ролик узунлиги бўйича бир текис тақсимланиши лозим.



12.4 — расм.

Салқилиқнинг жоиз қиймати валнинг тузилиши, ишлаш шароити ҳамда қўйилган талабларга қура, ҳар бир ҳол учун алоҳида белгиланади. Масалан, тишли гилдирак ўрнатилган валлар учун салқилиқнинг энг катта қиймати $(0,0002 - 0,0003) l$ дан ошмаслиги керак, бу ерда l — таянчлар ўртасидаги масофа. Цилиндрсимон тишли гилдирак учун салқилиқ 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 чидамчилигини ҳисоблаш

Бундан асосий мақсад валларнинг синишига сабаб буладиган резонанс ҳодисасига йўл қўймасликдир. 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

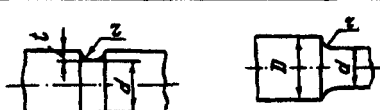
тасига мос келиб қолади. Бундай ҳолларда тебраниш амплитудаси кескин катталашади ва оқибатда вал синади. Демак, резонанс ҳодисаси содир бўлмаслиги учун валларнинг мазкур шароитдаги айланиш тезлигининг қиймати айланишлар частотасининг критик қийматига тенг бўлиб қолмаслиги керак. Айланиш частотасининг критик қиймати қуйидагича топилади:

$$\Pi_{\text{кр}} = \frac{30 \omega_{\text{кр}}}{\pi} = \frac{30}{\pi} \sqrt{q/Y_{\text{ст}}} \quad (12.4)$$

бу ерда: $\omega_{\text{кр}}$ — 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; $Y_{\text{ст}}$ — валда ҳосил бўладиган статик салқилик.

12.2—жа д в а л

Погонали валда галтель кесим учун k_0 , k_1 қийматлари

t/r	t/d	$\sigma_{\text{м}}, \text{ МПа булганда } k_0$				$\sigma_{\text{м}}, \text{ МПа булганда } k_1$			
		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 тусатдан 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 ($2P_{кр}$, $3P_{кр}$ ва ҳ.к.) такрорланиб туради, буни ҳам эсдан чиқармаслик керак.

Одатда, резонанс ҳодисаси руй бермаслиги учун бикр валларда $P \leq 0,7 P_{кр}$, эгилувчан валларда эса $P \leq 1,3 P_{кр}$ 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

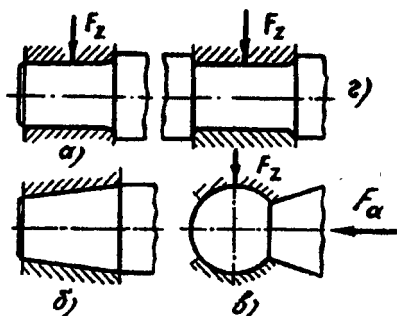
Подшипниклар вал ҳамда ўқларнинг таянчларига ўрнатилиб, таянч вазифасини утайди, яъни таянчга тушадиган кучни бевосита қабул қилади.

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.

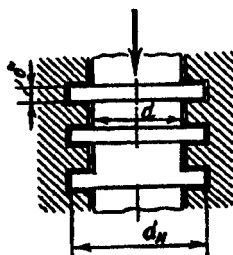
Айланаётган вал ёки ўқ шиплари подшипникларда ишқаланади. Ана шу ишқаланишнинг турига қараб подшипниклар сирпаниш подшипниклари билан думалаш подшипникларига бўлинади. Шунингдек, ҳар хил йўналишда таъсир қиладиган кучлар учун ҳар хил подшипниклар ишлатилади. Масалан, вал ўқига тик таъсир қилувчи кучларни 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 уқларнинг таянчларга мўлжалланган қисми цапфа дейилади. Цапфанинг шакли цилиндрсимон, конуссимон (13.1—расм, а, б), золдирсимон (13.1—расм, в) бўлиши мумкин. Бу



13.1 — расм.

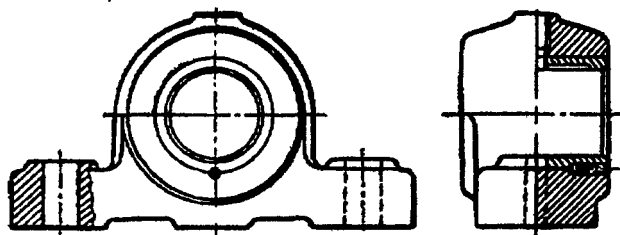


13.2 — расм.

таянчлар ва ёки уқнинг учида жойлашган бўлса ш и п деб, уртасида жойлашса б у й и н деб аталади. Агар вал ёки уқнинг 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.

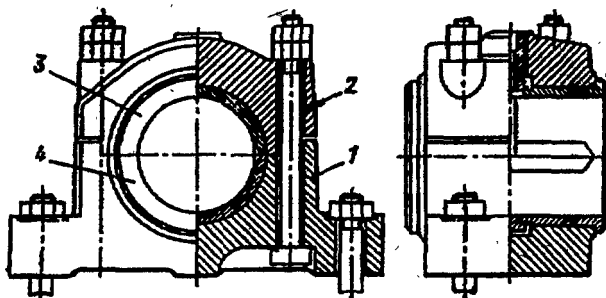
Ажралмайдиган ичқўямасиз подшипникларнинг тузилиши оддий бўлиб, вақти—вақти билан ишлайдиган секин ҳаракатланувчи машиналарда ишлатилади (13.3—расм).



13.3 — расм.

Ажраладиган подшипниклар (13.4—расм) корпус 1, икки булак 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 сундиради.

4. Подшипникларнинг диаметр бўйича улчамлари 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 ичқуймалари

Сирпаниш подшипникларининг асосий деталлари ичқуйма бўлиб, у ажралмайдиган втулка кўринишида ҳамда ажраладиган икки паллалли қилиб тайёрланади.

Ичқуймаларнинг ишқаланиш юзаси бутун ишлаш давомида жуда кам ейилади. Ичқуймаларнинг мустаҳкамлигини таъминлаш учун уларнинг пулат, чуян ёки бронза материал юзалари антифрикцион материал билан қопланади.

Корпусга ўрнатиладиган ичқуймаларнинг қалинлиги қуйидагича аниқланади:

$$\delta_v = (0,035 \dots 0,05) d + 2,5$$

бу ерда: d — цапфа диаметри. Қоплаш учун ишлатиладиган антифрикцион материалларнинг қалинлиги $\delta = 0,01 d$. Полиамид материалдан тайёрланган ичқуймаларнинг қалинлиги $\delta_v = (0,04 \dots 0,05) \cdot d + 1$; қоплаш учун ишлатиладиган антифрикцион пластмасса материалларнинг қалинлиги $\delta_v = (0,015 \dots 0,02) d$ бўлади.

Катта серия билан тайёрланадиган ичқўймаларнинг иш унумдорлигини ошириш учун ишқаланиш юзасига лента қўпланади. Бунда лентанинг қалинлиги 1,5...2,5 мм гача бўлиб, қўплаш 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, калга сирпаниш подшипникларида $l/d \approx 0,3...0,4$ бурчак тезлиги катта бўлган автомобиль двигателларида 0,5...0,6; дизель подшипникларида 0,5...0,9; суюқликдаги ишқаланиш таъминланган прокат станокларида 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 кўп 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, сунг углерод ёки азот билан тўйинтирилиб, иш юзасининг қаттиқлиги *HRC* 55 — 60 гача етказилади.

Ичқўйма материаллари ишқаланиш коэффиценти 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 ичқуймалар тайёрлаш мумкин. Бундай ичқуймаларнинг афзаллиги шундаки, узелни мойлаш учун сув ишлатилади. Пластмассадан тайёрланган ичқуймаларда сирпаниш тезлиги 0,5 м/с булганда, босим $q = 10$ МПа гача булиши мумкин.

13.5—§. Подшипникларнинг ишлаш шароити ва емирилиши

Вал айлана бошлаши билан унинг сирти подшипникдаги ичқуйма устида сирпаниб ишқалана бошлайди. Ичқуйма сиртининг ейилиши маълум чегарадан ортиб кетса, механизмнинг ишлаши ёмонлашади.

Подшипникнинг чидамлилиги, асосан, ейилиш суръати билан белгиланади. Ейилишнинг суръати куп жиҳатдан ишқаланиш жараёни содир булаётган сиртлар орасидаги муҳитта боғлиқ. Ана шу муҳитта қараб, ишқаланиш уч турга булинади:

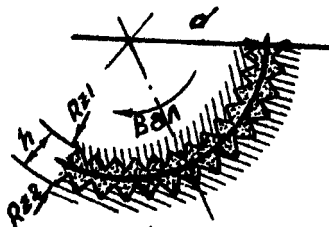
1. Қуруқ ишқаланиш — мойланмаган сиртлар орасидаги ишқаланиш.

2. Суюқликдаги ишқаланиш. Бунда ишқаланаётган сиртлар узаро қовушқоқ мой қатлами билан бутунлай ажралган ҳолда булади. Мой қатламининг қалинлиги цапфа ҳамда ичқуйма сиртларида ишлов беришдан ҳосил булган нотекисликлар йигиндисидан албатта катта булиши керак (13.5—расм).

Суюқликдаги ишқаланишнинг ҳаракатта кўрсатадиган қаршилиги жуда кичик (ишқаланиш коэффиценти 0,005) булади. 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 булмайди. Ишқаланиш қуруқ ишқаланишга яқин булса, н и м қ у р у қ и ш қ а л а н и ш , суюқликда ишқаланишга яқин булса, 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 булганда ишқаланиш коэффиценти 0,008...0,1 оралигида, ним қуруқ ишқаланиш руй берганда эса 0,1...0,2 оралигида булади. Ишқаланишнинг юқоридаги турларидан сирпаниш подшипниклари учун энг маъқули суюқликда ишқаланишидир.



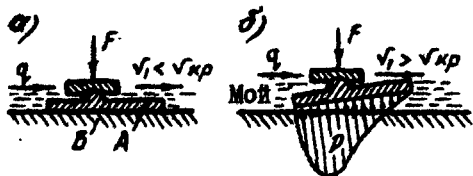
13.5 — расм.

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 жойлаштирилган иккита A ва B ясси жисмга 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 жисмнинг 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 $V_{\text{кр}}$ қийматга етганда, яъни $V_1 < V_{\text{кр}}$ бўлганда A жисм мойни сидириб улгура олмайди; натижада у мой қатлами устига кўтарилиб, чап томонга энгашган ҳолда ҳаракатни давом эттира бошлайди. Юқорида эслатиб, утилган назарияга кўра, ўзаро ҳаракатланаётган икки жисм орасидаги бушлиқ понасимон шаклда бўлса, жисмлар уртасида гидродинамик босим q ҳосил бўлади. Бу босимнинг қиймати ташқи юкланишнинг қийматига етгач, A жисм B жисмнинг 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 бушлиқ албатта понасимон шаклда бўлиши шарт.

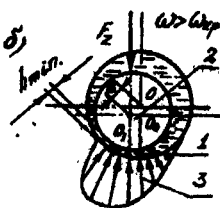
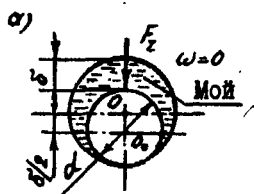
Биз кўрган мисолда A жисмнинг унг томонидаги учи кўтарилган, бу эса понасимон бушлиқ ҳосил қилишга ёрдам беради, агарда шу шарт бажарилмаса понасимон бушлиқ ҳосил бўлмайди (13.6—расм, а).



13.6 — расм.

Масалан, радиал подшипникларда (13.7—расм, б) цапфа билан ичқуйма диаметрлари орасидаги фарқ туфайли иш жараёнида понасимон бушлиқ ҳосил бўлади. Ҳаракатсиз турган вал ўз оғирлиги билан ичқуймани босиб туради, яъни бундай ҳолатда паст томонда улар орасида ҳеч қандай бушлиқ ҳосил бўлмайди (13.7—расм, а). Юқори томонидаги бушлиқ жониз максимум қийматга етади. Вал—

нинг ҳаракат тезлиги маълум критик қийматдан ошиб, бушлиқдаги мойнинг гидродинамик босими валнинг огирлигини енгадиган даражага етгач, цапфа билан ичқуйма 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 ичқуйма марказига яқинла-



13.7 — расм.

шиб боради. Бироқ уларнинг маркази ҳеч қачон бир нуқтага туғри келиб қолмайди, чунки бундай ҳолда понасимон бушлиқ ва демак, гидродинамик босим йўқолиб, вал узининг огирлиги таъсирида паст томонга силжийди. Бу деган суз ҳар қандай шароитда ҳам, юқоридаги шартлар бажарилса, понасимон бушлиқ 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, $q = F/l d$ — 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) ўзаро ишқаланаётган сиртлар орасидаги бушлиқ понасимон шаклда бўлиши;

б) жисмларнинг бир-бирига 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 уртача 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 боғлиқ бўлиб унинг аниқ қийматини топиш қийин.

Ц а п ф а — ичқуймада ним қуруқ, ним суюқликдаги ишқаланиш бўлганда ейилишга чидамлиликини икки хил йўл билан ҳисоблаш мумкин:

а) солиштирма босим бўйича;

б) солиштирма босим билан сирпаниш тезлигининг купайтмаси 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 купайтмасининг жоиз қиймати, МПа м/с

13.1—жа д в а л

Ичқуйма материали		qV , 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-запрон АК-7		4	15	15
Резина (сув билан мойланганда)		—	2...6	—

Цапфани лойиҳалаш учун $\phi = l / d$ нинг қиймати танлаб олинади. ϕ нинг кичик қийматларини катта юкланиш ва тезликда, катта

қийматни аниқлик даражаси юқори ва бикрлиги катта булган валларда олиш тавсия этилади.

$l = \varphi d$ ни юқоридаги формулага қўйсақ, $q = \frac{F_r}{\varphi d^2} \leq [q]$ натижада

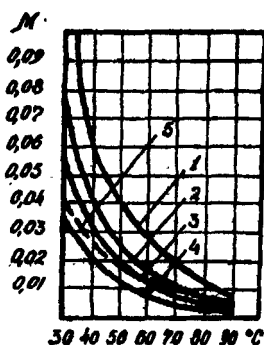
$$d = \sqrt{\frac{F_r}{\varphi [q]}} \text{ мм} \quad (13.2)$$

13.8—§. Радиал подшипникларни сууюқликда ишқаланиш режими буйича ҳисоблаш

Юқорида қўрилган гидродинамик назария асосида радиал подшипникларни сууюқликда ишқаланиш режими буйича ҳисоблаш—ни кўриб 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 ичқўйма уртасидаги бушлиқ δ , мой тури μ аниқланади.

Подшипникларни сууюқликда ишқаланиш режими буйича ҳисоблашга график усулдан кенг фойдаланилади. Бу усул ҳисоблашни бирмунча соддалаштириб, зарур параметрларни тез аниқлашга имкон беради. Ҳисоблашни осонлаштириш мақсадида қўйидаги ўлчовсиз коэффициентлар қабул қилинган (13.8—расм).



13.8 — расм.

$\psi = \delta / d$ — подшипникнинг нисбий узунлиги;
 $\psi = \delta / d$ — подшипникдаги нисбий буш—

лик; $\chi = \frac{\zeta}{\delta/2}$ — нисбий эксцентриситет

(бу коэффициент сууюқликда ишқаланиш режимида цапфанинг подшипникдаги ҳолатини белгилайди).

Подшипникларни қўйидаги тартибда ҳисоблаш тавсия этилади.

1. Нисбий узунлик l/d нинг қиймати қабул қилинади. Кўпинча $l/d = 0,5 \dots 0,1$ оралиғида олинади. Нисбий қийматлари

($l/d < 0,4$) булган подшипниклар, камроқ юкланиш билан ишлайди; узун подшипниклар $l > d > 1$ эса юқори даражада аниқлик билан тайёрланиши ва жуда бикр булиши керак. Акс ҳолда цапфанинг ҳамма нуқталарини ичқўймага бир текисда тегиб турадиган қилиб жойлаштириш қийин бўлади, бу эса механизм ишита салбий таъсир кўрсатади.

Қабул қилинган нисбий узунликнинг қанчалик туғри танланганлиги (13.1) формула ёрдамида текшириб курилади.

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 $\psi = 0,003...0,001$.

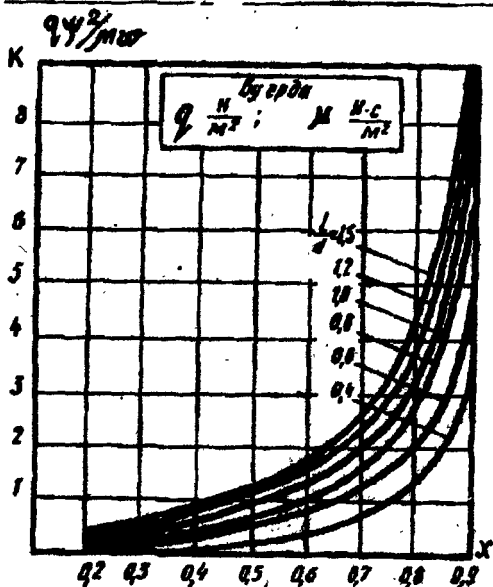
$d = 100 - 500$ мм булганда $\psi = 0,002...0,001$.

$d = 500 - 1000$ мм булганда $\psi = 0,0015...0,0003$.

Диаметри нисбатан кичик (250 мм гача) булган валлар учун δ нинг қийматини стандартда келтирилган утқазишлар Н7/г7, Н9/е8, Н7/е8 нинг бирортаси учун қабул қилинган бушлиқлар қиймати билан мослаштириш тавсия этилади.

3. Мойнинг тури ва ишлаш жараёнидаги ўртача иссиқлиги танланади. Мойнинг тури унинг қовушқоқлиги ҳамда ишлатилиш соҳаларини ҳисобга олган ҳолда ГОСТ буйича 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 суяқликда ишқаланиш режимини таъминлаш учун зарур бўлган қалинликнинг энг кичик қиймати аниқланади:

$$h_{\min} = R_1 + R_2$$

бу ерда: R_1 , R_2 — цапфа билан ичқуйма сиртларидаги нотекисликларнинг уртача баландлиги; буларнинг қийматлари сиртларнинг аниқлик даражасига боғлиқ бўлиб, амалий ҳисоблашларда цапфа учун $R_1 = 3,2$ мкм, ичқуйма учун $R_2 = 6,3$ мкм олиш тавсия этилади.

6. h , h_{\min} қийматлар буйича, подшипник мой қатламининг ишонччилик хавфсизлик коэффициенти аниқланади ва жоиз қиймат билан солиштирилади, яъни:

$$S_h = h / h_{\min} \geq [S_h] = 1,5 \dots 2$$

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 камчиликлари ҳақида сузлаб беринг.

2. Сирпаниш подшипникларининг ишлаш жараёнида ҳосил буладиган ишқаланиш турлари.

3. Қандай ҳолларда ним қуруқ, ним суяқ ҳамда суяқ ишқаланиш шартларидан фойдаланилади?

4. Сирпаниш подшипникларни мойлаш учун қандай мойлар ишлатилади?

5. Қандай ҳолларда сирпаниш подшипниклари учун суяқ, қуюқ мойлар ишлатилади?

6. Ним қуруқ ҳамда ним суяқ ишқаланиш билан ишлайдиган сирпаниш подшипниклари қандай ҳисобланади?

7. Подшипник ичқўймаларини тайёрлаш учун қандай материаллар ишлатилади?

14—боб. ДУМАЛАШ ПОДШИПНИКЛАРИ

14.1—§. Умумий маълумотлар

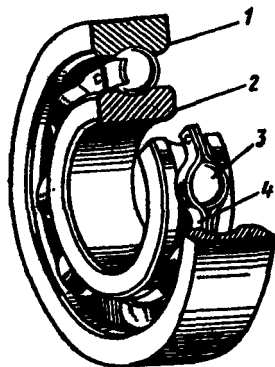
Думалаш подшипниклари думалаб ишқаланишга сарфланадиган қувватни кескин қамайтиришга имкон беради, яъни бу подшипникларнинг фойдали иш коэффициенти сирпаниш подшипникларникига нисбатан юқори бўлади.

Подшипникларнинг ҳамма элементлари стандартлаштирилган бўлиб, думалаш элементлари учун йулакчалари бўлган ташқи 1, ички халқалар 2 думалаш элементи 3 (золдир, ролик), думалаш элементларини бир—биридан ажратиб турадиган сепаратор 4 (14.1—рasm)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 булиши мумкин.



14.1 — рasm.

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 ҳаракатланидиган узелларда ишлатиш мумкин, роликли подшипникларга 50 — 70% кўпроқ 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, оғир серияларга бўлинади. Эни бўйича энсиз, ўртача энли, энли ҳамда нисбатан энли серияларга бўлинади. Саноатда кўп 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, оғир серия 4, енгил энли серия 5, ўртача энли серия 6. Ўнг томонидан тўртинчи рақам подшипникнинг турини 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 резьбали втулка ўрнатилган.

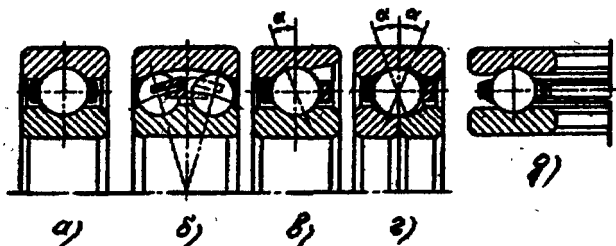
Шу шартли белги олдига тире қўйилиб ёзилган 6,5,4,2 сонлар подшипникнинг аниқлик классини билдиради. Сонларнинг қиймати ортиши билан аниқлик класси ортиб боради, агар сон бўлмаса, аниқлик класси нормал деб тушунилади. Масалан, аниқлик класси нормал бўлган бир қаторли золдирли радиал подшипникларнинг 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 мўлжалланган 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.



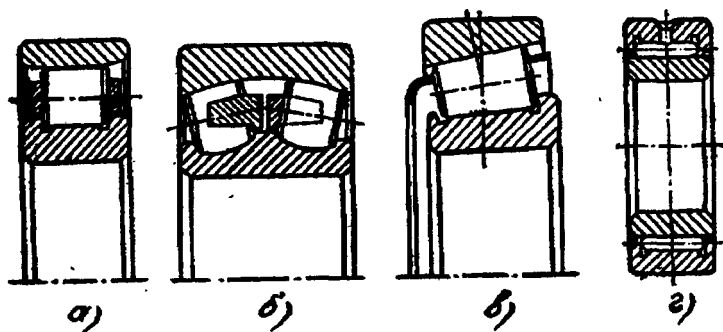
14.2 — расм.

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 иккитаси ўрнатилса, бунда икки томонлама таъсир қилувчи бўйлама кучларни қабул қилиш мумкин, ҳамда подшипник катта юкланиш таъсирида

ишлаши мумкин. Таянчга урнатиладиган подшипникларда $\alpha = 26^\circ$, $\alpha = 36^\circ$ бўлса, бундай подшипниклар иккитадан урнатилиши 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 мувожазланган бўлиб, ҳалқаси $0,5...2,5^\circ$ гача бўрилиши 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 $1,5^\circ — 2^\circ$ бўрилиши мумкин.

Игнасимон роликли подшипниклар (14.3—расм, г) радиал улчамлари 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 улчамлари, аниқлик класс, 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 қimmat; 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

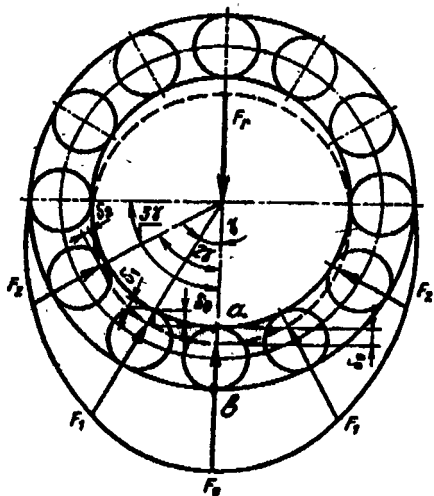
Радиал кучлар таъсирида подшипникнинг думалаш элементлари нотекис юкланади (14.4—расм). Бунда подшипник думалаш элементларининг ярми юкланишли, ярми юкланишсиз бўлади, муво-занат шартидан фойдаланиб, таъсир этувчи кучни золдирлар орасида қай тарзда тақсимланишини аниқлаш мумкин, яъни:

$$F_r = F_0 + 2F_1 \cos \gamma + 2F_2 \cos 2\gamma + \dots + 2F_n \cos n\gamma$$

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 қуйиб қуйидаги

ифодани оламиз $F_r = F_0 (1 + 2 \sum_1^n \cos^{5/2} n\gamma)$. Бу ердан энг катта юклан-

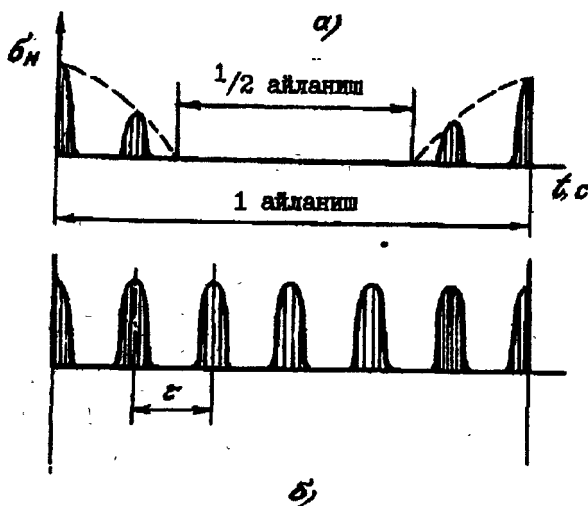
ган золдирдаги кучни аниқлаш мумкин.

$$F_0 = k F_r / z; k = z / 1 + 2 \sum_1^n \cos^{5/2} n\gamma.$$

Подшипникнинг думалаш элементларига таъсир қилувчи энг катта куч қийматларини қуйидагича аниқлаш мумкин. Бир қаторли золдирли подшипниклар учун $F_0 = 5F_r / z$. Икки қаторли золдирли сферик подшипниклар учун $F_0 = 6F_r / (z \cos \alpha)$. Роликли подшипниклар учун $F_0 = 4F_r / z$. Икки қаторли роликли подшипниклар учун $F_0 = 5,2F_r / z$.

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 иланган 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:

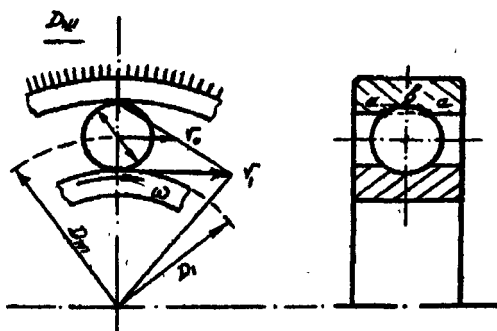
$$\omega_z = 2(V_1 - V_0) / d_z = 0,5 \omega D_1 / d_z$$

булади. Сепараторнинг айланиш частотаси золдирнинг вал ўқи атрофида айланиш частотасига тенг бўлиб, қуйидагича ифодаланади:

$$\omega_c = 2V_0 / d_z = 0,5 \omega D_1 / (D_1 + d_z) \approx 0,5 \omega$$

Демак, сепаратор вал билан бир йўналишда унинг айланиш частотасидан икки марта кичик тезлик билан ҳаракатланади. Бунда сепараторнинг тезлиги золдирнинг диаметрига боғлиқ бўлиб, d_z 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 $aba = \epsilon$ й бўйича 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 узгарувчан кучланишлар таъсирида думалаш элементларининг думалаб ҳаракатланиши натижасида, циклар сони меъёридан ошганда иш юзаларида дарз пайдо бўлади. Вақт ўтиши 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 буйича 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 тўғри келган золдир ёки шу золдир билан контактда бўлган ҳалқа парчаланиб кетиши мумкин. Юкланиш бир текис тақсимланганда бундай ҳодисалар рўй бермайди.

Саноатда кўпгина машиналар (қишлоқ хўжалиги, туқимачилик 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 юкланишли 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 буйича 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 $L > 10$ 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.

Утқазилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, подшипник динамик юк кўтарувчанлик қиймати C билан ишлаш муддати (айланиш сони) ўртасида қуйидагича боғланиш бўлади, яъни:

$$L = a_1 \cdot a_2 \left(\frac{C}{R_s} \right)^g \text{ млн. мин}^{-1}; \quad C_x = R_s \sqrt[3]{\frac{L}{a_1 \cdot a_2}} \text{ кН.} \quad (14.1)$$

бу ерда: L — ишлаш муддати млн. мин⁻¹ ҳисобида; R_s — 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 материалларини 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 узелининг уз ўқи атрофида буралиши нисбатан кам; 111 — ҳалқа ва думалаш элементлари юқори сифатли пулат материаллардан тайёрланиб, улар уртасида гидродинамик пленка мавжуд, ҳамда подшипник узелининг уз ўқи атрофида буралиши нисбатан кам.			

Агар подшипникнинг айланиш сони ўзгармас бўлса, унинг ишлаш муддатини (соат ҳисобида) қуйидагича аниқлаш тавсия этилади.

$$L_h = \frac{a_1 \cdot a_2 (C/R_s)^s \cdot 10^6}{60 \cdot n} \text{ ёки } L_h = \frac{L \cdot 10^5}{6 \cdot n} \geq [L_h] \text{ соат} \quad (14.2)$$

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 ўзгармас, ўзгарувчан ёки зарб билан таъсир қилиши мумкин. Шунингдек иш жараёнида подшипникнинг ташқи ёки ички ҳалқаси айланиши мумкин. Шу юқорида курса—

тилган ҳамма ҳоллар подшипник ишлаш сифатига таъсир кўрсатади. Шунинг учун подшипникка таъсир қилувчи юкланишларни эквивалент юкланиш қийматини аниқлашда ҳисобга олиш керак.

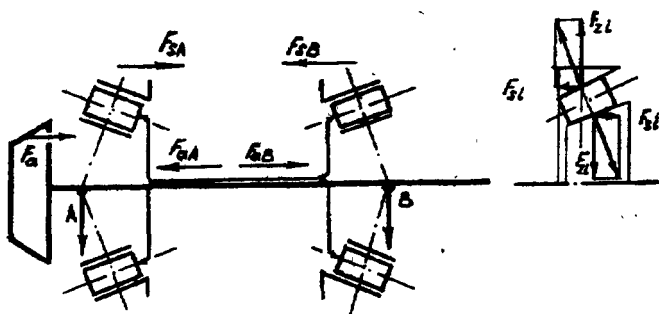
Ички ҳалқаси айланиб, ташқи ҳалқаси айланмайдиган подшипникларнинг иш жараёнида радиал куч таъсирида ишлаш муддати билан эквивалент юкланиш R_z таъсирида ишлаш муддати бир хил. Золдирли радиал, радиал—тирак ҳамда роликли радиал—тирак подшипниклар учун эквивалент юкланиш қиймати қуйидагича аниқланади:

$$R_z = (X V F_r + Y F_a) k_1 \cdot k_2 \quad (14.3)$$

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_z 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 кўпайиб, 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).

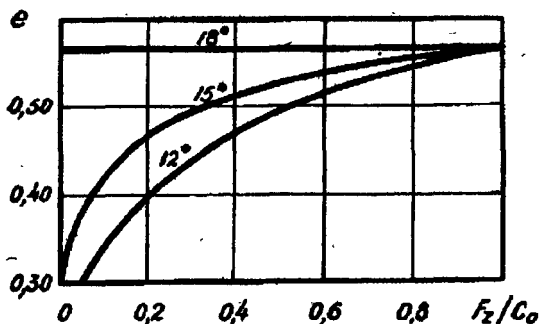
Цилиндрсимон калта роликли подшипниклар учун эквивалент юкланишнинг қиймати: $R_z = V F_r \cdot k_1 \cdot k_2$. Тирак подшипниклар учун $R_z = F_a \cdot k_1 \cdot k_2$. Вал таянчларига ўрнатилган радиал—тирак подшипникларда ташқи куч таъсирида қўшимча бўйлама куч ҳосил бўлади. Бу кучнинг қиймати золдирли радиал—тирак подшипниклар учун $F_a = e F_r$, конуссимон роликли радиал—тирак подшипниклар учун $F_a = 0,83 e F_r$ формулалар ёрдамида аниқланади.



14.7 — расм.

ϵ — буйлама 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 ϵ нинг қийматини 14.8—расмдаги графикдан ҳам танлаш мумкин.



14.8 — расм.

Буйлама кучларнинг умумий қиймати. Подшипникларга таъсир қилувчи куч F_r қиймати аниқлангач, таъсир қилувчи кучларнинг мувозанатда бўлишини ҳисобга олган ҳолда тенглама тузилиб, тенгламадан (14.7—расм) буйлама кучларнинг умумий қийматлари F_{rA} , F_{rB} аниқланади, бунда $F_{rA} > F_{rB}$, $F_{aB} > F_{aA}$ шарт бажарилиши керак. Бу буйлама кучларнинг умумий қиймати аниқлангач, таянчлардаги R_{Σ} қиймати аниқланади.

Золдирли радиал, радиал—тирак ҳамда конуссимон роликли радиал—тирак подшипниклар учун

$F_r / V F_r > \epsilon$ бўлганда

$$R_{\Sigma} = (X V F_r + Y F_a) k_1 \cdot k_2$$

$F_r / V F_r < \epsilon$ бўлганда

$$R_{\Sigma} = X V F_1 k_1 \cdot k_2$$

бу ерда: F_1 — 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/C ₀	Бир қаторли				Икки қаторли				c
			(F/VF) ≤ c		(F/VF) > c		(F/VF) ≤ c		(F/VF) > c		
			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- тирак 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 узгарувчан булган ҳолларда ҳам эквивалент юкланишни аниқлаш керак. Бунда ҳар хил режимлардаги юкланишлар йиғиндиси 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) тўғри келган $R_1, R_2 \dots R_n$ юкланишлар; L — подшипникнинг ишлаш муддати, млн. мин⁻¹.

14.10—§. Думалаш подшипникларининг статик юк қутарувчанлиги

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 қутарувчанлик 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 ctga

14.11—§. Подшипникларни вал ва корпусларга ўрнатиш

Вал ва корпусларга подшипник ўтқозишда подшипникнинг ташқи ва ички ҳалқалари асосий деталь бўлиб ҳисобланади. Улчамларга киритиладиган барча ўзгаришлар вал ёки корпус ўлчамларини ўзгартириш ҳисобига бажарилади. Подшипникнинг ташқи ҳалқаси

учун вал системаси ички ҳалқаси учун тешик системаси қабул қилинган.

Подшипникларни вал ёки корпусга ўтқазишда 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 ҳолларда 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 (диркуляция юкланиш).
<i>пб</i>	Ташқи куч зарб билан таъсир қилиб, ишлаш режими урта оғир ҳолларда. Асосан оғир саноатда ишлатиладиган роликли подшипниклар учун
<i>тб</i>	Ташқи куч зарб билан таъсир қилиб, ишлаш режими оғир. 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 оғир 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 ҳалқаларини уларнинг юкланиши ва иш режимига нисбатан қандай чекли чегара билан ўтқазилиши курсатилган. Асосан ички ҳалқалар учун 5 — 6 квалитет, ташқи ҳалқалар учун 6 — 7 квалитет олиш тавсия этилади.

Ташқи ҳалқа утказиладиган тешикчанинг чекли чегараси

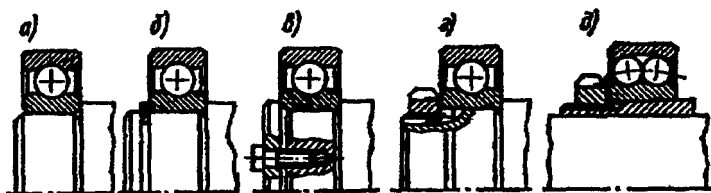
Чекли чегара (кавалитет)	Вал айланганда (жойли юкланиш)
<i>K7</i>	Юкланиш огир. Роликли подшипниклар учун.
<i>Is7, Is6</i>	Юкланиш огир ва уртача, айланиш сони катта
<i>H7, H6</i>	Ташқи юкланишлар уртача ва енгил бўлиб, радиал—тирак подшипниклар учун уқ бўйича силжишни созлаш керак бўлган ҳолларда. Умумий машинасозлиқда қабул қилинган асосий чекли чегара.
<i>P7</i>	Корпус айланганда (циркуляцион юкланиш) Юкланишлар огир ва уртача бўлиб, ташқи кучлар зарб билан таъсир этади. Корпус деворининг қалинлиги юққа
<i>N7</i>	Юкланиш уртача
<i>M7</i>	Уртача ва енгил юкланиш
<i>K7</i>	Катта тезлик билан айланганда

Подшипник вал, корпусга утказилганда унинг ҳалқалари ташқи зарб кучлари таъсирида уз 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:

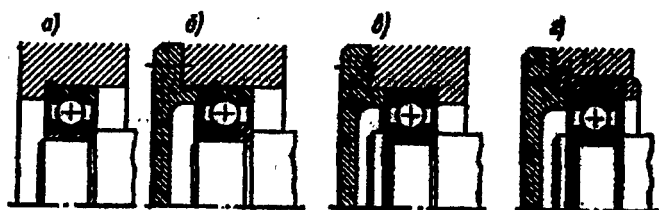
Ўқ бўйича кучлар таъсири енгил бўлганда, пружинали ҳалқа 14.9—расм, б), бу кучлар уртача бўлганда шайба ёрдамида (14.9—расм, в), катта бўлганда эса гайкалар ёрдамида маҳкамлаш (14.9—расм, г, д) тавсия этилади.

Ташқи ҳалқаларни ўқ бўйича силжимаслиги учун подшипник қопқоқлари (14.10—расм, а), икки томонлама силжимаслиги учун



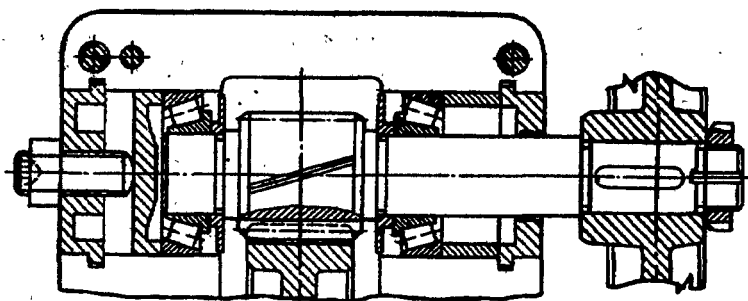
14.9 — расм.

корпусдаги чиқиқ ёки стаканлардан (14.10—расм, б,г,д) фойдаланилади.



14.10 —

Ташқи ҳалқани кераклигича силжишини махсус қистирмалар қуйиб, винт ёки ташқи резьбали гайкалар ёрдамида амалга ошириш мумкин (14.11—расм).



14.11 — расм.

Подшипник узелидаги думалаш элементлари сепараторлар ҳамда ҳалқалар уртасидаги ишқаланишни камайтириш учун қуюқ ёки суюқ мойлар ёрдамида мойланади.

Қуюқ мойлардан қизиш даражаси 90° гача буладиган подшипникларда ЦИАТИМ—201, 100° гача булганда ЛИТОЛ—24, 120° гача булганда ЦИАТИМ—221 маркали мойлардан фойдаланиш тавсия этилади. Бунда мой подшипник қопқоғи билан подшипник уртасидаги махсус мой учун қолдирилган бўшлиқнинг айланиш сони $n < 1500 \text{ мин}^{-1}$ булганда $2/3$ қисми, $n > 1500 \text{ мин}^{-1}$ булганда $1/2$ қисмигача тўлғазилиши керак.

Суюқ мойлар қуюқ мойларга нисбатан подшипник узелини яхши мойлайди, шунинг учун иложи борича суюқ мой ишлатиш тавсия этилади. Асосан суюқ мойлардан И—Л, А—7, И.А—А—27, И—Г—А—32 маркали мойлар ишлатилади.

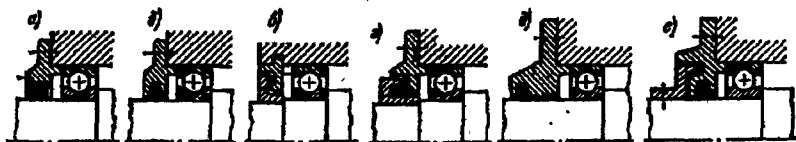
Подшипниклар мойни пуркатиш, шунингдек мойни томчилатиб қуйиш йули билан мойланади.

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, *а, е* ларда шу зичлагичларнинг тури кўрсатилган.

14.12—расм, *а* 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, *д* да махсус ариқчали зичлагич кўрсатилган, бундай ариқчаларга қуюқ мой суртилади, шунда подшипник мойлари оқиб чиқиб кетмайди.



14.12 — расм.

Масала. Бир поғонали қия тишли цилиндрсимон ёпиқ узатманинг етакланувчи вал таянчлари учун думалаш подшипниги танлансин. Таянч диаметри $d = 50$ мм. Ишлаш муддати $L_A = 20000$ с. Бурчак тезлиги $\omega_2 = 2,6$ с⁻¹. Таянчлардаги реакция қийматлари $R_A = 9800$ Н, $R_B = 4510$ Н, $F_A = 280$ Н. Подшипникларнинг қизиши $i < 100$.

Масаланинг ечими. 1. Подшипник тури танланади. Таянчдаги реакция қийматлари нисбатан кичик бўлганлиги учун енгил серияли №210 золдирли подшипник танлаймиз. Подшипникнинг характеристикалари:

$$C_0 = 20,2 \text{ кН} , C = 27,5 \text{ кН}.$$

2. Валнинг *A* таянчида реакция қийматлари нисбатан катта бўлганлиги учун, шу таянчга ўрнатилган подшипник учун динамик юк кўтарувчанлик C_X ни ҳамда ишлаш муддати L_A нинг (соат ҳисобида) ҳисобий қийматини аниқлаймиз. Подшипник учун эквивалент юкланиш қийматини юқоридаги формула ёрдамида аниқлаймиз, бунда $F_A / C_0 = 280 / 20200 = 0,014$. 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, $R_s = 9800$ 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:

$$C_x = 9800 \sqrt[3]{17,56 / 1,0 \cdot 0,8} = 27,4 \text{ кН} < C \text{ шарт бажарилди.}$$

Демак, подшипник тўғри танланган. Агар шу юқоридаги шартлар бажарилмаса, ўртача сериядаги подшипник танлаб ҳисоблаш такрорланади.

Масала. Конуссимон узатманинг етакловчи валининг таянчлари учун думалаш подшипниги танлансин (14.7—расм):

$\Pi_1 = 1450$ мин⁻¹, $L_1 = 10000$ 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. Подшипник характеристикалари $C = 42,4$ кН, $C_0 = 32,7$ кН, $e = 0,38$, $U = 1,56$. Юқорида кўрсатилгандек, конуссимон роликли подшипникларда 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 аниқлаймиз.

$$F_{sA} / (V R_A) = 1339 / (1 \cdot 4000) = 0,33 < e \text{ Демак, } X = 1,0, Y = 1,0$$

$$F_{sB} / (V R_B) = 379 / (1 \cdot 1200) = 0,32 < e \text{ Демак, } X = 1,0, Y = 1,0$$

$k_1 = 1,0$, $k_2 = 1,0$ 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 юкланиш катта бўлганлиги учун, шу таянчга ўрнатилган подшипник учун динамик юк кўтарувчанлик ҳамда ишлаш муддатини аниқлаймиз. (14.4) формуладан

$$L = 1,0 \cdot 0,8 \left(\frac{42400}{4000} \right)^{3,33} = 207,6 \text{ млн. мин}^{-1};$$

$$C_x = 4000 \sqrt[3,33]{\frac{2076}{1,0 \cdot 0,8}} = 42,4 \text{ кН}$$

$$L_n = 2076 \cdot 10^4 / 6 \cdot 720 = 23862 \text{ соат} > [L_n]$$

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 сирпангик подшипникларига нисбатан қандай афзалликларга эга?
4. Нима учун ички ҳалқа айланганда подшипник ишлаши учун яхши шароит туғилади?
5. Думалаш подшипникларининг думалаш элементлари бўйича турларини айтиб бериш.
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 нимага тушунинг керак?
9. Подшипниклар учун эквивалент R_e юкланиш, бу қандай юкланиш?
10. C , R_e , L қийматлар уртасидаги боғланиш қандай аниқланади?
11. C ва C_0 бўйича подшипникни танлаш шarti қандай?
12. Подшипник ички ва ташқи ҳалқаларини таянчларга ўтказишнинг қандай турлари мавжуд?

15-б о б. МУФТАЛАР

15.1-§. Умумий маълумотлар

Муфтalar вал, труба ва шу каби деталларнинг учларини ўзаро улаш учун ишлатилади ва механик, электрик, гидравлик турларга бўлинади. Машина деталлари курсида фақат валларга мўлжалланган механик муфтalarгина ўрганилади. Бундай муфтalarнинг асосий вазифаси валларни ўзаро бириктириш билан бирга, уларнинг биридан иккинчисига буровчи момент узатишдан иборатдир. Муфтalar вазифаси ҳамда тузилишига кўра бир неча гpуппaга бўлинади (15.1-расм).

1. Доимий бириктириладиган муфтalar; бундай муфтalarдан фойдаланилганда машинанинг ишини тўхтатмай туриб, валларни бир-биридан ажратиб бўлмайди.

2. Бошқариладиган уловчи муфтalar; бундай муфтalar воситасида машина ишини тўхтатмаган ҳолда, зарур бўлган ҳолларда валларни улаш ёки ажратиш мумкин.

3. Ўз-ўзини бошқарувчи (автоматик) муфтalar; бундай муфтalar, машинанинг нормал ишлаши учун талаб қилинган шароит таъминланмаган ҳолларда автоматик равишда валларни бир-биридан

Муфтaлар

Механик муфтaлар

Электрик муфтaлар

Суюқлик ёрдамида ишлайдиган муфтaлар (гидравлик)

Доимий бириктириладиган муфтaлар

Бошқариладиган муфтaлар

Автоматик муфтaлар

Қўзғалмас муфтaлар

Компенсацияловчи муфтaлар

Компенсацияловчи эластик муфтaлар

Қулочокли муфтaлар

Фрикцион муфтaлар

Марказдан қочирма муфтaлар

Сақлагич муфтaлар

Фақат бир томонга айланишга имкон берувчи муфтaлар

ажратади ва талаб қилинган нормал шароит яратилиши билан ажратилган валлар муфта воситасида автоматик равишда яна ула-
нади.

Қуйида машинасозликда кенг қўламда ишлатиладиган асосий муфталарнинг ишлаши, тузилиши ва уларни ҳисоблаш усуллари билан танишиб чиқамиз.

15.2—§. Доимий бириктириладиган муфтalar

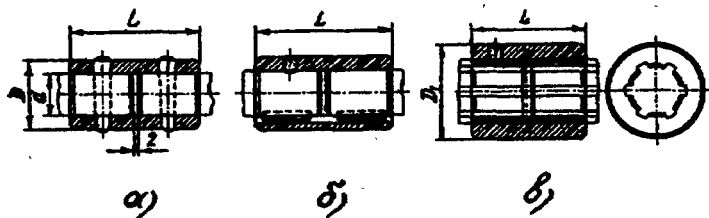
Муфтalarнинг бу туркумига валларни бир—бирига нисбатан бирор йуналишда силжишга йул қўймайдиган қилиб бирикти-
радиган қўзғалмас муфтalar ҳамда валларнинг турли йуналишда
силжишга маълум даражада имкон берадиган қўзғалувчан муфта-
лар киради. Бу хил муфтalarнинг энг оддийси втулкали (15.2—расм)
ва фланецли (15.3—расм) муфтalarдир.

Муфтalar валнинг диаметри ҳамда узатилаётган буровчи момент-
га нисбатан танланади.

$$T_x = k T \leq [T] \quad (15.1)$$

бу ерда: k — муфтанинг ишлаш шароитини ҳисобга олувчи коэффи-
циент, T — муфта валидаги буровчи момент, Н.м; $[T]$ — буровчи
моментнинг жоиз қиймати.

Втулкали муфтalar. Бунда вал учларига втулка кийгизилган
булиб, втулка вал билан штиф, шпонка ёки шлиц ёрдамида



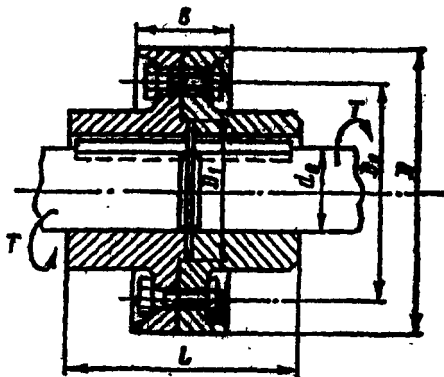
15.2 — расм.

бириктирилган бўлади (15.2—расм, а, б, в). Бундай муфтalar 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 муфтalar. Вал учларига ўтказилган иккита ярим
фланецли муфтalar болтлар ёрдамида маҳкамланади. Бунда бир
валдан иккинчи валга ҳаракат шу фланец юзидаги ишқаланиш
ҳисобига ўтказилади. Бу хил муфтalar 40, 35Л маркали пўлат

материаллардан тайёрлаб улчамлари 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 узаро 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.

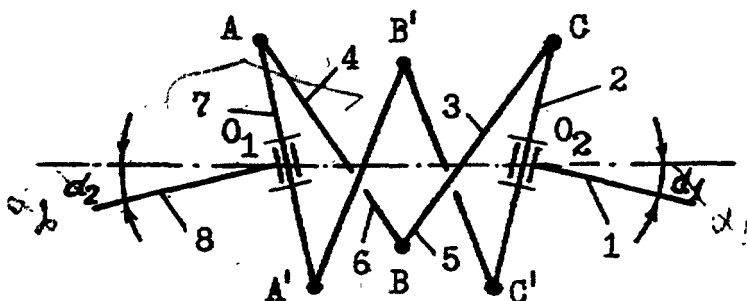
Болт бушлиқсиз ўрнатилганда буровчи момент болт ёрдамида узатилади, бунда болт кесими кесилишга текширилади.

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 қичик оралиққа силжи-шини (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 узаро 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 узаро маълум бурчакка бурилган валларга узатиш буровчи момент учун ишлатилади. Асосан бундай валларни қарданли узатма ҳам деб юритилади. Қатор ишлаб

чиқариш машиналарида, жумладан, автомашиналарда ҳаракатни ўқлари орасидаги бурчак доимий ўзгариб турганида узатишга тўғри келади. Мавжуд муфтalar ушбу узатмаларда қўлланилганда ФИК жуда пасайиб кетади. Шарнирли-ричагли муфтalarнинг эса ФИК бир мунча юқори бўлиб, ҳаракат ўқлари 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 шунини кўрсатдики, бурчак кичрайтиши 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,

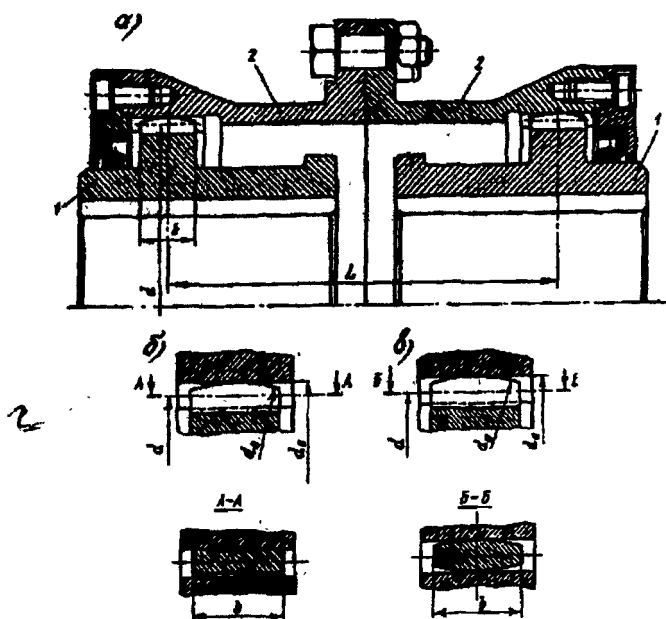
$$l_{a1a2} = 2R \sin \alpha$$

Бунда, $\alpha = 0$ бўлса, $l_{a1a2} = 0$ кривошиплар ўзаро параллел ва ўқга булади. Агар $\alpha = 90^\circ$ бўлса, $l_{a1a2} = 2R$ булади.

15.4—§. Компенсацияловчи муфта

Бундай муфтalarдан 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 профили тишлари булган иккита ярим муфта 1 ҳамда улар устига кийгизилиб, бир-бирига болглр билан бириктириб қўйилган икки булак ички тишли қисқич ҳалқа 2 дан тузилган (15.5-расм). Ярим муфталар валларга тигизлик билан утказилиб, 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 НВ олиш мумкин.

Муфта деталлари 45, 40X, 45Лl маркали пулат материаллардан болгалаш ёки қуйиш усулида тайёрланади. Тишлардаги эзилишдаги кучланишни қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$\sigma_{\text{э}} = k T / (d_2 b \cdot 0,9) \leq [\sigma_{\text{э}}] \quad (15.3)$$

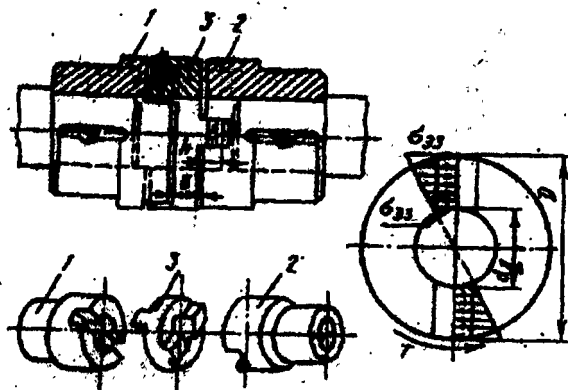
бу ерда: T — узатилаётган буровчи момент, Н.м.

d — бўлиш айланасининг диаметри, мм.

b — тиш эни; k — юкланиш коэффициент; $[\sigma_{\text{э}}] = 12 \div 15$ МПа — эзилишдаги кучланишнинг жоиз қиймати.

Компенсацияловчи муфталарнинг яна бир тури Ольдгем муфта с и. Муфта ажралиш сиртида призматик ўйиқлари булган

иккита ярим муфтадан ва улар орасига урнатиладиган ҳамда икки томониди ярим муфталардаги уйиқларга жойлашадиган, узаро перпендикуляр қилиб тайёрланган чиқиқлари булган дискдан тузилган. (15.6—расм). 1,2 ярим муфтада уйиқларнинг, шунингдек, 3 дискдаги чиқиқларнинг узаро перпендикуляр текисликда жойлашганлиги муфталар орасидаги бушлиқ эса валларнинг ук бўйлаб силжишига имконият яратади.



15.6 — расм.

Валларнинг радиал ҳамда бурчакли силжиши ярим муфта уйиқларининг ён сиртида ҳосил буладиган босимнинг нотеkis тақсимланишига олиб келади. Шунинг учун бу силжишлар $\Delta_s = 0,04 d$ гача, $\Delta_s = 0^\circ 30'$ гача булгандагина Ольдгем муфтасидан фойдаланиш тавсия этилади.

Иш жараёнидаги дискдаги чиқиқларнинг ярим муфта сиртидаги уйиқларда сирпаниш момент узатадиган сиртларнинг ёйилишига сабаб бўлади. Ёйилиш сурати айланишлар сонининг ҳамда валнинг радиал ва бурчак силжишининг ортиши билан ортади. Ёйилишни камайтириш учун сиртлар вақти—вақти билан мойлаб турилиши ҳамда иш жараёнида ҳосил булган эзилишдаги кучланиш меъёридан ошиб кетмаслиги керак. Бу талаб муфталарни ҳисоблашда асос қилиб олиниб, эзилишдаги кучланишнинг ҳисобий қиймати куйидагича аниқланади.

$$\sigma_{zs} = 6 k T D / [h (D^3 - d_1^3)] = [\sigma_{zs}] \quad (15.4)$$

бу ерда: k — қўшимча динамик кучларни ҳисобга олувчи коэффициент; h — диска-чиқиғининг баландлиги. Амалий ҳисоблашларда $D/d = (2,5 \dots 3)$ қилиб олинади. $[\sigma_{zs}] = (15 \dots 20)$ МПа.

Муфта деталлари Ст5 ёки 25Л маркали пулатлардан тайёрланади. Катта момент узатадиган муфталар учун эса 15Х, 20Х каби легирланган пулатлар ишлатилади ва қатлами цементланади.

15.5—§. Эластик элементли муфталар

Муфталарнинг бундай тури ишлатилганда, валларнинг ўқдош-лиги 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 муфта-лардан фойдаланилганда валларда резонанс ҳодисаси деярли содир бўлмайди.

Эластик элементли муфталарнинг асосий характеристикалари бу унинг бикрлигидир:

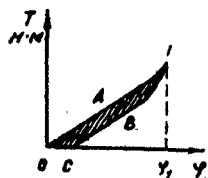
$$C_{\varphi} = dT / d\varphi$$

бу ерда: T — узатилаётган буровчи момент; Н.м; φ — муфтанинг момент таъсирида ўз ўқи атрофида буралиши. Бикрлиги ўзгармас бўлган эластик элементли муфталар учун

$$C_{\varphi} = dT / d\varphi = \text{Const}$$

Гук қонунига буйсунмайдиган эластик элементли металлмас (резина, чарм а бошқалар) материаллардан тайёрланган муфта-ларнинг бикрлиги ўзгарувчан 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, сунгра яна дастлабки ҳолига келишида эластик элементга бутунлай сингиб кетган энергия миқдори билан ифодаланади. Бундай энергиянинг миқдори гисте-резис юзаси билан ўлчанади, яъни юкланиш олиш ОАІ (15.7—расм) чизиги билан юксизланиш чизиги ІВС билан ифодаланса, у ҳолда муфта бутунлай сингиб кетган энергия ОАІВС нинг юзига тенг бўлади. Бу энергия эластик элементларнинг деформацияланишида ҳосил буладиган ички ва ташқи ишқаланишга сарфланади. Эластик эле-ментли муфталар эластик элементларининг деформацияланиши бу валларда ҳосил була-диган динамик кучларнинг салбий таъсирини сусайтиришга имкон берувчи бирдан—бир воси-тадир.



15.7 — расм.

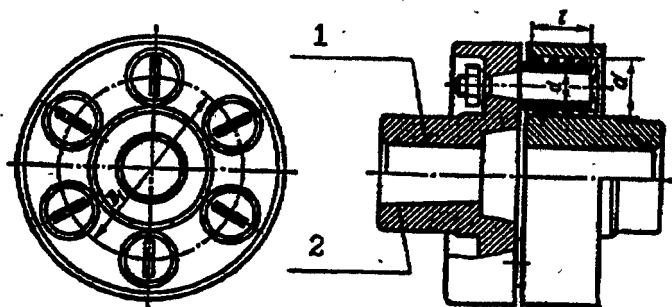
Муфта таркибида эластик элементлар металлмас ҳамда металл материаллардан тайёрланиши мумкин.

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 тапқи улчамларини катта булишига 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 резъба, 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 ($\Delta_s = 0,3 \dots 0,6$, $\Delta\alpha = 1^\circ$ 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.

$$\sigma_{\Sigma} = 2 T k / (d_1 l \cdot z \cdot D_1) \leq [\sigma_{\Sigma}] \quad (15.5)$$

Бу ерда: Z — бармоқлар сони; $[\sigma_{\Sigma}] = 1,8 \dots 2,0$ 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 $\Delta_s = 0,2$ мм гача, бурчак силжишини $\Delta\alpha \leq 1^\circ 3'$ гача

компенсациялаш мумкин. Муфта асосий улчамлари уртасида 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 булган 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 булган компенсацияловчи муфталарнинг яна бир тури 15.10—расмда курсатилган муфтадир. Бунда иккита ярим муфтага болтлар ёрдамида сфера шаклидаги эластик элемент маҳкамланган. Муфтани радиал силжиш $\Delta_r 2 \dots 6$ мм, бурчак силжиши $\Delta_{\alpha} = 2 \dots 6$, буралиш бурчаги $5^\circ 30'$ гача булган ҳолатларда ишлатиш мумкин (улчамлари стандартлаштирилган).

Эластик элементдаги иш жараёнида ҳосил булган ҳисобий кучланиш қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\tau = 2 T k / (\pi D_1^2 \delta) \leq [\tau] \quad (15.8)$$

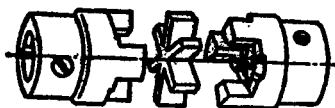
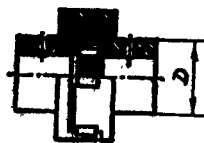
бунда: $[\tau] = 0,4$ МПа.

Эластик элементлари металл материаллардан тайёрланган муфталар катта буровчи момент узатиш билан бирга, узок муддат ишлай олади ҳамда ташқи улчамларини кичик қилиб тайёрлаш мумкин. Бунда эластик элементлар узгармас ёки узгарувчан бикрлик билан тайёрланади.

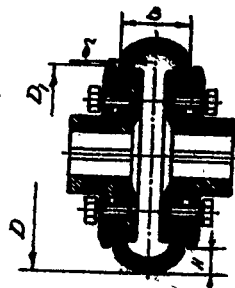
15.11—расмда эластик элементи металлдан тайёрланган (пружина) компенсацияловчи муфта курсатилган. Улар махсус шаклдаги тишли икки ярим муфтадан иборат. Ярим муфта тишлари 15.11—расм, в, г, да курсатилгандек, пружина воситасида бир-бирига боғланади.

Ярим муфталарнинг иш тишларининг кундаланг кесими икки хил булиши мумкин (15.11—расм, в, г).

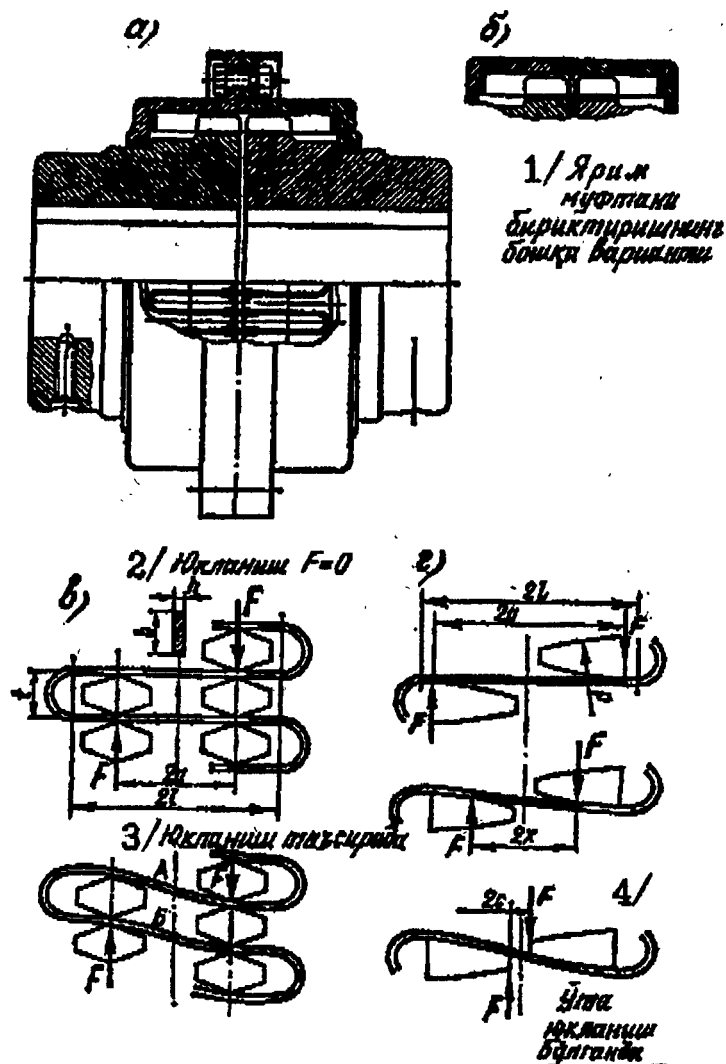
Кундаланг кесимнинг биринчи хили учун таъсир этаётган кучлар орасидаги масофа, бу кучнинг катта-кичиклигидан қатъий



15.9 — расм.



15.10 — расм.



15.11 – расм.

назар, узгармас миқдорга — 2а га тенг булса, иккинчи хили учун бу масофа ташқи куч миқдориға мувофиқ тарзда узгаради.

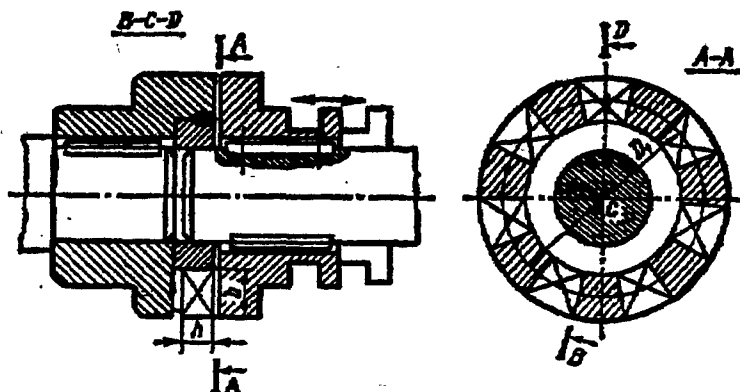
Бу масофалар асосан оғир машинасозлик саноатида ишлатилиб улчамлари стандартлаштирилган. Булар ёрдамида валлардаги радиал силжишни $\Delta_r = 0,5...3$ мм, бурчак силжишни $\Delta\alpha = 1^\circ 15'$, чизиқли силжишни $\Delta a = 4...20$ мм гача компенсациялаш мумкин.

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 кундаланг сиртда илашиш учун мўлжалланган тишлари бўлган (кулачокли) иккита ярим муфтадан иборат.



15.12 — расм.

Иш жараёнида ярим муфтalarдан бирининг тишлари иккинчи—чидаги тишлар орасига киради. Ярим муфтalarнинг бири валга маълум тигизлик билан ўтказилади ва шпонка воситасида маҳкам—лаб қўйилади, иккинчиси вал ўқи бўйлаб бемалол сурила оладиган қилиб, йўналтирувчи шпонка воситасида ўрнатилади. Бу ҳол иккала ярим муфтани бир—бирига исталган вақтда улаш ёки бир—биридан исталган вақтда ажратиш имконини беради. Бунинг учун қўзга—лувчан 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 қуйидагича 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:

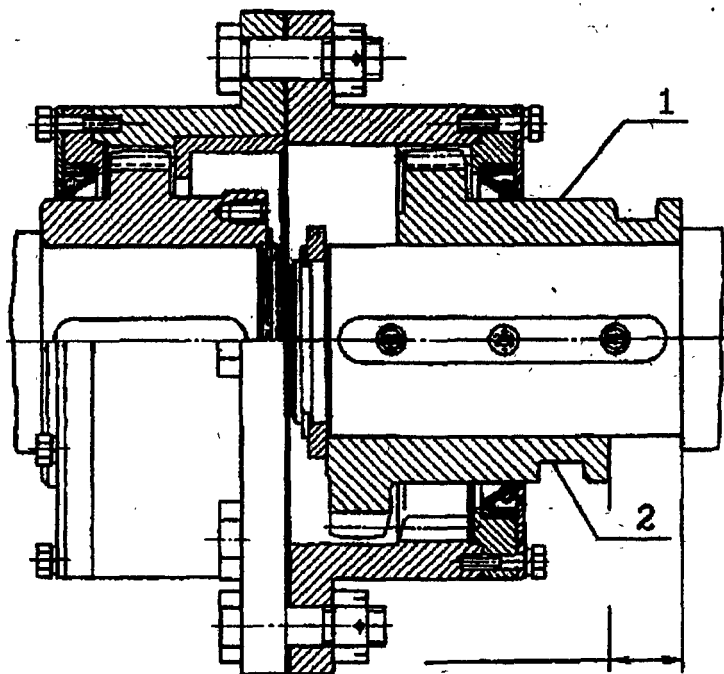
а) тинч турганда уланадиган муфталар учун $[\sigma_{\text{с}}] = 90 \dots 120$ МПа.

б) секин айланганда уланадиган муфталар учун $[\sigma_{\text{с}}] = 50 \dots 70$ МПа.

в) катта тезлик билан айланаётганда уланадиган муфталар учун $[\sigma_{\text{с}}] = 35 \dots 45$ 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 уқи 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 муфтларнинг синхронизатор деб аталган туридан фойдаланилади.

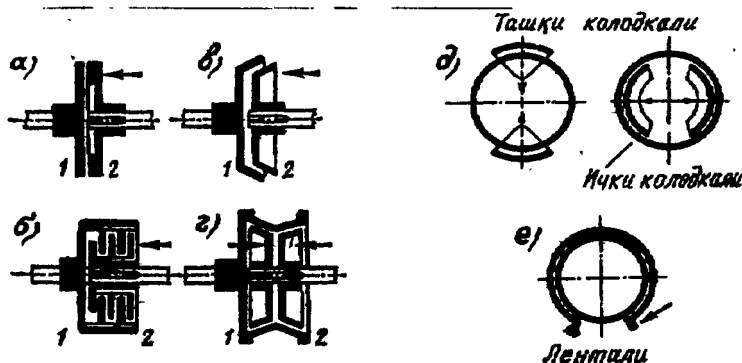
Синхронизаторни ишлатишдан мақсад тишли муфтларни улашда ҳосил буладиган қушимча динамик кучларни камайтириш ва муфтанинг раён ҳамда нисбатан бир текис ишлашини таъминлашдан иборат.

15.7-§. Фрикцион муфтлар

Бошқариладиган уловчи муфтлар сифатида фрикцион муфтлардан кўпроқ фойдаланилади, чунки бу муфтлар 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 ута юкланиш ҳодисаси рўй берган тақдирда ҳосил буладиган хавфли вазият фрикцион муфтанинг ярим муфтлар орасидаги тула сирпаниш ҳисобига бартараф қилинади.

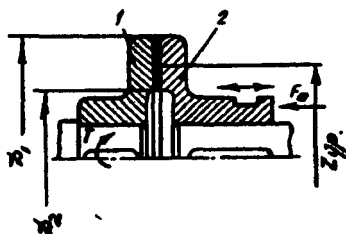
Ишқаланадиган сиртларнинг нисбатан тез ейилиши фрикцион муфтларнинг асосий қамчиликларидир. Фрикцион муфтлар иш сиртларининг шаклига кўра қуйидаги уч гурӯҳга бўлиниш мумкин:

а) дискали муфтлар (15.14-расм, а, б); конуссимон муфтлар (15.14-расм, в, г); в) колодкали, лентали ва бошқа муфтлар (15.14-расм, д, е).



15.14 - расм.

Дискали муфтлар. Бундай муфтларнинг энг оддийси ишқаланиш сиртлари булган иккита ярим муфтадан иборат (15.15-расм). Ярим муфтлардан бирига 1 вал қўзғалмайдиган қилиб урнатилади, иккинчиси эса вал 2 га уқ бўйлаб бемалол силжийдиган қилиб урнатилади. Валларни бир-бирига улаш учун, сирпанадиган ярим



15.15 – расм.

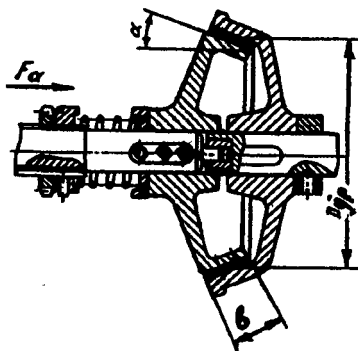
F_n кучнинг қийматини камайтириш учун куп дискали муфта-лардан фойдаланилади.

Куп дискали муфтада узатиладиган буровчи момент қийматини ишқаланувчи дисклар сони z ҳамда сиқувчи куч ҳисобига ошириш мумкин. Бунда F_n нинг қиймати ишқаланиш юзасига тўғри келган босим q билан чегараланган (15.1—жадвал).

15.1—жа д в а л

Фрикцион муфталар 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 қўзғалмас ярим муфтага F_n куч билан сиқилади. Бунда ҳосил буладиган ишқаланиш кучининг моменти қуйидагича аниқланади.

$$k T = F_n \cdot f r_n \quad (15.10)$$

бу ерда: $r_n = (D_1 + D_2) / 4$ — иш юзасининг ўртача радиуси. $D_1 / D_2 = 2...1,5$ деб олинади.

Конуссимон муфталар. Бундай муфталар фрикцион муфталарнинг бир тури бўлиб, улардаги ишқаланиш юзалари конус шаклида (15.16—расм). Ярим муфталар бир—бирига F_n 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:

$$F_a = q \cdot \pi D_{\text{yp}} \sin \alpha, \quad k T = T_f = q f b \pi D_{\text{yp}} / 2 \quad (15.11)$$

бу ерда: T — буровчи моментнинг ҳисобий қиймати;

T_f — ишқаланиш кучининг моменти.

Юқоридаги тенгламаларни биргаликда ечиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$k T = T_f = \frac{F_a D_{\text{yp}}}{2} \cdot \frac{f}{\sin \alpha} = F_a \cdot \frac{D_{\text{yp}}}{2} f' \quad (15.12)$$

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 ейилинган чидамлилигини таъминлаш учун қуйидаги шарт бажарилиши керак, яъни

$$q = \frac{F_a}{b \pi D_{\text{yp}} \sin \alpha} \leq [q] \quad (15.13)$$

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 кура бирмунча қийин. Шунинг учун ҳозирги вақтда иш юзаларида ҳосил бўладиган солишгирма босимга асосланган ҳисоблаш усулидан кўпроқ фойдаланилади.

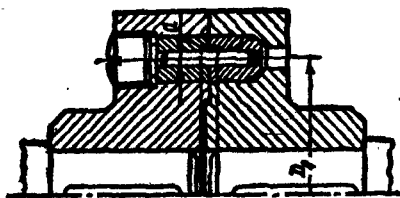
Фрикцион муфтalar учун ишлатиладиган материаллар фрикцион узатмалар учун ишлатиладиган материалларнинг узидир.

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 руй берганда машина деталларини синаб кетишдан сақлаш учун сақлагич муфтalarдан

фойдаланилади. Бунда муфталар ута юкланиш содир бўлган ҳолларда синиб кетадиган элементи бор муфталардир (15.17—расм). Бу муфта штифт билан бириктирилган иккита ярим муфтадан иборат. Ута юкланиш содир бўлганда шу штифт синади.



15.17 — расм.

Штифта узатиладиган буровчи момент қийматини қуйидагича аниқлаш мумкин:

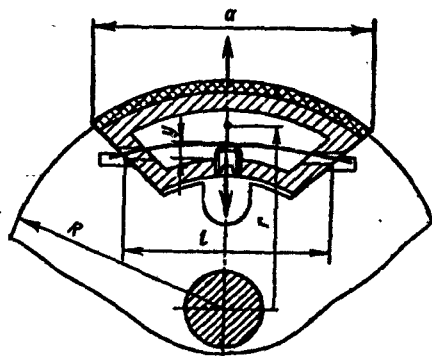
$$k T = \frac{z \cdot D_1 \cdot \pi \cdot d^2}{k_z \cdot 2 \cdot 4} \leq [\tau] \quad \text{ёки} \quad k T = \frac{z \cdot D_1 \cdot A}{k_z \cdot 2} \leq [\tau] \quad (15.14)$$

бу ерда: z — штифлар сони; k_z — штифларга юкланишни нотекис тақсимланишини ҳисобга олувчи коэффициент. Амалда муфтага ўрнатиладиган штифларнинг сони 1 ёки 2 та бўлади.

$k_z = 1,0$ бўлганда $z = 1$; $k_z = 1,2$ бўлганда $z = 2$

$[\tau] = 420$ МПа тобланган Ст5 пулат материалдан тайёрланган штифлар учун кесилишдаги жоиз кучланиш.

Марказдан қочирма муфталар (15.18—расм). Бундай муфталар



15.18 —

айланиш сони маълум қийматдан ортганда валларни улаб, айланиш сони пасайганда уларни бир-биридан ажратади, яъни бу муфталар айланиш сонини қийматига қараб, валларни автоматик равишда улаб-ажратиб туриш мақсадида ишлатилади. Бундай муфталардан ички ёнув двигатели билан ишлайдиган машиналарда фойдаланиш мақсадга мувофиқ. Бунда айланишлар сони камайиб

қолган двигатель бутунлай тўхтаб қолмайди, чунки айланиш сони камайиши билан муфта двигательни 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 булган тезлиги;
 ω_1 — зарур булган буровчи моментни узатишга имкон берувчи бурчак тезлиги.

$F = 48 E I Y / l^3$ — пружина ёрдамида таъсир этаётган куч;

$I = b h^3 / 12$ — пружина кундаланг кесимининг инерция моменти;
 Y — эгрилик қиймати.

Муфта учун фрикциион материаллар ва унинг ҳисоби бошқа фрикциион муфталар каби бўлади.

Савол ва топшириқлар

1. Муфталарни вазифаси ва уларни танлаш ҳақида сузланг.
2. Муфталар тузилишига кура 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 фрикциион муфталар, турлари афзаллик ва камчиликлари нималардан иборат?
7. Автоматик муфталар нима мақсадда ишлатилади?

Машина деталлари фанини ўқитиш услубиятига доир

Машина деталлари барча умуммуҳандислик фанларини бирлаштирувчи фан бўлиб, булажак 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 машғулотлари билан мантиқий кетма—кетлигини таъминлаш;

- мавжуд ҳар бир манба—адабиётга 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 тadbiq этишни 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 усулларини 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 кўрсаткичларига 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 шуни 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 кўринишидаги машина деталарининг 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 ўргатувчи 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 тушунамик. 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 "репетитерлик" қиладилар. Маълум вақтдан сўнг талабалар ўзаро алмаштирилиб "репетитерлик" давом этади. Бу услубда талабанинг оғзаки нутқи ўсади, мавзуни бир неча бор такрорлайди, кўникмаси ортади, ҳамда гуруҳдаги ўртача ўзлаштириш даражаси юқори бўлади. Бунда талабалар қўшимча рейтинг баллари билан рағбатлантирилади, талабаларни фанга булган қизиқиши янада ортади.

Ушбу усулни машина деталлари курсидан уй вазифаларини, курс лойиҳасини бажаришда қўллаш янада кўпроқ самара беради.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР.

1. Детали машин: Атлас. (Под. ред Д.Н.Решетова). М., 1979.
2. Допуски и посадки: Справочник. (Под. ред. В.Д.Мякова). 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. Полжов 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. Клиноремменные и фрикционные передачи и вариаторы. М., 1960.
14. Расчет и выбор подшипников качения: Справочник. (Н.А. Спицын 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.

МУНДАРИЖА

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 қўйилган буровчи момент билан винтга уқ бўйлаб таъсир этувчи куч орасидаги боғланиш	22
1.5-§. Резьбани мустақамликка ҳисоблаш	23
1.6-§. Болт стерженни мустақамликка ҳисоблаш	25
1.7-§. Узгарувчан кучлар таъсиридаги болтларнинг мустақамлиги	29
1.8-§. Бир нечта болти бирикмаларни ҳисоблаш	30
1.9-§. Резьбали бирикмалар учун материалларнинг жонз кучланишлари ҳақида мустақамлик класслари	32
2-боб. Шпонкали ва шилли бирикмалар	35
2.1-§. Шпонкали бирикмалар	35
2.2-§. Шилли 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 қилиб пайвандлаш	47
3.5-§. Контактли пайвандлаш усули	47
3.6-§. Пайванд чокларнинг узгарувчан кучлар таъсиридаги мустақамлиги	49
3.7-§. Пайванд чокларнинг мустақамлиги ва жонз кучланишлар	49
4-боб. Парчин михли бирикмалар	51
4.1-§. Умумий маълумот	51
4.2-§. Парчин михли чокларни мустақамликка ҳисоблаш	52
5-боб. Деталларни тигизлик билан бириктириш	53
5.1-§. Умумий маълумот	53
5.2-§. Бирикмани мустақамликка 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 гилдиракларнинг эмирилиш турлари	62
7.4-§. Тишли гилдиракларнинг аниқлик даражаси	65
7.5-§. Контакт кучланиш ва мустақамлик	67
7.6-§. Иланишда ҳосил булган кучлар	68
7.7-§. Тўғри тишли цилиндрсимон гилдиракларни контакт кучланиш бўйича ҳисоблаш	69
7.8-§. Тўғри тишли цилиндрсимон гилдиракларни эгилишдаги кучланиш бўйича ҳисоблаш	73
7.9-§. Юкланиш коэффициенти	75

7.10-§. Гилдирак тишлари сонини унинг мустаҳкамлигига таъсири ҳамда силжик 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-§. Иланишда 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 тайерлаш учун ишлатиладиган материаллар ва уларни термик қайта ишлаш	102
7.22-§. $[\sigma_H]$, $[\sigma_F]$ жонз кучланишлар	106
7.23-§. Тишли узатмаларни ойтмаллаш	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 резбасини сийлишга ҳисоблаш, мустаҳкамликка текириши	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-§. Сирнаниш 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-§. Юкланиш коэффициенти	140
8.8-§. Червяк танасини мустаҳкамлик ва бикрликка текириши	142
8.9-§. Червякли узатмалар учун ишлатиладиган материаллар ва жонз кучланишлар	143
8.10-§. Узатманинг қизиқини текириши, советини 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 боғланишлар ..	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-§. Энисз понасимон тасмалар	193
11.12-§. Тишли тасмали узатмалар	196
11.13-§. Тасмали узатмаларни таранглаш	201
11.14-§. Тасмали узатмаларнинг ишқилари	202
11.15-§. Таранглиги узгарувчан тасмали узатмаларни ҳисоблаш	203
12-боб. Вах ва уқлар	205
12.1-§. Умумий маълумот	205
12.2-§. Валларни мустақкамликка ҳисоблаш	206
12.3-§. Валларни мустақкамликка ҳисоблашнинг тақрибий усули	207
12.4-§. Валларни мустақкамликка ҳисоблашнинг аниқлаштирилган усули	209
12.5-§. Валларни бикриликка 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-§. Сууюқликда ишқаланиш режимида ишлаш шартлари	219
13.7-§. Сирпаниш подшипникларини шартли ҳисоблаш	221
13.8-§. Радиал подшипникларни сууюқликда ишқаланиш режими бўйича 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 бўйича ҳисоблаш	233
14.9-§. Эквивалент юклиниш қийматини аниқлаш ҳамда подшипникларни таллаш	234
14.10-§. Думалаш подшипникларининг статик юк кутарувчанлиги	238
14.11-§. Подшипникларни вал ва корпусларга уриатиш	238
15-боб. Муфталар	244
15.1-§. Умумий маълумотлар	244
15.2-§. Доимий 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

"O'QITUVCHI"

