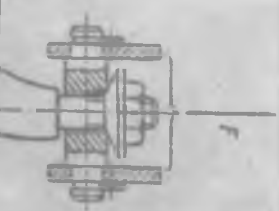




Р.Тожибоев, А.Жўраев

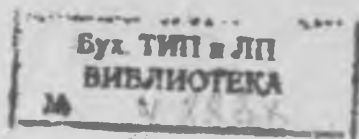
МАШИНА ДЕТАЛАРИ



7-50
Р.Н.Тожибоев, А.Жўраев

МАШИНА ДЕТАЛЛАРИ

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



ТОШКЕНТ „ЎҚИТУВЧИ“ 1999

Ушбу дарслик уч қисмдан иборат бўлиб, техника олий ўқув юртимизининг талабалари учун мўлжалланган. Унда машиналарнинг деталъ ва узелларини ҳисоблаш, уларнинг иссиқликка, титрашга, ойналишга чидамлилигини аниқлашга лозим масалалар ёритилган. Китобда зарур чизмалар, жадваллар ҳамда нмуна сифатида масалалар оғиб кўрсатилган.

Такризчилар: доцент С.Т.Мусаев, доцент Т. Абдукаримов

Рустам Нанширович Тожибоев
Анвар Жўраев

МАШИНА ДЕТАЛЛАРИ

Тошкент *"Ўқитувчи"* 1999

Мухаррир Ш. Азизов
Расмлар муҳаррири Ф. Насиҳадомбоев
Техник муҳаррир Т. Гремникова
Мусаввир М. Дусанова

ОИБ 7308

Оригинал-макетдан босилишга 09.09.99 да рухсат этилди. Бичими 60×90 1/4.
Наср. т. 17,0. Шартин б.т. 16,75. Тиражи 350 д.

"Энс-Ношир" КШК. Тошкент, Навоий кўчаси—30. Шартнома № 12-99.

"Тилла-Алекс" ХФ да чоп этилди. Тошкент, Қурувчилар кўчаси—1.



СЎЗ БОШИ

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

Техника ва технология тараққиёти талабаларнинг техника фанларини, жумладан, машина деталлари фанини пухта билимларини 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, 11.16-§ ларини, ҳамда 12 — 15-бобларини проф. Ж.Жўраев, қолган параграфларини доц. Р.Н. Тожибоев ёзган.

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

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

КИРИШ

Халқ хўжалигини ҳар томонлама ривожлантириш, меҳнат самарадорлигини ошириш, маҳсулот сифатини яхшилаш фан асосида яратилган техникага боғлиқдир. Техника ва технологиянинг жадал суруъатларда ривожланиши, автоматлаштириш ва бошқариш тизимининг кенг миқёсда қўлланилиши техника фанларига бўлган талабни янада кўчайтирмоқда. 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 илашиш ёрдамида узатиш мумкин.

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

Ҳозирги замон дунё фани ва техникасининг ривожига Ўрта Осиё олимларининг қўшган ҳиссалари беқиёсдир.

Юқорида кўрсатилган деталларнинг оддий кўринишларини Ўрта Осиё олимлари томонидан қўл меҳнатини енгиллаштириш учун яратилган механизмларда кўриш мумкин (иловага қаралсин). Бунда 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 Синнинг (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 „Илмларнинг қалити“ номли китоби, Исмоил ал-Жазоирнинг (XII-XIII аср) „Инженерлик механикасини билиш“ китоби эътиборга сазовордир.

Ушбу келтирилган мисоллар техниканинг ривожланишига Ўрта Осиёнинг қўлаб буюк алломалари ўзларининг муносиб ҳиссаларини қўшганлигини исботлаб турибди.

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

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

МАШИНА ДЕТАЛЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ ВА ЛОЙИ- ҲАЛАШГА ДОИР УМУМИЙ МАЪЛУМОТЛАР

Машина деталлари фани барча турдаги машиналар учун умумий бўлиши деталь (болт, гайка, тишли ғилдирак 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 бўлакларга ажралмайдиган қисми. Масалан, болт, гайка, вал, шкив тишли ғилдирак 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 ғилдирак, червяк, шкиф, подшипник, муфта, болтли, пайвандли, помали, штицли ва бошқа бирикмалардир.

1. ДЕТАЛЛАРНИНГ ИШЛАШ ЛАЁҚАТИ ВА УНИ ТАЪМИНЛАШ

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

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

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

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

Мустаҳкамлик иш жараёнида деталларнинг емирилиши натижасида пасаяди. Емирилиш бу статик кучлар таъсирида ёки деталларни иш жараёнида толиқиши натижасида рўй беради. Деталлнинг статик кучлар таъсирида емирилиши иш жараёнида ҳосил бўлган кучланиш қиймати шу деталь материали учун мустаҳкамлик чегараси $[\sigma_0]$ қийматидадан ошганда ёки ҳисобга олиш мумкин бўлмаган ўта юкланишлар ҳосил бўлганда рўй беради. Деталларнинг толиқиши натижасида емирилиши эса, деталга узоқ вақт давомида ўзгарувчан кучларнинг таъсири натижасидир. Бунда таъсир этувчи кучлар қиймати шу деталь материали учун чидамлилиқ чегараси $[\sigma_1]$ қийматидадан катта бўлади. Деталларда (галтель, шпюнка учун чукурча) кучланишларнинг тўпланиш қоллари рўй берса, бунда толиқишдан емирилиш тезлашади.

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

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

Иш жараёнида деталларнинг бикрлигини таъминлаш учун чизикли ва бурчак силжишларнинг қийматлари жониз қийматдан опмаслиги керак, яъни куйидаги шарт $\varphi_{\text{max}} < [\varphi]$; $f_{\text{max}} < [f]$ бажарилиши кер.

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

ни ейилган станокларда тайёрланган маҳсулотларнинг
ри аниқ чиқмайди. Шунинг учун деталларнинг ейилиши
даражага етгандан сўнг уни алмашгириш тавсия этилади.
Эти вақтда саноатда ишлатилаётган машиналарнинг 85 - 90
сталларининг ейилиши туфайли ишга яроқсиз ҳолга кел-
тиштириш жараёнида машиналарнинг тез-тез таъмирлаб
и чиқарилаётган маҳсулотнинг таннаرخини оширади. Демак,
созлик саноатида лойиҳаланаётган, тайёрланаётган маши-
и иш жараёнида иложи борича таъмирламасдан ишлаши
аниши керак. Шунингдек, деталларни ейилиш сабабларини,
лаш шароити, мойланиш даражаси, контакт кучланиши-
йматлари ва бошқа омиллар яхши ўрганилиши керак.
инесозлик саноатида деталларнинг ейилишини камайтириш
иқаланувчи юзаларда суюқликдаги ишқаланиш ҳосил
конструкциялар яратиш устида изланишлар олиб борил-
бунда ишқаланиш коэффициенти 0,005 атрофида бўлади).
и, сирпаниш подшипниклари учун бундай конструкция
и. Бунда тапқи куч, айланиш частотаси, мойни ёпишқоқлик
ларининг ўзаро боғлиқлигига асосан 1883 й. Н.П.Петров
даги ишқаланиш назариясини яратди. Лекин бундай
да ишқаланиш режимини ҳар қандай ўзаро ишқаланувчи
да ҳосил қилиш мумкин эмас. Суюқликда ишқаланиш ҳосил
и ҳолларда деталларнинг ейилишига чидамлилигини таъмин-
тиқ бир ҳисоблаш усулини тавсия этиш қийин. Бу усуллардан
тарқалгани солиштирма босим q ва шартли коэффициент
и аниқлаб, уларни жоиз катталиклар билан солиштириш
и:

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

: v — ишқаланиш тезлиги.

аланувчи деталларни тез-тез мойлаб туриш, термик қайта
, ейилишга чидамли материалларни ишлатиш ейилишни
ириш чора-тадбирлари ҳисобланади.

алга чидамлик. Машинанинг ишлаш жараёнида титраши
сида деталларда қўшимча динамик кучлар ҳосил бўлади бу
ириклик толиқишига сабаб бўлади ва ишдан чиқишини
гиради. Масалан, металл кесадиган станоклар иш жараёнида
и, қайта ишланган деталларнинг ўлчамлари аниқ чиқмайди.
арнинг титрашга чидамлилигини таъминлаш учун резонанс
сини келтириб чиқарадиган сабабларни йўқотиш керак.
ми, резонанс ҳодисаси деталнинг ўзида ҳосил бўладиган
и тебраниш частотаси билан тапқи куч таъсирида бўладиган
иш частотаси бир хил бўлиб қолганда рўй беради. Шунинг

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

Машиналарда титраш ҳодисасини камайтириш учун титрашни сундиргичлардан, яъни махсус эластик элементлардан фойдаланиш тасвия этилади.

Иссиқда чидамлик. Деталлар ўзаро бир-бирига ишқаланиши натижасида қизийди, бу қизиш натижасида эса қуйидаги салбий ҳоллар рўй бериши мумкин: деталларнинг мустаҳкамлиги пасаяди: мойларнинг мойлаш хусусиятлари камаяди, натижада ўзаро ишқаланувчи деталларнинг сийилиши ортади, орасидаги бўшлиқ катталашади, бу эса машина ва механизмларнинг ишидаги ноаниқликка олиб келади. Шунинг учун машиналар қизиши маъъридан 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 маъъридан ортиқ бўлса, махсус совутгичлар ишлатилади ёки машинага конструктив ўзгаришлар киритилади.

Машиналарнинг ишончли ишлаши уларни тўхтаб қолмай, ишлаш даражасига қараб белгиланади.

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

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

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

Машиналарнинг ишончли ишлаши, ундан фойдаланиш жараёнида тўхта қолмай ишлаш даражасига қараб белгиланади. Масалан, двигателни ишга тушириш учун 100 марта ҳаракат қилинганда, 99 мартасида ишлаб кетса, бу машинанинг ишончлилиқ коэффициентини 0,99 бўлади, яъни

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

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

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

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

Машинасозлик саноатида деталларнинг ейилишини камайтириш учун ишқаланувчи юзаларда суюқликдаги ишқаланиш ҳосил қилувчи конструкциялар яратиш устида изланишлар олиб борилмоқда (бунда ишқаланиш коэффициенти 0,005 атрофида бўлади). Масалан, сирпаниш подшипниклари учун бундай конструкция яратилган. Бунда ташқи куч, айланиш частотаси, мойни ёпишқоқлик хусусиятларининг ўзаро боғлиқлигига асосан 1883 й. Н.П.Петров суюқликдаги ишқаланиш назариясини яратди. Лекин бундай суюқликда ишқаланиш режимини ҳар қандай ўзаро ишқаланувчи узелларда ҳосил қилиш мумкин эмас. Суюқликда ишқаланиш ҳосил бўлмаган ҳолларда деталларнинг ейилишига чидамлилигини таъминловчи аниқ бир ҳисоблаш усулини тавсия этиш қийин. Бу усуллардан энг кўп тарқалгани солиштирма босим q ва шартли коэффициент $q \cdot v$ ни аниқлаб, уларни 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 чидамlilik. Машинанинг ишлаш жараёнида титраш натижасида деталларда қўшимча динамик кучлар ҳосил бўлади бу эса уларнинг толиқишига сабаб бўлади ва ишдан чиқишига тезлаштиради. Масалан, металл кесадиган станоклар иш жараёнида титраса, қайта ишланган деталларнинг ўлчамлари аниқ чиқмайди. Деталларнинг титрашга чидамлилигини таъминлаш учун резонанс ҳодисасини келтириб чиқарадиган сабабларни йўқотиш керак. Маълумки, резонанс ҳодисаси деталнинг ўзида ҳосил бўладиган хусусий тебраныш частотаси билан ташқи куч таъсирида бўладиган тебраныш частотаси бир хил бўлиб қолганда рўй беради. Шунинг

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

Машиналарда титраш ҳодисасини камайтириш учун титрашни сундиргичлардан, яъни махсус эластик элементлардан фойдаланиш тасвия этилади.

Иссиққа чидамлик. Деталлар ўзаро бир-бирига ишқаланиши натижасида қизийди, бу қизиш натижасида эса қуйидаги салбий ҳоллар рўй бериши мумкин: деталларнинг мустаҳкамлиги пасаяди; мойларнинг мойлаш хусусиятлари камаяди, натижада ўзаро ишқаланувчи деталларнинг ейилиши ортади, орасидаги бўшлиқ катталашади, бу эса машина ва механизмларнинг ишидаги ноаниқликка олиб келади. Шунинг учун машиналар қизиши маъёридан ортиб кетмаслиги керак, яъни $Q < Q_0$ шарт бажарилиши керак. Бу ерда: Q — машинанинг ишлаш жараёнида ҳосил бўлган иссиқлик миқдори, ккал; Q_0 — машинадан ташқарига тарқалувчи иссиқлик миқдори, ккал.

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

Машиналарнинг ишончли ишлаши уларни тўхтаб қолмай, ишлаш даражасига қараб белгиланади.

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

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

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

Машиналарнинг ишончли ишлаши, ундан фойдаланиш жараёнида тўхта қолмай ишлаш даражасига қараб белгиланади. Масалан, двигателни ишга тушариш учун 100 марта ҳаракат қилинганда, 99 мартасида ишлаб кетса, бу машинанинг ишончлилиқ коэффициенти 0,99 бўлади, яъни

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

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

Машиналарнинг ишончлилиқ коэффициенти ундаги ҳар бир деталнинг ишончлилиқ коэффициенти қийматларининг қўшайтмасига тенг, яъни:

$$P(i) = P_f(i) \cdot P_s(i), P_o(i).$$

Демак, бу формуладан:

1. Машинанинг ишончлилиқ коэффициенти, унинг энг кам ишончлилиқ коэффициентига эга бўлган деталнинг қийматида ҳам кам бўлади.

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

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

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

2. ЖОНЗ КУЧЛАНИШ ВА ЭҲТИЁТЛИК КОЭФФИЦИЕНТИ

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

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

Жонз кучланишнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

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

бунда: $[\sigma]$, $[\tau]$ — нормал ва уринма кучланишларнинг жонз қийматлари; $[S]$ — эҳтиётлик коэффициентининг жонз қиймати; α_{Σ} , τ_{Σ} — нормал ва уринма кучланишлар.

Деталдаги кучланишлар ўзгарувчан ва ўзгармас бўлиши мумкин, (1.1-расм, а, б, в лар) бунда энг катта ва энг кичик кучланишлар йиғиндисининг ярми ўртача кучланиш, айирмасининг ярми эса циклниңг амплитудаси дейилади.

$$\sigma_{\Sigma} = (\sigma_{max} + \sigma_{min})/2; \quad \sigma_s = (\sigma_{max} - \sigma_{min})/2 \quad (2)$$

$$\tau_{\Sigma} = (\tau_{max} + \tau_{min})/2; \quad \tau_s = (\tau_{max} - \tau_{min})/2 \quad (3)$$

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

$$R = \sigma_{\min} / \sigma_{\max}; R = \tau_{\min} / \tau_{\max} \quad (4)$$

Асимметрия цикл коэффициентини $R = \sigma_{\min} / \sigma_{\max} = -1$ бўлганда кучланиш симметрик цикл бўйича ўзгаради (1.1-расм, а). $R = 0$ ёки $R = -\infty$ бўлганда, бундай кучланиш цикли ноллик (1.1-расм, б) цикл дейилади. $R = 1$ бўлса, кучланиш ўзгармас цикл (1.1-расм, в), $R \neq -1$ бўлганда кучланиш асимметрик цикл билан ўзгаради (1.2-расм).

Жоиз кучланиш қиймати, кучланишнинг энг катта қиймати билан эҳтиётлик коэффициентининг қийматига боғлиқ.

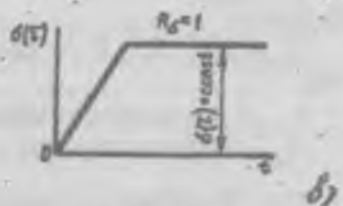
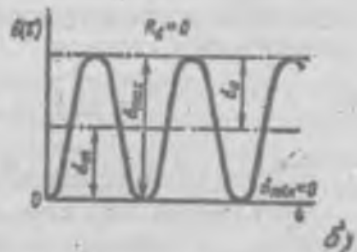
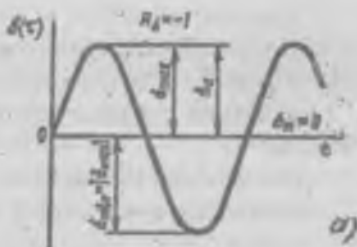
Эҳтиётлик коэффициентининг қиймати қуйидагича аниқланади.

$$[S] = [S_1] \cdot [S_2] \cdot [S_3] \quad (5)$$

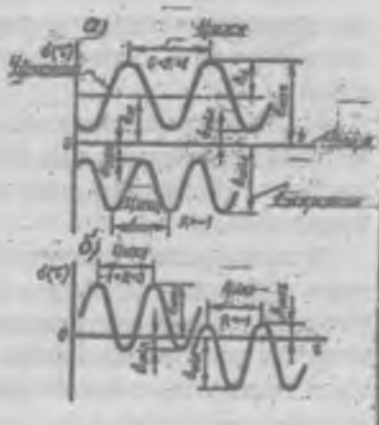
бунда: $[S_1] = 1,0 + 1,5$ — деталга таъсир қилувчи кучлар қийматининг аниқлигини ҳисобга олувчи коэффициент; $[S_2]$ — ишлатилаётган материал таркибининг бирхиллигини ҳисобга олувчи коэффициент; пўлат материаллар учун $[S_1] = 1,2 + 1,5$; чўян материаллар учун $[S_2] = 1,5 + 2,5$; $[S_3] = 1,0 + 1,5$ — ҳавфсизлик коэффициенти.

Жоиз кучланишни аниқлашда икки хил жадвал ҳамда дифференциал усулдан фойдаланилади.

Жадвал усули илмий-текшириш институслари, машинасозлик заводлари томонидан қабул этилиб, ишлатиб чиқаришга тасвир этилади.



1.1 - расм.



1.2 - расм.

Дифференциал усул — бунда деталнинг материали ҳамда кучланишнинг ўзгариш характери ни ҳисобга олган ҳолда жонз кучланишларнинг қиймати аниқланади.

Эҳтиётлик коэффициентининг жонз қиймати қуйидагича аниқланади:

а) Кучланиш симметрик циклда ўзгарувчан бўлса:

эгилишдаги кучланиш $S_\sigma = \sigma_{-1} \cdot K_d \cdot K_p / (K_\sigma \cdot \sigma_{\max})$; буралишдаги кучланиш $S_\tau = \tau_{-1} \cdot K_d \cdot K_p / (K_\tau \cdot \tau_{\max})$.

Кучланиш симметрик ёки асимметрик ўзгарувчан бўлганда буралиш ва эгилишдаги кучланишлар таъсирида эҳтиётлик коэффициентининг қиймати:

$$S = S_\sigma \cdot S_\tau / \sqrt{(S_\sigma^2 + S_\tau^2)}. \quad (6)$$

Эластик материаллар учун $S = \sigma_{-1} / \sigma_{\max}$

Мўрт материаллар учун $S = \sigma_{-1} \cdot K_d / (K_\sigma \cdot \sigma_{\max})$

бунда: $\sigma_{\max}$ — текширилаётган кесимдаги кучланишнинг энг катта қиймати.

$K_d, K_p, K_\sigma, K_\tau, K$ — коэффициент қийматлари 12.4-да берилган.

σ_{-1}, τ_{-1} — материалларнинг чидамлилиқ чегараси.

$\sigma_{\max}$ — материалларнинг оқувчанлиқ чегараси.

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

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

Машиналар таннарининг асосий қисмини унга сарф қилинган материаллар ташкил этади. Масалан, бу миқдор автомобиль саноатида 55 ... 70%ни, кўтариш-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 йўли билан эришилган) пўлат ёки чўян материаллардан тайёрлаш тавсия этилади. Деталларнинг ўлчамлари унинг бикрлиги билан белгиланса, бундай деталларни эластиклик модули юқори бўлган термик қайта ишланмаган пўлат ва чўян материаллардан тайёрлаш керак.

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

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

Антифрикцион материалларнинг хусусияти шундан иборатки, бундай материалларда ишқаланиш коэффицентининг қиймати кичик, ейилишга чидамли бўлса, фрикцион (металл-керамика, асбест асосидаги пластмасса) материалларда эса ишқаланиш коэффицентининг қиймати нисбатан катта бўлиб, ейилишга, иссиқликка чидамли бўлади.

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

Чўян. Бу темир (92% гача), углерод (2,14% дан 5% гача) ҳамда кремний (4,3 % гача), марганец (2 % гача), олтингутурт (0,07% гача), фосфор (1,2% гача) аралашмалардан ташкил тошган. Бу таркибий қисмлар чўян хоссасига қуйидагича таъсир кўрсатади.

Чўянда углерод икки хил кўринишда: эркин ҳолатда графит кўринишида; темир билан кимёвий бирикма ҳолатида — цементит кўринишида бўлади. Агар чўяндаги углерод бутунлай ёки қисман графит кўринишида бўлса, сингдирилган юзаси кулранг бўлади, шунинг учун *кулранг чўян* деб юритилади. Агар сингдирилган юзаси оқ рангда бўлса, *оқ чўян* деб аталади. Кремний кулранг чўян, марганец эса оқ чўян олиш имконини беради. Олтингутурт ва фосфор зарарли аралашмалар бўлиб, чўяннинг мўртлик хусусиятини оширади. Кулранг ва оқ чўянлар хоссаларига кўра бир-биридан кескин фарқ қилади. Оқ чўян жуда қаттиқ ва мўрт бўлиб, унга асбоб билан ишлов бериш қийин, асосан пўлат эритиш учун ишлатилади, шунинг учун ҳам *қайта ишланувчи чўян* деб аталади. Кулранг чўян яхши қуйилади, нисбатан юмшоқ, асбоблар билан осон ишлов бериш мумкин, ейилишга яхши қаршилиқ кўрсата олади.

Саноатда ишлатиладиган асосий кулранг чўянларни характеристикалари 1-жадвалда берилган. Бунда СЧ шартли белги бўлиб, кулранг чўян эканлигини билдиради, ҳарфдан кейинги рақамлар чўяннинг мустақамлик чегарасини (кгс/мм^2) билдиради.

1 - ж а д в а л

Чуённинг маркаси	Чуёнишидаги ваксича- лик мустаҳкамлиги, МПа ҳисобида	Қаттиқлиги НВ		
		Деворнинг қаллиғи		
		$\delta \geq 4$	$\delta \geq 15$	$\delta \geq 150$
СЧ10	100	205	190	120
СЧ15	150	241	210	130
СЧ20	200	255	230	143
СЧ25	250	260	245	156
СЧ30	300	—	260	163
СЧ35	350	—	275	179

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

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

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

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

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

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

Сифатли конструкцион пўлат материаллар техникада кўп ишлатилади. У оддий пўлатдан мустаҳкамлиги катталиги ҳамда зарбий

кучларга чидамлилиги билан фарқ қилади. Агар оддий сифатли пўлатларнинг энг катта мустаҳкамлиги 700 МПа га тенг бўлса, сифатли пўлатларда бу кўрсаткич 1100 ... 1150 МПа ни ташкил этади, қаттиқлиги эса 185 НВ га тенг.

Пўлатнинг 25, 30, 35 маркалари махсус ишловдан сўнг валликлар, пайбалар, ўқлар, муфтлар, болт ва гайкаларни тайёрлаш учун ишлатилади. Бу пўлат материалларнинг мустаҳкамлиги 280 ... 320 МПа га тенг.

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

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

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

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

Конструкцион легирланган пўлатларнинг сифатли, юқори сифатли ва жуда юқори сифатли хиллари бўлади. Юқори сифатли пўлат маркасининг охирига А ҳарфи, жуда юқори сифатли пўлат маркасининг охирига дефис орқали Ш ҳарфи қўйилади. Масалан, 12ХН3А пўлат юқори сифатли, 30ХГС-Ш пўлат жуда юқори сифатлидир. Сифатли пўлатда 0,25% гача, юқори сифатли пўлатларда эса 0,05% гача олтингугурт бўлишига рухсат этилади.

Конструкцион легирланган пўлатлар турли соҳаларда ишлатилади.

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

Хром-никелли, хром-никель-молибденли пўлатларнинг 40ХН, 2МН, 13Х3НФА ва бошқа маркалари машинасозликда муҳим роль

ўйнайди. Бу материаллар машиналарнинг типли гилдираклари, турбина деталларини тайёрлашда ишлатилади. Уларнинг ейилишга чидамлилиги юқори. Легиранган конструкцион пўлатларга шартли подшипникбоп пўлатлар ҳам киради. Бу пўлатнинг ШХ6, ШХ15, ШХ15ГС маркалари мавжуд. Рақам хромнинг миқдорини фонининг 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 сиртқи пухталанади. Сиртқи пухталанишнинг учта усули мавжуд: юзани тоблаш, кимёвий-термик ишлов бериш ва швастик деформациялаб пухталаш.

Юзани тоблаш — деталлар (типли гилдираклар, валларнинг бўйинлари, металл кесил шланокларининг йўналтирувчилари)нинг қаттиқлиги, ейилишга чидамлилиги ҳамда чидамлилиқ чегарасини ошириш учун қўлланади. Бунда пўлат ўзагининг қаттиқлиги ошмайди, натижада ундан ясалган буюм зарбий кучларга яхши бардош беради. Юзани тоблашнинг индукцион газ алангасида, электролитда қиздириб тоблаш усулиларидан 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 қўлланилади.

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

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

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

Азотлаш — бу пўлатнинг сиртқи қатламини диффузион йўл билан азотга тўйинтиришдир. У сиртнинг қаттиқлигини, ейилишга

чидамлилигини ҳавода, сувли, буғли ва ҳоказо муҳитларда коррозияланишга қаршилигини оширади. Бу усул билан легирилган пўлат материаллардан тайёрланган деталарни азотлаш яхши самара беради. Сиртнинг қаттиқлиги 1100 HV га етади. Лекин азотлаш жараёни углерод билан тўйинтириш жараёнига нисбатан узоқ давом этади.

Диффузион металллаш — бу пўлатнинг сиртқи қатламини алюминий, хром, кремний билан тўйинтиришдир. Алюминий билан металллашда деталларнинг оташбардошлиги ортади. Бундай деталларни 1200°C температурада ҳам ишлатиш мумкин. Кремнийлаш оташбардошликни 800-850°C температурагача оширади, ишқаланиб ейилишга чидамлилигини, баъзи кислоталарда коррозиябардошликни оширади. Хроллаш қаттиқликни 1600 ... 1800 HV гача етказиб коррозия бардошликни кучайтиради. Диффузион металллашда металллар темир билан ўрин алмашинувчи қаттиқ аралашмалар ҳосил қилади. Диффузион металллашдан фойдаланиш техник жиҳатдан самарали, иқтисодий жиҳатдан фойдалидир. Углеродли пўлатлардан ясалган ва сирти хром, алюминий, кремний билан тўйинтирилган деталлар оташбардош бўлади. Бу эса уларни қимматбаҳо легирилган оташбардош пўлатлардан тайёрлашга анча фойдалидир.

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

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

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

Эластиклиги ва электр ўтказувчанлиги юқори бўлганлигидан алюминий электротехника саноатида симлар, кабеллар, самолётсозлик саноатида, қувурлар, мой ва бензин қувурлари; енгил ва озик-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 старли даражада юқори, заҳлпи кичик, технологик хоссалари яхши бўлганлиги учун асосан деталарни тайёрлашда ишлатилади.

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

Пластмассалар бир неча гuruhга 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 шпитекстолит пластмассалар; қистирма, зичламабоп пластмассалар; электронизоляцияцион гетинакс, фторопласт материаллар; фрикцион асботекстолитлар; антифрикцион, ёруғлик ўтказадиган ва бошқа турларга бўлинади.

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

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

Резинанинг мустаҳкамлигини ошириш учун ундан ясаган деталлар армирланади, яъни металл-корд, пўлат-сим ёки тўр, шпаш ёки капрон ишлар қўшиб тўқилади.

Резиналар ичида полиуретанлар алоҳида ўрин эгаллайди.

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

Савол ва топшириқлар

1. Машина деталлари курсининг вазифаси нима?
2. Умумий ва махсус деталь ва узелларга мисоллар келтиринг.
3. Машинасозлик саноатида энг кўп ишлатиладиган материаллар ва уларни танлашда нимага эътибор бериш керак?
4. Қандай кучланиш жонз кучланиш деб аталади ва унинг қиймати нималарга боғлиқ?
5. Жонз кучланишни аниқлашнинг жадвал ва дифференциал усуллари нимадан иборат?
6. Машина ва деталларнинг ишга даёқатлигини кўрсатинг.
7. Мустаҳкамлик ва биқрлик нима? Шартларини ёзинг.
8. Деталнинг ейилишини, қизилишини, титрашини камайтириш усуллари сўзлаб бериш.

1-бoб. 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 ипчи 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 старли 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, тикан ва бошқалар) кесилади.

Резьбанинг ўрами чапдан ўнгга томон йўналган бўлса, ўнг резьба, чапга томон йўналган бўлса, чап резьба дейилади.

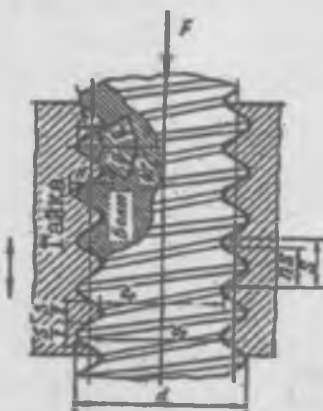
Бунда ўрамлар сони икки ва ундан кўп бўлиб, улар бир-бирига параллел равишда ёнма-ён жойлаштирилган ҳолда ўқ атрофида айлантирилса, икки ва ундан ортиқ қиримли резьба ҳосил қилинади. Шунинг учун резьбалар бир қиримли, икки қиримли, уч қиримли ва ҳоказо турларга бўлинади.

Деталларни маҳкамлаш учун асосан бир қиримли 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 бўлган метрик резьбанинг шартли белгисидир.

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

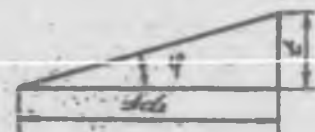
Куйида асосан метрик резьбалар ҳақида гап юритилади, бунда учбурчак шакли метрик резьбаларда шакл бурчаги 60° тенг (1.3-расм). Резьбанинг асосан геометрик ўлчамлари: d — резьбанинг сиртқи диаметри; d_1 — резьбанинг ички диаметри; d_2 — резьбанинг ўртача диаметри; h — резьба шаклининг баландлиги (гайкага, винтга бураб киритилганда резьбаларнинг ўзаро тегиб турадиган сирти баландлиги); S — резь-



1.3 - расм.

банинг қадами (винтнинг икки қўшни ўрами орасида ўқ бўйлаб ўлчанган масофа); t — резьба йўли (бир марта тўла айланган винтнинг ўқ бўйлаб силжитан масофаси); бир қиримли резьбалар учун $t = S$, кўп қиримли резьбалар учун эса $t = n \cdot S$ (бу ерда n — қиримлар сони); α — резьба шаклининг бурчаги; ϕ — ўрамнинг қўтарилиш бурчаги. Винт чизигининг бир ўрами текисликда ёйилса

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



1.4 - расм.

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

винтли механизмларда ишлатиладиган тўғри тўртбурчакли трапециал симметрик ва носимметрик ёки тирак резъбаларга бўлинади

Резъбаларнинг бажарадиган ишига нисбатан ҳар хил талаблар қўйилади, масалан маҳкамлаш учун ишлатиладиган резъбалар мустаҳкамлик, ишқаланиш кучи нисбатан катта ҳамда иш жараёнида ўз-ўзидан бўшаб кетмаслик шарти қўйилса, винтли механизмларда ишлатиладиган резъбалар мустаҳкам бўлиши билан бирга сийилишга чидамли, ФИК юқори бўлиши учун ишқаланиш кучи нисбатан кам бўлиши керак.

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

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



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

1.5 - расм.

Ўзгарувчан куч ва момент таъсирида резъбали бирикмалар ўз-ўзидан буралиб бўшаши мумкин. Бунинг сабаби шуки, титраш натижасида резъбалардаги ишқаланиш камаяди ва бунинг оқибатида ўз-ўзидан тормозланиш хусусияти йўқолади. Шунинг учун ўзгарувчан кучлар таъсирида бирикмалардаги резъбаларнинг ўз-ўзидан буралмаслигига қуйидаги усуллар ёрдамида эришиш мумкин:



1.6 - расм.

1. Контргайка ва пружиналовчи шайба қўйиш йўли билан (1.6-расм, а). Бунда қўшимча деталлар ҳисобига резьбадаги умумий қаршилик 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 йўли билан (1.6-расм, в).

1.4-§. Гайкага қўйилган буровчи момент билан винтга ўқ бўйлаб таъсир этувчи куч орасидаги боғланиш

Болтли бирикмада ташқи куч болт ўқи 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:

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

бунда: T_p — резьбадаги момент.

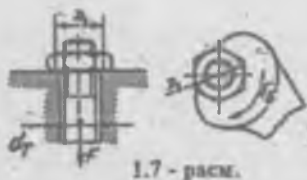
T_r — гайканинг деталга тегиб турган сиртида ҳосил бўлган ишқаланиш кучининг momenti.

Бу қийматлар қуйидагича аниқла-

нали:

$$T_p = F \frac{d_1}{2} \operatorname{tg}(\varphi + \rho), \quad T_r = F l \left(\frac{d_{np}}{2} \right),$$

$$d_{np} = \frac{D_1 + d_1}{2}$$



1.7 - расм.

d — ишқаланиш кучи таъсир этаётган доиранинг ўртача диаметри; D_1 — гайка юзасининг сиртқи диаметри; d_1 — винт учун мўлжалланган тепликчанинг диаметри; f — ишқаланиш коэффициенти; φ — винт резьбасининг кўтарилиш бурчаги; ρ — ишқаланиш бурчаги. T_p , T_r — қийматларни (1.1) формулага қўйиб, гайкани маҳкамлаш учун керакли буровчи момент қиймати аниқланади:

$$T_6 = F \frac{d_1}{2} \left[\operatorname{tg}(\varphi + \rho) + f \left(\frac{d_{np}}{d_2} \right) \right]$$

Гайкани бўшатиш учун керакли момент қиймати қуйидагича аниқланади:

$$T_6 = F \frac{d_1}{2} \left[\operatorname{tg}(\varphi - \rho) + f \left(\frac{d_{np}}{d_2} \right) \right]$$

Нормал қадамли метрик резьбалар учун $\varphi = 2^\circ 30'$, $d_1 = 0,9 d$, $d_{\text{н}} = 1,4d$, $f = 0,15$ қабул қилсак, гайкани маҳкамлаш учун керакли буровчи момент билан ташқи куч F ўртасида қуйидаги боғланиш бўлади, яъни:

$$T_0 = 0,2 F \cdot d$$

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

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

Болт (винт)ли бирикмаларда болт-гайка жуфт ўзгарувчан куч ва момент таъсиридан буралиб бўшапмаслиги учун уларда ўз-ўзидан тормозланиш хусусияти бўлиши керак. Бу хусусиятни таъминловчи асосий шарт $\varphi < \rho$ дир, яъни резьбанинг кўтарилиш 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 кўтарилиш 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 ишида ишқаланиш йўқ, яъни $f = 0$, $\rho = 0$ деб фараз қилингандаги қийматни, ишқаланиш мавжуд бўлгандаги қийматга бўлиш йўли билан аниқланади, яъни $\eta = T_2/T_1$

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

Юқорида айтиб ўтилганидек, кўпчилик 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 кўтарилиш бурчаги φ винт қийматини камайтириш эвазига ошириш мумкин. Бунинг учун кўп киримли винтлардан фойдаланилади.

1.5-§. Резьбани мустаҳкамликка ҳисоблаш

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

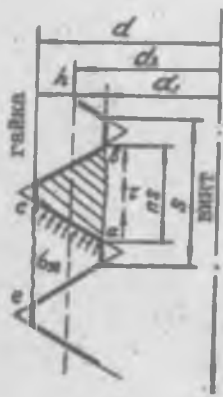
масалан 6 ўрамли гайканинг биринчи ўрамининг юкланиши 52% бўлса, охириги ўрамининг юкланиши 2% ни ташкил этади.

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

Резьбанинг (са) юзаси эзилишга текширилади (1.8-расм), бунда $\sigma_{\text{н}} \leq [\sigma_{\text{н}}]$ шарт бажарилиши керак. Эзувчи кучланишнинг ҳисобий қиймати:

$$\sigma_{\text{н}} = F / \pi d_1 h z \leq [\sigma_{\text{н}}] \quad (1.3)$$

Бу ерда: F — ўқ бўйича таъсир этувчи куч;
 d_1 — резьбанинг ўртача диаметри;
 h — резьба шаклининг баландлиги;
 z — гайкадаги резьба ўрамларининг сони;
 $[\sigma_{\text{н}}]$ — эзувчи кучланишнинг жоиз қиймати.



1.8 - расм.

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

Винтнинг а - в кесим учун

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

Гайканинг с-с кесими учун

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

бунда: d — резьбанинг ташқи диаметри; d_1 — резьба асосининг диаметри; F — болтга таъсир этувчи куч; H — гайканинг баландлиги; k — резьбанинг туруни ҳисобга олувчи коэффициент. Тўғри бурчакли резьба учун $k = 0,5$; трапециал резьба учун $k = 0,65$; учбурчакли резьба учун $k = 0,8$. $[\tau_{\text{рез}}]$ — жоиз

кесимидаги кучланиш.

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

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

1.6-§. Болт стерженини мустаҳкамликка ҳисоблаш

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

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

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

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

$$\tau = \frac{T_p}{W_p} = \frac{0,5Fd_2 \operatorname{tg}(\varphi + \rho')}{0,2d_1^3}$$

Стержендаги умумий (эквивалент) кучланиш

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

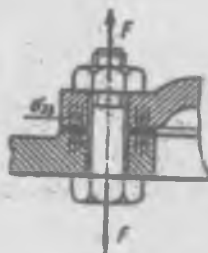
$$\frac{\tau}{\sigma} = \frac{0,5Fd_2 \operatorname{tg}(\varphi + \rho') \cdot \pi d_1^2}{(\pi d_1^3 / 16) 4F}$$

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

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



1.9 - расм.



1.10 - расм.

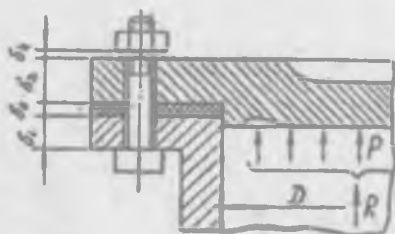
Демак, болт стерженига чўзувчи ва буровчи кучлар таъсир қилганда таъсир қилувчи F умумий кучнинг қийматини юқорида берилгандек олиш тавсия этилади, бунда кучланишнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

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

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

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

3-ҳол. Болт сириб тортилган, ташқаридан болт стерженига чўзувчи куч таъсир этади. Бунга ёпиқ узатмада подшишник узеллари, босим остида бўладиган герметик идишларнинг қопқоғи мисол бўла олади (1.11-расм). Болт F_0 куч билан сириб тортилган бирикма тирқишидан ҳаво ёки суюқлик чиқмайди, лекин ташқи F_1 куч таъсиридан болт стержени Δl_0 қийматга чўзилади.



1.11 - расм.

Бирикма деталлари эса сиқилади, яъни $\Delta l_0 = \Delta l_0$ (1.11-расм). Натижада бирикмага таъсир қилувчи кучларнинг умумий қиймати $F_{\Sigma} = F + F_1$ (1.13) бўлади. Бирикма деталларининг чўзилиши ва сиқилиши ташқи F_1 куч таъсирида бўлиб, бунда χF_1 куч болт стерженига, қолган $(1 - \chi F_1)$ куч бирикма деталларига таъсир қилади. Бунда болт стерженига таъсир қилувчи умумий куч $F_{\Sigma} = F + \chi F_1$ бўлади.

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

Болт стерженига таъсир қилувчи кучнинг энг кичик қиймати $F_{\text{мин}} \geq (1 - \chi F_1)$ бўлиши шарт, акс ҳолда $\Delta l_0 = \Delta l_0$ 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.

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

Болтнинг диаметрини (1.6) формула ёрдамида аниқлаш мумкин, хавфсизлик коэффицентининг қиймати 1.2-жадвалдан танланади. 4-ҳол. Болтли бирикмада куч ўққа тик йўналган. Бунда болт икки хил тарзда ўрнатилиши мумкин.

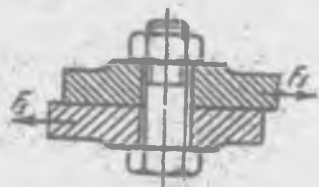
а) Болт билан деталь ўртасида бўшлиқ бўлиб, ташқи куч деталлар ўртасидаги ишқаланиш туфайли мувозанатланади (1.12-расм). Болтга таъсир қилувчи кучнинг қиймати

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

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

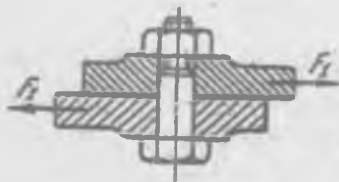
Сириб тортилган болт чўзилиш ва бурилишга ишлайди, натижада ҳисобий кучнинг қиймати $F_x = 1,3F$ бўлади. Болтнинг диаметри 1.6 — формула ёрдамида аниқланади.

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



1.12 - расм.

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



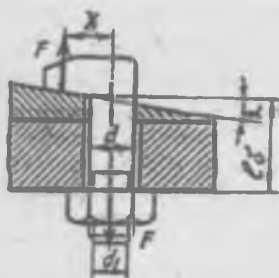
1.13 - расм.

5-ҳол. Таъсир қилувчи куч болт стерженида эгувчи момент ҳосил қилади. Деталнинг гайка сирти билан туташидиган юзаси нотекис бўлганда (1.14-расм) ёки каллаги стандартга кўрсатилмаган илгак сифатида тайёрланган болтлардан фойдаланилганда унинг стерженида, чўзувчи кучдан ташқари, эгувчи момент ҳам ҳосил бўлади. Шунинг учун бундай болтларни ҳисоблашда, чўзувчи кучдан ташқари, эгувчи моментга ҳам эътибор бериш керак. Чўзувчи 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:



1.14 - расм.

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

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

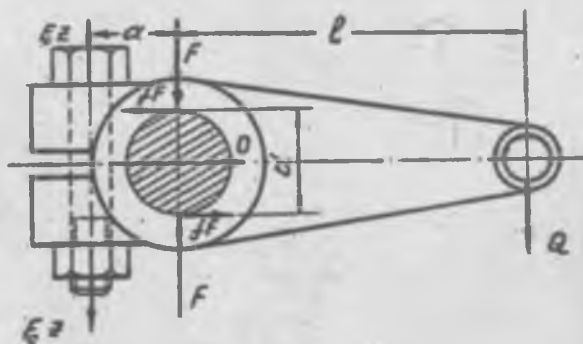
Ҳисобий эгилишдаги кучланиш сифатида шу аниқланган кучланишларнинг энг кичик қиймати олинади.

Болт учун умумий мустаҳкамлик шarti қуйидагича бўлади:

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

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

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



1.15 - расм.

Ана шу мақсадда тайёрланган рычагнинг бир учига вал ўрна-тиладиган тешик бўлиб, унинг диаметри маълум мақсад билан қирқилган бўшлиқ эвазига валга осон жойлашади ва болтларни сириб тортиш ҳисобига кичрайиб, валга маҳкам ўрнашади. Бунда рычагдаги тешик сирти билан вал сирти орасида ҳосил бўладиган ишқаланиш кучининг momenti 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 — иш аланиш коэффициенти; d — валнинг диаметри; l — рычагнинг елкаси.

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

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

бундан болтни сириб тортиш учун керакли бўлган F_z кучнинг қиймати:

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

га тенг бўлади.

(а), (б) формулаларни ҳисобга олсак:

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

Клеммали рычагда, гупчак икки қисмдан иборат бўлса:

$$F_z Z = F$$

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

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

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

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

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

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

1.7-§. Ўзгарувчан кучлар таъсиридаги болтларнинг мустаҳкамлиги

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

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

бу ерда: $\sigma_{\perp}$ — болт материалининг чидамлилиги чегараси; ψ_{σ} — кучланиш циклининг ўзгармас қисмини мустақкамликка таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент; k_{σ} — кучланишнинг тўқанишини ҳисобга олувчи коэффициент қиймати $k_{\sigma} = 3,5 \div 4,5$ — углеродли пўлат материаллар учун; $k_{\sigma} = 4 \dots 5,5$ — легирланган пўлат материаллар учун.

1.8-§. Бир неча болтга бирикмаларни ҳисоблаш

Бу хил бирикмаларни икки гуруҳга бўлиш мумкин:

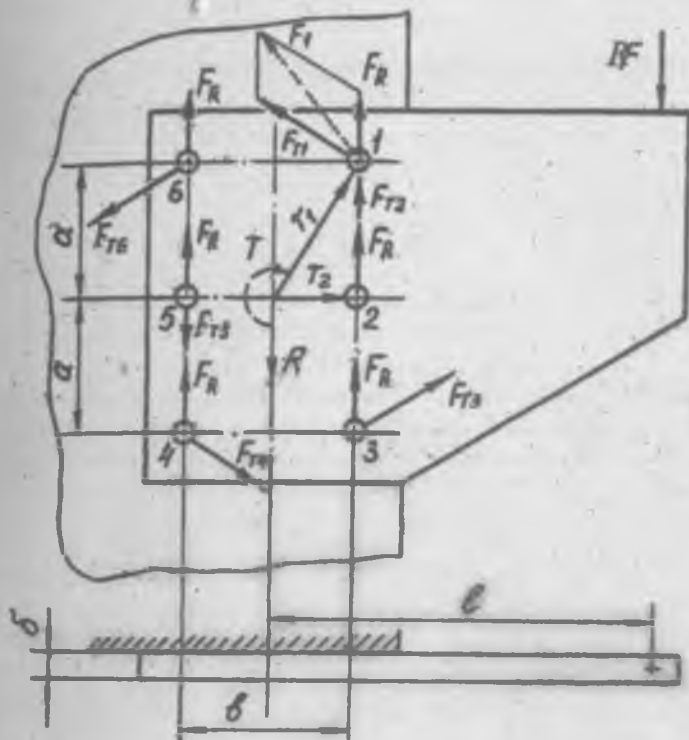
Бирикмада ҳамма болтлар бир хил юкланган. Бундай ҳолларда умумий юкланиш болтлар сонига бўлиниб, ҳар бир болтга тўғри келадиган юкланиш топилади. Масалан, бир неча болт билан бириктирилган муфтани олайлик. Муфтага буровчи момент таъсир этаётганда болтлар ўрнатилган айлана бўйича йўналган айланма куч $F = 2 T / D$ бўлади. Ҳар бир болтга таъсир этаётган кучнинг қиймати эса қуйидагича аниқланади: $F_{\sigma} = 2 T / z D_{\sigma}$. Бу ерда z бирикмадаги болтлар сони; D_{σ} — болтларнинг марказидан ўтган айлананинг диаметри. Бундан кейинги ҳисоблаш болтнинг қай тарзда ўрнатилганлигига боғлиқ (болт стерженини мустақкамликка 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 мустақкамлиги 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 кўчираемиз, натижада бирикма болтларига марказий куч R ҳамда момент $T = F l$ таъсир этади. Болтларда юкланиш R куч таъсирида бир хил тақсимланади, яъни $F_{\sigma} = R / z$. Момент таъсирида реакция қийматлари $r_1, r_2 \dots r_n$ радиусларга перпендикуляр ҳолда йўналган бўлиб, бу кучлар ўзаро мувозанат сақлаши керак, яъни

$$T = F_{\sigma 1} r_1 + F_{\sigma 2} r_2 + \dots F_{\sigma n} r_n ; \quad \frac{F_{\sigma 1}}{r_1} = \frac{F_{\sigma 2}}{r_2} \dots \frac{F_{\sigma n}}{r_n}$$

Расмда кўрсатилган мисол учун $T = 4 F_{\sigma 1} r_1 + 2 F_{\sigma 2} r_2$ бўлади.

Ҳар бир болтга таъсир қиладиган кучларнинг умумийси бу F_{σ} , F_T кучларнинг геометрик йиғиндисидан иборат бўлади. Болтларнинг мустақкамлиги таъсир этувчи энг катта куч бўйича ҳисобланади.



1.16 - расм.

Бирикмада болт тепшикка тифиз ўрнатилган бўлса, болт стерженининг кесилиш ва эзилишга чидамлиги (1.7) формулалар бўйича текширилади.

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

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

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

Болтларнинг чўзилишидаги кучланишга мустаҳкамлиги 1.5-формула ёрдамида аниқланади.

1.9-§. Резьбали бирикмалар учун материалларнинг жонз кучланишлари ҳамда мустаҳкамлик класслари

Болт, винт, гайкалар учун материаллар ГОСТ 1759-82 асосида танланади. Углеродли, легирланган пўлат 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-Ж а д в а л

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

Э с х а т м а: Мустаҳкамлик классининг шартли белгисида берилган сонни 100 га кўпайтириб, материалнинг мустаҳкамлик чегараси аниқланади; берилган икки сонни кўпайтириб олинган қийматни 10 га кўпайтисак, материалнинг оқувчанлик чегараси аниқланади.

Материал танлашда (болт, гайка, шпилька) унинг ишлаш шароити, юзланиш характери ҳамда тайёрлаш йўлларини ҳисобга олиш керак. Машинасозлик саноатида ишлатиладиган станоклар учун кам ҳамда ўрта углеродли СТ 10 ... Ст 35 пўлат материалларни ишлатиш тавсия этилади.

Жонз кучланишлар қиймати таъсир этаётган кучнинг йўналиши ҳамда характериға, яъни ўзгармас ёки ўзгарувчанлиғига боғлиқ бўлиб, уни қуйидагича олиш тавсия этилади.

Ташқи куч ўқ бўйлаб йўналганда: $[\sigma] = 0,6 \sigma_{\text{ок}}$ МПа

Ташқи куч ўзгармас бўлиб ўққа тик йўналган, болт тешикчаға тифиз ўрнатилган, бунда $[\tau] = 0,4 \sigma_{\text{ок}}$ МПа. Ташқи куч ўзгарувчан бўлса, $[\tau] = (0,2 + 0,3) \sigma_{\text{ок}}$ МПа.

Юқоридагиларни эътиборға олган ҳолда болтларнинг маҳкамланиши назорат қилиниши ёки қилинмаслиғи ҳисобға олинади. Маҳкамланиши назорат қилинмайдиган болтлар учун ҳавфсизлик коэффициентининг қиймати 1.2-жадвалдан олинади.

Маҳкамланиши назорат қилинадиган болтлар учун ҳавфсизлик коэффициентининг қиймагини таъсир этаётган ташқи кучлар болт

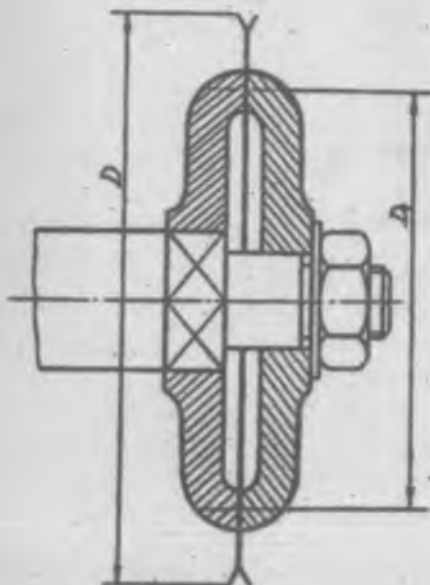
Уш буйича ёки унга тик йўналган бўлса, $[S] = 1,5 \dots 2,5$ деб олиш тавсия этилади.

Болтли бирикмалардаги болтнинг маҳкамлаш кучининг жонз қиймати унинг назорат қилиниши ёки қилинмаслигига қараб олинади.

1.2-жадвал

Болт тайёрлаш учун иш- латиладиган пўлат мате- риаллар	Куч ўзгармас бўлиб, болтнинг маҳкамлашнинг 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 $F = 1$ кН, $D = 400$ мм бўлган арра, диаметри $D_1 = 120$ мм ли шайбалар ўртасида жой-
лашган бўлиб, гайка билан маҳкамланган (1.17-расм). Арра билан
шайба ўртасидаги зарур ишқаланиш кучи гайка ёрдамида таъмин-
ланади. Валдаги резъбанинг диаметри аниқлансин.



1.17 - расм.

Масаланинг ечилиши: Арранинг ишлатиш учун қаршиллик кучининг моменти ишқаланиш кучининг моментидаан оппаслиги керак, яъни:

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

Шайба билан арра орасидаги ишқаланиш кучи

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

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 қилин- майди	назорат қилинади		назорат қилин- майди	назорат қилина- ди
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 сўзлаб беринг.
2. Резьбаларнинг турлари ва ишлатиш соҳалари ҳақида сўзлаб беринг.
3. Деталларни ўзаро маҳкамлаш учун қандай резьбалар ишлатилади? Бу резьбалар қандай хусусиятга эга?
4. Винтли жуфтнинг ФИК қийматларини қандай йўллар билан кўтариш мумкин?
5. Қандай йўллар билан резьба ўрамларига юкланишларни бир текис тақсимлаш мумкин?
6. Қандай ҳолатларда кичик қадамли резьбалар ишлатилади?
7. Резьба юзаси ва кесимлари қандай кучланнишга тоқилрилади?
8. Болт, винт, шпилькалар қандай материаллардан тайёрланади?

9 Болт стерженига фақат чузувчи (сикувчи) куч таъсир эшганда, шу стерженидаги кучланиш аниқлансин

10 Болт стержени чузувчи куч ва ўз ўқи атрофида буровчи момент таъсиринда бўлганда шу стерженидаги кучланиш аниқлансин.

11 Ташқи куч болт ўқида тек йўналган бўлиб, буида болт тешикчага тикиз ўрнатилган, болт стерженидаги кучланиш аниқлансин; бўшлиқ билан ўрнатилган болт стерженидаги кучланиш аниқлансин.

12 Болти бирикмаларнинг туташган жойидаги силжимаслик шартлари нимадан иборат?

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

14 Кисмали бирикмадаги болтирн мустаҳкамликка ҳисоблант.

2-606. ШПОНКАЛИ ВА ШЛИЦЛИ БИРИКМАЛАР

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

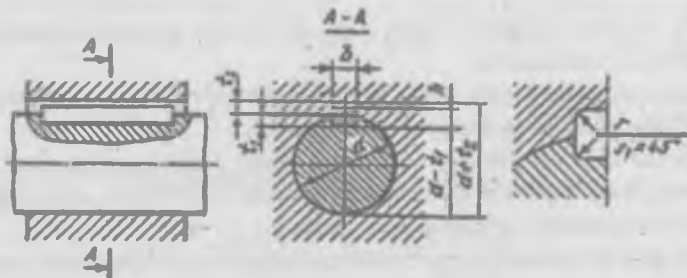
2.1-§. Шпонкали бирикмалар

Бу бирикмалар вал, шпонка ҳамда ғилдиракни (шкив, тишли ғилдирак, юлдузча ва бошқалар) гупчагидан иборат бўлиб, шпонка буровчи моменти узатиш учун ишлатилади. Шпонкали бирикмаларнинг афзаллиги уларнинг тузилиши оддийлиги ҳамда йиғилиш ва қисмларга ажратишнинг анча осон ва арзонлигидадир. Вал сиртига шпонка учун мўлжалланган ўйиқ қилиниши, шпонкали бирикмаларнинг асосий камчилигидир, чунки бу ўйиқ вал кўндаланг кесимининг мустаҳкамлигини камайтиради. Ўйиқларда кучланишларнинг тўпланиши, бирикманинг мустаҳкамлигини вал ҳамда ғилдиракнинг 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.



2.1 - расм.

Ўлчамлари валнинг диаметрига қараб ГОСТ 23360-78 асосида танланади.

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

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

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

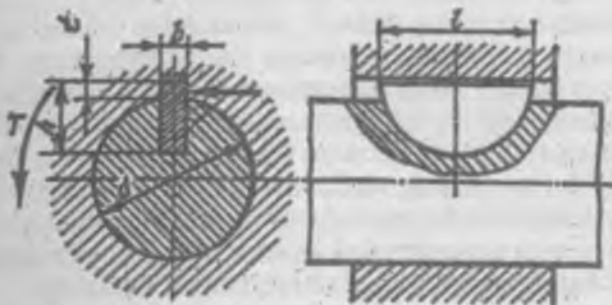
Шпонканинг узунлиги гулчакнинг узунлигидан 5 ÷ 10 мм кам олинади, бунда икки учи текис бўлган шпонканинг узунлиги $l_x = l$, икки учи айланасимон бўлган шпонканинг узунлиги $l_x = l - b$. b — шпонканинг эни.

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

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

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

бу ерда: b — шпонканинг эни.

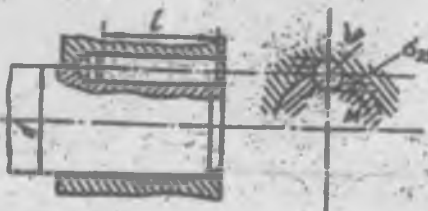


2.3 - расм.

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

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

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



2.4 - расм.

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

Стандарт бўйича (ГОСТ 8787-68) тайёрланадиган шпонкалар учун мустаҳкамлиги 500 МПа дан кам бўлмаган утлеродли ва легирланган пўлат материаллар ишлатилади. Жонз кучланишларнинг қиймати иш р жимига, вал ҳамда штулка материалларининг мустаҳкамлигига боғлиқ бўлиб, қийматларини қуйидагича олиш тавсия этилади.

Бирикмада гулчак пўлат материалдан тайёрланган бўлса $[\sigma_{\text{ш}}] = 120$ МПа; гулчак чуян материалдан тайёрланган бўлса $[\sigma_{\text{ш}}] = 70$ МПа. Юкуаниш зарб билан таъсир этганда бу қиймат 50% камайтиради.

2.2-§. Шлицли бирикмалар

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

Шлицли бирикмаларнинг барча ўлчамлари 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 шакли шлицалардир.

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



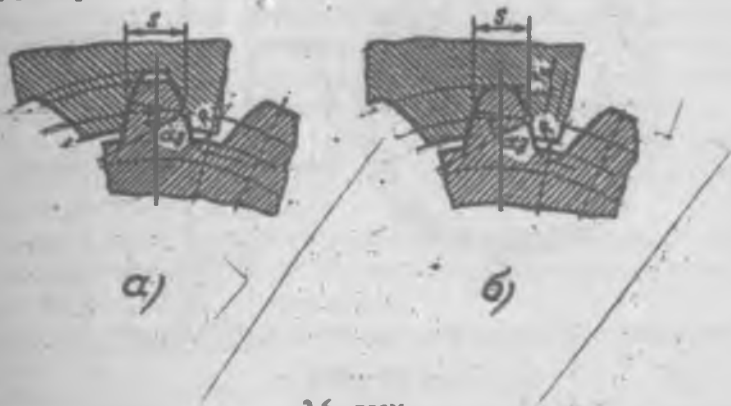
2.5 - расм.

Марказлаштириш D ёки d бўйича бўлса гупчак ва вал ўқларининг ўқдошлиғи ёки ёқлари бўйича 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 тип асосининг қалинлиги катта, тишлар сони кўп бўлганлиги учун мустаҳкамлиги катта бўлади.

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



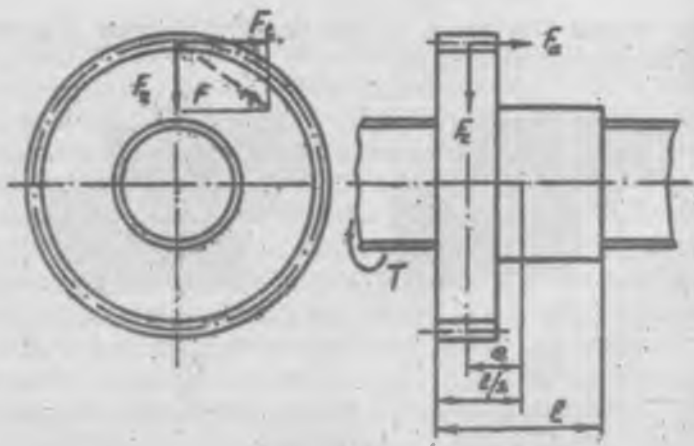
2.7 - расм.

2.3-§. Бирикмаларнинг ҳисоби ва жонз кучланишлар

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

Масалан, бирикмада вал айланганда ўз ҳолатини ўзгартирмайдиган (тишли ўзатмаларда) F кучи (2.8-расм) таъсир этади. Бунда илашган тишлар орасидаги бўшлиқ куч таъсир қилган томонда кам бўлиб, қарама-қарши томонда кўп бўлади, бу жараён ҳар циклда қайтарилиши натижасида тебранма силжиш ҳодисаси рўй беради.

Бирикмага таъсир қилувчи $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$ куч гупчак марказидан е масофага (2.8-расм) силжиса, ағдарувчи момент $M_{\alpha} = Fe$ ҳосил бўлади, бу эса гупчак четларида кучланишларнинг тўпланишига сабаб бўлади. Шунингдек, бўйлама куч F таъсирида ағдарувчи



2.8 - раск.

момент $M_{\text{ш}} = 0,5 F_d$ ҳосил бўлади, умумий ағдарувчи момент эса $M_{\text{т}} = M_{\text{ш}} + M_{\text{с}}$ бўлади. Демак, шлиц типларини сийлишсини камайтириш учун тишлар ўртасидаги бўшлиқни камайтириш, яъни бирикма деталларини аниқлик даражасини ошириш билан бирга, тиш юзаларини қаттиққилигини ошириш зарур.

Бирикма фақат буровчи момент билан юкланган бўлса, масалан ўзаро муфта ёрдамида бириктирилган валларда тебранма силлиш ҳодисаси рўй бермайди, шунинг учун уларнинг сийлишга чидамчилиги ҳисобланмайди.

2.4-§ Тақрибан ҳисоблаш усули

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



2.9 - расм.

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

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

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

2.5-§. Ҳисоблашнинг аниқлаштирилган усули

ГОСТ 21425-75 бўйича фақат тўғри тўртбурчакли шлицли тишлар учун ҳисоблашнинг аниқлаштирилган усулидан фойдаланиш мумкин. Бунда юкланишни тиш узунлиги бўйича ноте́кс тақсимлавиши, 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 йўли 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:

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

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

2.1-жа д в а л

Бирикманинг тури	Ишлаш шароити	$(\sigma_{\text{е}})$, МПа	
		$\leq 350 \text{ HB}$	$\geq 40 \text{ HRC}$
Уқ бўйича ҳаракатланмайдиги	оқир	35...50	40...70
	ўртача	60...100	100...140
	яқини	80...120	120...200
Уқ бўйича ҳаракатланмайдиги (юкла- нишсиз)	оқир	15...20	20...35
	ўртача	20...30	30...60
	яқини	25...40	40...70
Уқ бўйича ҳаракатланади (юкла- нишсиз)	оқир	—	3...10
	ўртача	—	5...15
	яқини	—	10...20
Махсус машинасозлик саноатида, масалан станоксозликда $(\sigma_{\text{е}}) = 12...20 \text{ МПа}$; Уқ бўйича ҳаракатланувчи бирикмаларда $(\sigma_{\text{е}}) = 4...7 \text{ МПа}$.			

Савол ва топшириқлар

1. Шпонкали бирикмаларнинг асосий турлари ва ниялатини соҳалари ҳақида сўзланг.
2. Шпонкали бирикмаларнинг афзаллик ва камчиликлари нимадан иборат?
3. Шпонкалар қандай қўланишлар бўйича текширилади?
4. Шпонли бирикмаларнинг турлари ва ниялатини соҳалари ҳақида сўзланг.
5. Шпонли бирикмалар шпонкали бирикмаларга нисбатан қандай афзалликларга эга?
6. Шпонли бирикмаларни эскини ва сийлинига ҳисобланг.

3-боб. 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 шаклни йирик чўян 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 ўрнатиладиган металл конструкциялар ўзаро бириктирилади, юқори босим остида ишлайдиган қувур ва идишлар тайёрланади, газ ва нефть магистраллари ўтқизиш, 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 алантасидан фойдаланиб пайвандлаш усулидир. Саноат ва қурилишда, асосан, электр энергияси ёрдамида пайвандлаш усулидан фойдаланилади. Бу усул бошқа усулларга қараганда қулай 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 суялтириб туширилади.

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

Бу пайванд чок сифатини яхшилайдн, чунки эритган металлнн ҳаводаги кислород ва азот таъсиридан механик хусусиятлари ёмонлашади.

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

Контакт пайвандлаш усулида уланадиган деталлардан бир неча минг амперли электр токи ўтказилади. Деталларнинг бир-бирига тегиб турган (контакт бўлган) жойида қаршилик юқори бўлганлиги туфайли кўп миқдорда иссиқлик ажралиб чиқади. Бу иссиқлик таъсирида деталларнинг уланадиган жойи пластик ҳолатга келади ёки суяқланади. 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 юқорыда айтылган чокларнинг бир туридан ёки деталь учларининг жойлашувига қараб бир йўла иккала туридан ҳам фойдаланиш мумкин.

3.2-§. Учма-уч пайвандлаш

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

1. Ҳўзувчи (сиқувчи) куч таъсирида (3.1-расм).



3.1 - расм.



3.2 - расм.

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

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

2. Эгувчи момент таъсирида (3.2-расм).

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

3. Эгувчи момент ва чўзувчи куч таъсирида (3.3-расм).



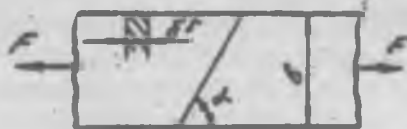
3.3 - расм.

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

Кучланишнинг қиймати пайвандлаш усули ва электродларнинг сифатига боғлиқ, $[\sigma']$ нинг пайвандланган листлар учун жонз кучланиш $[\sigma]$ га нисбати учма-уч чокнинг мустаҳкамлик коэффиценти деб аталади:

$$\varphi = [\sigma'] / [\sigma].$$

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



3.4 - расм.

қабул қилинган ҳолларда 3.1-формула ёрдамида ҳисобланади. Шунинг назарда тутиш керакки, автоматик равишда пайвандлаш йўли билан ҳосил қилинган чоклар учун кўпинча $[\sigma'] = [\sigma]$ 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 қўндаланг кесими учбурчак шаклида бўлади ва бурчакли ёки валиксимон чок деб аталади.

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

Қавариқ чок деталнинг уланган жойидаги кесимини сезиларли даражада ўзгартиради, бу эса ўз навбатида, шу ерда кучланишларнинг қўшимча тўшанишига сабаб бўлади.



3.5 - расм.

Шу боис чокларнинг ботиқ бўлгани мақсадга мувофиқ. Аммо чокларни ботиқ қилиш қўшимча меҳнат талаб этади. Шунинг учун аксарият чоклар нормал шаклда тайёрланади. Лекин ўзгарувчан куч таъсир этадиган ҳолларда чокни ботиқ қилиб тайёрлаш тавсия этилади. Бурчакли чокларни асосий характерловчи ўлчамлари бу унинг катети k ва баландлиги h дир (3.5-расм). Чокнинг баландлиги унинг катетига 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.

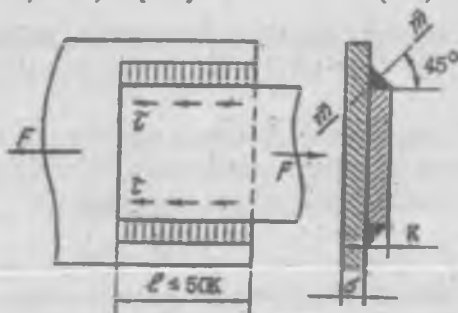
Ёнбош пайванд чок. Бундай чокларда асосий кучланиш чокнинг m - m кесимидаги уринма кучланишидир (3.6-расм). τ — кучланишнинг чокнинг узунлиги бўйича тақсимланиши пайвандланган деталларнинг бикрлигига боғлиқ. Агар бу бикрлик бир хил бўлса, кучланиш бир текис, ҳар хил бўлганда эса нотекис тақсимланади.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

Қўзувчи 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

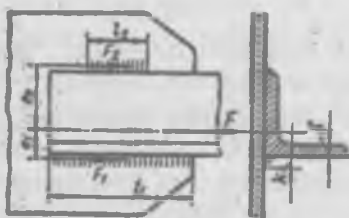


3.6 - расм.

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

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

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



3.7 - расм.



3.8 - расм.

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

$$\tau = T / W ,$$

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

$$\tau = T / W = 6T / (0,7 \cdot k \cdot l^2) \leq [\tau'] \quad (3.8)$$

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

$$\tau = F / [0,7k(2l_1 + l_2)] \leq [\tau'] \quad (3.9)$$

Момент ҳам куч ҳам таъсир этаётган бўлса кучланиш қуйидагича аниқланади:

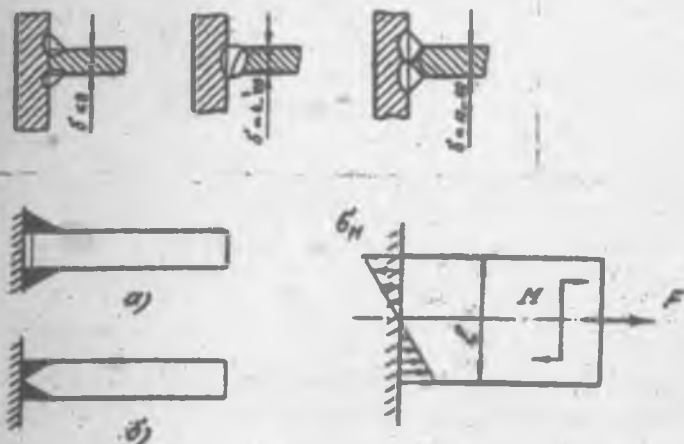
$$\tau_M = \frac{T}{0,7 k l_m l_p + (1/6) 0,7 k l^2} \quad (3.10)$$

Натижада қўзувчи куч ва момент таъсирда ҳосил бўлган умумий кучланиш қиймати:

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

3.4-§. Ўзаро тик қилиб пайвандлаш

Бундай пайвандлашда деталлар ўзаро учма-уч ёки бурчақли чок ёрдамида бириктирилади (3.9-расм). Пайвандлаш дастаки мослама



3.9 - расм.

ёрдамида бажарилса бурчақли чок ҳосил бўлади ва унинг қўзилишга ва момент таъсиридан мустаҳкамлиги қуйидагича аниқланади (3.9-расм, а)

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

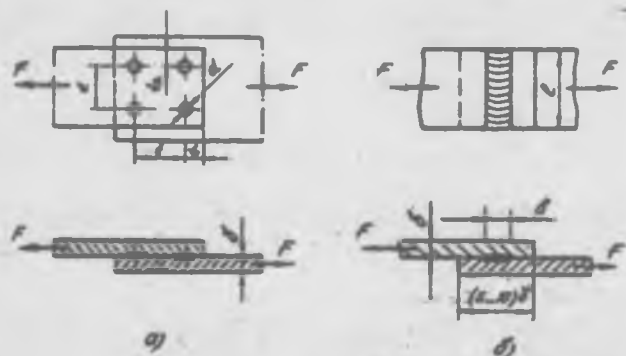
Пайвандлаш автоматик равишда бажарилса, учма-уч чок ҳосил бўлади, бунда чокнинг мустаҳкамлиги қуйидагича аниқланади (3.9-расм, б):

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

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)

$$l = 3d, \quad l_1 = 2d, \quad l_2 = 1,5d$$

Нуқтали пайванд бирикма кесилишдаги кучланишга текширилади, яъни:

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

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

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 ўзгарувчан кучлар таъсиридаги мустаҳкамлиги

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

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

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

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

ψ — асимметрия циклини ҳавфсизлик 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 легирланган
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 пайвандла (рўпара чоклар учун)	2,3	3,2
автоматик равишда пайвандлаш	1,7	2,4

3.7-§. Пайванд чокларнинг мустаҳкамлиги ва жонз кучланишлар

Пайванд чокларнинг мустаҳкамлиги қатор омилларга: ўзаро пайвандланаётган деталь материалларининг сифати, пайвандлаш технологияси, пайвандлаш тури, таъсир этаётган кучнинг ўзгарувчан ёки ўзгармаслигига боғлиқ.

Чўян, рангли металл қоришмалари, кўп углеродли пўлат материалларни пайвандлаш бирмунча қийин, кам ёки ўртача углеродли пўлат 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		
	$[\sigma_v]$	$[\sigma_c]$	$[\tau]$
Э42А ёки Э50А электродлари билан дастаки ва флюс қатлами остида автоматик пайвандлаш, учма-уч ҳамда контактлаб пайвандлаш	$[\sigma_v]$	$[\sigma_v]$	$0,65 [\sigma_v]$
Э42 ёки Э50 электродлари билан дастаки усулда; газ алангасида пайвандлаганда	$0,9 [\sigma_v]$	$[\sigma_v]$	$0,6 [\sigma_v]$
Контактлаб нуқтавий ва лентали пайвандлаш	-	-	$0,5 [\sigma_v]$

Чокларда таъсир этувчи кучларнинг қиймати ўзгарувчан бўлганда жоиз кучланиш қийматини γ коэффициентга кўпайтириб аниқланади. Углеродли пўлат 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 тўпланишини ҳисобга олувчи коэффициент, қиймати 3.3-жадвалда берилган;

R — асимметрия коэффициенти.

3.3-жадвал

Ҳисобланаётган элемент	К	
	Ст3 маркали пўлат	15ХСНА маркали пўлат
Бириктирилган деталнинг учма-уч чокка ўтиш жойи	1,5	1,9
Деталнинг рўпара чокка ўтиш жойи	2,7	3,3
Деталнинг ёнбош чокка ўтиш жойи	3,5	4,5
Тўла суюқлантириб ҳосил қилинган учма-уч чок	1,2	1,4
Бурчакли рўпара чок	2,0	2,5
Бурчакли ёнбош чок	3,5	4,5
Ҳисоб натижасида $\gamma \leq 1$ бўлса, $\gamma = 1$ га тенг қилиб олинади.		

Савол ва топшириқлар

1. Пайванд бирикмаларнинг афзаллик ва камчиликлари нимадан иборат?
2. Утма-уч ҳамда утма-уст пайвандланган бирикмаларнинг тузувчи куч таъсирида мустаҳкамлиги қандай ҳисобланади?
3. Бурчакли чокнинг ҳавфли кесими баландлигини аниқланг.
4. Ёнбош, рўшара чокларда кучланишни тақсимланиш эпюрасини чизинг.
5. Нима сабабдан ёнбош чокнинг узунлиги чегараланган?
6. Утма-уч ҳамда утма-уст бириктирилган бирикмаларнинг буровчи момент таъсирида мустаҳкамлигини аниқланг.
7. Нуқтали ва лентали пайванд чокларни мустаҳкамликка ҳисобланг.
8. Автоматик пайванхли дастаки пайвандлашга нисбатан қандай афзалликларга эга?

4 - б о б . ПАРЧИН МИХЛИ БИРИКМАЛАР

4.1-§. Умумий маълумот

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

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

Уланадиган қисмларда тешиklar ҳосил қилиш учун парма ёки пресдан фойдаланилади.

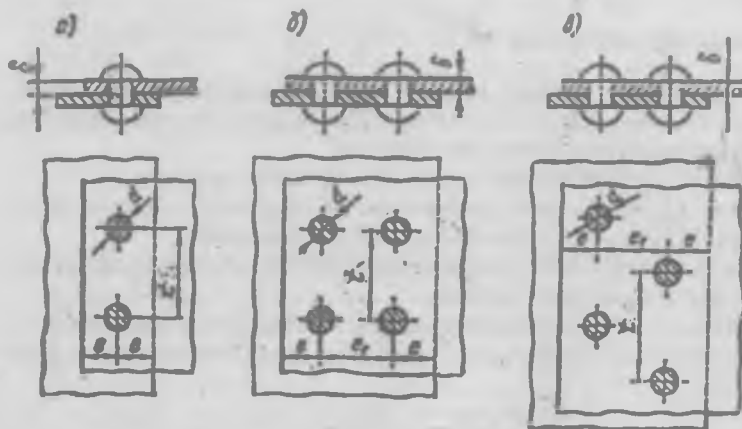
Парчин михлар ёрдамда ҳосил бўлган бирикмалар куйидаги турларга, яъни мустаҳкам, мустаҳкам-жипс ҳамда жипс чокларга бўлинади.

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

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

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

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

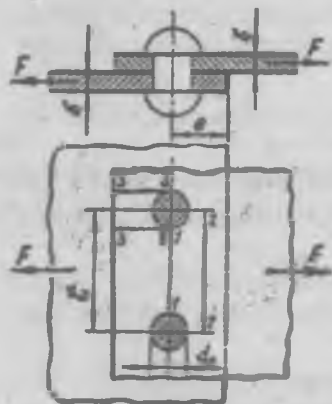


4.1 - расм.

4.2-§. Парчин михли чокларни мустаҳкамликка ҳисоблаш

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

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



4.2 - расм.

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

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

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

4.2-расмда берилган парчин михли бирикманинг мустаҳкамлик шарти:

а) Парчин мих стерженида кесувчи кучланишнинг ҳисобий қиймати:

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

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

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

в) Бириктирилаётган листларнинг I-I кесим бўйича чўзувчи кучланишнинг ҳисобий қиймати:

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

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

Савол ва топшириқлар

1. Парчин михли бирикмалар қандай ҳосил қилинади?
2. Парчин мих диаметри қандай таълифланади?
3. Бирикман мустаҳкамликка ҳисобланг.

5-БОБ. ДЕТАЛЛАРНИ ТИФИЗЛИК 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 йиғишда ва бошқа ҳолларда қўлланилади. Бунинг учун валнинг диаметри (подшипникда ёки бошқа деталда) вал учун мўлжалланган тешик диаметридан δ қадар каттароқ қилиб тайёрланади. Масалан, вал диаметри B тешик диаметри A бўлса (5.1-расм), у ҳолда $B > A$ ёки $B - A = \delta$ бўлиши керак. Натижада б ҳисобига деталлар ўзаро маҳкам бирикади. Бундай ўзаро бириктиришда пресслаш, тешикли детални қиздириш ёки вални совитиш усуллари билан фойдаланилади.



5.1 - расм.

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

5.2-§. Бирикма мустаҳкамликка ҳисоблаш

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

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

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

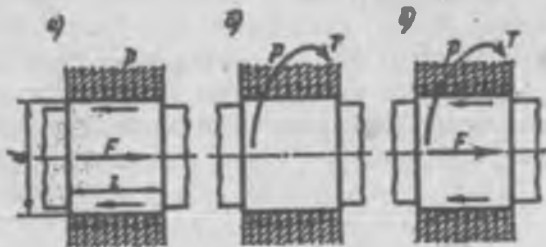
$$q \geq \frac{2F_a}{f \pi d l}$$

бунда: F_a — таъсир этувчи бўйлама куч;

f — ишқаланиш коэффициенти;

d — бириктириладиган деталнинг диаметри;

l — тиғизлик билан бириктириладиган юзанинг узунлиги.



5.2 - расм.

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

в) бирикмага бир вақтнинг ўзида бўйлама куч ҳамда буровчи момент таъсир қилади (5.2-расм, в)

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

Материаллар қаршилиги курсидан маълумки, тигизлик кучининг қиймати билан ўзаро бириктириладиган деталарнинг ишқаланувчи сиртлардаги контакт босим ўртасидаги боғланиш қуйидагича ифодаланади:

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

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

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

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

пўлат 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, $\mu = 0,33$.

Ўтказилган тажрибалар шуни кўрсатдики, ишқаланиш сиртидаги ишқаланиш коэффициенти f нинг қиймати шу юзанинг нотекислигига, босимга, бирикмани йиғишга, йиғиш тезлигига ва бошқа омилларга боғлиқ бўлиб, пўлат ва чўян материаллар учун совуқлайин 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 ўзаро пресслаб бириктириш мумкин?
2. Пресслаб бирикмаларини шикили ва шпонкали бирикмаларга нисбатан афзалликлари ва камчиликлари нимадан иборат?
3. Пресслаб бириктирилган деталарнинг ишқаланиш юзасидаги босим:
 - а) ўқ бўйича бўйлама куч таъсир этганда;
 - б) момент таъсир этганда;
 - в) бўйлама куч ва момент таъсир этганда қандай ҳисобланади?
4. Ишқаланиш сиртидаги ишқаланиш коэффициенти қиймати қандай омилларга боғлиқ?

6.1-§. Узатмалар ҳақида умумий тушунчалар

Энергия манбаи билан машинанинг иш бажарувчи қисми оралтиришда жойлашиб, уларни ўзаро 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 ўрганилади.

Узатмаларнинг энергия манбаи билан иш бажарувчи қисми ўртасида жойлашганининг 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 ўзгартириш мумкинлиги;
3. Электр двигатель вадидаги 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. Илашпиш ҳисобига ишлайдиган узатмалар (тишли, червякчи, занжирли).

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

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

Қўшимча характеристикалари:

а) Узатманинг ФИК $\eta = P_2 / P_1$. Кўп пов'нали узатма учун

$$\eta_y = \eta_1 \eta_2 \dots \eta_n$$

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

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 бурчак тезликларининг нисбатлари узатиш сони деб аталади ва u , ҳарфи билан белгиланади.

$$u = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

бу ерда: ω_1 — етакловчи валнинг бурчак тезлиги;

ω_2 — етакловчи валнинг бурчак тезлиги

Ҳаракатни секинлаштирадиган узатмалар учун $u_1 > 1$ ($\omega_1 > \omega_2$); тешиштирадиган узатмалар учун $u < 1$ ($\omega_1 < \omega_2$)

Агар узатма бир неча поғонали бўлса, унинг умумий узатиш сони: $u_g = u_1 \cdot u_2 \dots u_n$ бўлади, бу ерда $u_1, u_2 \dots u_n$ — биринчи, иккинчи ва охириги поғоналарнинг узатишлари сони.

Машинасозликда механик узатмалар катта аҳамиятга эга. Шунинг учун уларни ўрганиш, 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 фидираклар воситасида узатилса бундай узатмалар тишли узатмалар деб аталади. Тишли узатмалар ўқларнинг жойлашishiга қараб қуйидаги турларга бўлинади: цилиндрсимон, ўқлари ўзаро параллел (7.1-расм), конуссимон ўқлари ўзаро перпендикуляр (7.2-расм),



7.1 - расм.

тишли ўқлари ўзаро айқаш жойлашган (7.3-расм). Бундан ташқари айланма ҳаракатни илгарилама ҳаракатга айлантирувчи механизм сифатида фойдаланиладигач ва тишли фидирак билан тишли рейкадан иборат узатмалар ҳам ишлатилади (7.4-расм). Бундай узатмалар цилиндрик фидиракли узатмаларнинг хусусий ҳоли бўлиб, фидиракларининг бирининг диаметри чексиз бўлади.

6.1-§. Узатмалар ҳақида умумий тушунчалар

Энергия манбаи билан машинанинг иш бажарувчи қисми оралигида жойлашиб, уларни ўзаро боғловчи ҳамда ҳаракатни талаб қилганидек бошқаришга имкон берувчи механизмлар узатмалар деб аталади.

Машинасозликда механик, электрик, пневматик ва гидравлик узатмалардан фойдаланилади.

Машина деталлари курсида фақат механик узатмалар ўрганилади.

Узатмаларнинг энергия манбаи билан иш бажарувчи қисми ўртасида 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 ўзгартириш 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. Иланиш ҳисобига ишлайдиган узатмалар (тишли, червякчи, занжирли).

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

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

Қўшимча характеристикалари:

а) Узатманинг ФИК $\eta = P_2 / P_1$. Қўп пов'нали узатма учун

$$\eta_y = \eta_1 \eta_2 \dots \eta_n$$

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

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 u , ҳарфи билан белгиланади.

$$u = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

бу ерда: ω_1 — етакловчи валнинг бурчак тезлиги;

ω_2 — етакловчи валнинг бурчак тезлиги

Ҳаракатни секинлаштирадиган узатмалар учун $u_1 > 1$ ($\omega_1 > \omega_2$);

тезлаштирадиган узатмалар учун $u < 1$ ($\omega_1 < \omega_2$)

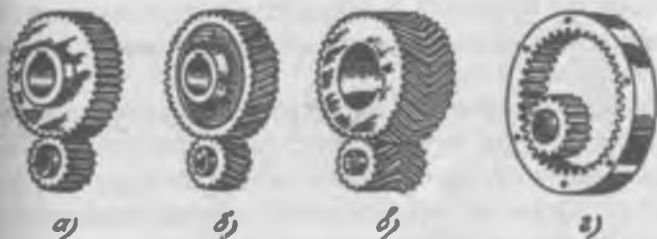
Агар узатма бир неча поғонали бўлса, унинг умумий узатиш сони: $u_y = u_1, u_2 \dots u_n$ бўлади, бу ерда $u_1, u_2 \dots u_n$ — биринчи, иккинчи ва охириги поғоналарнинг узатишлар сони.

Машинасозликда механик узатмалар катта аҳамиятга эга. Шунинг учун уларни ўрганиш, 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 фидираклар воситасида узатилса бундай узатмалар тишли узатмалар деб аталади. Тишли узатмалар ўқларнинг жойлапишига қараб турларга бўлинади: цилиндрсимон, ўқлари ўзаро параллел (7.1-расм), конуссимон ўқлари ўзаро перпендикуляр (7.2-расм),



7.1 - расм.

тишли ўқлари ўзаро айқаш жойлашган (7.3-расм). Бундан ташқари айланма ҳаракатни илгарилама ҳаракатга айлантирувчи механизм сифатида фойдаланиладигач ва тишли фидирак билан тишли фидиракдан иборат узатмалар ҳам ишлатилади (7.4-расм). Бундай узатмалар цилиндрлик фидиракли узатмаларнинг хусусий ҳоли бўлиб, фидиракларининг бирининг диаметри чексиз бўлади.



7.2 - расм.



7.3 - расм.



7.4 - расм.

Тишларнинг гилдирак сиртида жойлашувига қараб, тишли гилдираклар тўғри (7.1-расм а), қия (7.1-расм, б); айланасимон (7.2 расм, в) турларга бўлинади. Гилдирак тишлари шаклига қўра эвольвентали (Л.Эйлер ихтиро қилган) нуқтавий (М.Л.Новиков ихтиро қилган) ҳамда циклоид илашип билан ишлайдиган турларга бўлинади.

Бу хил узатмалар бошқа узатмаларга нисбатан қуйидаги афзалликларга эга:

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

Бир поғонали узатиш сонининг қиймати чегараланган бўлиб, $u_{max} = 12,5$ гача бўлиши мумкинлиги; тайёрлашнинг нисбатан мураккаблиги; катта тезлик билан ишлаётган/шовқин чиқариши; юқори аниқликдаги тишли гилдиракларни тайёрлашнинг қийинлиги мазкур узатмаларнинг камчилиги ҳисобланади.

Кўрсатилган камчиликларга қарамасдан машинасозлик ва асбобсозлик саноатида асосан тишли узатмалар ишлатилади.

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

Ўзаро сирпанишсиз ҳаракатланиб кутб нуқтасидан ўтган айланалар бошланғич айлана деб аталади ҳамда d_{01} , d_{02} билан белгиланади. Бошланғич диаметр филдираклар илашганда ҳосил бўлган Алоҳида олинган тишли филдиракларда бошланғич диаметр бўлмайди.

Бундан буён фақат бўлувчи ва бошланғич айланалар тенг, яъни $d_0 = d$ бўлган тишли узатмаларни ўрганамиз.

Барча тишли филдиракларда фақат битта тиш бўлувчи диаметр d бўлганлиги учун, шу диаметрни филдиракнинг бошқа ўлчамларини аниқлашда асос қилиб оламиз.

Тишли филдиракнинг ўлчамлари қуйидагича ифодаланади (7.5-расм).

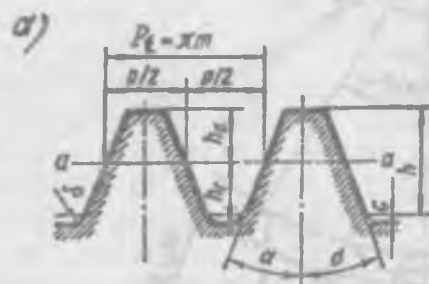
d_0 — филдирак тишининг учидан ўтказилган айлана — ташқи айлана.

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

h_0 — ташқи ҳамда бўлувчи айлана билан чегараланган тишнинг бир қисми, тиш каллагининг баландлиги.

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

$h = h_0 + h_i$ тишнинг умумий баландлиги (7.6-расм).



7.6 - расм.

ўзунлиги типлар илашчиининг бошланиши ва охирини кўрсатади.

P_0 — тишли филдиракнинг асосий диаметри (икки ёндош тишнинг мос томонлари орасидаги масофа) бўйича қадами.

тиш бўлувчиси ёки бошланғич айлана бўйича олинг: $P_0 = P_1 \cdot \cos \alpha$
 Тишли филдиракнинг бўлувчи айланасининг ўзунлиги тиш қада $L = \pi d = P_1 \cdot z$;
 тишлар сонига кўпайтмасига тенг, яъни

$$d = \frac{P_1}{\pi} z$$

Бундан

Демак, айлана диаметри қадам ва ўлчовсиз трансцендент сон π ифодаланаяпти. Шу сабабли, тишли филдиракнинг асосий диаметрини аниқлаш ва амалда уларни ўлчаш осон бўлиши учун тишли 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 филдирак учун унинг бошланғич айланаси билан бўлиш айланаси бир хил ифодаланади:

$$d_{01} = d_1 = m z_1, \quad d_{02} = d_2 = m z_2 \quad (7.2)$$

Бундай ҳолларда маркаслараро 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 — стаковчи ва стакланувчи тишли филдиракларнинг тишлар сони. $z_2 / z_1 = u$ нисбат узатиш сони деб аталади, узатиш сони қиймат жиҳатидан узатиш нисбати n_1 / n_2 га тенг бўлади.

7.1-жадвал

Қатор	— 1,5; 2,0; 3,0; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25.
Қатор	— 1,75; 2,25; 2,75; 35; 45; 5,5; 7; 9; 11; 14; 18; 22
Эскертма:	бу қийматлар цилиндрсимон ва конуссимон тишли филдиракларга таъсир этилади.

Тиш ва унинг қисм баландликлари қуйидагича ифодаланади:

$$r_1 = m, \quad h_1 = h_2 + c = 1,25m; \quad h = h_2 + h_1 = 2,25m$$

бу ерда $c = 0,25m$ радиал ораллиқ коэффициентини (7.6-расм).
 Тишларнинг учидан ва тубидан ўтган айланаларнинг диаметрлари
 пидатигича бўлади (7.5-расм):

$$\begin{aligned} d_1 &= mz + 2h_1 = mz + 2m = m(z + 2) \\ d_2 &= mz - 2h_1 = mz - 2,5m = m(z - 2,5) \end{aligned} \quad (7.3)$$

Илашиш чизиги q_n нинг асосий қадам P_n га нисбати ён қопланиш
 коэффициентини ϵ_n деб аталади:

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

бу ерда: z_1, z_2 — етакловчи ва етакланувчи филдирак тишлари сон;
 β — филдирак тишларининг қиялиқ бурчаги.

Тишли узатма узлуксиз ишлаши учун $q_n > P_n$ шарт бажарилиши
 керак, яъни

$$\epsilon_n = q_n / (P_n \cos \alpha) > 1$$

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

Қопланиш коэффициентининг қиймати қанчалик катта бўлса,
 бир вақтнинг ўзидан бир неча жуфт тишлар илашади, узатмаларда
 қопланиш коэффициентини $1 < \epsilon_n < 2$ ораллиғида, қия тишли узатма-
 ларда эса тўғри тишли узатмаларга нисбатан катта бўлади.

7.3-§. Тишли филдиракларнинг емирилиш турлари

Тиш сиртида ҳосил бўладиган контакт σ_H кучланиш ва тишнинг
 тубида пайдо бўладиган эгувчи 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
 ораллиғида ўзгариб туради ва пульсацияланувчи узлукли цикл билан
 таъсир этади, (7.7-расм). Кучланишларнинг ўзгарувчан цикл билан



7.7 - расм.

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

σ_F кучланиш, тишларнинг толи-
 қиши туфайли синишига, σ_H куч-
 ланиш эса тиш сиртининг увала-
 нишига сабаб бўлади.

Тишлар сиртининг емирилиши деганда қуйидагилар тушунилади:
 а) толиқишиш оқибатида уваланиб кетиши;
 б) абразив заррачали муҳитда ва оддий ишқаланиш шароитида
 емирилиши;

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

г) пластик деформацияланиш оқибатида силжиши;

д) термик ишлов берилган тишларнинг сиртқи қаттиқ қатлами-
 нинг кўчиб кетиши ҳоллари.

Тишларнинг синиши икки хил сабаб туфайли содир бўлиши
 мумкин.

а) Ўта юкланиш туфайли. Бунда тишда ҳосил бўлган кучланиш
 материал учун жоиз кучланиш чегарасидан ошиб кетади. Натижада
 мўрт материаллардан тайёрланган филдирак тишлари синади,
 пластик материаллардан тайёрланган филдирак тишлари деформа-
 цияланиб, ўз шаклини ўзгартиради ёки синиб кетади.

Тишнинг ана шу сабабларга кўра синишини олдини олиш учун
 ўта юкланиш бўлмаслигини таъминлаш керак, агар бунинг иложи
 бўлмаса, тишли филдиракларни ҳисоблашда ўта юкланиш бўлиши
 имконлигини эътиборга олиш керак.

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

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

Ёпиқ узатмаларда тишли филдиракларнинг тиш сиртлари толи-
 қиш натижасида уваланиб кетади. Уваланиш икки хил шароитда
 содир бўлади. Биринчи хил уваланиш тиш сиртининг қаттиқлиги
 $HV \leq 350$ бўлган материаллардан ясалган филдирак 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 тўхтайд.
 Уваланишнинг иккинчи хили тишли филдиракларнинг тиш сирти-
 нинг қаттиқлиги $HV > 350$ бўлган материаллардан ясалган ва сермой

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



7.8 - расм.

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

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

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

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

Тиш сиртининг юклиниши. Катта тезлик ва катта юкланиш билан ишлайдиган узатмаларда, гилдирак тишларини бевосита туташиши натижасида тиш юзалари ниҳоятда қизиқ кетганда тиш сиртларида юклиниш ҳолидаси содир бўлади. Ҳосил бўлган металл гуддалар иш давомида, шу тиш билан илашишда бўлган тиш сиртини сидириб қўқо бошлайди. Оқибатда тиш сирти нотекислашиб, узатма ишида қўшимча шовқин ва динамик кучлар ҳосил бўлади. Бундай емирилишнинг олдини олиш чоралари ейилишнинг олдини олиш учун тавсия этилган чораларга ўхшашдир.

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

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

7.4-§. Тишли гилдиракларнинг аниқлик даражаси

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

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

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

аниқлик, равон ишлаш, тишлар контакт юзасининг ҳажми ҳам тишлараро ён бўшлиқ даражаси.

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

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

Тишли ғилдирак ва узатмаларнинг аниқлиги унинг аниқлик даражаси, илашган тишли ғилдиракларнинг ён бўшлиғи туташуви тури билан белгиланади. Масалан 6-С ГОСТ 1643-81, бунда илашдаги контакт юза 6- аниқлик даража билан таъйёрланади, с — ён бўшлиқнинг чекли чегараси. Агар аниқлик даражаси ҳар бир бўлса, масалан 8 — 7 — 6 Ва ГОСТ 1643-81 бунда, 8 — кинематик аниқлик даражаси, 7 — равон ишлаш даражаси, 6 — илашдаги контакт юзанинг ҳажмий даражаси, В — туташуш тури, а — ён бўшлиқнинг чекли чегараси.

Тишли ғилдиракларнинг аниқлик даражаси унинг тезлиги боғлиқ бўлиб 7.2-жадвалдан олинади.

7.2-жадвал

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

^х ГОСТ бўйича 1,2 аниқлик даражаси учун чекли чегара белгиланмаган

7.5-§. Контакт кучланиш ва мустаҳкамлик

Ўзаро илашган икки деталнинг илашган юзаси шу деталнинг 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. Илашшиш 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 ўзаро сиқилганда ташқи кучнинг таъсири бўлмаганда илашшиш чизик бўйича, таъсири бўлганда эса бу чизик перпендикуляр кўринишида бўлади. Бу икки цилиндр орасидаги контакт кучланишининг қийматини аниқлаш масаласини биринчи бўлиб Г. Герц ҳал қилган, яъни:

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

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

$$\sigma_n = 0,418 \sqrt{q E_k / \rho_k}$$

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

Цилиндр айланганда юкланиш таъсирида контакт кучланиш фақат шу илашган юзада ҳосил бўлади, яъни контакт кучланиш пульсацияланувчи циклар бўйича ўзгаради (7.7-расм). Ҳар бир юза фақат илашганда юкланганлиги учун, контакт кучланиш қиймати ўзгарувчан бўлади. Ўзгарувчан кучланишлар таъсирида илашган юзалар толиқали, натижада бу юзаларда билинар-билимас дарзлар пайдо бўлади. Илашшиш сермой шароитда бўлса, бундай дарзларнинг натижа катта босим остида мой кира бошлайди, натижада дарзлар катталаша бориб, цилиндр сиртларида кичик бўлакчаларнинг ажралишига олиб келади (7.8-расм).

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

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

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

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

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

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

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

бу ерда: $k_{Ha}, k_{H\beta}, k_{Hv}$ — юкланишнинг тишлараро, тиш эни бўйича нотекис тақсимланишини ҳамда қўшимча динамик кучланишни ҳисобга олувчи коэффициентлар; $\rho_k = \rho_1 \rho_2 / (\rho_1 + \rho_2)$ — эгрилик радиусининг "келтирилган" қиймати. O_1PA, O_2PA 7.9-расмдаги учбурчаклардан $\rho_1 = 0,5 d_1 \sin \alpha$, $\rho_2 = 0,5 d_2 \sin \alpha$ — стакловчи ва етакланувчи филдирак тишларининг эгрилик радиуслари қийматларини юқоридаги формулага қўйиб қуйидагига эга бўламиз:

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

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

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

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

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

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

механик характеристикаларни ҳисобга олувчи коэффициент. Формулага қўшимча равишда илашмиш 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_{α} нинг ўртача қиймати 0,9. Тўғри тишли цилиндрсимон гилдираклар учун $k_{\Sigma} = 1,0$. Натижада тўғри тишли цилиндрсимон гилдирак тишларидаги контакт кучланишнинг ҳисобий қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\begin{aligned} \sigma_H &= Z_H \cdot Z_M \cdot Z_{\epsilon} \cdot \sqrt{\frac{F_1(1+u)}{d_2 \cdot b_2} \cdot k_{H\beta} \cdot k_{H\gamma}} = 1,76 \cdot 275 \cdot 0,9 \sqrt{\frac{F_1(1+u)}{d_2 \cdot b_2} \cdot k_{H\beta} \cdot k_{H\gamma}} = \\ &= 430 \sqrt{\frac{F_1(1+u)}{d_2 \cdot b_2} \cdot k_{H\beta} \cdot k_{H\gamma}} \leq [\sigma_H] \end{aligned} \quad (7.6)$$

бу ерда: u — узатиш сони; F_1 — айланма куч, Н; d_2 — етакланувчи тишли гилдирак тиш бўлувчисининг диаметри, мм; b — етакланувчи тишли гилдирак эни, мм; σ_{Σ} — 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 жониз контакт $[\sigma_{\Sigma}]$ кучланишнинг қиймати кичик бўлса, шу қиймат (кўпинча 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 $F_1 = 2T_2/d_2$; $d_2 = 2au/(u+1)$, $b_2 = \psi_{ba} \cdot a$ деб қабул қилиб, бу қийматларни 7.6-формулага қўйсақ, узатмани лойиҳалаш учун ўқлараро масофани қуйидагича аниқлаш мумкин:

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

бу ерда: T_2 — буровчи момент, Нмм; u — узатиш сони; $[\sigma_c]$ — контакт кучланишнинг жоиз қиймати, ψ_{Σ} — тиш эни коэффциентининг қиймати, уни танлашда қуйидагиларга эътибор бериш керак, бу қиймат қанчалик катта бўлса, узатма ташқи ўлчамлари кичик, огирлиги кам бўлади, лекин бунда тишли ғилдиракнинг қаттиқлик даражаси, бикрлиги юқори бўлиши керак. Чунки бунда тишнинг эни бўйича тақсимланадиган юкланиш нотекис бўлиши мумкин. ψ_{Σ} нинг қиймати ғилдирак тиш юзасининг қаттиқлигига ҳамада стабиланувчи ғилдиракнинг таянчга жойланишига нисбатан 7.3-жадвалдан олинади.

7.3-жадвал

Ўпиқ узатмаларда стабиланувчи тишли ғилдиракнинг таянчга нисбатан жойланиши	Тиш юзасининг қаттиқлиги		
	Тавсия этилган қийматлар	$H_1 \leq 350$ HB ёки $H_1, H_2 \leq 350$ HB	$H_1, H_2 > 350$ HB
Симметрик	ψ_{Σ}	0,3...0,5	0,25...0,3
	$\psi_{\Sigma, \text{норм}}$	1,2...1,6	0,9...1,0
Носимметрик	ψ_{Σ}	0,25...0,4	0,2...0,25
	$\psi_{\Sigma, \text{норм}}$	1,0...1,25	0,65...0,8
Консол	ψ_{Σ}	0,2...0,25	0,15...0,2
	$\psi_{\Sigma, \text{норм}}$	0,6...0,7	0,45...0,55

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

Стандарт ўпиқ узатмаларда СТ СЭВ 229-75 асосида ўқлараро масофа a_{Σ} тиш эни коэффциенти ψ_{Σ} узатиш сони u нинг қийматлари стандартлаштирилган:

a_{Σ} 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_{Σ} нинг стандарт қийматлари:

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

Узатиш сони u нинг стандарт қийматлари:

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

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

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

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

Модулнинг энг кичик қийматини фидирак тишларининг эгилишдаги кучланишга чидамлилиги бўйича (7.9) формула ёрдамида аниқлаш мумкин. Аммо бунда кўпинча модулнинг қиймати кичик чиқади. Кичик модулли тишли фидираклар 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 фидираклар ишда текис ва раво ишлайди. Фидирак 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 фидирак 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	$\psi_m = b/m$ 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 олинган тишли фидираклар, конуссимон узатмалар учун	15...10
И л о в а: Берилган қийматларнинг кичигини узатмада ўта юкланиш ҳамда тезлик ўртача бўлган ҳолларда, каттасини эса узоқ вақт ишлайдиган, нисбатан катта бўлмаган юкланишларда ҳамда юта тезлик билан ҳаракатланувчи узатмалар учун олиш тавсия этилади.	

Жадвалдан ψ_m нинг қийматини танлаб олиб модулнинг қиймати аниқланади: $m = b_s / \psi_m$
бу ерда: $b_s = \psi_m \cdot d_1 = \psi_m \cdot a_s$ га тенг.

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

Узатманинг модули аниқлангач, қолган ўлчамларини ҳам аниқлаш мумкин. Силжитиш коэффицентини $X_z = 0$ 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 $z_1 > z_{\text{мин}}$ бўлиши керак.

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

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

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

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

7.8-§. Тўғри тишли цилиндрсимон ғилдиракларни эгилишдаги кучланиш бўйича ҳисоблаш

Узатмаларни лойиҳалашда ғилдирак 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, ғилдиракнинг илашишда бўлган типларига таъсир этувчи асосий куч, уларнинг сиртига тик бўлиб, илашиш чизиғи 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.

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

бу ерда: $\sigma_x = F_t l / W$ — эгувчи моментдан тиш асосида ҳосил бўлган кучланиш; $\sigma_c = F_t / A$ — марказдан қочма куч таъсирида ҳосил бўлган кучланиш; $W = b s^3 / 6$ — тиш асосининг қаршилиқ моменти; $A = bs$ — тиш асосининг юзаси; b, s, l нинг ўлчамлари расмда кўрсатилган.

Тажрибалар шуни кўрсатадики, кучланишнинг абсолют қиймати толалар сиқилган томонда катта бўлса ҳам, тишлар аксарият толалар чўзилган томондан синади. Шунинг учун юқоридаги тенгликда σ олдида (-) 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 ўхшашлигидан фойдаланиб, улар ўлчамсиз коэффициентлар яъни l^I, s^I билан алмаштирилади:

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

Бу коэффициент қийматларини юқоридаги формулага қўйиб қуйидаги ифода олинади:

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

бу ерда: $k_H = k_{\alpha} \cdot k_{\beta} \cdot k_{\gamma}$ — 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:

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

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

Лойиҳаланаётган узатма гилдирактарининг 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: $k_m = Y_F \cdot k_{F_1} \cdot k_{F_2}$ — қўшимча коэффициент бўлиб унинг ўртача қиймати тўғри тишли цилиндрсимон филдираклар учун $k_m = 6,8$, қия тишли цилиндрсимон филдираклар учун $k_m = 5,8$.

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

Аниқланган модуль қиймати стандарт бўйича яхлитланди. Бу қиймат қанча кичик бўлса, филдирак тишларининг сони шунча кўп бўлади. Бу эса тишли филдиракларнинг илашиши текис, шовқинсиз бўлиб тишни кесилишини осонлаштиради. Бироқ узатма филдирак 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 деталларини тайёрлашда (қайта ишлашда), илашда йўқ қўйилган ноаниқликлар, шунингдек валларнинг, тишли филдиракларнинг эластик деформацияси натижасида юкланишлар нотекис тақсимланади. Тишли филдиракларни илашишдаги ноаниқликлар 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 қўлайтмаси сифатида ҳисобга олинади, яъни

$$k = k_p \cdot k_v \cdot k_a$$

бу ерда: k — юкланиш коэффициенти; k_p — 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.

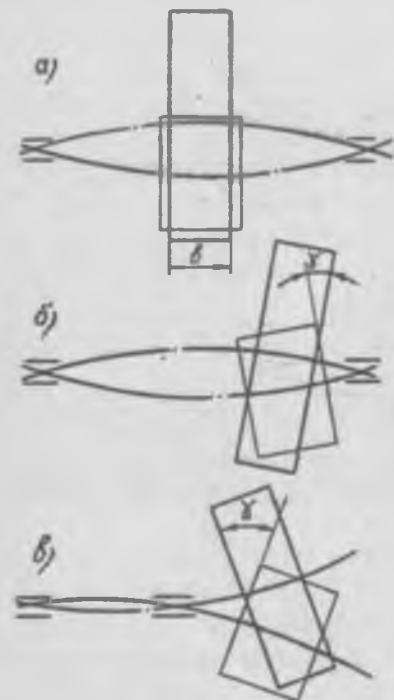
Коэффициентлардаги "β" индекс узатма филдирак тишларининг илашиш жараёнида β бурчакка оғиши туфайли юкланишнинг нотекис тақсимланишини белгиловчи шартли белги; "v" — индекс узатма қатта тезлик билан ҳаракатланганда аниқлиқ даражаси кичик бўлган узатмаларда бўлган қўшимча динамик кучланишларни белгиловчи шартли белги; "α" — эса тишли филдираклар ўзаро илашганда илашиш бурчагининг ўзгариши натижасида ҳосил бўлган қўшимча кучланишларни белгиловчи шартли белги.

Тишли филдиракларни контакт кучланишга чидамлилиги ҳисоб-қилишда юкланиш коэффициентиининг индекси "n" ҳарф (контакт

кучланишларга ҳисоблашнинг асосчиси Н. Нейтз) билан белгиланади. Эгилишдаги кучланишга чидамлилиқни аниқлашда индекс "F" ҳарфи (инглизча "оёқча" сўздан олинган) билан белгиланади, яъни $k_{\text{н}}$ $k_{\text{н}}$.

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



7.11 - расм.

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

Агар ўзаро илашган филдирак тишларининг бикрлиги абсолют бўлса, филдирак тишларининг илашши 7.12-расм, а да кўрсатилгандек бўлар эди. Лекин тишларнинг деформацияланиши натижасида бу илашши 7.12-расм, б дагидек бўлади. Бунда тиш эни бўйича кучланишнинг тақсимланиши унинг деформацияланишига нисбатан 7.12-расм, в да кўрсатилган; q_{max}/q_p нисбат юкланишни тиш эни бўйича нотекис тақсимланишини кўрсатади (шартли белгиси k_p).

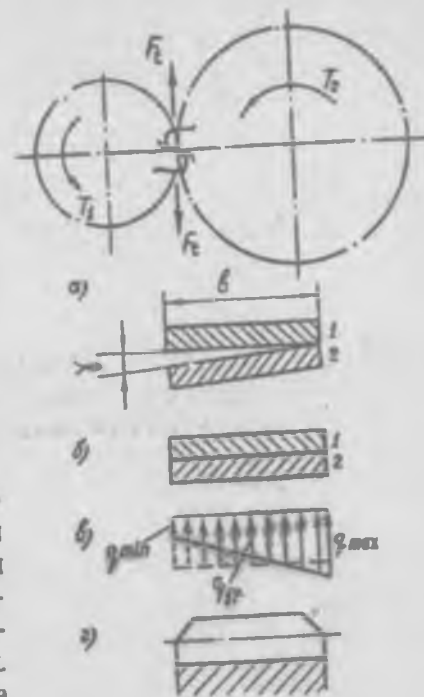
Юкланишларни нотекис тақсимланиши контакт ва эгувчи кучланишнинг қийматини оширади. Бу нотекис тақсимланиш натижасида филдирак тишларининг ён учлари синмаслиги учун 7.12-

расм 2 да кўрсатилгандек қирқиб қўйиш мумкин. Юкланиш ўзгармас бўлиб, тиш юзасининг қаттиқлиги $< 350 \text{ HB}$ бўлганда, юкланишлар тўпланиши, тишда филдиракларнинг ўзаро мослашуви натижасида аста-секин йўқолиб кетади.

Узатманинг тезлиги $V > 15 \text{ м/с}$ филдирак тишларининг ишчи юзасининг қаттиқлиги $> 350 \text{ HB}$ бўлганда, кучланиш тўпланишини камайтириш учун филдиракнинг 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_p — 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

Эсим z_2	Келувчи асбобнинг силжик 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

кўрсатилган, бунда гилдирак тиш қадамларида $P_{22} = P_{21}$ эмас, балки $P_{22} > P_{21}$ бўлганлиги учун етакланувчи тишли гилдирак илаишиш чизиш $A-A$ да σ нуқтага етгунча σ' нуқтада зарб билан урилиш содир бўлади. 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 кўрсатилган қисми кесиб ташланади.

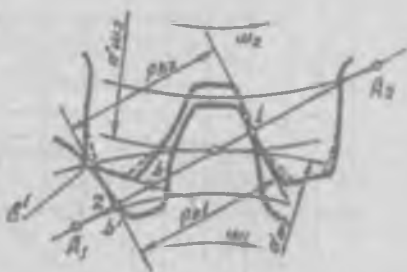
Қўшимча динамик кучланиш k нинг қийматини 7.6-жадвалдан узатманинг тезлиги, тиш юзасининг қаттиқлиги ҳамда узатма гилдиракларнинг аниқлик даражасига мувофиқ танлаш мумкин.

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

Аниқлик даражаси	6	7	8	9
k_a	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_m — коэффициент қиймати тўғри тишли цилиндрсимон гилдираклар учун — 1,0; қия тишли цилиндрсимон гилдираклар учун — 1,1.

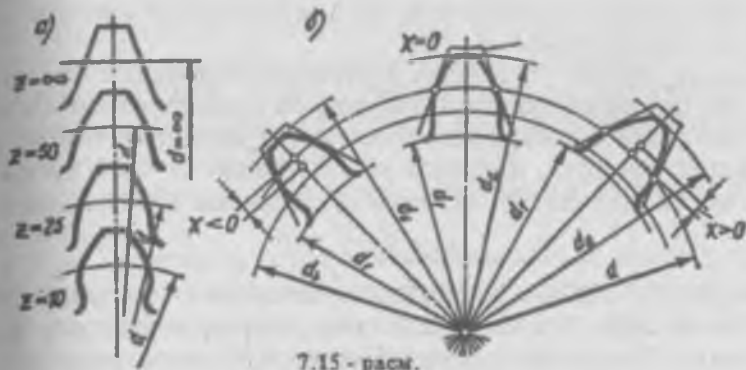


7.14 - расм.

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

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

Амалдық даражасы	Түпкү өзгөртүүнүн шарты	$K_{\text{ж}}$										$V, \text{ м/с}$										$K_{\text{ж}}$									
		1	5	10	15	20	1	5	10	15	20	1	5	10	15	20	1	5	10	15	20	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	1,02	1,10	1,20	1,30	1,40	1,02	1,10	1,20	1,30	1,40	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	1,01	1,06	1,08	1,12	1,16	1,01	1,06	1,08	1,12	1,16	1,01	1,06	1,08	1,12	1,16	1,01	1,06	1,08	1,12	1,16
		1,03	1,16	1,32	1,48	1,64	1,06	1,32	1,64	1,96	2,28	1,06	1,32	1,64	1,96	2,28	1,06	1,32	1,64	1,96	2,28	1,06	1,32	1,64	1,96	2,28	1,06	1,32	1,64	1,96	2,28
		1,01	1,06	1,13	1,19	1,26	1,03	1,13	1,26	1,38	1,51	1,03	1,13	1,26	1,38	1,51	1,03	1,13	1,26	1,38	1,51	1,03	1,13	1,26	1,38	1,51	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	1,02	1,12	1,25	1,37	1,5	1,02	1,12	1,25	1,37	1,5	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	1,01	1,05	1,10	1,15	1,20	1,01	1,05	1,10	1,15	1,20	1,01	1,05	1,10	1,15	1,20	1,01	1,05	1,10	1,15	1,20
		1,04	1,20	1,40	1,60	1,80	1,08	1,40	1,80	2,20	2,60	1,08	1,40	1,80	2,20	2,60	1,08	1,40	1,80	2,20	2,60	1,08	1,40	1,80	2,20	2,60	1,08	1,40	1,80	2,20	2,60
		1,02	1,08	1,16	1,24	1,32	1,03	1,16	1,32	1,48	1,64	1,03	1,16	1,32	1,48	1,64	1,03	1,16	1,32	1,48	1,64	1,03	1,16	1,32	1,48	1,64	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	1,03	1,15	1,30	1,45	1,60	1,03	1,15	1,30	1,45	1,60	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	1,01	1,06	1,12	1,18	1,24	1,01	1,06	1,12	1,18	1,24	1,01	1,06	1,12	1,18	1,24	1,01	1,06	1,12	1,18	1,24
		1,05	1,24	1,48	1,72	1,96	1,10	1,48	1,96	2,40	2,88	1,10	1,48	1,96	2,40	2,88	1,10	1,48	1,96	2,40	2,88	1,10	1,48	1,96	2,40	2,88	1,10	1,48	1,96	2,40	2,88
		1,02	1,10	1,19	1,29	1,38	1,04	1,19	1,38	1,56	1,77	1,04	1,19	1,38	1,56	1,77	1,04	1,19	1,38	1,56	1,77	1,04	1,19	1,38	1,56	1,77	1,04	1,19	1,38	1,56	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	1,03	1,17	1,35	1,52	1,70	1,03	1,17	1,35	1,52	1,70	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	1,01	1,07	1,14	1,21	1,28	1,01	1,07	1,14	1,21	1,28	1,01	1,07	1,14	1,21	1,28	1,01	1,07	1,14	1,21	1,28
		1,06	1,28	1,56	1,84	2,12	1,11	1,56	1,96	2,40	2,88	1,11	1,56	1,96	2,40	2,88	1,11	1,56	1,96	2,40	2,88	1,11	1,56	1,96	2,40	2,88	1,11	1,56	1,96	2,40	2,88
		1,02	1,11	1,22	1,34	1,45	1,04	1,22	1,45	1,67	1,90	1,04	1,22	1,45	1,67	1,90	1,04	1,22	1,45	1,67	1,90	1,04	1,22	1,45	1,67	1,90	1,04	1,22	1,45	1,67	1,90



7.15 - расм.

Камнинг 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 филдиракларнинг мустаҳкамлигининг камайишини олдини олиш мақсадида, улардаги тишлар шакли ўзгартирилади.

Эвольвента шакли филдирак тишларининг шаклини ўзгартириш учун кесил асбоби рейкасини одатдаги ҳолатдан филдирак маркази томон ёки унга тескари томон силжитиш керак. Бунда икки ҳолат:

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

Рейкани силжитиш натижасида тиш учи ингичкалашиб боради.

7.7-жа д в а л

Анқов даражаси	Етакланувчи тишли филдиракнинг тезлиги(м/с ҳисобида)			
	Тўғри тишли		Қий 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 филдирак тишларини қирқишда марказдан ташқари томонга мусбат $x > 0$ масофага силжитилса, етакланувчи филдирак тишларини қирқишда, аксинча, марказга томон (манфий) $x < 0$ ҳудудда шу масофага силжитилади. Демак, умумий силжитиш коэффициенти:

$$x_2 = x_1 + x_2 = 0$$

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

Рейкани силжитиш натижасида тиш эни ўлчами ўзгариши билан ўйиқчанинг ўлчами ҳам ўзгаради. Натижада, бўлувчи айлана бўйича тиш эни билан ўйиқча энининг йиғиндиси P_1 қадамга тенг бўлади.

Етакловчи ва етакланувчи филдирак тишларини қирқишда рейкани турли йўналишда бир хил масофага силжитилиши натижасида етакловчи филдирак тишининг эни қанча катталашган бўлса, филдиракдаги ўйиқчанинг эни ҳам шунчалик катталашади, ammo марказлараро масофа a_0 ўзгармайди.

Бироқ тиш каллаги билан оёғи баландликларининг нисбати ўзгаради, бундай ҳолларда $h_1 = m + x$; $h_2 = m + c - x$ бўлади.

Бундан ташқари, ҳар бир филдирак учун

$$d_1 = d + 2(m + x); d_2 = d + 2(m + c - x) \quad (7.10)$$

$$a_0 = a = (d_1 + d_2) / 2; \alpha_0 = \alpha = 20^\circ$$

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

Бундай ҳолларда етакловчи ва етакланувчи филдирак тишларининг бўлувчи айлана бўйича ўлчанган қалинлиги $P_1 / 2$ дан катта, ўйиқчаларнинг эни эса $P_1 / 2$ дан кичик бўлади. Шунинг учун иккала филдиракнинг бўлувчи айланалари бир-бирига тега олмайди. Натижада бошланғич айланалар бўлувчи айланалардан ташқарила жойлашиб қолади, яъни $d_{01} > d_1$, $d_{02} > d_2$ бўлади.

Бу эса марказлараро масофанинг катталашувиغا олиб келади, яъни

$$a_0 = \frac{d_{01} + d_{02}}{2} > a = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Марказлараро масофанинг катталашуви туфайли филдиракларнинг асосий айланалари бир-биридан узоқлашади. Натижада, улар

ўзлаштирилган умумий уринма (илашиш чизиги) илашиш кутбидан ўтган 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.

Филдирак тиш шаклини ўзгартириш билан қуйдагиларга эришиш мумкин.

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

2. Илашиш бурчаги α_0 ни 25° гача ошириб, филдирак тишларини контакт кучланишга чидамлилигини 20% гача ошириш мумкин.

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

Узатмаларда узатиш сони u нинг қиймати катта бўлганда, филдирак тишларини эгувчи кучланишга чидамлилигини ошириш учун тиш шаклини биринчи йўл билан тузатиш тавсия этилади, бунда $x_2 = 0$ бўлади.

ГОСТ 16532-70 асосида тўғри тишли цилиндрсимон филдираклар учун силжитиш коэффициенти x_1, x_2 нинг қийматларини қуйдагича олиш тавсия этилади:

1. Кинематик узатмаларда:

$z_1 > 17$ бўлганда $x_1 = x_2 = 0$

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

2. Қувват узатадиган узатмаларда:

$z_1 > 21$ бўлганда $x_1 = x_2 = 0$

$z_1 > 14$ ammo $z_1 < 20$ ҳамда $u \geq 3,5$ бўлганда

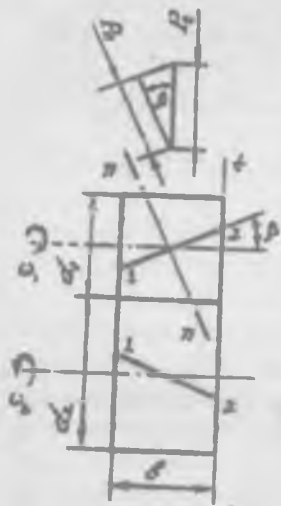
$x_1 = 0,3$; $x_2 = -0,3$

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

7.11-§. Қия ва шеврон тишли цилиндрик узатмаларнинг ҳисоблашнинг ўзига хос хусусиятлари

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

Қия тишли филдиракларда тиш филдирак ўқи билан маълум бурчак ҳосил қилган ҳолда жойлашган бўлади (7.16-расм). Бунинг учун кесувчи асбоб тишининг талаб қилинган қиялик бурчаги β қандай бўлса, шундай бурчакка қийшайтириб қўйилади. Шунинг учун қия тишли филдирак шакли n -н нормал кесим бўйича тўғри тишли филдираклар каби бўлади. Бу кесим бўйича модуль қиймати стандартлашган бўлиши керак.



7.16 - расм.

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

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

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

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

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

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

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

$$l = b_0 / \cos \beta,$$

агар қошланиш коэффициентини ϵ бўлса, контакт чизиги бундан ҳам катта, яъни:

$$l = b_0 \epsilon / \cos \beta,$$

бўлади. Ён қошланиш коэффициентини қиймати $\epsilon < 1$ бўлганда ҳам ўқ бўйича қошланиш $b_0 > P_n / \lg \beta$ таъминланган бўлса, узатма илашиш узлуксиз давом этади.

$\epsilon = b_0 \lg \beta / P_n \approx b_0 \sin \beta / (\pi m_2)$ нисбат ўқ бўйича қошланиш коэффициентини деб аталади. ($\epsilon \geq 1,1$ 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:

$$l_2 = (0,9 + 1,0) \epsilon_2 b_0 / \cos \beta,$$

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

Қия тишли узатмаларнинг геометрик ўлчамлари:

Тиш бўлувчи айланасининг диаметри: $d = m_1 z = m_2 z / \cos \beta$.

Ташқи диаметр: $d_1 = d + 2m$.

Гилдирак тиш каллагининг ва оёқчасининг баландлиги: $h_1 = m$, $h_2 = 1,25 m$

Ўқлараро масофа:

$$a = (d_1 + d_2) / 2 = m_2 (z_1 + z_2) / 2 \cos \beta = m_2 z / 2 \cos \beta.$$

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

Қия тишли узатмаларда тиш шаклининг коэффициенти тишларнинг сонига қараб эмас, балки «келтирилган» тўғри тишли гилдирак тишларининг сонига қараб олинади.

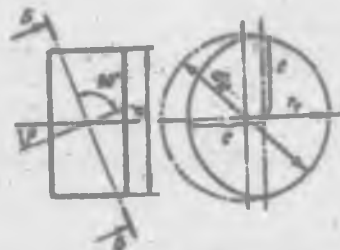
Қия тишнинг йўналишига тик ўтказилган текисликда ана шу «келтирилган» гилдиракни ифодаловчи шакл ҳосил бўлади, деб фарз қилинади (7.17-расм). Қия тишга тик бўлган текислик гилдиракнинг кўндаланг кесимида эллипс ҳосил қилади, унинг эгрилик радиуси $Z_1 = d / (2 \cos^2 \beta)$ бўлади. Натижада тиш бўлувчи айланасининг диаметри

$$d_1 = 2 r_1 = d / \cos^2 \beta = m_1 \cdot z / \cos^2 \beta = m_2 z / \cos^2 \beta = m_2 z_1$$

га тенг. Демак $Z_1 = Z / \cos^2 \beta$ бу ерда z — қия тишли гилдиракнинг тишлар сони. β — қиялик бурчаги.

Қиялик бурчаги β ни катталаштириш йўли билан Z_1 ни кўпайтириш, бу билан эса гилдиракнинг юкланишини ошириш мумкин.

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



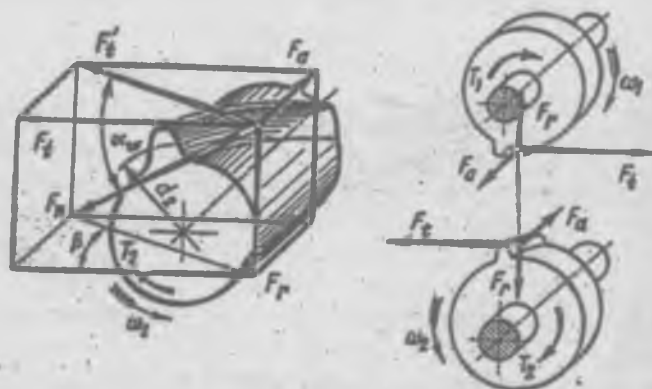
7.17 - расм.

Қия тишли ғилдирааклар илашганда нормал куч F_n (7.18-расм) қуйдаги ташқил этувчи кучларга бўлинади:

$$\text{Айланма куч } F_t = 2T / d$$

$$\text{Бўйлама уч } F_a = F_t \cdot \operatorname{tg} \beta$$

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



7.18 - расм.

7.12-§. Қия тишли цилиндрсимон ғилдирааклар узатмаларини контакт кучланиш бўйича ҳисоблаш

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

Контакт кучланишининг ҳисобий қийматини аниқлашда тўғри тишли цилиндрсимон ғилдирааклар учун берилган формуладан фойдаланамиз, яъни:

$$\sigma_n = Z_n \cdot Z_n \cdot Z_n \cdot \sqrt{\frac{F_t(u+1)k_{H\alpha}k_{H\beta}k_{HV}}{d_2b_2}} \leq [\sigma_H] \quad (7.13)$$

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

$$\epsilon_\alpha = [1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} \right)] \cos \beta - \text{ён қопланиш коэффициенти}$$

нинг коэффициенти ишлатилгандаги қиймати. Бунда (+) ишора ташқи, (-) ишора ички илашадиган тишли ғилдирааклар учун олинади. Тўғри тишли ғилдирааклар учун $\epsilon_\alpha \geq 1,2$; қия тишли ғилдирааклар учун $\epsilon_\alpha \geq 1,0$ деб олиш тавсия этилади. $Z_H = 275 \text{ МПа}^{1/2}$ — узатма ғилдираакларнинг механик характеристикаларини ҳисобга олувчи коэффициент (пўлат материаллар учун), демак,

$$\sigma_n = 376 \sqrt{\frac{F_t(1+u)}{d_2b_2} k_{H\alpha}k_{H\beta}k_{HV}} \leq [\sigma_H] \quad (7.14)$$

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

Узатмани лойиҳалаш учун 7.14- формулани ўқлараро масофага нисбатан ечиб, қуйдаги ифодада олинади:

$$a_n = 43 (1+u) \sqrt{\frac{T_2k_{H\beta}}{\psi_{ba} u^2 [\sigma_H]^2}} \quad (7.15)$$

7.13-§. Қия тишли цилиндрсимон узатмаларини эгилишдаги кучланиш бўйича ҳисоблаш

Ғилдирак тишларидаги эгилишдаги кучланишнинг ҳисобий қиймати қуйдагича аниқланади:

$$\sigma_{r1} = \frac{F_t}{b_2m} Y_F Y_\beta k_{F\alpha} k_{F\beta} k_{FV} \leq [\sigma_F]_1$$

$$\sigma_{r2} = \sigma_{r1} \cdot Y_{r2} / Y_{r1} \leq [\sigma_F]_2 \quad (7.16)$$

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

$Y_\beta, k_{F\alpha}, k_{F\beta}, k_{FV}$ — коэффициент қийматлари юқорида берилган.

7.14-§. Конуссимон ғилдирааклар 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, ғилдирак тишини кесиш учун махсус станоклар ишлатилади, бунда ғилдирак тишлари тўғри, қия, айланасимон шаклда бўлиши мумкин (7.19-расм а, б, в). Узатмаларнинг тезлиги 2 — 3 м/с

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

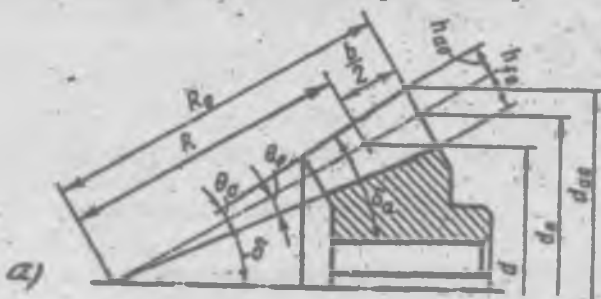


7.19 - расм.

Конуссимон узатмаларда вал ўқи бўйлаб йўналган кучнинг қийматининг катталиги, илашшида тишларга таъсир этувчи кучларнинг потекис тақсимланиши натижасида қўшимча динамик кучларнинг ҳосил бўлиши бу тур узатмаларнинг асосий камчилигидир. Бироқ машиналарда қўпинча кесинган валлар ишлатиш зарурати туғилади, шунинг учун юқорида кўрсатилган камчиликлар бўлишига қарамай, конуссимон тишли ғилдираклардан кенг қўламда фойдаланилади.

Конуссимон тишли ғилдиракларда ғилдирак тишларининг ўлчамлари уч хил шаклда бўлиши мумкин.

а) $m_n \geq 2$, $Z_z = 20 \div 100$ гача бўлган айланасимон, тўғри ҳамда тангенциал тишли конуссимон ғилдирак 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 филдираклар, асосан 2-шаклда кесилади (7.20-расм, б). Бунда тиш асоси билан тиш бўлувчисининг конус учлари ҳар хил нуқтадан бошланади.

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

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



7.21 - расм.

7.15-§. Конуссимон тишли филдиракларнинг геометрик ўлчамлари

Узатмаларда узатиш сонининг қиймати конус шаклидаги фрикцион узатмалар каби аниқланади:

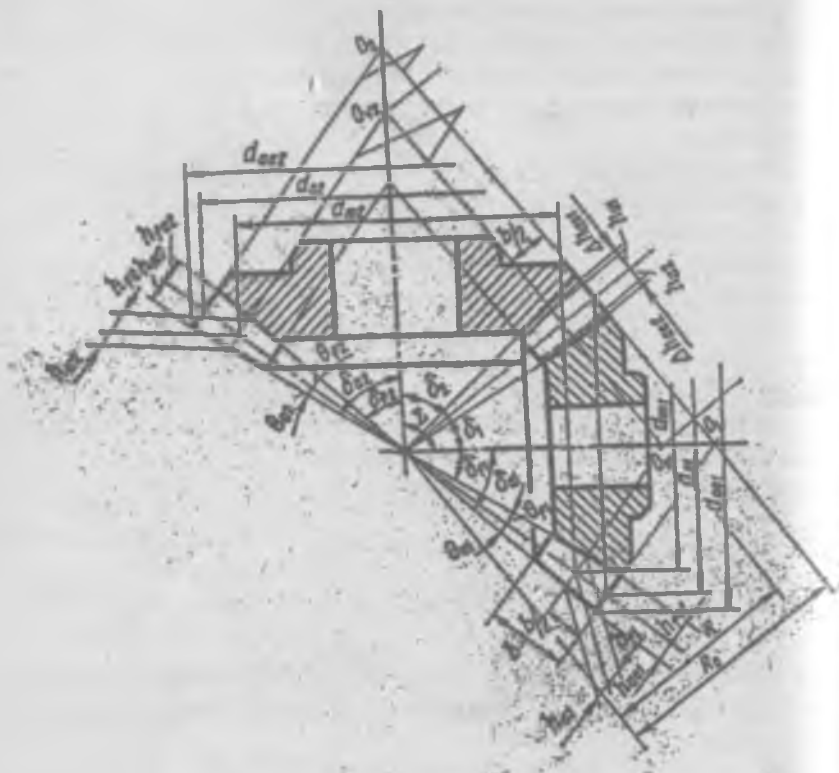
$$u = \omega_1 / \omega_2 = n_1 / n_2 = z_2 / z_1$$

Валларнинг ўқлари орасидаги бурчак 90° бўлганда 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 филдираклар учун $u_{\max} = 6,3$ гача олиш тавсия этилади.

Узатма филдиракларининг геометрик ўлчамларини аниқлашда ҳисобий модуль сифатида тишнинг сиртқи томонидан (кенг) қўлланган модуль ишлатилади, бунда тўғри тишли филдираклар учун m , айланасимон тишли филдираклар учун m_n бўлиб, бу қийматлар стандарт бўйича яхлитланмайди.



7.22 - расм.

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

$$d_g = m_{\alpha} z, m_{\alpha} = m_{\alpha} \frac{R_g}{R_g - 0,5b_{\alpha}}, R_g = \frac{d_{g1}}{2\sin\delta_1} = \frac{d_{g2}}{2\sin\delta_2} \quad (7.17)$$

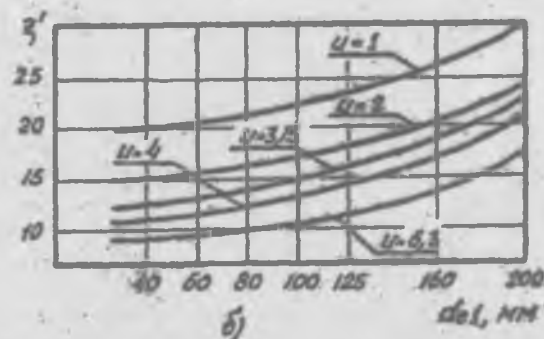
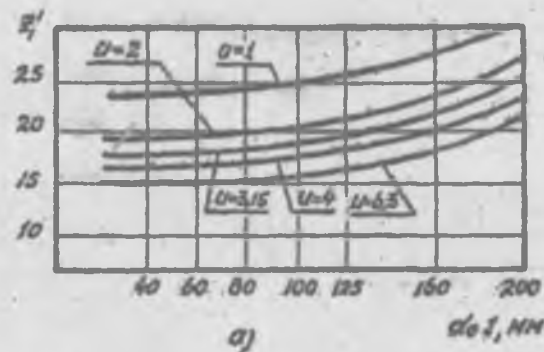
бу ерда: R_g — конус ясовчисининг узунлиги; d_g — филдирак бўлиш айланасининг ўлчамлари; m_{α} — филдирак тишининг сиртки томонидан аниқланган модуль; m_{α} — ўрта диаметр бўйича аниқланган модуль.

Тўғри ва айланасимон тишли конуссимон филдиракларнинг геометрик ўлчамларини 7.8-жадвалда берилган формулалар ёрдамида аниқлаш мумкин.

Умуман олганда, тўғри ва айланасимон тишли конуссимон филдираклар учун $Z_1 > Z_{\min} = 17$ бўлиши керак, бунда филдирак

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

Филдирак тиш юзаларининг қаттиқлиги $>45HRC$ бўлганда етакловчи филдирак тишлар сони Z_1 қиймати 7.23-расм, а, б даги графикдан тавлаш мумкин. Агар $H_1, H_2 \leq 350 HB$ бўлса, тавланган



7.23 - расм.

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

$u > 1$ бўлган конуссимон узатмаларда филдирак типларининг етакловчи чидамлилигини ошириш учун силжитиш коэффициентини шартлаб берилади, бунда етакловчи филдирак коэффициентининг қиймати (+) ишорали, етакланувчи тишли филдирак учун (-) ишорали бўлиши керак. Тўғри тишли конуссимон филдираклар учун $x_{\alpha 1}$ нинг, айланасимон тишли филдираклар учун $x_{\alpha 2}$ нинг қийматларини ГОСТ 19624-74, ГОСТ 19326-73 асосида филдирак тишлари сони ҳамда тишнинг сонига нисбатан 7.9 — 7.10-жадвалдан тавлаш ёки қуйилганча аниқлаш мумкин:

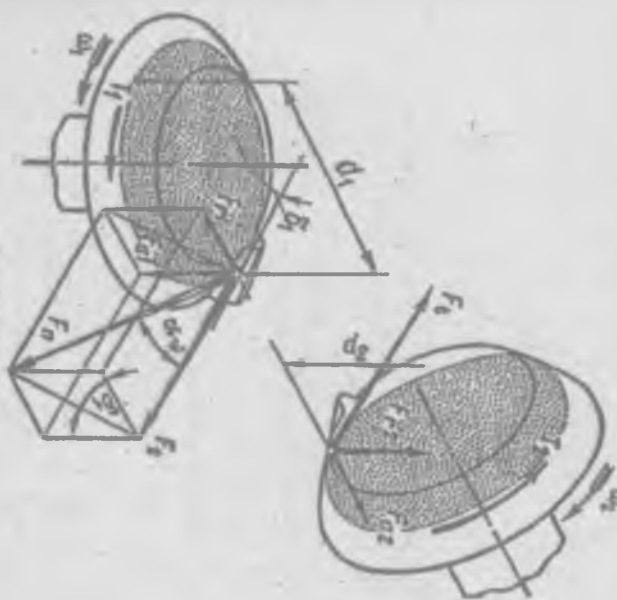
$$x_{\alpha 1} = x_{\alpha 2} = 2 \left(1 - \frac{1}{u^2} \right) \sqrt{\cos^3 \beta_n / z_1} \quad (7.18)$$

Колуссимон тишли гилдирактарнинг геометрик ўлчамлари (1-шакл)

Тишли гилдирактарнинг геометрияси	Тўғри тишли узатмалар	$\beta = 35^\circ$, айланасимон тишлик узатмалар
Тип 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	$R_v = 0,5 m_z \sqrt{z_1^2 + z_2^2}$	$R_v = 0,5 m_z \sqrt{z_1^2 + z_2^2}$
Тишнинг узунлиги	$b \leq 0,3 R_v$	$b \leq 0,3 R_v$
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	$m_m = m_c - \frac{b \sin \delta_1}{z_1} = 0,857$	$m_m = \left[m_c - \frac{b \sin \delta_1}{z_1} \right] \cos \beta = 0,702 m_c$
Тип 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	$h_{a1} = (1+x_{a1})m_z$; $h_{a2} = (1-x_{a1})m_z$	$h_{a1} = (1+x_{a1})m_z$; $h_{a2} = (1-x_{a1})m_z$
Тиш оёқчасининг баландлиги	$h_{a1} = (1,2-x_{a1})m_z$; $h_{a2} = (1+x_{a1})m_z$	$h_{a1} = (1,25-x_{a1})m_z$; $h_{a2} = (1,25+x_{a1})m_z$
Конус узунлигининг ўртача қиймати	$R_m = R_v - 0,5b$	$R_m = R_v - 0,5b$
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	$\lg \theta_{a1} = h_{a1}/R_m$; $\lg \theta_{a2} = h_{a2}/R_m$	$\lg \theta_{a1} = h_{a1}/R_m$; $\lg \theta_{a2} = h_{a2}/R_m$
Тиш каллагининг бурчаги	$\theta_{a1} = \theta_{a2}$; $\theta_{a1} = \theta_{a2}$	$\theta_{a1} = \theta_{a2}$; $\theta_{a1} = \theta_{a2}$
Ташқи диаметр	$d_{a1} = d_{a1} + 2(1+x_{a1})m_z \cos \delta_1$ $d_{a2} = d_{a2} + 2(1-x_{a1})m_z \cos \delta_2$	$d_{a1} = d_{a1} + 1,64(1+x_{a1})m_z \cos \delta_1$ $d_{a2} = d_{a2} + 1,64(1-x_{a1})m_z \cos \delta_2$

7.16-б. Илалнинг ҳосил бўладиган кучлар

Тишли гилдирактар илалнингда узрақий куч F_v тиш йўналишига таъсир этган, бу куч эса айланма F_c ҳолда F_c кучларга бўлинади. F_c куч ташқи этувчиларга ажратилса, F_c — марказга интилувчи кучда F_a — бўлмада кучлар ҳосил бўлади (7.24-расм).



7.24-расм.

1. Тўғри тишли конуссимон гилдирактар учун Айланма куч:

$$F_c = 2T_1 / d_1 = 2T_2 / (0,857 d_{a2}) \quad (7.19)$$

Етақтовчи тишли гилдирактарга марказга интилувчи куч ($\alpha = 20^\circ$). $F_a = F_c \cdot \lg \alpha \cdot \cos \delta_1 = 0,36 F_c \cdot \cos \delta_1$ (7.20)

Етақтовчи ташқи гилдирактарга бўлмада куч

$$F_a = F_c \cdot \lg \alpha \cdot \sin \delta_1 = 0,36 F_c \cdot \sin \delta_1 \quad (7.21)$$

Етақтовчи тишли гилдирактарга

$$F_a = F_c; \quad F_a = F_c \quad \text{га тенг бўлади.}$$

Айланасимон тишли гилдирактарга:

$$F_a = F_c (0,44 \cos \delta_1 - 0,7 \sin \delta_1) \quad (7.22)$$

z	Тўғра тикли конуссимон гилдирақлар учун узатиш сони n бўлганда силжикнинг коэффициентини $x_{0,1} = -x_1$ ларнинг қийматлари						
	1,25	1,6	2,0	2,5	3,15	4,0	5,0
12	-	-	-	0,50	0,53	0,56	0,57
13	-	-	0,44	0,48	0,52	0,54	0,55
14	-	0,34	0,42	0,47	0,50	0,52	0,53
15	0,18	0,31	0,40	0,45	0,48	0,50	0,51
16	0,17	0,30	0,38	0,43	0,46	0,48	0,49
18	0,15	0,28	0,36	0,40	0,43	0,45	0,46
20	0,14	0,26	0,34	0,37	0,40	0,42	0,43
25	0,13	0,23	0,29	0,33	0,36	0,38	0,39
30	0,11	0,19	0,25	0,28	0,31	0,33	0,34
40	0,09	0,15	0,20	0,22	0,24	0,20	0,27

7.10-жадвал

z	Абсолютсимон тикли конуссимон гилдирақлар учун узатиш сони n бўлганда силжикнинг коэффициентини $x_{0,1} = -x_1$ 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

стакловчи тишли филдирак учун бўйлама куч

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

Етакланувчи тишли филдиракда

$$F_a = F_{a1}, \quad F_a = F_{a1} \quad \text{бўлади.}$$

7.17-§. Конуссимон филдиракли узатмаларни контакт кучланиш бўйича ҳисоблаш

Конуссимон филдирак тишларининг контакт кучланишга чидамчилиги Герц формуласи асосида ҳисобланади.

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

Формулада келтирилган радиус қиймати тишнинг ўрта кесимига нисбатан қуйидагича аниқланади.

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

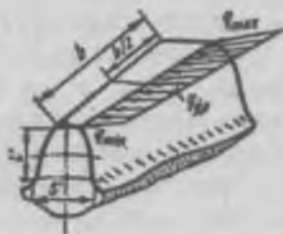
Тригонометрик функцияларнинг ўзаро муносабатини ҳамда $u = \operatorname{tg} \delta_2 = \operatorname{ctg} \delta_1$ эканлигини эътиборга олиб қуйидагиларни ёзиш мумкин:

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

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

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

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



7.25 - расм.

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

q, ρ_k қийматларни 7.24 формулада қўйсак

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

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

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

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

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

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

бўлади.

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

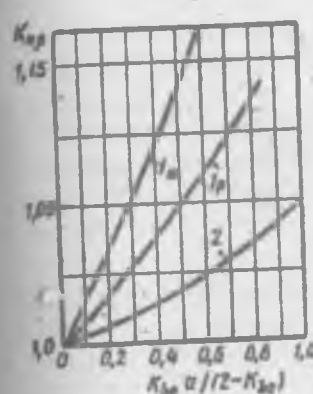
$$d_{e2} = 165 \sqrt{\frac{T_2 \cdot k_{H\beta} \cdot u}{[\sigma_H]^2 \cdot v_H}} \text{ мм} \quad (7.27)$$

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

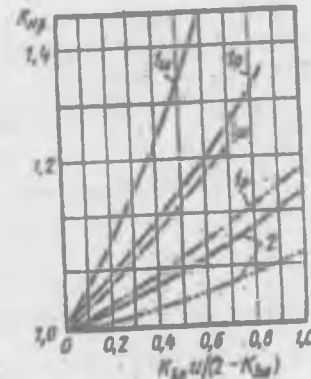
v_H — конуссимон филдирак тишларини цилиндрсимон филдирак тишларига нисбатан мустаҳкамлиги камлигини ҳисобга олувчи коэффициент, тўғри тишли конуссимон филдираклар учун $v_H = 0,85$; айланасимон тишли филдираклар учун тиш юзасининг қаттиқлиги бўйича қуйидагича танланади:



а)



б)



в)

7.26 - расм.

$$H_1, H_2 \leq 350 \text{ HB} \\ v_H = 1,22 + 0,21u$$

$$H_1 > 45 \text{ HRC}, H_2 \leq 350 \text{ HB} \\ v_H = 1,13 + 0,13u$$

$$H_1, H_2 \geq 45 \text{ HRC} \\ v_H = 0,81 + 0,15u$$

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

7.18-§. Конуссимон филдираклар узатмаларни этувчи кучланиш бўйича ҳисоблаш

Конуссимон тишли филдиракларда 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 бўлади. Шунинг учун ҳисобни хоҳлаган кесимда олиб бориш мумкин. Асосда ҳисоблашда тишнинг ўртасидан ўтайдиган кесимдан фойдаланилади. Бунда цилиндрсимон узатмаларни ҳисоблаганимиздек

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

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

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

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

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

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

Y_f — тиш шаклининг коэффициенти, унинг қиймати гилдирак
тишларининг сони z га нисбатан эмас, балки ташқи конус ёйи-
сидаги (7.27-расм) айлананинг ҳамма жойи тишлар билан тўла, деб
фараз қилинганда ҳосил бўладиган 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

$$d_z = d_a / (\cos \delta \cdot \cos^3 \beta) \text{ ёки } z_z = z / (\cos \delta \cdot \cos^3 \beta)$$



7.27 - расм.

k_H — юкланишни тиш эни бўйича ноте-
кис тақсимланишнинг ҳисобга олувчи коэф-
фициент.

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

m_s — лойиҳаланаётган узатманинг моду-
лни аниқлашда (7.28) формулада

$$F_1 = 2T_1 / 0,857 d_{a1} \cdot \frac{Y_F \cdot k_{FV}}{0,857} \approx 7$$

қабул қилиб, қуйидаги ифода олинади:

$$m_s (m_n) = \frac{14T_1 \cdot k_{F\beta}}{V_F \cdot d_{a2} \cdot b \cdot [\sigma_F]} \text{ мм} \quad (7.30)$$

(7.30) формулада $[\sigma_F]$ ўрнига $[\sigma_F]_1$, $[\sigma_F]_2$ қийматларининг
энг кичиги қўйилади. Аниқланган m_s , m_n қиймат стандарт бўйича
исланмайди.

Қувват узатувчи юритмаларда модулни $m_s (m_n) \geq 2,5$ 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_2 — этакловчи ва этакланувчи валдаги қувватлар; P_a — ишлаш
параёнида ишқаланишни енгитиш учун сарфланган қувват. Бу
қувватни қиймати қуйидагича аниқланади:

$$P_a = P_v + P_n + P_m$$

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; $\psi_m = P_m / P_1$ — узатма гилдирак-
ларнинг мойни кесиб ўтишда сарфлаган қуввати, бу қувватларни
қуйидагича ёзиш мумкин:

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

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

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

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

ψ_n нинг тахминий қиймати 0,015...0,03. ψ_v , ψ_m ларнинг умумий
қиймати, яъни $\psi_v + \psi_m = 0,015...0,03$.

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

7.11-жа д в а л

Узатманинг тури	Ёпиқ узатмалар		Очиқ узатмалар
	Аниқлик даражаси		
	6,7	8,9	
Цилиндрсимон	0,99—0,98	0,975...0,97	0,96...0,95
Конуссимон	0,98—0,96	0,96...0,95	0,95...0,94

Кўп поғонали узатмалар учун: $\eta_r = \eta_1 \cdot \eta_2 \dots \eta_n$

Кўп поғонали узатмалар учун: $\eta_v = \eta_1 \cdot \eta_2 \dots \eta_n$

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

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

Айрим ҳолларда валларнинг айланиш частоталари бир хил бўлиши мумкин.

Редуктордаги бу хусусиятдан машина ва механизмларни лойиҳалашда кенг фойдаланилади.

Масалан, автомобилларнинг тезликлар қутиси деб аталадиган редукторлари ана шу асосда ишлайди. Маълумки, автомобилни жойидан қўзғатишда филдираклардаги буровчи момент одатдаги текис ҳаракат вақтидаги буровчи моментдан катта бўлиши керак ва аксинча, жойидан қўзғалган автомобиль маълум тезликка эришгач, ҳаракатни давом эттириш учун филдирак 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 ўлчамми, 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 филдиракли редукторлардир. Бундай редукторларнинг тузилиши ва тайёрланиши оддий бўлиб, чидамлилиги юқори. Одатда, узатиш сони $u \leq 6,3$ бўлиб талаб этилган ҳолларда бундай редукторларнинг бир поғонали хилдан 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

бўлиб. Бунда етакланувчи филдирак диаметрлари бир хил бўлган редукторларнинг кўрсаткичлари юқори бўлади, чунки бундай редуктор филдирак тишларини мойлаш осон.

Редукторларда биринчи поғона юкланиши нисбатан кам бўлганлиги учун, етакланувчи филдирак диаметрларини бир хиллигини таъминлаш учун узатиш сонининг қийматини иккинчи поғонага нисбатан каттароқ қилиб олиш тавсия этилади, тиш эни коэфффициентининг ψ_n қиймати эса иккинчи поғонада катта бўлади.

7.12-жадвал

Узатма тури	Узатиш сони	
	ўртача қиймат	энг катта қиймат
Ёпиқ тишли узатма		
цилиндрлик филдиракли	3...6	10
конуссимон филдиракли	2...3	6
Очиқ тишли узатма	3...7	12

7.12-жадвалда узатмаларни узатиш сонининг тахминий қиймати берилган.

Икки поғонали редукторлардан энг кўп ишлатиладигани филдиракли кетма-кет жойлашган редукторлардир. Бундай редукторларнинг афзаллиги уларнинг оддийлигидир. Бироқ филдиракларнинг таянчга нисбатан носимметрик жойлашганлиги юкланишнинг тиш узунлиги бўйлаб нотекис тақсимланишига сабаб бўлади. Натижада филдиракларнинг ва таянчларнинг ишлаш шароити ёмонлашади. Бу ҳолатни бартараф қилиш мақсадида филдиракли таянчларига нисбатан симметрик жойлашган редукторлардан фойдаланилади.

Редуктор узунлигини камайтириш мақсадидан ўқдош редукторлардан фойдаланиш тавсия этилади. Бундай редукторларнинг асосий камчилиги, айрим вал таянчларининг редуктор ичида жойлаштирилишидир. Таянчларнинг бундай жойлашуви биринчидан, конструктив 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 ўзаро параллелдикуляр ҳолатда жойлашган бўлса, конуссимон филдиракли редукторлардан фойдаланилади.

Валлари ўзаро тик бўлган редукторлар узатиш сонининг каттароқ бўлиши талаб этилса, конуссимон ва цилиндрлик филдираклардан ташқари тошган кўп поғонали редукторлардан фойдаланилади. Бун

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

Редукторларда ишлатиладиган валларнинг қаттиқлиги термик қайта ишлов бериш йўли билан HB 270 — 300 га етказилади. Диаметри 80 мм гача бўлган валларни 45 маркали пўлат материаллардан, диаметри 80...125 мм бўлган валларни 45X1Ц; 40XH; 35XM маркали пўлат материаллардан тайёрлаш тавсия этилади. Валларнинг таянчлари сифатида асосан думалаш подшипникларида фойдаланилади. Енгил ва ўртача юкланиш билан ишлайдиган редукторлардаги вал таянчларида золдирли подшипниклар, ўртача ва оғир юкланиш билан ишлайдиган редукторлардаги вал таянчларида эса роликли подшипниклар ишлатилади.

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

7.21-§. Тишли гилдиракларни тайёрлаш учун ишлатиладиган материаллар ва уларни термик қайта ишлов

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

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

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

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

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

7.13-жадвал

Материалнинг номери	Этамининг энг катта қалъи, мм	Тиш юзасининг қаттиқлиги, НВ, HRC	σ_{H} — юзаси қалъидаги те- гарси, МПа	σ_{H} — оқин тегарси, МПа	Термик қайта ишлов бериш
40	60	192...228	700	400	Яхшилаш
45	80 100	170...217 192...240	600 750	340 450	Нормаллаш Яхшилаш
50	80 80	179...228 228...255	640 700...800	350 530	Нормаллаш Яхшилаш
40X	100 60 60	230...260 260...280 50...59	850 950 1000	550 700 800	Яхшилаш Яхшилаш Азот билан тўйинтириш
40XH	100 40	230...300 48...54	1150 1600	600 1400	Яхшилаш Тоблаш
35XM	100 40	241 45...53	900 1600	800 1400	Яхшилаш Тоблаш
35XГСА	150 30	235 46...53	760 1700...1950	500 1350...1600	Яхшилаш Тоблаш
20X	60	56...63	650	400	Углерод билан тўйинти- риш
12XНЗА	60	50...63	900	700	" "
25XГТ	-	58...63	1150	850	" "
38XМЮА	-	37...67	1050	900	Азот билан тўйинтириш

Эслатма: М — молибден; Н — никел; С — кремний; Т — титан; Х — хром; Ю — алюминий.

1.Г — мартенит; 2.Нормаллаш ва азотланган ичкилиги йўли билан термик ишлов беришда тиш сарғишнинг ва ички қисмининг қаттиқлиги таъминан бир хил бўлади, яъни $\approx 0,285\sigma_{\text{H}}$ НВ

Қаттиқлиги ≤ 350 HB бўлган тишли ғилдиракларни термик қайта ишлангач, тишларига ишлов бериш натижасида аниқлик даражаси юқори бўлган тишли ғилдираклар олиш мумкин. Бу хил тишли ғилдираклар ишлаш жараёнида бир-бирига яхши мослашади, қўшимча динамик кучланишлар камроқ бўлади. Узатмадаги етакловчи ва етакланувчи тишли ғилдираклар тишларини бир текисда ейилишини таъминлаш учун, тиш юзасининг қаттиқлигини куйидагича 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 бўлган тишли ғилдиракларни ҳам тиш юзасининг қаттиқлигини ≤ 350 HB қилиб тайёрлаш тавсия этилади.

Қаттиқлиги > 350 HB бўлганда, 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 бўлган материаллар муайян камчиликларга ҳам эга:

1. Мазкур материаллар иш жараёнида ўзаро 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 кесиб қийин бўлганлиги сабабли термик қайта ишлов бериш ғилдирак тишлари кесилгандан кейин амалга оширилади. Бунда тишнинг иш юзаларида (углерод билан тўйинтирилган, бутун ҳажми тобланганда) нотекисликлар пайдо бўлади, шунинг учун термик қайта ишлов берилгандан кейин бу иш юзаларига махсус ишлов бериб силлиқлаш керак бўлади. Шунинг учун қаттиқлиги > 350 HB бўлган материаллардан катта серия билан тайёрланадиган деталларни тайёрлаш тавсия этилади.

Материалларнинг қаттиқлигини куйидаги усуллар билан ошириш мумкин:

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

тиш юзаларининг ғадир-будирлиги туфайли махсус ишлов берилишининг зарурлиги, тоблаш мумкин бўлган ҳажмининг чегараланганлиги мазкур усулнинг камчилиги ҳисобланади. Бунда ғилдирак тишининг ҳажми қанчалик катта бўлса, бутун ҳажмини тоблаш қийинлашади, шунинг учун катта модулли $m > 3$ мм ғилдирак тишларининг иш юзасини қаттиқлигини ошириш учун юқори частотали ток ёрдамида тоблаш усули қўлланилади. Бунда тиш юзасининг қаттиқлиги 48...54 HRC гача бўлиши мумкин. Махсус ишлов берилгандан кейин тишли ғилдиракларнинг аниқлик даражаси 8-классдан юқори бўлади. Юқори частотали ток ёрдамида 40XH, 40X, 45 каби пўлат материаллардан тайёрланган тишли ғилдираклар тобланади, бунда тоблаш учун махсус станоклар ишлатилади, иш сифатли бўлиши учун тоблаш режимини қатъий белгилаш керак.

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

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

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

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

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

Қаттиқлиги ≤ 350 НВ бўлган тишли филдиракларни термик қайта ишлангач, тишларига ишлов бериш натижасида аниқлик даражаси юқори бўлган тишли филдираклар олиш мумкин. Бу хил тишли филдираклар ишлаш жараёнида бир-бирига яхши мослашади, қўшимча динамик кучланишлар камроқ бўлади. Узатмадаги етакловчи ва етакланувчи тишли филдираклар тишларини бир текисда ейилишини таъминлаш учун, тиш юзасининг қаттиқлигини қуйидагича олиш тавсия этилади.

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

Ишлаб чиқариш кам, ўрта серияга мансуб, термик қайта ишланиши қийин ҳамда тапқи ўлчамлари катта бўлган тишли филдиракларни ҳам тиш юзасининг қаттиқлигини ≤ 350 НВ қилиб тайёрлаш тавсия этилади.

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

Маҳсус 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 бўлган материаллар муайян камчиликларга ҳам эга:

1. Мазкур материаллар иш жараёнида ўзаро 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 бўлганлиги сабабли термик қайта ишлов бериш филдирак тишлари кесилгандан кейин амалга оширилади. Бунда тишнинг иш юзаларида (углерод билан тўйинтирилган, бутун ҳажми тобланганда) нотекисликлар пайдо бўлади, шунинг учун термик қайта ишлов берилгандан кейин бу иш юзаларига маҳсус ишлов бериб силлиқлаш керак бўлади. Шунинг учун қаттиқлиги > 350 НВ бўлган материаллардан катта серия билан тайёрланадиган деталарни тайёрлаш тавсия этилади.

Материалларнинг қаттиқлигини қуйидаги усуллар билан ошириш мумкин:

Бутун ҳажми бўйлаб тоблаш — филдирак тишларининг қаттиқлигини оширишнинг энг қулай усули. Бу усулда 0,35...0,5% углеродга эга бўлган углеродли, легирланган (45, 40Х, 40ХН каби) пўлат материаллар ишлатилади. Материалнинг қаттиқлиги 45...55 HRC гача етиши мумкин. Термик қайта ишлов берилгандан кейин филдирак

тиш юзаларининг ғадир-будирлиги тўфайли маҳсус ишлов берилгандан кейин зарурлиги, тоблаш мумкин бўлган ҳажмнинг чегараланганлиги мазкур усулнинг камчилиги ҳисобланади. Бунда филдирак тишнинг ҳажми қанчалик катта бўлса, бутун ҳажми тоблаш шунчалик қийинлашади, шунинг учун катта модулли $m > 3$ мм филдирак 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 филдиракларнинг аниқлик даражаси 8-классдан юқори бўлади. Юқори частотали ток ёрдамида 40ХН, 40Х, 45 каби пўлат материаллардан тайёрланган тишли филдираклар тобланади, бунда тоблаш учун маҳсус станоклар ишлатилади, иш сифатли бўлиши учун тоблаш режимини қатъий белгилаш керак.

Углерод билан тўйинтириш натижасида тиш юзасининг қаттиқлигини 50 — 63 HRC гача етказиш мумкин. Бунда тиш юзасининг 0,1 дан 2 мм гача қалинликдаги юзасининг қаттиқлиги ошади. Бунда материал сифатида кам углеродли 15,20 маркали легирланган, 20Х, 12ХН3А маркали пўлат 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, тапқи ўлчамлари кичик бўлади. Оғирлиги кам, тапқи ўлчамлари кичик бўлган деталлар тайёрлаш зарур бўлганда, углерод билан тўйинтириш усули қўлланади.

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

Ҳом ашё сифатида 25ХГМ, 25ХГТ маркали пўлат материаллар ишлатилади.

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

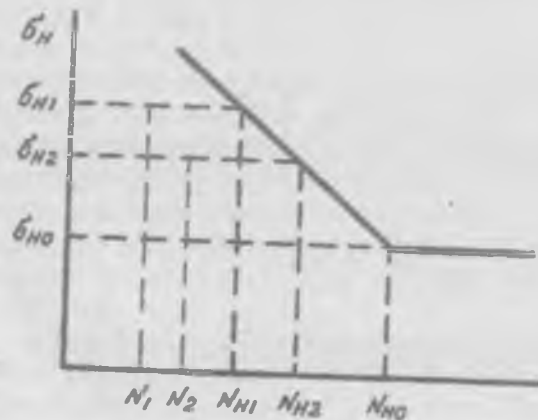
Юқорида қайд қилинганидек, қаттиқлиги юқори бўлган тишли филдиракларнинг контакт кучланишга чидамлилиги ҳам юқори бўлади. Шу бонс тишли филдиракларни эгувчи кучланишга чидамлилигини ошириш учун (бир текисликдан иккинчи текисликка ўтадиган жойлари) махсус йўллар билан тиш остини ҳам мустаҳкамлиги оширилиши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

Ташқи ўлчамлари катта, секин ҳаракатланувчи очиқ тишли филдираклар асосан чўяндан 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 филдираклар кўпинча пластмассадан тайёрланади. Пластмассадан асосан текстолит ($E = 6000 \dots 8000$ МПа), лингофоль ($E = 10000 \dots 12000$ МПа), капрон каби материаллар ишлатилади. Бу хил тишли филдираклар валларни ўта аниқ жойлаштириш қийин бўлган ҳолларда ишлатиш тавсия этилади, чунки бикрлиги кам бўлганлиги туфайли айрим ноаниқликларнинг ишта таъсири сезиларли даражада бўлмайди.

7.22-§. $[\sigma_n]$, $[\sigma_r]$ жонз кучланишлар.

Жонз $[\sigma_n]$ контакт кучланишлар. Филдирак 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_n — базавий цикллар сони; N_n — тишли филдиракларнинг ишлаш муддатига тўғри келган цикллар сони.

Контакт кучланишнинг жонз қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\sigma_n = (\sigma_{n0} / S_n) k_{nL} \text{ МПа} \quad (7.31)$$

бу ерда: S_n — ҳавфсизлик коэффиценти; k_{nL} — узатманинг ишлаш муддатини ҳисобга олувчи коэффицент.

Тўғри ва қия тишли цилиндрсимон узатмаларни лойиҳалашда ҳисоблаш учун етакловчи ва етакланувчи тишли филдиракларнинг қай бири учун $[\sigma_n]$ нинг қиймати кичик бўлса, шу қиймат бўйича ҳисобланади. Қия тишли узатмаларда етакловчи ва етакланувчи филдирак тиш юзаларининг қаттиқлиги ўртасида $HV_1 - HV_2 \geq 70$ фарқ бўлиб, $HV_2 \leq 350$ бўлганда контакт кучланишнинг ҳисобий қиймати қуйидагича аниқланади:

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

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

N_n — базавий циклларга тўғри келган σ_{n0} контакт кучланишнинг чидамлилиги чегараси, унинг қиймати 7.14-жадвалдан тиш юзасининг қаттиқлигига мувофиқ танланади. N_n — базавий цикллар қиймати тиш юзасининг қаттиқлигига кўра 7.15-жадвалдан олинади.

S_n — ҳавфсизлик коэффицентининг қиймати, филдирак 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 филдираклар учун — 1,1

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

k_{nL} — узатманинг ишлаш муддатини ҳамда ишлаш режимини ҳисобга олувчи коэффицент, унинг қиймати толиқиш эгри чизигига мувофиқ аниқланади (7.28-расм). Бунда $N_n < N_{n0}$ бўлганда $\sigma_n = N_n = \sigma_{n0} = N_{n0} = \text{Const}$ бўлади. Контакт кучланишлар учун $m=6$.

$$\text{Демак, } \sigma_n = \sigma_{n0} \sqrt[N_{n0}/N_n]{N_{n0}/N_n} = \sigma_{n0} \cdot k_{nL}$$

бу ерда: $k_{nL} = \sqrt[N_{n0}/N_n]{N_{n0}/N_n} \geq 1$ лекин $\leq 2,4$

Ишлаш режими доимий бўлганда цикллар сонининг ҳисобий қиймати

$$N_n = 573 \omega L_n$$

бу ерда: ω — бурчак тезлик, c^{-1} ; L_n — узатманинг ишлаш муддати, соат ҳисобида.

7.14-Жадвал

Термак қайта мықта берил	Ғадилрак тшларнинг		Пўлат материалларнинг маркази	σ_{HRC} МПа	ΔH	σ_{po} , МПа	$\Delta \gamma$	$[\sigma]_{\text{max}}$ МПа	$[\sigma]_{\text{max}}$ МПа
	қозғал	ұяғи							
Нормалани, хос- саларат и жониван	180...350 HВ		40; 45; 40Х; 40ХН; 40ХЦ; 35ХМ ва бошқалар	2HВ+70	1,1	1,8HВ		2,8	2,74HВ
Тоблаш	45...35 HRC		40Х; 40ХН; 45ХЦ; 36ХМ ва бошқалар.	18HRC+ +150		550			1400
ю.ч.бўлашда тши қозғалит тоблаш	56...63 HRC	25...55 HRC	55H, 96, 35ХМ			900 650			1260
(m ≥ 3 мм)	45...55 HRC	25...55 HRC	40Х, 40ХН ва бошқ.	17HRC+ +200		550	1,75	40	1430
ю.ч.бўлашда бұ- зун қозғалити тоб- лаш (m ≤ 3 мм)	45...55 HRC	45...55 HRC	35ХМ, 40Х, 40ХН ва бошқалар						
Азот билан тұйиқ- тирши жамда тоб- лаш	55...67 HRC	24...40 HRC	35ХЮА.	1050	1,2	12HRC+ +300			1000
	50...59 HRC	30...45 HRC	35ХМЮА, 40Х, 40ХФА, 40ХНМА ва бошқалар						
Углерод билан тұйиқтирши жамда тоблаш	55...63 HRC	30...45 HRC	Углерод билан тұйиқтирши мұқим бұлтат материалар	23HRC		750	1,5		
Азот қайта углерод билан үйиқтир- тиш.	57...63 HRC	30...45 HRC	25ХТМ, 25ХТНМ	23HRC		1000			1520

Эгувчи кучланишнинг жоиз қиймати $[\sigma_F]$ куйидагича аниқла-

$$[\sigma_F] = (\sigma_{FO} / S_F) \cdot k_{FL} \text{ МПа} \quad (7.32)$$

бу ерда: σ_{FO} — тишли ғилдиракларнинг эгилишдаги кучланиш бўйича чидамлилиқ чегараси, унинг қиймати 7.14-жадвалдан олинлади.

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

Ғилдирак тиш юзасининг қаттиқлиги:

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

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

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

Юкланиш доимий бўлганда N_{FO} нинг қийматини аниқлаш юқорида кўрсатилган.

Ўта юкланишли узатма ғилдиракларининг мустаҳкамлигини ҳисоблашда жоиз кучланишнинг энг катта қиймати куйидагича аниқланади:

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

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

$T_{\max} = k \cdot T_{\max}$ 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 бўйича тоблаш йўли билан термик ишлов берилганда $[\sigma_n]_{\max} = 2,8\sigma_n$; Углерод ёки азот билан туфтинтириш йўли билан юқори частотали ток ёрдамида термик ишлов берилганда $[\sigma_n]_{\max} = 40 \text{ НРС}$.

7.15-жа д в а л

Тўғ қўшимчининг ўрта қаттиқ- лиги	НВ _н	200	250	600	350	400	400	500	500	600
	НРС _н		25	32	38	45	47	52	56	60
$N_{\max}$ цикл $\cdot 10^4$		10	16,5	25	36,4	50	68	87	114	143

Эгилишдаги кучланишнинг энг катта қиймати:

$$\sigma_{Fmax} = \sigma_F \left(\frac{T_{зук}}{T_{max}} \right) \leq [\sigma_F]_{max}$$

бу ерда: σ_F , T_{max} — ҳисобий эгувчи кучланиш ҳамда буровчи моментлар; $[\sigma_F]_{max}$ — эгувчи кучланишнинг жонз энг катта қиймати. Гилдирак тиш юзасининг қаттиқлиги ≤ 350 HRC бўлганда $[\sigma_F]_{max} \approx 0,8 \sigma_{sk}$; ≥ 350 HB бўлганда $[\sigma_F]_{max} \approx 0,6 \sigma_{sk}$. σ_{sk} , σ_{sk} — гилдирак материалларининг оқувчанлик ҳамда мустаҳкамлик чегараси.

7.23-§. Тишли узатмаларни оптималлаш

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

1. Узатма турларини — цилиндрсимон, конуссимон, тўғри тишли, қия тишли, айланасимон тишли.
2. Умумий узатиш сонини поғоналар бўйича тўғри тақсимлаш.
3. Материаллар ва уларга термик қайта ишлов бериш усулини.
4. Тиш эни коэффициентлари ψ_{sk} , ψ_{sk} қийматларини.
5. Типининг 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 мапшинасозликда ишлатиладиган ёпиқ тишли узатмаларнинг таннархини статистика бўйича қайта ишлаб, бу хил ёпиқ узатмаларнинг қийматини аниқлаш учун қуйидаги ифода қабул қилинган:

$$k = k_1 \cdot m^{0,835} / N^{0,304(N+1)} \quad (7.33)$$

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
$N^{0,304(N+1)}$	1,585	1,679	1,739	1,778

Юқоридаги формуланинг таҳлили шуни кўрсатдики ёпиқ узатманинг баҳоси асосан унинг массасига боғлиқ экан. k_1 — коэффициентнинг қиймати асосан ёпиқ узатма турининг ўзгаришига боғлиқ. Бир йилда тайёрланиладиган ёпиқ узатма сонининг кўпайиши билан, унинг баҳоси пасаяди.

7.16-жадвал

Ёпиқ узатманинг тури	k_1 нинг қийматлари		
	Термик қайта ишлов		
	≤ 350 HB	ю.ч.г.ёрмада тоблиш	Углерод билиш тўйинтириш
Бир поғонали: цилиндрсимон	3,15	3,3	3,8
конуссимон	5,9	6,2	7,2
червякли	3,5	3,75	5,15
Икки поғонали ўқдош цилиндрсимон узатма	3,9	4,3	4,9
Икки поғонали конуссимон, цилиндрсимон узатма	4,15	4,4	4,51
Уч поғонали цилиндрсимон узатма	4,3	4,45	5,1
Икки поғонали червякли узатма	3,7	3,85	5,25

Демак, юқоридагиларга асосан цилиндрсимон узатманинг таннархи энг арзон, конуссимон узатма эса қиммат эканлиги маълум бўлади. Бу хил узатмалардан ўқлари ўзаро кесилган узатмаларни ишлатиш зарурати туғилганда фойдаланиш тавсия этилади. Фойдаланиш коэффициенти нинг қиймати кам бўлганлиги туфайли фақат ўқлари айқаш жойлашган узатмаларни ишлатиш зарур бўлиб қолганда ҳамда узатиш сони катта бўлганда червякли узатмаларни ишлатиш тавсия этилади.

Гилдирак тишларининг қия тишли бўлгани мақсадга мувофиқ, чунки бунда узатманинг ташқи ўлчамларини ҳамда массасини камайтириш мумкин, шунингдек умумий узатиш сони қийматларини поғоналар бўйича тўғри тақсимлаш 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_{sk} коэффи-

циентнинг қийматлари ортиши билан камаяди. Шунингдек, қаттиқлиги ортиши билан k_1 қиймати ҳам орта боради. Қайд этилган барча ҳолларда ҳам ғилдиракларнинг қаттиқлиги ортиши билан уларнинг таннархи камайди. Шунинг учун катта серия билан тайёрланадиган ёпиқ узатмаларда ғилдираклар тишларига термик қайта ишлов бериб қаттиқлигини ошириш тавсия этилади. Бироқ тиш юзасининг қаттиқлиги катта бўлганда, унинг мустақамлиги контакт кучланишга эмас, балки эгувчи кучланишга чидамлилиги билан белгиланиши мумкин. Бу чидамлилиққа ғилдирак тишлари сонини камайтириб модуль қийматини ошириш йўли билан (тўғрилаш йўли билан) эришиш мумкин.

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

Савол ва топшириқлар

1. Узатма турлари ва ишлатилиш соҳалари ҳақида сўзлаб беринг.
2. Механик узатмаларнинг асосий характеристикалари нимадан иборат?
3. Тишли ғилдиракларнинг асосий геометрик ўлчамлари нимадан иборат?
4. Юкланиш тақсимланишига ён қопланиш коэффициентининг таъсири қандай?
5. Контакт кучланишлар. Бу кучланиш таъсири натижасида ғилдирак тишлари қандай смариллади?
6. k_n , k_1 — коэффициент қийматлари нималарга боғлиқ?
7. Тўғри тишли цилиндрсимон ғилдираклар контакт кучланиш бўйича қандай ҳисобланади?
8. Ғилдирак модули ва тишлар сони контакт кучланиш қийматига қандай таъсир этади.
9. Тиш энининг контакт кучланиш қийматига таъсири ва уни чегараланиш сабаблари нимадан иборат.
10. Тўғри тишли цилиндрсимон ғилдиракларни 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 ғилдираклар учун материал танланади.

Узатманинг ташқи ўлчамларининг унчалик катта бўлмаслигини таъминлаш учун етакловчи етакланувчи ғилдираклар учун 20X маркали ўлат материаллар танланади (7.13-жадвал). Углерод билан тўйинтириш ҳамда тоблаш йўли билан термик қайта ишлов берилади, бунда тиш юзасининг қаттиқлиги 55 — 63 HRC бўлади.

2. Жоиз кучланишлар ҳисобланади.

а) жоиз контакт кучланишлар $[\sigma_n]$

$$[\sigma_n] = (\sigma_{\text{м}} / S_n) \cdot k_{\text{нл}} \text{ МПа}$$

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

S_n — ҳавфсизлик коэффициенти. Углерод билан тўйинтириш йўли билан термик қайта ишлов берилганда $S_n = 1,2$ деб олинади.

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

$N_{\text{н}} = 60$ — узатманинг юкланиш циклар сони. $N_{\text{н}2} = 60 \cdot L_1$. Бу ерда: $N_1 = 60 \cdot 180 \cdot 20000 = 216 \cdot 10^6$ цикл.

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

Илдииз остидаги ифоданинг сурати махраждан кичик, яъни $N_{\text{н}} < N_1$ бўлгани учун $k_{\text{нл}} = 1,0$ бўлади. Демак,

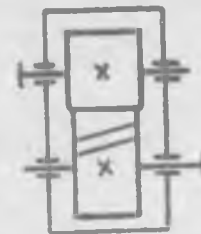
$$[\sigma_n]_2 = (1265 / 1,2) \cdot 1,0 = 1054 \text{ МПа.}$$

Етакловчи тишли ғилдирак учун:

$$\sigma_{\text{м}1} = 23 \text{ HRC} = 23 \cdot 63 = 1449 \text{ МПа. } S_n = 1,2$$

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

Бу ерда $N_{\text{н}} = 143 \cdot 10^6$ 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.

циентнинг қийматлари ортиши билан камаяди. Шунингдек, қаттиқлиги ортиши билан k , қиймати ҳам орта боради. Кайд этилган барча ҳолларда ҳам филдиракларнинг қаттиқлиги ортиши билан уларнинг таннархи камайди. Шунинг учун катта серия билан тайёрланадиган ёпиқ узатмаларда филдираклар тишларига термик қайта ишлов бериб қаттиқлигини ошириш тавсия этилади. Бироқ тиш юзасининг қаттиқлиги катта бўлганда, унинг мустаҳкамлиги контакт кучланишга эмас, балки эғувчи кучланишга чидамлилиги билан белгиланиши мумкин. Бу чидамлилиikka филдирак тишлари сонини камайтириб модуль қийматини ошириш йўли билан (тўғрилаш йўли билан) эришиш мумкин.

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

Савол ва топшириқлар

1. Узатма турлари ва ишлатилиш соҳалари ҳақида сўзлаб беринг.
2. Механик узатмаларнинг асосий характеристикалари нимадан иборат?
3. Тишли филдиракларнинг асосий геометрик ўлчамлари нимадан иборат?
4. Юкланиш тақсимланишга ён қопланиш коэффициентининг таъсири қандай?
5. Контакт кучланишлар. Бу кучланиш таъсири натижасида филдирак тишлари қандай смирилади?
6. k_1 , k_2 — коэффициент қийматлари нималарга боғлиқ?
7. Тўғри тишли цилиндрсимон филдираклар контакт кучланиш бўйича қандай ҳисобланади?
8. Филдирак модули ва тишлар сони контакт кучланиш қийматига қандай таъсир этади.
9. Тиш энининг контакт кучланиш қийматига таъсири ва уни четараланиш сабаблари нимадан иборат.
10. Тўғри тишли цилиндрсимон филдиракларни эғувчи кучланиш бўйича ҳисобланг.
11. ФИК аниқлашда қувват низмаларга 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 филдираклар учун материал тан-
ланади.

Узатманинг ташқи ўлчамларининг унчалик катта бўлмаслигини таъминлаш учун етакловчи ва етакланувчи филдираклар учун 20X маркали ёпиқ материаллар танланади (7.13-жадвал). Углерод билан тўйинтириш ҳамда тоблаш йўли билан термик қайта ишлов берилади, бунда тиш юзасининг қаттиқлиги 55 — 63 HRC бўлади.

2. Жоиз кучланишлар ҳисобланади.

а) жоиз контакт кучланишлар $[\sigma_n]$

$$[\sigma_n] = (\sigma_{\text{до}} / S_n) \cdot k_{\text{нл}} \text{ МПа}$$

Бу ерда: $\sigma_{\text{до}} = 23$ HRC базавий цикларга тўғри келган контакт куч-
ланишнинг чидамлилиқ чегараси, унинг қиймати 7.33-жадвалдан
тишли филдиракларга термик қайта ишлов бериш турига қараб тан-
ланади. Етакланувчи тишли филдирак учун $\sigma_{\text{до}2} = 23 \cdot 55 = 1265$ МПа.

S_n — ҳавфсизлик коэффициенти. Углерод билан тўйинтириш
йўли билан термик қайта ишлов берилганда $S_n = 1,2$ деб олинади.

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

N_n — узатманинг юкланиш циклар сони. $N_n = 60 n_1 L_1$.
Бу ерда: $N_n = 60 \cdot 180 \cdot 20000 = 216 \cdot 10^6$ цикл.

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

Илҳиз остидаги ифоданинг сурати махраждан кичик, яъни $N_{\text{нл}} < N_n$
бўлгани учун $k_{\text{нл}} = 1,0$ бўлади. Демак,

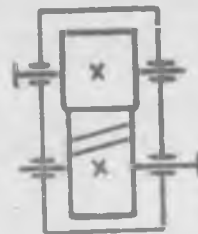
$$[\sigma_n]_2 = (1265 / 1,2) \cdot 1,0 = 1054 \text{ МПа.}$$

Етакловчи тишли филдирак учун:

$$\sigma_{\text{до}1} = 23 \text{ HRC} = 23 \cdot 63 = 1449 \text{ МПа. } S_n = 1,2$$

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

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



7.29 - расм.

Натижада

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

Демак, контакт кучланишнинг жониз қиймати

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

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

Эгилишдаги жониз кучланиш.

$$\sigma_{\text{г}} = (\sigma_{\text{г0}} / S_{\text{г}}) k_{\text{г}} \text{ МПа}$$

Бу ерда $\sigma_{\text{г0}} = 750 \text{ МПа}$ базавий цикллarga тўғри келган эгилишдаги кучланишнинг чадамлилиқ чегараси, унинг қиймати 7.14-жадвалдан гилдирак типларига тегиш қайта ишлов бериш усулига қараб танланади. $S_{\text{г}} = 1,5$ ҳавфсизлик коэффициенти, 7.14-жадвалдан олинади. $k_{\text{г}} = \sqrt[3]{N_{\text{г0}} / N_{\text{гг}}}$ — узатманинг ишлаш муддати ва ишлаш режимини ҳисобга олувчи коэффициент. Бу ерда $N_{\text{г0}}$ — базавий цикллар сони. Барча турдаги пўлат материаллар учун $N_{\text{г0}} = 4 \cdot 10^6$ циклга тенг.

$$N_{\text{гг2}} = N_{\text{гг1}} = 216 \cdot 10^6 \text{ цикл}$$

Бундан $k_{\text{г}} = \sqrt[3]{4 \cdot 10^6 / 216 \cdot 10^6}$ эканлиги келиб чиқади. Илдиш остидаги ифоданинг сурати махражидан кичик, яъни $N_{\text{г0}} < N_{\text{гг}}$ бўлгани учун $k_{\text{г}} = 1,0$. Демак, $[\sigma_{\text{г}}]_1 = [\sigma_{\text{г}}]_2 = (750 / 1,5) \cdot 1,0 = 500 \text{ МПа}$.

3. Уқлараро масофа аниқланади.

$$a_{\text{н}} = 430 (1 + u) \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot k_{\text{гв}}}{\psi_{\text{н}} \cdot u^2 \cdot [\sigma_{\text{н}}]^2}} \text{ мм}$$

$T_1 = T_1 \cdot u \cdot \eta$ — етакланувчи валдаги буровчи момент, Нмм;

$\omega_1 = \pi n_1 / 30 = (3,14 \cdot 720) / 30 \approx 75,36 \text{ с}^{-1}$ 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 типли ёпиқ цилиндрсимон узатмалар учун ёрдамчи коэффициент, $u = 4$ узатманинг узатиш сони.

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

танланади. Лойиҳаланаётган узатма учун тиш эни коэффициенти $\psi_{\text{н}} = 0,4$ бўлганда $k_{\text{гв}} = 1,03$, $[\sigma_{\text{н}}] = 1131 \text{ МПа}$ — контакт кучланишнинг жониз қиймати. Демак,

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

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

4. Узатма етакланувчи гилдиракларининг ўлчамлари:

$$d_1 = \frac{2 \cdot a_{\text{н}} \cdot u}{1 + u} = \frac{2 \cdot 100 \cdot 4}{1 + 4} = 160 \text{ мм. } b_1 = \psi_{\text{н}} \cdot a_{\text{н}} = 0,4 \cdot 100 = 40 \text{ мм.}$$

5. Узатманинг модули

$$m = \frac{2k_2 \cdot T_2}{d_2 \cdot b_2 \cdot [\sigma_{\text{г}}]_2} \text{ мм.}$$

бунда: k_2 — ёрдамчи коэффициент, қия типли 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, $m = 2,25 \text{ мм}$ деб қабул қиламиз.

6. Узатма гилдиракларининг қиялик бурчаги ҳамда тишлар сони

а) қиялик бурчагининг энг кичик қиймати

$$\beta_{\text{мин}} = \arcsin 4m / b_2 = \arcsin 4 \cdot 2,25 / 40 = 13^\circ$$

б) Тишлар сонининг умумий қиймати

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

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

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

7. Етакловчи ва етакланувчи гилдирак тишлар сони

$$z_1 = z_2 / (1 + u) = 86 / (1 + 4) = 17$$

Етакланувчи гилдирак тишлар сони

$$z_1 = z_2 - z_1 = 86 - 17 = 69$$

8. Узатиш сонининг ҳисобий қиймати

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

Натижада

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

Демак, контакт кучланишнинг жониз қиймати

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

$$[\sigma_{\text{к}}] = \frac{1208 + 1054}{2} = 1131 \text{ МПа} < 1,25 [\sigma_{\text{к}}]_1$$

Эгилишдаги жониз кучланиш.

$$\sigma_{\text{г}} = (\sigma_{\text{го}} / S_{\text{г}}) k_{\text{пл}} \text{ МПа}$$

Бу ерда $\sigma_{\text{го}} = 750 \text{ МПа}$ базавий цикларга тўғри келган эгилишдаги кучланишнинг чидамлилиқ чегараси, унинг қиймати 7.14-жадвалдан ғилдирак тишларига термик қайта ишлов бериш усулига қараб танланади. $S_{\text{г}} = 1,5$ ҳавфсизлик коэффиценти, 7.14-жад

валдан олинади. $k_{\text{пл}} = \sqrt[2]{N_{\text{го}} / N_{\text{ге}}}$ — узатманинг ишлаш муддати ва ишлаш режимини ҳисобга олувчи коэффиценти. Бу ерда $N_{\text{го}}$ — базавий циклар сони. Барча турдаги пўлат материаллар учун $N_{\text{го}} = 4 \cdot 10^6$ циклга тенг.

$$N_{\text{ге}} = N_{\text{не}} = 216 \cdot 10^6 \text{ цикл}$$

Бундан $k_{\text{пл}} = \sqrt[2]{4 \cdot 10^6 / 216 \cdot 10^6}$ эканлиги келиб чиқади. Илдиз остидаги ифоданинг сурати маҳражидан кичик, яъни $N_{\text{го}} < N_{\text{ге}}$ бўлгани учун $k_{\text{пл}} = 1,0$. Демак, $[\sigma_{\text{г}}]_1 = [\sigma_{\text{г}}]_2 = (750 / 1,5) \cdot 1,0 = 500 \text{ МПа}$.

3. Уқлараро масофа аниқланади:

$$a_{\text{н}} = 430 (1+u) \sqrt{\frac{T_2 \cdot k_{\text{не}}}{\psi_{\text{ка}} \cdot u^2 \cdot [\sigma_{\text{н}}]^2}} \text{ мм}$$

$T_2 = T_1 \cdot u \cdot \eta$ — 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 коэффиценти. Ёпиқ цилиндрсимон ғилдиракли узатманинг ФИК қиймати 7.11-жадвалдан олинади, бу ерда $\eta = 0,98$. Демак, $T_2 = 165,87 \cdot 4 \cdot 0,98 = 650,2 \text{ Нм}$. 430 — қийматли ёпиқ цилиндрсимон узатмалар учун ёрдамчи коэффиценти, $u = 4$ узатманинг узатиш сони.

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

қиланади. Лойиҳаланаётган узатма учун тиш эни коэффициентини $\psi_m = 0,4$ бўлганда $k_{\sigma p} = 1,03$, $[\sigma_{\sigma}] = 1131$ МПа — контакт кучланишининг жоиз қиймати. Демак,

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

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

4. Узатма етакланувчи филдиракларининг ўлчамлари:

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

5. Узатманинг модули

$$m = \frac{2k_2 \cdot T_2}{d_2 \cdot b_2 \cdot [\sigma_F]_2} \text{ мм.}$$

бунда: k_m — ёрдамчи коэффициент, қия типли цилиндрсимон филдираклар 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 филдиракларининг 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

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

Аниқланган қийматни яхлитлаб $z_{\Sigma} = 86,0$ деб қабул қиламиз. Натижада қиялик бурчагининг аниқлаштирилган қиймати:

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

7. Етакловчи ва етакланувчи филдирак тишлар сони

$$z_1 = z_{\Sigma} / (1 + u) = 86 / (1 + 4) = 17$$

Етакланувчи филдирак тишлар сони

$$z_2 = z_{\Sigma} - z_1 = 86 - 17 = 69$$

8. Узатиш сонининг ҳисобий қиймати

$$u_{\Sigma} = z_2 / z_1 = 69 / 17 = 4,05.$$

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

9. Узатма филдиракларининг диаметрлари

а) Тиш бўлувчи айланасининг диаметри

$$d_1 = mz_1 / \cos \beta = 2,25 \cdot 17 / 0,9675 = 39,53 \text{ мм}$$

$$d_2 = mz_2 / \cos \beta = 2,25 \cdot 69 / 0,9675 = 160,47 \text{ мм}$$

б) Филдирак 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) Филдирак тиш ости айланасининг диаметри

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

10. Тишли филдиракларни илашишда ҳосил бўлган кучлар.

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

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

$$\text{Бўйлама куч } F_a = F_t \cdot \operatorname{tg} \beta = 8104 \cdot 0,2545 = 2062 \text{ Н}$$

11. Эгилишдаги кучланишнинг ҳисобий қиймати

$$\sigma_{F1} = \frac{F_t}{b_2 \cdot m} Y_F \cdot Y_\beta \cdot k_{Fa} \cdot k_{F\beta} \cdot k_{Fv} \leq [\sigma_F]$$

бу ерда: $F_t = 8104 \text{ Н}$, $b_2 = 40 \text{ мм}$, $m = 2,25$, Y_F — тиш шакли коэф-
фициентининг қиймати, 7.5-жадвалдан "келтирилган" тишлар
сонига нисбатан танланади.

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

$$\text{бўлганда } Y_{F1} = 4,07. z_{k2} = z_2 / \cos^3 \beta = 69 / (0,9673)^3 \approx 76$$

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

Y_β — филдирак тишларининг қиялик бурчагини ҳисобга олувчи
коэффициент. k_{Fa} — юкланишнинг тишлараро нотекис тақсим-
ланишини ҳисобга олувчи коэффициент, унинг қиймати филдирак
тишларининг аниқлик даражасига кўра танланади. Аниқлик даражаси
узатманинг тезлигига қараб жадвалдан олинади.

$V_2 = 0,5 \omega_2 \cdot d_2 = 0,5 \cdot 18,84 \cdot 0,16 = 1,5 \text{ м/с}$ бўлганда 9 класс
аниқлик даражасини танлаш тавсия этилади, бунда $k_{Fa} = 1,0$. $k_{F\beta}$ —
юкланишни тиш эни бўйича нотекис тақсимланишини ҳисобга

олувчи коэффициент унинг қиймати 7.13-расмдаги графикдан ψ_{H_2} коэффициентта ҳамда тишли гилдиракларнинг таянчга нисбатан ψ_{H_1} нишига қараб танланади. Лойиҳаланаётган узатма учун $\psi_{H_2} = 0,4$ бўлганлиги учун $k_{Fp} = 1,0$. k_{Fv} — қўшимча динамик кучла-
нишларни ҳисобга олувчи коэффициент қиймати 7.6-жадвалдан тиш
қисмининг қаттиқлиги, узатманинг тезлиги ҳамда аниқлик даража-
сига мувофиқ танланади, лойиҳаланаётган узатмада $H_1, H_2 > 45$
HRC аниқлик даражаси — 9, тезлиги $V = 1,5$ м/с бўлганлиги учун

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

шарт бажарилди.

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

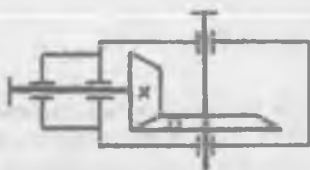
12. Контакт кучланишнинг ҳисобий қиймати

$$\sigma_H = 376 \sqrt{\frac{F_t(1+u)}{d_2 \cdot b_2} \cdot k_{Ha} \cdot k_{H\beta} \cdot k_{Hv}} \leq [\sigma_H]$$

бу ерда: $k_{Ha} = 1,1$; $k_{H\beta} = 1,04$; $k_{Hv} = 1,01$ деб олинади. Демак,

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

Масала. Узатиш сони $u = 4$, узат-
маётган момент $T_2 = 450$ Нм бўлган
бир поғонали айланасимон тишли ко-
нуссимон узатма ҳисоблансин. Узатмада
 $N_1 > N_2$. Таянчларда золдирли под-
шипник ўрнатилган (7.30-расм).



7.30 - расм.

Масаланинг ечилиши:

1. Узатма гилдираклари учун материал танланади. Етакловчи ва
оқилоланувчи тишли гилдираклар учун 40ХН маркали пўлат мате-
риал танлаймиз.

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

2. $[\sigma_H]$, $[\sigma_F]$ жоиз кучланишлар.

$[\sigma_H]$ кучланиш.

$$[\sigma_H] = (\sigma_{H0} / S_H) \cdot k_{Hn} \text{ МПа}$$

Масаланинг берилган шarti бўйича $k_{Hn} = 1,0$, $S_H = 1,2$

$$\sigma_{H0} = 17 \text{ HRC}_{H_2} + 200 \text{ МПа}$$

$$HRC_p = (45 + 50) / 2. \text{ Натижада } \sigma_m = 17 \cdot 47,5 + 200 = 1050 \text{ МПа}$$

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

$[\sigma_r]$ — кучланиш.

Масаланинг берилган шарт буйича $k_{r_2} = 1,0$, $S_F = 1,75$.

Гилдиракнинг модулар қийматини $m > 3$ мм деб фараз қилсак,
 $\sigma_{r0} = 550 \text{ МПа}$ Демак,

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

3. Етакланувчи тишли гилдирак тиш бўлувчисининг диаметри

$$d_{a2} = 165 \sqrt{T_2 \cdot u \cdot k_{u2} / [\sigma_{r1}] \cdot V_H} \text{ мм}$$

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

V_H — 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:

$$V_H = 0,81 + 0,15 u = 0,81 + 0,15 \cdot 4 = 1,41$$

k_{u2} — коэффициент қиймати тиш энининг коэффициент қийматига боғлиқ, яъни $\psi_u = 0,166 \sqrt{u^2 + 1} = 0,166 \sqrt{4^2 + 1} = 0,68$ бўлганда,

$$k_{u2} = 1,21$$

Натижада

$$d_{a2} = 1650 \sqrt{450 \cdot 4 \cdot 1,21 / (875)^2 \cdot 1,41} = 208 \text{ мм}$$

Аниқланган қийматни яхлитлаб, $d_{a2} = 210 \text{ мм}$ 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

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

Конус узунлиги $R_1 = d_{a2} / 2 \sin \delta_2 = 210 / 2 \cdot 0,9702 = 108 \text{ мм}$

Гилдирак тишларининг эни $b = 0,285 \cdot R_1 = 0,285 \cdot 108 = 30 \text{ мм}$

5. Узатма гилдирак тишларининг илашиш модули

$$m_u \geq k_{r2} T_2 / V_F d_{a2} b [\sigma_r] \text{ мм}$$

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

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

$$d_{a2} = 210 \text{ мм}, b = 30 \text{ мм}, k_{r2} = 1 + (k_{r2} - 1) \cdot 1,5 = 1,0 + (1,21 - 1) \cdot 1,5 = 1,3. \text{ Демак,}$$

$$m_u \geq 14 \cdot 1,3 \cdot 450 \cdot 10^3 / (1,09 \cdot 210 \cdot 30 \cdot 314) = 3,7983 \text{ мм.}$$

6. Етакланувчи ва етакловчи гилдирак тишлар сони

$d_{a1} = d_{a2} / u = 210 / 4 = 52,5$ — графикдан d_{a1} , u га нисбатан z_1 нинг қийматини танлаймиз. $d_{a1} = 52,5 \text{ мм}$, $u = 4$ бўлганда $z_1 = 13$ га тенг бўлади. Етакловчи ва етакланувчи гилдирак тишлари юзасининг қаттиқлиги $H_1, H_2 > 45 \text{ HRC}$ бўлганлиги учун $z_1 = z_2 = 13$. 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:

$$d_{a1} = m_u \cdot z_1 = 3,7983 \cdot 13 = 49,378 \text{ мм}$$

$$d_{a2} = m_u \cdot z_2 = 3,7983 \cdot 52 = 197,512 \text{ мм}$$

б) силжиш коэффициентининг қийматлари 7.10-жадвалдан олинади. Бунда $z_1 = 13$, $u = 4$ бўлганда $x_{a1} = 0,39$, $x_{a2} = -0,39$

в) гилдирак тишларининг ташқи айланасининг диаметри:

$$d_{a1} = d_{a1} + 1,64 (1 + x_{a1}) m_u \cdot \cos \delta_1 = 49,378 + 1,64 (1 + 0,39) 3,7983 \cdot 0,9704 = 54,501 \text{ мм}$$

$$d_{a2} = d_{a2} + 1,64 (1 - x_{a2}) m_u \cdot \cos \delta_2 = 197,512 + 1,64 (1 - 0,39) \cdot 3,7983 \cdot 0,2585 = 198,494 \text{ мм}$$

г) тишли гилдиракларнинг илашишда ҳосил бўлган кучлар:

$$\text{айланма куч } F_t = 2 T_2 / d_{a2}. d_{a2} = 0,857 d_{a2} = 0,857 \cdot 210 = 179,97 \text{ мм}$$

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

$$\text{Етакловчи гилдиракка таъсир қилувчи бўйлама куч}$$

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

Етакловчи гилдиракка таъсир қилувчи марказга интилувчи куч

$$F_{r1} = F_{r2} = F_t (0,44 \sin \delta_1 + 0,7 \sin \delta_1) = 5000 (0,44 \cdot 0,9704 + 0,7 \cdot 0,2422) = 1287 \text{ Н.}$$

9. Эгувчи кучланишнинг ҳисобий қиймати

$$\sigma_{r1} = F_t \cdot k_{r2} \cdot Y_{r2} \cdot k_{r1} / V_F \cdot b \cdot m_u \leq [\sigma_r]$$

бу ерда: $F_t = 5000 \text{ Н}$, $k_{r2} = 1,3$, $z_2 = z_1 / (\cos \delta_2 \cdot \cos^3 \beta) = 52 / (0,2585 \cdot 0,8193^3) = 366$ бўлганда $Y_{r2} = 3,67$.

$$z_{r1} = z_1 / (\cos \phi_1 \cdot \cos^3 \beta) = 13 / (0,9704 \cdot 0,8193^3) = 24 \text{ бўлганда } Y_{r1} = 3,48.$$

$$V_F = 1,09, b = 30 \text{ мм}, m_u = 3,7983 \text{ мм}, k_{r1} = 1,2 \text{ га тенг.}$$

Бундан

$$\sigma_{r2} = 5000 \cdot 1,3 \cdot 3,67 \cdot 1,02 / 1,09 \cdot 30 \cdot 3,7983 = 196 \text{ МПа} < [\sigma_r]_2$$

$$\sigma_{r1} = \sigma_{r2} \cdot Y_{r1} / Y_{r2} = 196 \cdot 3,48 / 3,67 = 186 \text{ МПа} < [\sigma_r]_1$$

Демак, гилдирак тишларининг этилишдаги кучланишга чидамлиги таъминланади.

10. Контакт қучланишнинг 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; $u = 4$; $k_{H\beta} = 1,21$, $V_H = 1,41$; $d_{a2} = 210$ 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 ғилдирак тишларининг контакт қучланишга чидамчилиги таъминланган.

7.26-§. Новиков узатмаси ҳақида умумий маълумот

Ҳозирги вақтда тишли ғилдираклар учун асосан эвольвента илашпиш системаси қўлланилади. Аммо бунда қатор афзалликларга эга бўлиши билан бирга айрим камчиликлардан ҳам ҳоли эмас. Шу камчиликларни бартараф қилиш мақсадида ўтказилган изланишлар асосида нуқталӣ илашпиш билан ишлайдиган узатма яратилди (7.31-расм). Бу узатма Л.М.Новиков томонидан ихтиро қилингинлиги учун Новиков узатмаси деб аталади.



7.31 - расм.

Нуқталӣ илашма эвольвентали илашмадан тубдан фарқ қилади. Эвольвентали илашмада барча илашпиш нуқталари бирлаштирилса, илашпиш текислиги ҳосил бўлади. Нуқталӣ илашпишда эса илашпиш текислиги бўлмай, фақат илашпиш чизиғи бўлади. У ҳам вал ўқиға параллел жойлашган бўлиб, ён текислик билан кесилганда нуқта ҳосил қилади. Илашпишда бўлган икки тиш сиртлари шу нуқтадан ўтаётганда бир-бирига тегади, бундай узатмалар фақат қия тишли цилиндрсимон ғилдиракларда бўлиши мумкин.

Ҳозирги вақтда Новиков узатмасининг бир илашпиш чизиқли ва икки илашпиш чизиқли хили мавжуд. Бир илашпиш чизиқли узатмалардаги ғилдиракларидан бирининг тиши қавариқ (асосан етакловчи ғилдирак), иккинчисиники эса ана шу қавариқ тиш ўрнатиладиган ботиқликдан иборат бўлади.

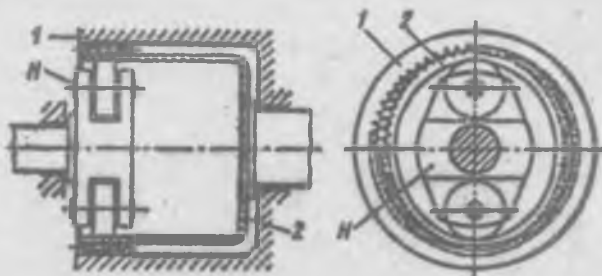
Икки илашпиш чизиқли узатмада етакловчи ва етакланувчи ғилдирак тишларининг каллағи бўртиқ, оёғи эса ботиқликдан иборат.

Мазкур узатма гилдирак тишларининг эволюентали қия тишли гилдиракларга нисбатан контакт кучланишга чидамлилигининг 1,5 — 1,7 марта ортиқлиги унинг афзаллиги ҳисобланади.

Гилдирак тишларини кесишда катта аниқлик талаб қилин иши ҳамда тиш шаклининг нисбатан мураккаблиги, унинг камчилиги ҳисобланади.

7.26-§. Тўлқинсимон тишли узатмалар ҳақида умумий маълумот

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



7.32 - расм.

Ишқаланиш ҳисобига ҳаракатланувчи тўлқинсимон узатма 1944 йилда А.И. Масквитин, илашиш ҳисобига ҳаракатланувчи тўлқинсимон узатма эса 1959 йили америкалик инженер В.Массер томонидан ихтиро этилган.

Тўлқинсимон тишли узатмалар қуйидаги афзалликларга эга: бир поғонада узатиш сонининг қиймати $u = 80...400$; юқори даражада кинематик аниқликка эга; бир вақтнинг ўзида узатма гилдирак тишларининг бир нечтаси ўзаро илашгани учун катта юкланишга чидамли; иш жараёнида унчалик шовқин чиқармайди.

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

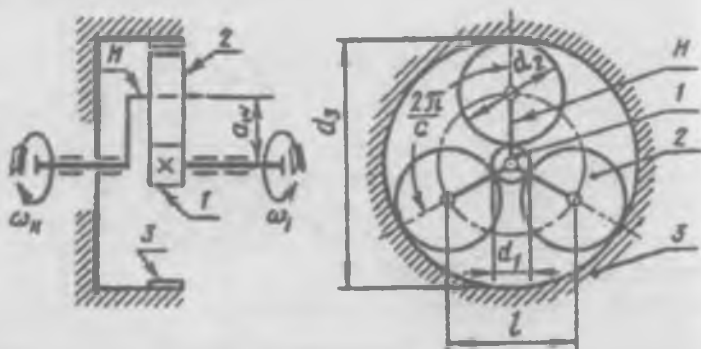
Тўлқинсимон ҳаракат ҳосил қилувчи генераторларни энг катта айланмиш сони, генератор сифатида подшишеник ишлатилганда 3500 мин -1 гача, эгилувчан тишли гилдиракнинг диаметри 50,8 — 208 мм етади. Тишли гилдиракларнинг ишлаш муддатининг камлиги ҳамда бу хил узатмаларни ишлатилишининг чегаралангани уларнинг камчилиги ҳисобланади.

Узатманинг узатиш сонининг қиймати планетар узатмалардег Виллис формуласи ёрдамида аниқланади.

Узатмани лойиҳалаш, ғилдирак тишларини мустаҳкамликка ҳисоблаш М.Н.Ивановнинг "Волновые зубчатые передачи" номли китобида (7) да берилган.

7.27-§. Планетар узатмалар ҳақида умумий маълумот

Таркибида энг камида битта қўзғалувчан ўққа ўрнатилган тишли ғилдираклари бўлган узатма планетар узатма дейилади. Одатда, бундай узатма марказий ғилдирак 1, унинг атрофида водила воситасида ўз ўқи билан ҳаракатланадиган ғилдирак-сателлит 2 ҳамда асосий ғилдирак 3 дан тузилган бўлади (7.33-расм).



7.33 - расм.

Планетар узатмаларнинг тузилиши ихчам, бир поёнада узатиш сонининг қиймати катта бўлганлиги туфайли турли соҳаларда ишлатилиши мумкин. Масалан, станокларда, автомобилларда 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-§. Винтлар ҳамда гипойд узатмалар ҳақида умумий маълумотлар

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

Винтли узатмалар қия тишли филдираклардан тузилган бўлади, (7.34-расм). Тишларнинг қиялиги винт чизиги йўналишида, уларнинг илашиши эса дуқтали кўринишида бўлади. Бу эса тишлар сиртида ҳосил бўладиган ишқаланиш кучининг катта бўлишига тишларнинг нисбатан тез ейилишига олиб келади. Шунинг учун узатмаларни катта юкланиш таъсирида ишлатиш мумкин эмас.

Винтли узатма филдиракларининг иш жараёнида ейилишини камайтириш учун улар турли материаллар қотишмасидан тайёрланади (масалан, тобланган пўлат-бронза, тобланган пўлат-пластмасса).

Гипойд узатмалар қия тишли конуссимон филдираклардан тузилган бўлиб, конусларнинг учлари бир жойга тўғри келмайди. Валлар ўқларининг айланиш бурчаги қўпинча 90° бўлади (7.35-расм)

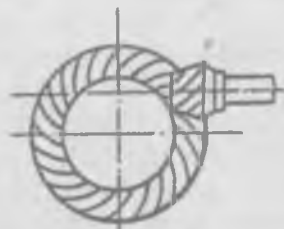
Гипойд узатмаларнинг винтли узатмалардан асосий фарқи шуки, гипойд узатмалар чизикли илашиш билан ишлайдиган қилиб тайёрланиши мумкин, сирпаниш тезлиги кичик, бу эса узатманинг нисбатан катта юкланиш билан ишлашга олиб келади.

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

Гипойд узатмаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш, шартли равишда конуссимон филдиракли узатмаларни ҳисоблаш кабилдир.



7.34 - расм.



7.35 - расм.

7.29-§. Винт-гайка узатмалар ҳақида умумий маълумот

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

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

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

Саноатда ишлатиладиган резьба ўлчамлари ГОСТ 11708-82 асосида стандартлаштирилган бўлиб, учбурчак шакли тирак, трапеция, тўғри тўртбурчак, доира кўринишида бўлиши мумкин. Булардан машинасозликда энг кўп тарқалгани учбурчак (деталларни маҳкамлаш) ҳамда трапеция шаклидаги (винтли пресс, домкрат) резьбалардир.

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

Узатмада юкланиш бир томонлама бўлганда, тирак резьбалар ишлатилади.

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

Резьбанинг шакли, қадами, кўтарилиш бурчагидан ташқари қуйидаги геометрик ўлчамларга эга (7.36-расм). Тапқи диаметр $d = D$, d — винт, D — гайка. Резьбанинг ички диаметри $d_1 = D_1$. d — болт (винт)нинг тиш ости диаметри. $d_2 = D_2$ — резьбанинг ўртача диаметри.

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

Узатмада винт ейилишга чидамли, нисбатан мустаҳкам пўлат материаллардан тайёрланади.

Кам юкланган секин ҳаракатланувчи узатма винтларини глоб-лашга ҳожат бўлмаса, 45, 50, А45, А50; тоблаш зарур бўлса 65Г, 40Х; азот билан тўйинтириладиган бўлса 40ХФА, 18ХГТ маркали пўлат материаллардан тайёрлаш тавсия этилади. Станок винтлари

санишга чидамли бўлиши учун азот билан қуйинтирилган пўлат материал-
лардан тайёрланади.

Гайка Бр 010Ф1, Бр 04Ц705 мар-
ками юкланиш бронза материаллардан,
кам юкланиш ва секин ҳаракат-
ланувчи узатмалар антифрикцион қў-
шимча материаллардан тайёрланади.

Катта юкланиш таъсирида ишла-
ётган узатманинг винти мустаҳкам-
ликка текширилади, бунда эквивалент
қўшаниш қиймати қуйидагича аниқ-
ланади.

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

бу ерда: T — винтнинг буровчи мо-
менти; A — винтнинг диаметр бўйича
оқаси; W_0 — текширилагаётган кесим
қаршилик моменти; $[\sigma_{\text{эк}}] = \sigma_{\text{эк}} / 3$ —
қониз қўшаниш қиймати.

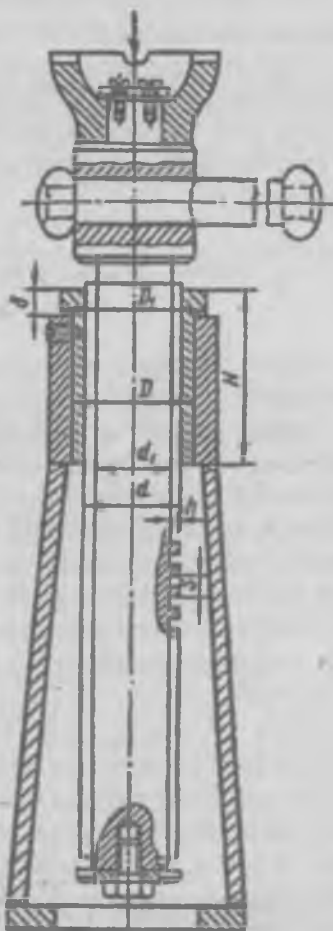
Узун винтлар қўшимча равишда
турбулентликка текширилади, бунда винт
турбулентликни сақлаш учун таъсир этув-
чи қўшаниш энг катта қиймати Эйлер
формуласи бўйича қуйидагича аниқ-
ланади.

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

бу ерда: μl — винтнинг "келтирилган" узунлиги (μ — таянчнинг
тузулиши ва ўзаро жойлашувига боғлиқлик коэффиценти); l —
гайкалар ўртасидаги масофа, агарда иккинчи таянч сифатида гайка
бўлганда таянчдан гайканинг ўртасигача бўлган масофа; $S = 3 \dots 4$ —
хавфсизлик коэффиценти; I — винт қўндаланг кесимнинг келти-
рилган инерция моменти

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

d, d_1 — винт резъбасининг ички ва ташқи диаметри. 7.2-форму-
ла $\mu l \leq 100 d_1$ гача ёки $\mu l \geq 25 d_1$ бўлганда ишлатиш мумкин,



7.36 - расм.

бунда $l = \sqrt{I/A}$ — 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; φ , μ l/l га нисбатан жоиз кучланиш қийматини камайишини ҳисобга олувчи коэф. фициент.

7.30-§. Узатма резбасининг ейилишга ҳисоблаш, мустаҳкамликка текшириш

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

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

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

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

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

d_2 — резбанинг ўртача 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 ўртача диаметрини аниқлаш мумкин, бунда $d_2 \geq \sqrt{2F_s / (\pi \psi_H [q])}$.

$\psi_H = 1,2 \div 2,5$ 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:

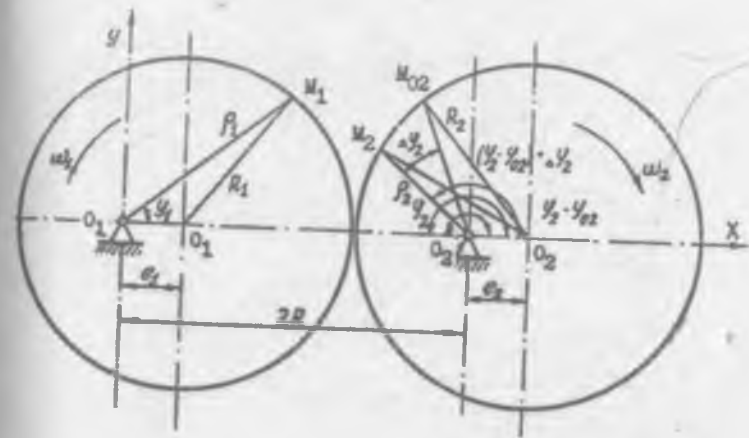
$[q] = 10 \dots 15$ МПа — тобланган пўлат — бронза учун;

$[q] = 7 \dots 8$ МПа — тобланмаган пўлат — бронза учун;

$[q] = 5$ МПа — тобланмаган пўлат — чўян учун.

7.31-§. Узатиш сони ўзгарувчан бўлган тишли узатмаларни ҳисоблаш

Ишлаб чиқаришда, кўп ҳолларда, иш унумини ошириш мақсадида ишчи органга ҳаракат узатувчи етакланувчи тишли филдиракнинг 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 филдирак-



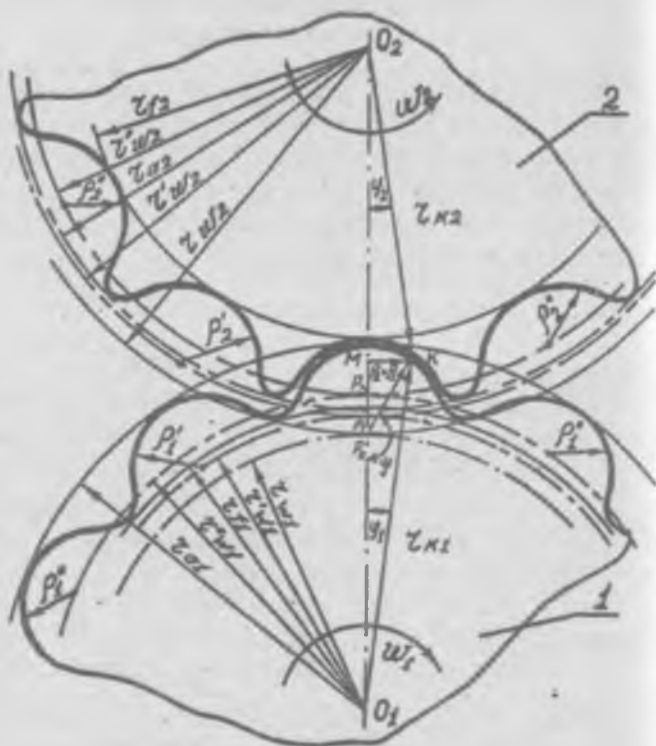
7.37 - расм.

ларнинг ўзаро илашқинининг кинематик схемаси 7.37-расмда келтирилган. Ушбу тишли узатманинг узатиш функцияси:

$$u_{12} = \frac{\rho_1(\varphi_1 - \varphi_{01})}{\rho_2(\varphi_2 - \varphi_{02})} = \frac{l_1 \cos(\varphi_1 - \varphi_{01}) + \sqrt{R^2 - l^2 \sin^2(\varphi_1 - \varphi_{01})}}{l_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_{02}) + \sqrt{R^2 - l^2 \sin^2(\varphi_2 - \varphi_{02})}}$$

бу ерда, ρ_1, ρ_2 — филдиракларнинг айланиш ўқидан бошланғич айланалар сиртигача бўлган радиус-векторлар; $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_{01}, \varphi_{02}$ — кутб бурчаклар ва уларнинг бошланғич қийматлари; $R = R_1 = R_2$ — бошланғич айлана радиуслари, $l = l_1 = l_2$ — эксцентриситетлар.

Тишли филдираклардан иборат ўзгарувчан узатиш сони тишли узатманинг кўриниши 7.38-расмда келтирилган. Унинг узатиш функцияси қуйидаги формула орқали топилади:

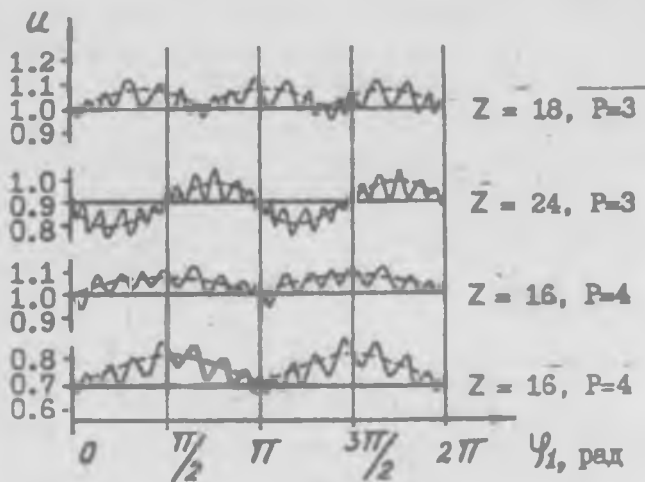


7.38 - расм.

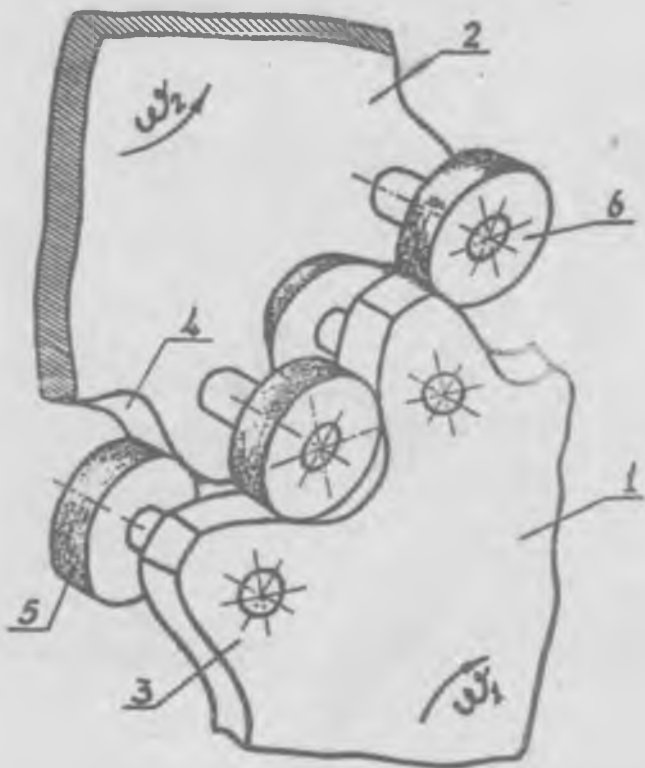
$$u_{1,2} = \frac{r_{w1} + \rho_1 \cos \left[\pi - \arcsin \frac{r_{w1} \cos \varphi_1 + \sqrt{r_{w1}^2 \cdot \cos^2 \varphi_1 - r_{w1}^2 + \rho_1^2} \cdot \sin \varphi_1}{\rho_1} \right]}{a_0 - r_{w1} - \rho_1 \cos \left[\pi - \arcsin \frac{\sqrt{r_{w1}^2 \cdot \cos^2 \varphi_1 - r_{w1}^2 + \rho_1^2} \cdot \sin \varphi_1}{\rho_1} \right]}$$

Тишлар сонининг ўзгаришига қараб тишли гилдираклар бурчак тезликларининг ўзгариши турлича бўлади. 7.39-расмда тишларнинг формаси ҳар хил бўлган илашма узатиш функциясининг ўзгариш графикалари келтирилган.

Узатманинг узоқ муддат нуқсонсиз ишлашини таъминлаш учун цевокли-тишли узатмалар тақлиф қилинган (7.40-расм). Бу узатмаларни асосан айланишлар сони кичик бўлган, аниқлик даражаси юқори бўлмаган технологик машиналарнинг ҳаракатланувчи механизми



7.39 - раск.



7.40 - расм.

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

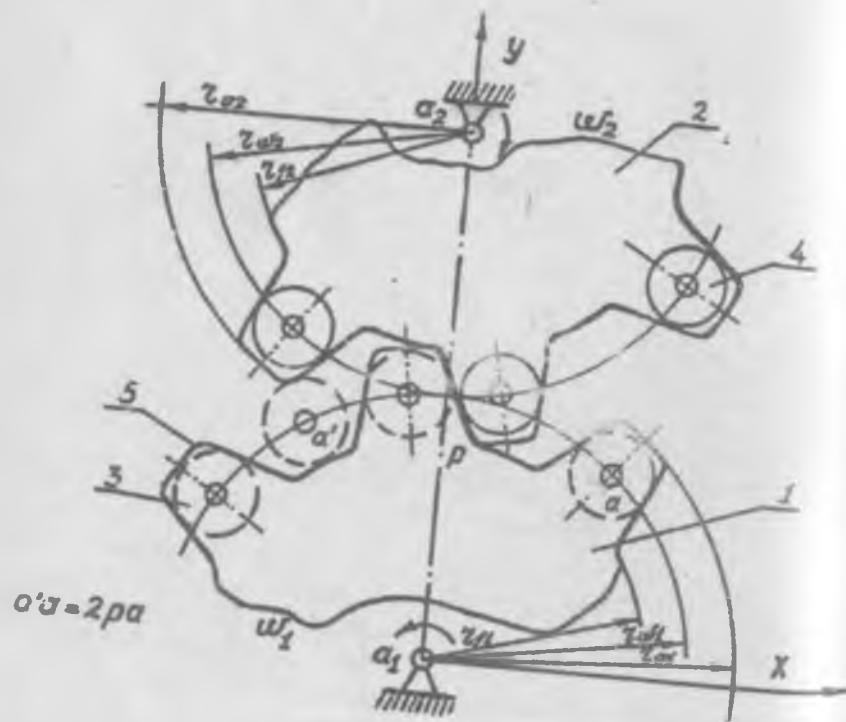
$$x = (Z_{a1} + Z_{a2}) \cos \varphi_1 - Z_{a2} \cdot \cos \left(\frac{Z_{a1} + Z_{a2}}{Z_{a2}} \cdot \varphi \right)$$

$$y = (Z_{a1} + Z_{a2}) \sin \varphi_1 - Z_{a2} \cdot \sin \left(\frac{Z_{a1} + Z_{a2}}{Z_{a2}} \cdot \varphi \right)$$

Ўқлараро масофа a , қийматлари:

$$a_0 = d_0 + Z_0$$

бунда: d_0 — тишли гилдирак айлана радиуси;
 Z_0 — цевокли гилдирак айлана радиуси.



7.41 - расм.

8-боб. ЧЕРВЯКЛИ УЗАТМАЛАР

8.1-Умумий маълумот

Червякли узатма бу кинематик жуфт бўлиб, червяк ва червякли гилдираклардан тузилган, ўқлари эса ўзаро 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 винт-ти жуфтнинг ишлаш принципи каби бўлиб, афзалликлари: бир поғонали узатмада узатиш сони кинематик узатмалар учун $u=500$ гача, қувват узатадиган узатмаларда $u=8-80$ бўлиб, энг катта қиймат 120 гача бўлиши мумкин; рагон ва шовқинсиз ишлайди; ўз-ўзидан тўхтайдиган қилиб тайёрлаш мумкин (бундай узатмаларда ФИК 50% дан кам). ФИК нисбатан кичиклиги ($\eta = 0,7-0,92$) узатиладиган қувватнинг қиймати чегараланганлиги — 50 — 100 кВт, узатма тўхтовсиз ишлаганда қизиб кетиши; рангли металлларни ишлатилиши бу узатмаларнинг камчилиги ҳисобланади.



8.1 - расм.

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

Червякли узатмаларнинг узатиш сони қийматини қуйидагича аниқлаш мумкин:

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

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

Z_1 — червякнинг кириллар сони;

Z_2 — червякли гилдирак тишлар сони.

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

Ўқлараро масофа a , мм

1 қатор: 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500 мм.

2 қатор: 140; 180; 225; 280; 335; 450 мм.

Модуль m , мм

m — 2,25; (3), 3,15; (3,5)4,5; (6) (6,3) (7), 8; 10; (12); 12,5; (14); 16; 20.

Узатиш сони и.

1 қатор: 8, 10, 12, 5, 16, 20, 25, 31,5, 40, 50, 63, 80.

2 қатор: 9, 11, 2, 14, 18, 22,4, 28, 35,5, 45, 56, 71.

8.2-§. Червякли узатмаларнинг геометрик ўлчамлари

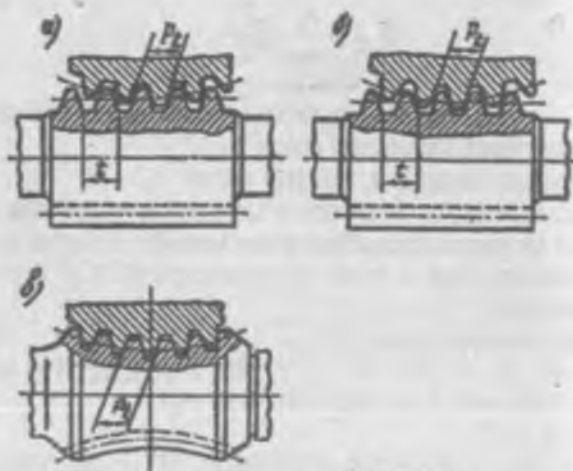
Червякли узатмаларда ҳам цилиндрсимон узатмалардек бошланғич ва тиш бўлувчи айланасининг диаметрлари бўлади, бунда

d_{a1} , d_{a2} червяк ва червякли фидиракларнинг бошланғич диаметрлари;

d_1 , d_2 — тиш бўлувчи айланасининг диаметри. Коррекция қилинмаганда $d_{a1} = d_1$, $d_{a2} = d_2$.

Червяк. Червяк бу резьбали винт бўлиб, цилиндр (архимед), конволюта, эвольвента ёки глобoid шаклида бўлиши мумкин (8.2-расм). Агар червяк ўз ўқига тик текислик билан кесилганда ҳосил бўлган из трапецияга ўхшаш бўлса (ён томонидан қаралганда ўрамлар архимед ўрамига ўхшайди) 82-расм, а), архимед червяк деб аталади.

Ҳосил бўлган шаклнинг изи қисқартирилган ёки чўзилган эвольвентага ўхшаш бўлса, бундай червяк конволютали червяк (8.2-расм, б) дейилади. Глобoidли червяк бу винт кўринишида бўлиб, тора (глобoid) юзага кесилган ўрамдан иборат бўлади. Глобoid червякли (8.2-расм, в) узатмаларнинг тапқи ўрамлари цилиндрсимон червякли узатма каби бўлса ҳам, бу узатмалар нисбатан катта юкланишга чидай олади. Аммо ишлаганда кўпроқ иссиқлик чиқариши ҳамда глобoidли червяк билан червякли фидиракни йиғиш қийин бўлганлиги туфайли бу узатмалар кам ишлатилади.



8.2 - расм.

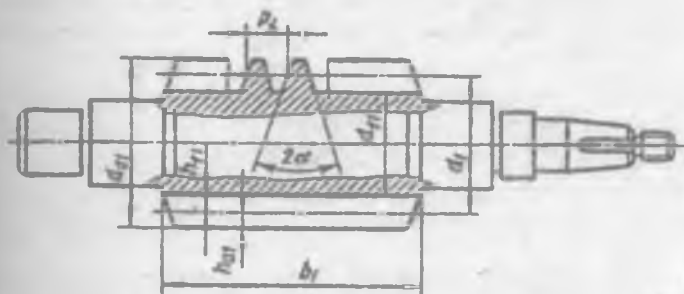
Червякларни бир-биридан ажратиш учун қуйидаги шартли белгилар қабул қилинган: ZA — архимед червяк; ZN — конволютали червяк; ZI — эвольвентали червяк.

Червяк ўрамининг қадами P_r бу ёнма-ён жойлашган ўрамлардаги бир хил нуқталар орасидаги масофа. Шу қадамнинг π га нисбатан модуль дейилади, яъни $m = P_r / \pi$.

Червяк ҳам винт каби бир қиримли ва кўп қиримли қилиб тайёрланиши мумкин. Червякда қиримлар сони Z_1 билан белгиланади, унинг қиймати $Z_1 = 1, 2, 4$ бўлади.

Червяк бир айлангандаги ўтган масофа бу ўрам қадамининг червяк қирим сонига кўпайтмасига тенг, яъни $l = P_r \cdot Z_1$.

Червяк ўрами бўлиш диаметрининг модуль билан ифодаси $d_1 = m \cdot q$ (8.3-расм). q — червякнинг диаметр коэффициенти бўлиб,



8.3 - расм.

бўлиш диаметридаги модуллер сонини билдиради, унинг қиймати 8.1-жадвалдан модуллер сонига нисбатан танланади. Бунда $q = 0,25 Z_1$ деб танлаш тавсия этилади, чунки q нинг қиймати ортиши билан узатманинг ФИК қиймати пасаяди, акс ҳолда эса червякнинг эгилишдаги бирлиги камаяди. Шунинг учун $q_{\min} \geq 0,212 Z_1$ шарт бажарилиши керак.

Червяк ўрамининг кўгарилиш бурчагини шу бўлиш диаметри бўйича аниқлаш мумкин:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{l}{\pi d_1} = \frac{l \cdot Z_1}{\pi \cdot m \cdot q} = \frac{m Z_1}{m q} = \frac{Z_1}{q} \quad (8.1)$$

8.1-жадвалдан танлаш мумкин.

Демак, червяк диаметри коэффициентининг қиймати ортиши билан ўрамининг кўгарилиш бурчи пасаяди, оқибатда винт-гайка пазариясига асосан узатманинг ФИК камади.

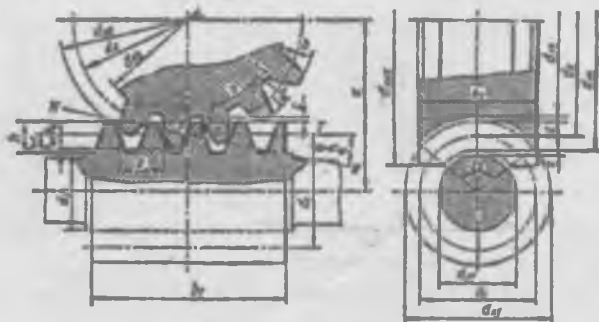
Червяк ўрамининг бўлувчи диаметри бўйича тиш калтагининг баъзидиги $h_{a1} = h_{a2} = m$ тиш оёқчасининг баъзидиги $h_n = h_{n2} = 1,2m$. Демак, червякнинг ташқи диаметри $d_{a1} = d_1 + 2h_{a1} = d_1 + 2m$, червякнинг ўрам ости диаметри $d_{f1} = d_1 + 2h_{f1} = d_1 - 2,41m$.

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

^y $z_1 = 1$ бўлганда. Қавс ичидаги қийматлар иложи борича ишлатилишмайди.
^{xx} $z_1 = 1,2$ бўлганда.
^{xxx} $z_1 = 2$ бўлганда.

Червяк ўрамининг узунлиги, червякнинг кириш сонига ҳамда силжиш коэффициентига мувофиқ 8.2-жадвалдан танланади.

Червякли филдирак. (8.4-расм). Филдиракда тишлар сони энг камида $Z_{2min} = 26 \div 28$ бўлиши керак. Қувват узатадиган узатмалар



8.4 - расм.

учун $Z_{2min} = 32 \div 63$ (80 гача) олиш тавсия этилади. Филдиракнинг диаметрлари силжиш коэффициенти ишлатилимаганда:

$$d_1 = m z_1, d_{a2} = d_2 + 2m, d_n = d_2 - 2,4m.$$

Червякли филдиракни энг катта ташқи диаметри червякнинг кириш сонига нисбатан $2\gamma = 100^\circ$ бўлганда қуйидагича аниқланади:

8.2-жадвал

z_1	1	2	4
d_{a1}	$\leq d_{a2} + 2m$	$\leq d_{a2} + 1,5m$	$\leq d_{a2} + m$
b_1	$\leq d_{a2} + 2m$		$\leq 0,67 d_{a1}$

Червякли гилдирак (силжиш коэффициенти).

Силжиш коэффициентини ишлатишдан мақсад ўқлараро масофа қиймати стандарт қийматга эга бўлишини, ностандарт ёпиқ узатмаларда эса ўқлараро масофани бутун сон бўлишини таъминлашдир.

Силжиш коэффициенти фақат червякли гилдирак учун ишлатилади. Бунда ўқлараро масофанинг қиймати аниқлангач, силжиш коэффициенти қуйидагича бўлади:

$$X = a_{\bullet} / m - 0,5 (q + Z_2) \\ \text{ёки } a_{\bullet} = 0,5 (q + Z_2 + 2X) m$$

Силжиш коэффициенти ишлатилганда гилдирак диаметри қуйидагича аниқланади:

$$d_{\Sigma} = d_1 = 2m + 2mx, d_2 = d_1 - 2,4m + 2xm$$

Гилдиракнинг қолган ўлчамлари ўзгармайди. Гилдирак тишларини кесиш жараёнида тиш ости кесилмаслиги ҳамда тиш учи учли бўлмаслиги учун силжиш коэффициентининг қиймати

$$X = \pm 0,7 \text{ бўлиши керак (камдан-кам } \pm 0,1).$$

Узатманинг аниқлик даражаси. Червякли узатмалар учун СТ СЭВ 311-76 бўйича 12 та аниқлик даражаси белгиланган. Бунда червякли узатмаларда юқори даражада кинематик аниқликни таъминлаш учун 3, 4, 5, 6 ҳамда қувват узатиш учун эса 5, 6, 7, 8, 9 аниқлик даражалари тавсия этилади (8.3-жадвал).

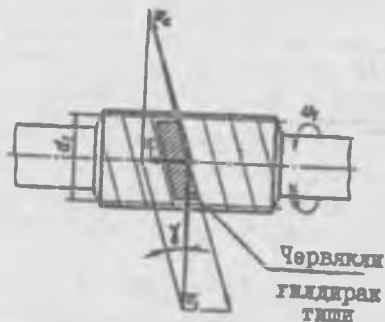
8.3-жадвал

Аниқлик даражаси	Сирпаниш тезлиги, м/с	Червяк ва червякли гилдиракларга ишлов бериш	Илова
7	≤ 10	Червяк тобланган ҳамда ишлов бериб иш юзаси силлиқланган. Червякли гилдирак тишлар юзаси силлиқланган червякли фреза ёрдамида кесилган.	Катта тезлик билан шовқинсиз ҳаракатланувчи узатмалар.
8	≤ 5	Червяк ўрамларининг силлиқланмаган ишқаланиш юзасининг қаттиқлиги $\geq 350 \text{ НВ}$. Червякли гилдирак тишлар юзаси силлиқланган червякли фреза ёрдамида кесилган.	Ўртача тезлик билан иккитан кам шовқин чиқарадиган узатмалар.
9	2	Червяк ўрамларининг ишчи юзаси силлиқланмаган қаттиқлиги $< 350 \text{ НВ}$. Червякли гилдирак тишларини ҳар қандай йўллар билан кесилса бўлади.	Вақти-вақти билан ишлайдиган секин ҳаракатланувчи ҳамда дастаки ёрдамида ҳаракатга келтирувчи узатмалар.

Червякли узатмаларда червяк ва червякли гилдирак илашши жараёнида қўйилган ноаниқликлар, яъни червяк ва червякли гилдиракларни йиғиш жараёнида ўзаро ўқ бўйича силжитиб ўрнатилиш ҳоллари, ўқлараро масофадаги (тайёрлаш жараёнида) йўл қўйилган бу қийматлар учун чекли чегара қийматлари ҳар бир аниқлик даражаси учун аниқ белгиланган.

8.3-§. Сирпаниш тезлиги

Червякли узатмаларда ҳаракат червяк ўрамларининг червякли гилдирак тишлари бўйича винтли жуфтдек сирпаниш натижасида



8.5 - расм.

амалга ошади, бунда v_1, v_2 айланма тезликларнинг йўналиши орасидаги бурчак 90° бўлади. Сирпаниш тезлиги v червякнинг винт чизигига уринма равишда йўналган бўлади. Унинг қийматини червяк ва гилдирак айланма тезликларининг қийматларида фойдаланиб аниқлаш мумкин (8.5-расм).

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = v_1 / \cos \gamma; v_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60}; v_2 = \frac{\pi d_2 n_2}{60}; v_2 / v_1 = \tan \gamma$$

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 — сирпаниш тезлиги, м/с; γ — червяк ўрамининг кўтарилиш бурчаги.

Узатмани лойиҳалашда сирпаниш тезлигининг тахминий қийматини қуйидагича аниқлаш мумкин.

$$v = \frac{4,3 n_1}{10^4} \sqrt{T_2} \text{ м/с} \quad (8.2)$$

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 ўрамининг червякли гилдирак

тиши бўйича сирпанишини, гайканинг резбасини винтнинг резбаси бўйича сирпаниш, деб қараш мумкин. Натижада червякли узатмада червяк етакловчи бўлганда ФИК қуйидагича аниқланади:

$$\eta = (0,95 \div 0,96) \frac{\tan \gamma}{\tan(\gamma + \rho')} \quad (8.3)$$

бу ерда: $(0,95 - 0,96)$ — узатма гилдиракларини қутига қўйилган мойни кесиб ўтишида ишқаланишни енгитиш учун сарф бўлган қўшимча қиймат; γ — червяк ўрамининг кўтарилиш бурчаги; ρ' — келтирилган ишқаланиш бурчаги, уни γ қиймати 8.4-жадвалдан олинади.

f' — келтирилган ишқаланиш коэффициентини.

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

Червякли гилдирак етакловчи бўлганда ФИК қиймати қуйидагича аниқланади: $\eta = \tan(\gamma - \rho') / \tan \gamma$.

$\gamma \leq \rho'$ бўлганда $\eta = 0$ бўлиб, ҳаракат тўхтайди, яъни ўз-ўзидан тўхтайдиган узатма ҳосил бўлади. Бундай узатмалар юк кўтарувчи механизмларда ишлатилади.

Узатмани ҳисоблашда ФИКнинг тахминий қийматини, червякнинг кирим сонига нисбатан қуйидагича танлаш мумкин.

$$\begin{matrix} z_1 = & 1 & 2 & 4 \\ \eta = & 0,7 - 0,75 & 0,75 - 0,82 & 0,87 - 0,92 \end{matrix}$$

Ишлатишда ҳосил бўлган кучлар. Илашётган червяк ва червякли гилдиракнинг илашиш чизигидан айлана, марказга интилувчи ҳамда бўйлама кучлар ҳосил бўлади. Бунда червякдаги айланма куч миқдор жиҳатидан гилдиракдаги ўқ бўйлаб йўналган кучга тенг бўлиб, қуйидаги ифодадан аниқланади (8.6-расм).

$$F_{u1} = F_{a2} = 2T_1 / d_1 \quad (8.4)$$

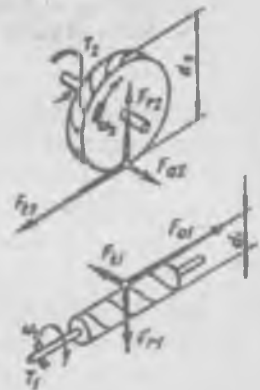
Гилдиракдаги айлана куч эса червякдаги ўқ бўйлаб йўналган кучга тенг.

$$F_{a1} = F_{u2} = 2T_2 / d_2 \quad (8.5)$$

Узатмадаги марказга интилувчи куч қуйидагича бўлади:

$$F_r = F_a \cdot \tan \alpha \quad (8.6)$$

Червяк ва червякли гилдиракдаги буровчи моментлар ўзаро қуйидагича боғланган:



8.6 - расм.

$$T_2 = T_1 \cdot u \cdot \eta \quad (8.7)$$

Червякли узатманинг геометрик ўлчамлари аниқлангач ФУКнинг ҳисобий қиймати аниқланади.

8.4-жадвал

$V_{\text{м/с}}$	f	ρ'	$V_{\text{м/с}}$	f	ρ'
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 қўланиш бўйича ҳисоблаш

Червякли узатмаларда сирпаниш тезлигининг катталиги ҳамда бу тезликнинг йўналиши контакт чизиғига нисбатан ноқулай жойлашганлиги сабабли червякли филдирак тип сиртининг ейилиши ва юлиниб чиқиши ҳоллари кўпроқ содир бўлади. Бу ҳолларни олдини олиш учун узатма филдирак материаллари яъни червяк ва червякли филдирак антифрикцион материалдан тайёрланади, ҳамда контакт қўланиш бўйича текширилади, бунда қуйидаги шарт $\sigma_H \leq [\sigma_H]$ бажарилиши керак. Червякли филдирак гардиши червякка нисбатан юмшоқ материалдан тайёрланганлиги учун асосан шу филдирак контакт қўланиш бўйича текширилади. Бунда цилиндрсимон ва конуссимон узатмалардагидек Герц формуласидан фойдаланамиз, яъни:

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

Архимед червяги учун ўқ бўйлаб ўтган текисликда ҳосил бўлган ўрам кесими тўғри чизиқ бўлгани учун келтирилган эгрилик радиуси ρ_k ни аниқлашда червяк ўрамининг сирти эътиборга олинмайди, червяк филдирагини эса одатдаги қия типли цилиндрдек филдирак дейиш мумкин.

Шунинг учун: $\rho_k = \rho_1 = 0,5 d_1 \sin \alpha$

бўлади. Қия типли узатмалардаги каби, червякли узатмаларда ҳам узунлик бирлигига тўғри келадиган куч қуйидагича ифодаланади:

$$q = \frac{F_n}{l_z}; \text{ бу ерда: } F_n = \frac{F_Q}{\cos \alpha \cdot \cos \gamma}; F_2 = \frac{2T_2}{d_1}$$

$$l_z = \frac{\pi d_1 \cdot 2\delta \cdot \epsilon_\alpha \xi}{\cos \gamma \cdot 360} \text{ — контакт чизиғининг (минимал) энг кичик}$$

узунлиги; $\xi = 0,75$ — филдирак тип сиртининг червяк ўрами сиртига тўлиқ тегиб турмаслиги натижасида контакт чизиғи узунлиги қарайишини ҳисобга олувчи коэффициент; $\epsilon_\alpha = 1,9$ — ўқ бўйича олинган қопланиш коэффициенти; $\gamma = 10^\circ$ — червяк ўрамининг қўтарилиш бурчаги; $2\delta = 100^\circ = 1,75$ рад. Натижада $l_z \approx 1,3 d_1 / \cos \alpha$.

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

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

олинган материалнинг эластиклик модули. $E_1 = 2,1 \cdot 10^5$ МПа пўлат материаллар учун; $E_2 = 0,98 \cdot 10^5$ МПа бронза, чўян материаллар учун, бунда $E_k = 1,33 \cdot 10^5$ МПа. $\mu = 0,3$ — Пуассон коэффициенти. E_k , ρ_k , q ларнинг қийматларини 8.8-формулага қўйиб, енгиллаштириш учун юқоридаги сонли қийматларни қўйсақ, контакт қўланишнинг ҳисобий қийматини аниқлаш учун қуйидаги ифодани оламиз:

$$\sigma_H = \frac{480}{d_2} \cdot \sqrt{\frac{T_2 \cdot k_H}{d_1}} \leq [\sigma_H] \quad (8.9)$$

бу ерда: $k_H = k_v \cdot k_p$ — юкланиш коэффициентининг қиймати.

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

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

бу ерда: T_1 — этакланувчи филдиракдаги бурувчи момент, Н.мм ҳисобида.

Аниқланган қиймат стандарт бўйича яхлитланади.

8.6-§. Червякли узатмаларни эгувчи кучланиш бўйича ҳисоблаш

Эгувчи кучланиш бўйича фақат червякли филдирак тишларига ҳисобланади, чунки червяк пўлатдан тайёрланганлиги учун ўрамларининг мустаҳкамлиги филдиракнинг мустаҳкамлигидан катта бўлади.

Червякли филдиракни эгилишга мустаҳкамлиги қия тишли цилиндрсимон узатмалар бўйича ҳисобланади, лекин червякли филдирак тиш асосининг кўндаланг кесими қия тишли цилиндрсимон филдиракларникидан фарқ қилади. Тиш кесимининг шакли филдирак эни бўйича бир хил бўлмайди. Бундан ташқари, тиш асоси тўғри чизик бўйича эмас, балки ёй бўйича жойлашган бўлади. Шунинг учун ҳисоблаш ишларида червяк филдирак тишларининг мустаҳкамлиги қия тишли филдирак тишларининг мустаҳкамлигидан 20-40% юқори бўлади.

Червякли узатмалар учун $Y_1 \approx 0,74$, $Y_2 = 0,93$. ($\gamma = 10^\circ$) қабул қилсак, филдирак тишларининг ҳавфли кесимидаги эгилишдаги кучланишнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

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

бу ерда: F_Q — филдиракдаги айланма куч, Н;

b_2 — филдиракнинг эни, мм;

k_F — юкланиш коэффициенти;

m_n — нормал кесимнинг модули;

Y_F — тиш шаклининг коэффициенти, унинг қиймати 8.5-жадвалдан филдирак тишлар сонининг "келтирилган" қийматига нисбатан танланади, бунда $z_k = z_1 / (\cos \gamma)$. (8.12)

8.5-жадвал

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 коэффициенти

Червякли узатмада юкланиш коэффициенти бу қўшимча динамик кучларни ҳисобга олувчи коэффициент билан юкланишнинг тўпланишини ҳисобга олувчи коэффициентлар кўпайтмасига тенг, яъни

$$k_a = k_F = k_s \cdot k_v$$

Червякнинг таянчлар орасидаги масофага нисбатан катталиги туфайли иш жараёнида кучлар таъсирида деформацияланади, натижада кучланишларнинг тўпланиши содир бўлади. Кучланишнинг тўпланиши коэффициентининг назарий қиймати узатма гилдирақлар иш жараёнида ўзаро мослашмайди, деб қабул қилсак, қуйидагича аниқланади:

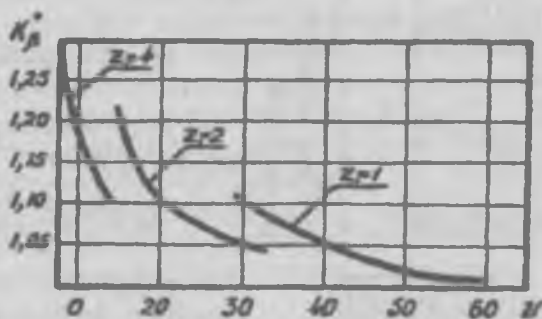
$$k_s^* = 1 + (z_1 / \theta)^2$$

бу ерда: θ — червякнинг деформацияланиш коэффициенти қиймати (8.6-жадвалдан q , z_1 га нисбатан танланади).

8.6-жадвал

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 бўйича k_s^* нинг қийматини червяк кириш сопи ҳамда узатманинг узатиш сонига нисбатан танлаш мумкин.



8.7 - расм.

Амалда узатма гилдирақлари ишлаш жараёнида бикр-бири билан бутунлай мослашиб, юкланиш бутун тиш юзаси бўйича текис мосланади. Юкланиш ўзарувчан бўлганда мослашув бутунлай бўлмайди. Момент қийматлари $T_{\text{н}}$ ўртача бўлганда кучланиш тўпланиш ҳодисаси рўй бермайди, $T_{\text{мак}}$ бўлганда эса кучланиш тўпланиш ҳодисалари бўлади. Шунинг учун кучланишнинг тўпланиш коэффициенти $T_{\text{мак}} - T_{\text{н}}$ га нисбатан қуйидагича аниқланади

$$k_s = 1 + (z_1 / \theta)^2 (1 - x)$$

бу ерда: ўртача моментнинг энг катта моментга нисбати, яъни

$$T_{\text{ср}} / T_{\text{макс}} = x$$

Юкланиш доимий бўлганда $x = 1,0$, демак $k_p = 1,0$. k_v — қўшимча динамик коэффициент бўлиб, у узатманинг тезлиги ва аниқлик даражасига боғлиқ. Червякли узатмалар текис ва раван ишлаганилиги 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:

$$k_H = 0,5 (k_p - 1)$$

8.8-§. Червяк танасини мустаҳкамлик ва бикрликка текшириш

Тапқи кучлар таъсирида ҳосил бўлган эгувчи ва буровчи моментлар 8.8-расмда кўрсатилган. Айланма куч таъсиридан эгувчи

моментнинг энг катта қиймати $M_1 = F_{t1} l / 4$; бунда l — таянчлар ўртасидаги масофа.

F_{t1} , F_{a1} — кучлар таъсиридан ҳосил бўлган энг катта эгувчи момент

$$M_2 = \frac{F_{r1} l}{4} + \frac{F_{a1} \cdot d_1}{4}$$

Эгувчи моментларнинг умумий қиймати:

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

Эквивалент эгувчи моментнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

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

Шу эквивалент эгувчи моментдан ҳосил бўлган эгувчи кучланиш қиймати:

$$\sigma_{\text{экв}} = \frac{M_{\text{экв}}}{W_{\text{экв}}}$$

бу ерда: $W_{\text{экв}}$ — текшириладиган кесимнинг эгилишга қаршилик momenti.

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

8.9-§. Червякли узатмалар учун ишлатиладиган материаллар ва жонз кучланишлар

Узатма сирпаниш тезлигининг қиймати нисбатан катта бўлганлиги учун червяк ва унинг ғилдираги учун ишлатиладиган материаллар антифрикцион жуфт ҳосил қилиши керак. Бу талабни старли даражада қондириш учун червяк пўлатдан, унинг ғилдираги эса бронза ёки чўяндан тайёрланади.

Червяк асосан углеродли ёки легирланган 40ХН, 20ХН3А, 30ХГСА, 20Х маркали пўлат материаллардан тайёрланиб, бунда ўрам юзасининг қаттиқлиги термик қайта ишлов бергач, масалан тоблаш, углерод билан тўйинтириш натижасида HRC 45...50 бўлиши мумкин.

Очиқ червякли узатмаларда червяк 45 маркали пўлат материалдан тайёрланиб, ўрам юзасининг қаттиқлиги HB 300...350 гача бўлиши мумкин.

Червякли ғилдирак гардиш материали унинг сирпаниш тезлигига боғлиқ бўлиб, асосан қалайли бронза, камдан-кам ҳолларда эса қалайсиз бронза ҳамда чўяндан тайёрланиши мумкин. Бунда БрОФ 10-1, БрОНФ маркали бронза материаллар яхши механик характеристикаларга (8.7-жадвал) эга, шунинг учун уларни узатмаларни сирпаниш тезлиги $V = 5-25$ м/с бўлганда ишлатиш тавсия этилади. Узатмаларнинг сирпаниш тезлиги $V < 5$ м/с бўлганда червякли ғилдиракларни қалайсиз бронза, масалан БрАЖ 9-4 маркали материаллардан тайёрлаш тавсия этилади. Бунда червяк ўрами иш юзасининг қаттиқлиги $> 45HRC$ бўлиб, ишлов бериб олиниладиган бўлиши керак. Кулранг чўяларни эса узатманинг сирпаниш тезлиги $V < 2$ м/с бўлганда ишлатиш мумкин.

8.7-жадвал

Червякли ғилдирак учун материаллар	Қўйиш усули	Механик характеристикаси МПа, ҳисобида	
		$\sigma_{\text{ср}}$	$\sigma_{\text{н}}$
БрОФ 10-1	Кум қолишга	120	200
БрОФ 10-1	Металл қолишга	150	260
БрОНФ	Марказдан қочирма усулда	170	290
БрАЖ 9-4	Кум қолишга	200	400

Жонз контакт кучланиш. Червяк ўраи иш юзасининг қаттиқлиги $> 45 HRC$ бўлиб, бу юза ишлов бериб силлиқланган бўлиб, қалайли бронзалардан тайёрланган филдираклар учун $[\sigma_{\text{н}}] = (0,85 \dots 0,9) \sigma_{\text{св}}$ (8.13) агар бу шарт бажарилмаса $[\sigma_{\text{н}}] = C_v \cdot 0,75 \sigma_{\text{м}}$. Бу ерда: C_v — узатманинг сирпаниш тезлигини ҳисобга олувчи коэффициент.

V_s	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:

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

Червякни филдирак қалайсиз бронзадан тайёрланган ҳамда ўрам юзасининг қаттиқлиги $> 45 HRC$ бўлиб, унга ишлов бериб силлиқланган бўлса, $[\sigma_{\text{н}}]$ нинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$[\sigma_{\text{н}}] = (300 - 25 V_s) \text{ МПа} \quad (8.14)$$

Эгиллишдаги жонз кучланиш. Бронза материалдан тайёрланган червякни филдираклар учун

$$[\sigma_{\text{т}}] = 0,25 \sigma_{\text{св}} + 0,08 \sigma_{\text{м}} \text{ МПа} \quad (8.15)$$

Қисқа муддат юкланиш билан юкланган червякни узатмаларнинг мустаҳкамлигини аниқлашда, жонз кучланишнинг энг катта қийматини қуйидагича олиш тавсия этилади; қалайли бронза учун $[\sigma_{\text{н}}]_{\text{мак}} = 4 \sigma_{\text{св}}$; БрАЖ9-4 маркали материаллар учун $[\sigma_{\text{н}}]_{\text{мак}} = 2 \sigma_{\text{св}}$ барча турдаги бронза материаллар учун $[\sigma_{\text{т}}]_{\text{мак}} = 0,8 \sigma_{\text{св}}$.

8.10-§. Узатманинг қизилиши текшириш, совитиш ва мойлаш

Узатмада иш жараёнида механик энергиянинг бир қисми иссиқлик энергиясига айланиб узатмани қизитади. Агар узатма етарли даражада совитилмаса, у қизиб тезда ишдан чиқиши мумкин.

Узатмада ҳар секундда ҳосил бўлган иссиқлик миқдори қуйидагича аниқланади:

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

бу ерда: P_1 — узатилаётган қувват, Вт;
 η — узатманинг ФИК.

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

$$Q_1 = k_z (t_1 - t_0) A$$

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

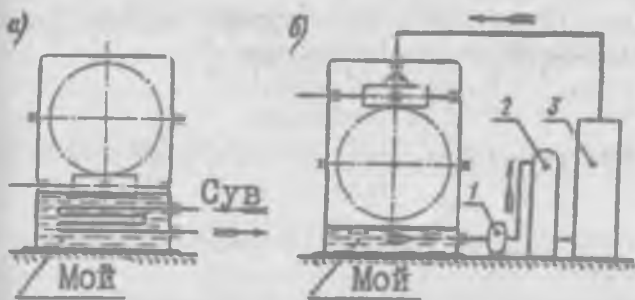
8.8-жадвал

a , 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_z — иссиқ чиқариш коэффициенти Вт/м². рад. Шамоллатиб турилмайдиган ёпиқ ҳоналарда $k_z = 8...10$; шамоллатиб туриладиган ҳоналарда $k_z = 13...18$.

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

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



1-насос; 2-фильтр; 3-совуткич

8.6 - расм.

Узатма гилдирактарини, яъни червяк ва червякни гилдирактарни мойга чўктириш йўли билан мойлаш мумкин. Бунда червяк ўрами ёки червякни гилдирактарни тиши бутун баландлиги ўйича мойга

чўктирилиши керак. Секин ҳаракатланувчи узатмалар учун эса червякли гилдирак диаметрининг $1/3$ қисми бўйича чўктириш мумкин.

Узатмага ҳар бир узатилаётган қувват учун $0,35...0,7$ л мой қуйиш тавсия этилади.

Тезлиги $V > 12$ м/с бўлган узатмаларда циркуляция йўли билан мойлаш тавсия этилади, бунда мой илашиш чизиғига ва подшипникка тозалаб қўйилади.

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

Масаланинг ечилиши.

1. Узатма гилдираклари учун материал танлаш сирпаниш тезлигига боғлиқ бўлгани учун, авваламбор узатманинг сирпаниш тезлигини аниқтаймиз.

$$v_c \approx 4,3 \cdot n_1 \cdot 10^{-4} \sqrt[3]{T_2} = 4,3 \cdot 960 \cdot 10^{-4} \sqrt[3]{250} = 6,83 \text{ м/с}$$

$V_c > 5$ м/с бўлганлиги учун червякли гилдирак гардиши учун қалайли БрОФ 10-1 маркали бронза материал танлаймиз. Унинг механик характеристикалари $\sigma_{\text{сж}} = 120$ МПа, $\sigma_{\text{сж}} = 200$ МПа. Червяк учун 40Х маркали пўлат материал танлаймиз.

Урам юзасининг қаттиқлиги, юқори частотали ток ёрдамида термик қайта ишлов бериш натижасида 55 HRC бўлади.

2. Жоиз кучланишлар:

а) жоиз контакт $[\sigma_{\text{сж}}]$ кучланиш. Червякли гилдирак БрОФ 10-1 маркали материалдан тайёрлангани учун

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

б) эгилишдаги жоиз $[\sigma_{\text{сж}}]$ кучланиш

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

3. Уқтараро масофа

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

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

4. Червякли узатманинг асосий параметрлари.

Червякнинг кирим сони $z_1 = 1$ деб қабул қиламиз, натижада $z_2 = z_1 \cdot u = 1 \cdot 40 = 40$ $z_{\text{сж}} \geq 28$ шарт бажарилади. Узатманинг

модули $m = (1,5...1,7) \frac{a_n}{z_2} = (1,5 \div 1,7) \frac{125}{40} = 4,68...5,31$ мм. Аниқла-

чүктүрүлүшү керек. Секин харакаatlanуучу узатмалар үчүн булар чыгарылат.

узатмага хар бир узатмалардан куурут үчүн $0,35 \dots 0,7$ л май куурулат.

Тезини $V > 12$ м/с булган узатмаларда циркуляция йүлү булган майлаш тавсия этилат, булга майлашшы чыгарыла ва полиш.

Масала: Узатиш сони $u = 40$, етаклануучу валдаты момент $T_2 = 250$ Н.м, етакловуча валдини айланыш сони $n_1 = 960$ мин⁻¹ булган бир пофонали червякты узатма хисоблансын. Узатма $L_2 = 5000$ с. Юктаныш режими лонки.

Масаланын чыгарылышы.

1. Узатма филдиректары үчүн материал танлаш сирпаныш тезини тага болуик, булганы үчүн, абвалмбор узатманын сирпаныш тезини аныктаны.

$$v \approx 4,3 \cdot n_1 \cdot 10^{-4} \sqrt{T_2} = 4,3 \cdot 960 \cdot 10^{-4} \sqrt{250} = 6,83 \text{ м/с}$$

$V > 5$ м/с булганыгы үчүн червякты филдирек гардышы үчүн калыш БрФ10-1 маркалы бронза материал танлашмыз. Унын механик характеристикалары $\sigma_{\text{в}} = 120$ МПа, $\sigma_{\text{с}} = 200$ МПа. Червяк үчүн 40Х маркалы цылат материал танлашмыз.

Урам юзасынын каттыктыгы, юкору частоталы ток ерманы термик калыш ишлов беринш натижасыла 55 НРС булалы.

2. Жонз куурулуштар:
а) жонз контакт $[\sigma_{\text{к}}]$ куурулуш. Червякты филдирек БрФ10-1 маркалы материалдан танлашмыз. $[\sigma_{\text{к}}] = 0,9 \sigma_{\text{с}} = 0,9 \cdot 200 = 180$ МПа
б) этилишаты жонз $[\sigma_{\text{т}}]$ куурулуш $[\sigma_{\text{т}}] = 0,25 \sigma_{\text{с}} + 0,08 \sigma_{\text{в}} = 0,25 \cdot 120 + 0,08 \cdot 200 = 46$ МПа
3. Укупаро масофа

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

Аныктанган кыдаттын ахитлаб $a_{\text{в}} = 125$ мм деб кабул кыламиз. Червякты узатманын асосый параметрлары.
Червяктын кырым сони $z_1 = 1 \cdot 40 = 40$ $z_{\text{в}} \geq 28$ шарт бажарылат. Узатманын $z_2 = z_1 \cdot u = 1 \cdot 40 = 40$

$$\text{молуш } m = (1,5 \dots 1,7) \frac{a_{\text{в}}}{z_2} = (1,5 \div 1,7) \frac{125}{40} = 4,68 \dots 5,31 \text{ мм. Аныктанган}$$

бу ерда:
 $d_1 = 50 \text{ мм}, d_2 = 200 \text{ мм}, T_2 = 250 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}, k_2 = k_1 \cdot k_{\text{сб}} \cdot k_{\text{сб}} = 1,1$ кабул қи-
 ланган, юклаганишнинг бўлганлиги учун $k_{\text{сб}} = 0$ Демак,

$$\sigma_1 = \frac{480}{T_2 \cdot k_H} \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} \leq [\sigma_H]$$

6. Контакт қучуланганлигининг ҳисоби қиймати:

$$b_2 = 0,75 d_{a1} = 0,75 \cdot 60 = 45 \text{ мм}$$

Червякни филдирак эни:

$$d_{a2} = d_2 + m = 210 + 5 = 215 \text{ мм}$$

$$d_2 = d_1 - 2,4 m = 200 - 2,4 \cdot 5 = 188 \text{ мм}$$

$$d_2 = d_1 + 2m = 200 + 2 \cdot 5 = 210 \text{ мм}$$

$$d_2 = m z_2 = 5 \cdot 40 = 200 \text{ мм}$$

Червякни филдирак:

82 мм бўлади.

ланган, натижада ўраманнинг узунлиги $b_1 = 67 + 3 m = 67 + 3 \cdot 5 =$

Червяк ўраманга термик қайта ишлов берилганда кейин силлик-

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

Червяк ўраманнинг узунлиги $z_1 = 1,0, x = 0$ бўлганда

$$d_{a1} = d_1 - 2,4 m = 50 - 2,4 \cdot 5 = 38 \text{ мм}$$

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

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

5. Узатма филдиракларининг геометрик ўлчамлари

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

Демак, червякни узатманинг параметрлари:

$$X = \frac{a}{d_2} - 0,5(z_2 + q) = \frac{125}{5} - 0,5(40 + 10) = 0$$

Силликни коэффициентининг қиймати:

қилинган.

8.1-жадвалдан узатманинг модулига нисбатан $q = 10$ деб қабул

$$q = (2a / m) - z_2 = \frac{2 \cdot 125}{5} - 40 = 10$$

Коэффициентининг ҳисоби қиймати

$$q_{\text{сб}} \geq 0,212 z_2 = 0,212 \cdot 40 = 8,48$$

ган қийматни ахтирлаб $m = 5 \text{ мм}$ қабул қиланган. Червяк диаметри

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

$$Q_1 = k_1 (t_1 - t_0) A$$

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

8.8-жадвал

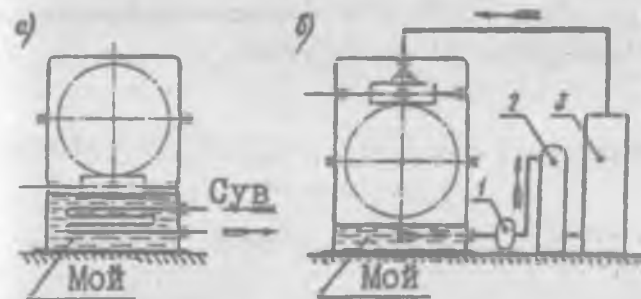
a , мм	80	100	125	140	160	180	200	225	250	280
A , м²	0,19	0,24	0,36	0,43	0,54	0,67	0,8	1,0	1,2	1,4

t_1 — ёпиқ узатма ичининг ёки мойнинг температураси;

k_1 — иссиқ чиқариш коэффициенти Вт/м². рад. Шамоллатиб турилмайдиган ёпиқ ҳоналарда $k_1 = 8 \dots 10$; шамоллатиб туриладиган ҳоналарда $k_1 = 13 \dots 18$.

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

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



1-насос; 2-фильтр; 3-совиткич

8.6 - расм.

Узатма филдиракларини, яъни червяк ва червякни филдиракларни мойга чўктириш йўли билан мойлаш мумкин. Бунда червяк ўрама ёки червякни филдиракларни тиши бутун баландлиги бўйича мойга

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

шарт бажарилди.

7. Узатманинг ФИК:

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

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

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

8. Илашпишда ҳосил бўлган кучлар.

Червякли гилдиракдаги айланма куч ҳамда червякдаги бўйлама куч.

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

Червякдаги айланма куч ҳамда червякли гилдиракдаги бўйлама куч.

$$F_{a1} = F_{a2} = F_a \cdot z_1 / (q \cdot \eta) = 2500 \cdot 1 / (10 \cdot 0,85) = 294 \text{ Н.}$$

Марказга интилувчи кучлар

$$F_n = F_{n1} = F_a \cdot \operatorname{tg} \alpha = 2500 \cdot 0,364 = 910 \text{ Н.}$$

9. Эгилишдаги кучланишнинг ҳисобий қиймати

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

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

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

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

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

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

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

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

Натижада:

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

Савол ва топшириқлар

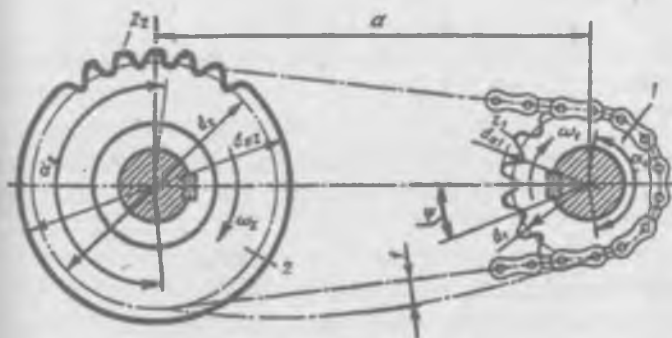
1. Червяк ва червякли гилдирак турлари ҳақида сўзлаб бериш.
2. Червякли узатмаларни тишли узатмаларга нисбатан афзалликлари нимадан иборат?
3. Узатманинг ФИК ва уни ошириш йўллари нималардан иборат?
4. Қандай червякли узатмалар ўз-ўзидан тўхташ хусусиятига эга?
5. Контакт кучланиш ҳамда эгилишдаги кучланиш бўйича ҳисобланг.
6. Узатмани қизиш сабаблари қандай?
7. Узатма қандай йўллар билан совитилади?

9-боб. ЗАНЖИРЛИ УЗАТМАЛАР

51

9.1-§. Умумий маълумотлар

Занжирли узатма тишли иккита юлдузча ва уларга кийдирилган занжирдан иборат бўлади (9.1-расм).



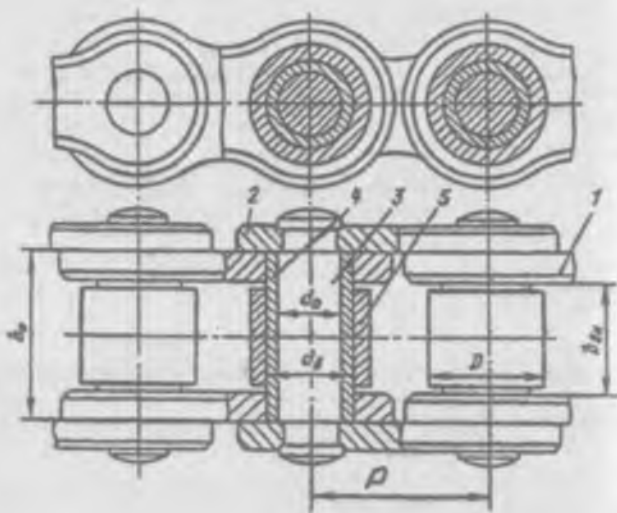
9.1 - расм.

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 ҳаракатта 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).



Харакатни нисбатан узоқ масофага узата олиши (валлар орасидаги масофа 8 м га етади), фойдали иш коэффициентининг юқорилigi $\eta = 0,96 - 0,98$; валларга тушадиган кучнинг тасмалли узатмалардагига қараганда кичиклиги; сирпаниш ҳодисаси рўй бермаслиги мазкур узатмаларнинг афзалликлари; таннархининг юқорилigi юлдузчаларни тайёрлашнинг бирмунча мураккаблиги; ишлаш жараёнида эътибор билан қараб туришни ҳамда йиғишда юқори аниқликни талаб қилиши эса камчилиги ҳисобланади. Бу узатмаларда занжир элементларининг ейилиши эвенолар узунлигининг ортишига ва қўшимча динамик кучларнинг пайдо бўлишига сабаб бўлади, бу эса узатманинг нотекис ишлашига олиб келади.

**Бир томонлама ялашувчи тишли гилдиракларнинг ўлчамлари
(ГОСТ 13552-81)**

Тиш рада- ми мм	Занжирнинг эни, B мм	Пласти- нанинг эни h , мм	Шарнир ўқидан тишнинг учигача бўлган масофа h_1 , мм	u нинг ўлча- ми, мм	Пласти- нанинг қалин- лиги s , мм	Занжир- нинг I мм эни- ни узув- чи куч, H	Узунлиги I м эни I см бўлган занжир- нинг мас- саси, кг
12,7	22,5...52,5 (занжир эни ўртасидаги фарқ 6 мм).	13,4	7,0	4,76	1,5	1000	0,58
15,875	30...70 (занжир эни ўртасидаги фарқ 8 мм).	16,7	8,7	5,95	2,0	1270	0,72
19,05	45...93 (занжир эни ўртасидаги 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 35 м/с гача бўлиши мумкин, чунки узатма тезлигининг ортиши занжирли элементларнинг тез ейилишига, қўшимча динамик кучлари пайдо бўлишига олиб келади.

Узатма занжирининг тезлиги қуйидагича аниқланади.

$$V = z_1 \cdot t_1 \cdot N_1 / 60 \cdot 1000 \text{ м/с}$$

бу ерда: z_1 — етакловчи юлдузча тишлар сони; t_1 — занжир қадами;
 n_1 — етакловчи юлдузчанинг айланиш сони.

Узатиш сони. Узатманинг узатиш сони узатма юлдузчаларининг айланиш сонини, тишлар сонига нисбати орқали аниқланади, яъни

$$u = n_1 / n_2 = z_2 / z_1 \quad (9.1)$$

бу ерда: n_1, n_2 — етакловчи ва етакланувчи юлдузчалар айланиш сони, мин⁻¹; z_1, z_2 — етакловчи ва етакланувчи юлдузча тишлари сони. Узатиш сонининг қиймати узатманинг ташқи ўлчамлари билан чегарланади, шунинг учун $u \leq 7$ деб олиш тавсия этилади.

Юлдузчаларнинг тишлар сони. Узатма юлдузчаларининг тишлар сони камайиши билан занжир шарнирларининг ейилиши шунингдек, қўшимча динамик қиймати ҳамда занжир ҳаракатидаги нотекислик ҳам ортади. Шунинг учун юлдузчаларнинг энг кичик қиймати чегараланган бўлиб, қуйидагича аниқланади:

роликли занжирлар учун $z_{\min} \geq 29 - 2u \geq 13$

Роликли занжирли узатмаларда етакловчи юлдузчанинг тишлар сони, шу юлдузчанинг айланиш сонига боғлиқ бўлиб, катта тезлик билан ҳаракатланаётган узатмалар учун $z_{\min} = 19...23$; ўртача тезлик билан ҳаракатланаётган узатмалар учун $z_{\min} = 17...19$; секин ҳаракатланаётган узатмалар учун $z_{\min} = 13...15$. Тишли занжирли узатмаларда $z_{\min}$ нинг қийматини 20...30% катталаштириб олиш тавсия этилади.

Етакланувчи юлдузча тишлар сони $z_2 = z_1 \cdot u$. Роликли занжирли узатмалар учун $z_{\max} = 100...120$. Тишли занжирли узатмалар учун $z_{\max} = 120...140$.

Ўқлараро масофа ва занжир узунлиги. Ўқлараро 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 чидамчилигини етарли даражада бўлишини таъминлаш учун, ўқлараро масофани $a = (30 \div 50) t$ мм деб олиш тавсия этилади.

Занжирнинг узунлиги унинг қадамлар сони билан белгиланади:

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

Аниқланган қийматни яхлитлаб (жуфт сон) олинади. Бу қиймат бўйича ўқлараро масофанинг ҳисобий қиймати аниқланади, яъни:

$$a = \frac{t}{4} \left[\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 8 \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right] ; \quad \lambda = L_1 - \frac{z_1 + z_2}{2} \quad (9.4)$$

Узатманинг нормал ишлаши учун занжир маълум даражада салқиб 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-

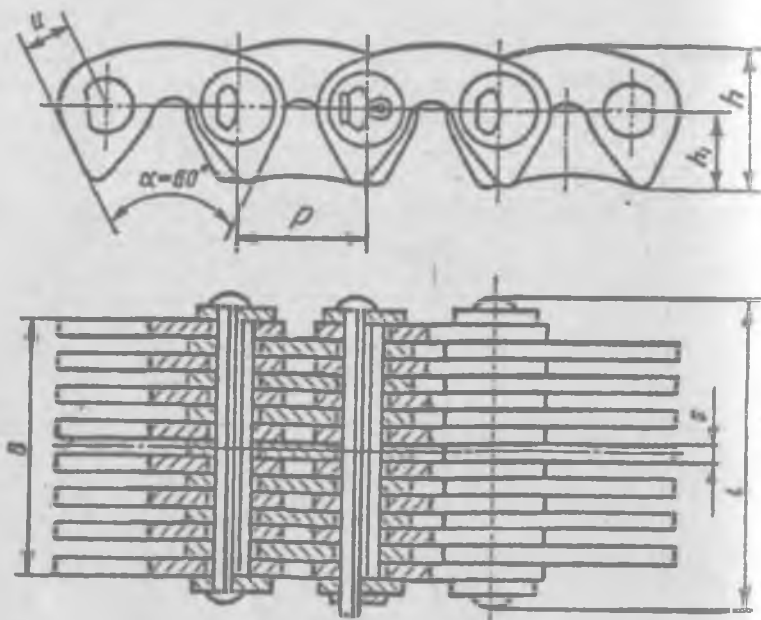
Загижиринг шүдрийн бэлгэс	Загижир кадамы t , мм	Ички плас- тинаар уртасилдаг масфа, $B_{\text{и}}$, мм	Валк- ларинг диаметри d , мм	Үзлүк- ларинг диаметри d_1 , мм	Ички пласти- наын энги A , мм	Ички зөөн- ларинг энги b , мм	Шарнир протек- цияси A , мм ²	Узвун куч, кН	1м зан- жиринг массасы m , кг/м
ПР-8-460	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*	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*	15,875	9,65	5,08	10,16	14,8	13,95	71	22,7	1,0
ПР-19,05-3180*	19,05	12,70	5,96	11,91	18,2	17,75	105	31,8	1,9
ПР-25,4-5670*	25,4	15,88	7,95	15,88	24,2	22,61	180	56,7	2,6
ПР-31,75-8550*	31,75	19,05	9,55	19,05	30,2	27,46	260	88,5	3,8
ПР-31,8-12700*	31,8	25,4	11,1	22,23	36,2	35,46	395	127,0	5,5
ПР-44,45-17240*	44,45	25,4	12,70	25,70	42,4	37,19	475	172,4	7,5
ПР-50,8-22680*	50,8	31,75	14,75	28,58	48,3	45,21	645	226,8	9,7

Эс д а т г а : * Бүхэл загижирлар ихэнх нь үч қатарли тайёрланилти мүмкүн.

Втулкали занжирнинг втулка-роликли занжирдан фарқи шуки, унда втулка устига кийдирилган ролик 5 бўлмайди. Бунинг натижасида занжирнинг оғирлиги ва таннархи камаяди. Бироқ втулкали занжирнинг ҳамда у билан илашишда бўлган юлдузчаларнинг тишлари нисбатан тез ейилади. Шунинг учун улардан кам юкла-нишли ва ҳаракат тезлиги нисбатан кичик узатмаларда фойдаланиш тавсия этилади.

Юқори аниқлик билан тайёрланган занжирларнинг ўлчамлари 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 йиғиндисидан 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 оғирлиги, тайёрлаш қийинлиги туфайли камроқ ишлатилади. 9.2-жадвалда тишли занжирларнинг ўлчамлари берилган.

товчи қурилма ҳам назарда тутилиши лозим. Одатда, бунга таянч-ларнинг бирини қўзғалувчан қилиш ёки алоҳида тарангловчи юлдузчадан фойдаланиш билан эришилади.

Занжир қадами занжирнинг асосий ўлчамларидан бўлиб, ўлчам-лари стандартлашган. Бу қадам қанчалик катта олинса, занжир шунча катта қувват узата олиши мумкин. Лекин узатма шарнир-ларига қўшимча динамик кучлар таъсир қилади, шовқин билан шайли ҳамда айланиш частотаси камаяди.

Танланган занжирнинг қадами $\frac{a}{80} \leq t \leq \frac{a}{25}$ шартни қаноат-

лантириши керак, шунда занжир шарнирларининг ейилиши ка-маяди. Занжирнинг тортиш даражасини унинг энини ошириш йўли билан, роликли занжирлар учун эса қаторни қўпайтириш билан эришиш мумкин. 9.3-жадвал ёрдамида роликли ва тишли занжир-ларнинг қадамини етакловчи юлдузча айланиш сони ҳамда тишлар сонига қараб танлаш мумкин.

9.3-жадвал

Роликли занжир учун $z \geq 15$	Етакловчи юлдузча z_1 нинг айланиш частотаси, мин ⁻¹							
	1250	1000	900	800	600	500	400	300
Тишли занжирлар учун $z \geq 17$	3300	2650	2200	1650	1320	-	-	-
Занжир қадамининг жойиз энг катта қиймати, [t] _{мм}								
	12,7	15,87	19,05	25,4	31,75	38,2	44,45	50,8

Занжирларнинг пластиналари термик қайта ишлов бериш мумкин бўлган ўрта углеродли ҳамда легирланган 45, 50, 40X, 40XH, 30XH3A маркали пўлат материаллардан тайёрланиб, қаттиқ-лиги 40...50 HRC бўлиши керак. Валиклар, втулкалар эса асосан углерод билан тўйинтириш мумкин бўлган 15, 20, 15X, 20X, 12XH3, 20XH3A маркали пўлат материаллардан тайёрланиб қаттиқ-лиги 55 — 65 HRC бўлади.

9.3-§. Узатмада ҳосил бўлган кучлар

Занжирли узатмаларда ҳосил бўладиган кучларнинг йўналиш қисми тасмалли узатмаларники каби бўлади, яъни бу узатмаларда F_1 , F_2 занжирнинг етакловчи ва етакланувчи тармоқларидаги

кучлар; F_1 — айланма куч; F_0 — дастлабки таранглик кучи; F_2 — марказдан қочирма куч таъсирида ҳосил бўладиган куч.

Асосий кучлар орасидаги муносабат ҳам тасмали узатмалардагига ўхшаш, яъни:

$$F_1 - F_2 = F_1, F_2 = m v_2$$

бу ерда: m — бир метр занжирнинг массаси кг/м; v — айланма тезлик, м/с; F_1 , F_2 ва F_0 — кучлар, Н.

Занжирли узатма учун дастлабки таранглик деганда занжирли узатманинг нормал ишлаши учун занжирнинг таранг тортилиши эмас, балки маълум даражада салқиликка эга бўлиши тушунилади. Одатда, салқилик занжирнинг оғирлиги туфайли ҳосил бўлади. Шунинг учун занжирнинг ўз оғирлигидан унинг тармоғида ҳосил бўладиган таранглик кучи дастлабки таранглик кучи деб аталади ва у қуйидагича аниқланади:

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

бу ерда: g — оғирлик кучининг тезланиши, м/с², a — занжирнинг салқилик ҳосил қиладиган қисмининг узунлиги (бу узунлик шартли равишда марказларaro масофага тенг қилиб олинади); k_f — салқилик коэффициенти (бу коэффициент узатманинг горизонтал текисликка нисбатан жойлашуви ва салқиликнинг қийматига боғлиқ).

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

Занжирли узатмаларда F_2 нинг қиймати кичик бўлиб F_2 ёки F_1 қийматларининг қай бирини қиймати катта бўлса, шу қийматга тенг қилиб олинади. F_0 — тасмали узатмалардагидек катта аҳамиятга эга эмас, чунки бу қиймат F_1 кучининг 4% ни ташкил этади. Шунингдек F_2 куч ҳам $V < 10$ м/с бўлган узатмаларда F_1 кучининг 0,1% ташкил этади. Шунинг учун амалий ҳисобларда

$$F_1 = F_1, F_2 = 0$$

қилиб олинади.

9.4-§. Занжирли узатмаларнинг кинематика ҳамда динамикаси

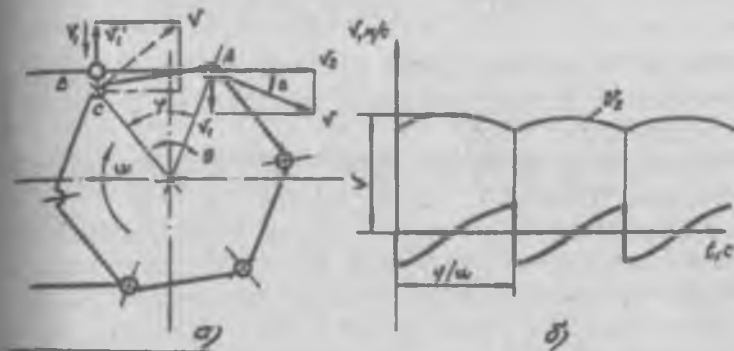
Узатманинг етакловчи юлдузчаси билан занжир шарнирларининг тезлиги 9.4-расм, а да кўрсатилган. Бунда A шарнир илашишда бўлиб, B шарнир эса юлдузчанинг C тиши билан илашмоқчи. A шарнирнинг тезлиги юлдузчанинг шу нуқтадаги айланма тезлиги билан тенг. Бу тезликни икки тезликка ажратиш мумкин, яъни V_2

Занжир тармоғи бўйича йўналган ҳамда V_1 тезлик тармоққа перпендикуляр равишда йўналган. Бу тезликларнинг йўналиши юлдузчада шарнирларнинг жойлашишига боғлиқ бўлиб, ҳар қандай ҳолда аниқланади:

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

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

9.4-расм, б да тезликларни ўзгариш графиги берилган.



9.4 - расм.

Бу ерда етакланувчи юлдузчанинг тезлиги V_2 тезлик билан берилган. Тезликнинг вақти-вақти билан ўзгариши узатиш сонининг ўзгариши ва қўшимча динамик кучларнинг ҳосил бўлишига сабаб бўлади. V_1 тезлик занжирнинг тебранишига ҳамда илашишига сабаб бўлади. Занжир шарнирларининг юлдузча тишларига зарб билан тебранишига сабаб бўлади.

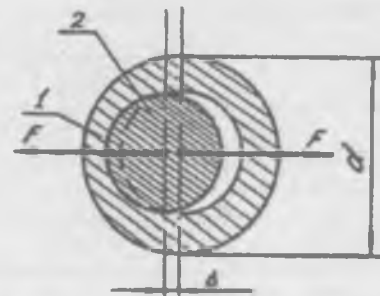
Занжирнинг сезиларли даражада оғир бўлиши ва ундаги салқин кучфайли ишлаётган узатмада қўшимча динамик кучнинг кўпайиши F_c қийматининг 10% дан ошмайди. Шунинг учун F_c нинг шарнирларнинг ёйилишига таъсири сезилади, бироқ узатма ишида резонанс ҳодисаси рўй бергудек бўлса, F_c нинг қиймати ҳавфли даражага етиши мумкин. Шунинг учун занжирли узатмаларни тебранишда резонанс ҳодисаси содир бўлмаслигини таъминлаш керак.

Маълумки, резонанс ҳодисаси занжир тармоқларини тебранишга таъсир этувчи кучнинг ўзгариш частотаси улардаги хусусий тебраниш частотаси тенг бўлиб қолган ҳолларда содир бўлади. Занжир тармоқларини сим торга ўхшаш деб қарасак, у ҳолда хусусий тебраниш частотаси:

$$f_n = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F}{m}} \approx \frac{1}{2a} \sqrt{\frac{E}{m}} \quad c^{-1}$$

9.4-Ж а п о в

Шарнирларнинг ишлаш муддати узатманинг ўқлараро масофасига, етакловчи юлдузча тишлар сони z_1 га, шарнирлардаги босим-уларнинг жойланиши, шарнир материалларининг ейилишга чидамлигига боғлиқ.



9.5 - расм.

Ўқлараро масофанинг қиймати ортиши билан занжирларнинг ишлаш муддати ортади, чунки шарнирнинг ўз ўқи атрофида бурилиши камаяди. Шунингдек, етакловчи 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 илашшидан чиқиб кетиш ҳавфи ошади.

Демак, юлдузча тишлари сони қанчалик кўп бўлса, занжир шарнирлари нисбатан кам ейилади, илашшидан чиқиб кетиш ҳавфи кичиреймайди.

Занжир шарнирларини узоқ муддат ишлашини таъминлаш учун етакловчи юлдузча тишлар сонини, узатманинг узатиш сонига қараб қуйидагича танлаш тавсия этилади:

u	1...2	2...3	3...4	4...5	5...6	6
z_1	30...27	27...25	25...23	23...21	21...17	17...15

И л о в а: 1. Тез ҳаракатланувчи узатмалар учун тавсия этилган z_1 қийматининг катта-сини олинган қийматдан кичик олинган мумкин, лекин $z_{\min} > 7$ бўлиши керак.
2. Узатманинг тезлиги $V_1 > 25$ м/с бўлганда $z_1 > 25$ олинган тавсия этилади.
3. Секкин ҳаракатланувчи узатмалар учун z_1 нинг қийматини катта-сини олинган қийматдан кичик олинган мумкин, лекин $z_{\min} > 7$ 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, шарнирнинг қадами ҳамда етакловчи юлдузчанинг айланиш сонига нисбатан 9.4-жадвалдан олиш мумкин. Бу қийматлар махсус излаш натижасида олинган. Бунда занжирли узатманинг ишлаш шароитлари таъминланган бўлса, бу занжирларнинг ишлаш муддати 3000...5000 соатгача бўлиши мумкин.

Валик ва втулка ўртасидаги босим шарнирларнинг ейилишига асосий сабаб бўлади. Босим қийматини роликли занжирлар учун, шарнирнинг қадами ҳамда етакловчи юлдузчанинг айланиш сонига нисбатан 9.4-жадвалдан олиш мумкин. Бу қийматлар махсус излаш натижасида олинган. Бунда занжирли узатманинг ишлаш шароитлари таъминланган бўлса, бу занжирларнинг ишлаш муддати 3000...5000 соатгача бўлиши мумкин.

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 қийматининг катта-сини олинган қийматдан кичик олинган мумкин, лекин $z_{\min} > 7$ бўлиши керак.
2. Узатманинг тезлиги $V_1 > 25$ м/с бўлганда $z_1 > 25$ олинган тавсия этилади.
3. Секкин ҳаракатланувчи узатмалар учун z_1 нинг қийматини катта-сини олинган қийматдан кичик олинган мумкин, лекин $z_{\min} > 7$ бўлиши керак.
4. Етакланувчи юлдузча тишлар сони $z_2 < 100...120$ бўлиши керак.

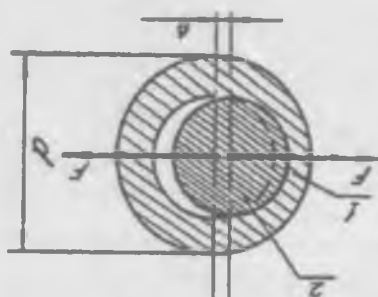
Занжир шарнирларини узоқ муддат ишлашини таъминлаш учун етакловчи юлдузча тишлар сонини, узатманинг узатиш сонига қараб қуйидагича танлаш тавсия этилади.

Демак, юлдузча тишлари сони қанчалик кўп бўлса, занжир шарнирлари нисбатан кам ейилади, илашшидан чиқиб кетиш ҳавфи кичиреймайди.

Занжир шарнирларини узоқ муддат ишлашини таъминлаш учун етакловчи юлдузча тишлар сони қанчалик кўп бўлса, занжир шарнирлари нисбатан кам ейилади, илашшидан чиқиб кетиш ҳавфи кичиреймайди.

Занжир шарнирларини узоқ муддат ишлашини таъминлаш учун етакловчи юлдузча тишлар сони қанчалик кўп бўлса, занжир шарнирлари нисбатан кам ейилади, илашшидан чиқиб кетиш ҳавфи кичиреймайди.

9.5 - расм.



Ўқлараро масофанинг қиймати ортиши билан занжирларнинг ишлаш муддати ортади, чунки шарнирнинг ўз ўқи атрофида бури-лиши камаяди. Шунингдек, етакловчи юлдузча тишлар сони z_1 нинг қиймати ортиши билан шарнирларнинг ϕ бурчакка бурилиш қиймати камаяди, натижада шарнирлар кам ейилади.

Занжир шарнирларини узоқ муддат ишлашини таъминлаш учун етакловчи юлдузча тишлар сонини, узатманинг узатиш сонига қараб қуйидагича танлаш тавсия этилади:

Занжир қадами, мм	Етакловчи юлдузчанинг айланмиш соми ρ , 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
19,05...25,4	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:

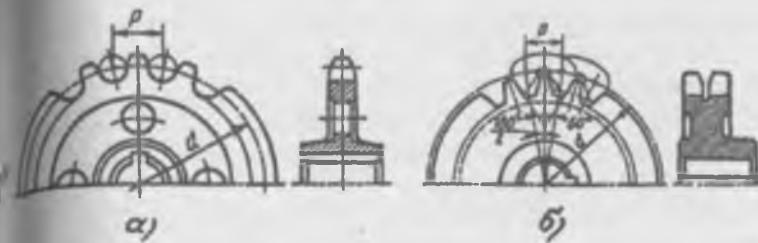
$$q_c = q / k_z \quad (9.7)$$

бу ерда: $k_z = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$ — юкланиш коэффициенти. унинг қийматлари қуйидагича аниқланади.

k_1 — юкланиш характери ҳисобга олувчи коэффициент, юкланиш бир текисда бўлганда $k_1 = 1,0$; нотекис бўлганда $k_1 = 1,2 \dots 1,5$; зарб билан бўлганда $k_1 = 1,8$. k_2 — ўқлараро масофа қийматини ҳисобга олувчи коэффициент; $a = (30 \dots 50)$ 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 жойланишини 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 — узатма таранглаш йўллари ҳисобга олувчи коэффициент. Узатма автоматик ҳолатда тарангланса, $k_4 = 1,0$; вақти-вақти билан тарангланса $k_4 = 1,25$; k_5 — узатма қандай мойланишини ҳисобга олувчи коэффициент. Узатма занжирлари тўхтовсиз мойлаб турилса $k_5 = 0,8 - 1,0$; 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.

t — занжир қадами; z_1 — юлдузча тишлар соми.

$$\text{Ташқи диаметри } D_s = t \left(0,5 + \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{z_1} \right) \quad (9.9)$$

Тишли занжирлар учун юлдузчалар ГОСТ 13576-81 асосида тайёрланади.

Юлдузча тиш бўлувчи айланасининг диаметрини аниқлаш 9.8-формула ёрдамида бажарилади.

Ташқи диаметри

$$D_s = t \cdot \operatorname{ctg} \frac{180}{z} \quad (9.10)$$

Юлдузчалар асосан ўртача углеродли ёки легирланган пўлат (Ст 40Х, 50Г2, 35ХГСА, 40ХН) материаллардан тайёрланади, бунда таш йўли билан термик қайта ишлов берилганда қаттиқлиги 45-55 HRC бўлиши мумкин.

Кам қувват узатадиган узатмалар учун юлдузчанинг гардиши асосида материалдан тайёрланиши мумкин.

9.6-§. Узатмаларни мойлаш

Занжирли узатмаларни уларнинг тезлигига қараб ҳар хил йўллар билан мойлаш мумкин.

Тезлиги $V < 10$ м/с гача бўлган узатмаларда занжирларни мойга ботириш йўли билан мойлаш мумкин, бунда ботирилган занжир-тухурлиги унинг энидан опшмаслиги керак.

Агар қуйилган мой занжирга тегмаса, тезлиги 6 — 12 м/с занжирли узатмаларни махсус сачратгич ёрдамида мойлаш мумкин.

Тезлиги ҳамда узатиладиган қувват катта бўлган занжирли узатмаларни насос ёрдамида мойни тўхтовсиз циркуляция қилиш йўли билан мойлаш мумкин.

4. Тезлиги кам, мой куйиш учун махсус идишлар ишлатилмай-
диган узатмаларда шарнирларни мойлаш учун пластик мойларни
ишлатиш йўли билан ҳамда мойни томчилатиб оқизиш йўли билан
мойлаш мумкин.

Тезлиги 4 м/с гача бўлган занжирли узатмаларда пластик мойлар
ёрдамида, тезлиги 6 м/с гача бўлган узатмаларда томчилатини
йўллари билан мойлаш мумкин.

Кичик тезлик билан ҳаракатланувчи занжирли узатмалар қўлдан
мойлагичдан фойдаланиб мойланади (ҳар 6 — 8 соатда). Бунда мой
етақланувчи тармоқда юлдузча билан илашишни бошланишида
қўйи тиши керак.

Занжирли узатмаларни мойлаш учун И—Г—А—46 ... И—Г—А—
68 маркали мойларни ишлатиш тавсия этилади. Юқуаниш кам бўлган
узатмалар учун И—Г—А—32 ни олиш тавсия этилади.

9.7-§. Узатмаларни ҳисоблаш

Узатмаларни амалда ҳисоблаш, берилган P_1 , n_1 и қийматлари
бўйича t , z ҳамда a нинг қийматларини аниқлашдир.

Занжир қадамини танлаш. Стандарт бўйича тайёрланган занжир-
ларда, занжир қадами опшиши билан унинг юкланиш даражаси ҳам
опшиб боради. Бунда (9.6), (9.7) формулалардан қуйидаги ифода
олинади:

$$F_t = q \cdot B \cdot d = q_0 \cdot B \cdot d / k_m \quad (9.11)$$

Шунингдек (9.1), (9.2) формулаларни ҳисобга олиб қуйидаги
ифодага эга бўламиз:

$$P_1 = q_0 \cdot B \cdot d \cdot z_1 \cdot n_1 \cdot t_3 / (k_m \cdot 60) \text{ кВт}$$

бу ерда: $k_z = z_{01} / z_1$ — юлдузча тишлар сони коэффиценти;

$k_n = n_{01} / n_1$ — айланиш сони коэффиценти.

Демак, $P_1 = q_0 \cdot B \cdot d \cdot z_{01} \cdot n_{01} \cdot t_3 / (k_m \cdot k_z \cdot k_n \cdot 60) \text{ кВт}$

бу ерда: P_1 , k_m , k_z , k_n — узатиладиган қувватнинг эквивалент
қиймати; натижада $P_{\text{экв}} = P_1 \cdot k_m \cdot k_z \cdot k_n = q_0 \cdot B \cdot d \cdot z_{01} \cdot n_{01} \cdot t_3 / 60$

Ҳисоблашни осонлаштириш учун (9.7) формула асосида 9.5-
жадвал тузилган, бунда роликли занжирлар учун узатиладиган
қувватнинг эквивалент қиймати занжирнинг қадамига нисбатан
belgilangan. Бунда $z_{01} = 25$, $n_{01} = 50, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200,$
1600 мин⁻¹ деб қабул қилинган.

Лойиҳаланаётган узатмалар учун узатиладиган қувватнинг
эквивалент қийматини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$P_{\text{экв}} = P_1 \cdot k_m \cdot k_z \cdot k_n \leq [P_{\text{экв}}] \quad (9.12)$$

$P_{\max}$ нинг қиймати аниқлангач, 9.5-жадвал бўйича занжир қадами белгиланади, бу қадам $[t]_{\max}$ қийматидан (9.3-жадвал) катта бўлмаслиги керак.

Ҳисоб натижасида юқорида кўрсатилган шарт бажарилмаса, кўп қаторли занжир ишлатиш тавсия этилади, бунда

$$P_{\max}^I = P_{\max} / k_k \leq P_{\max}$$

бу ерда: $P_{\max}^I$ — кўп 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 $z_{\max} < 100 - 120$ 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 типнинг бўлувчи айланаларининг диаметри аниқланади.

6. Валга таъсир қилувчи куч қиймати аниқланади.

Масала: Узатиш сони $u = 4$, етакловчи юлдузча валидаги қувват $P_1 = 4$ кВт, айланиш сони $n_1 = 960$ мин⁻¹ бўлган роликли занжирли узатма ҳисоблансин.

Юкланиш бир текисда, вақти-вақти билан таранглиниб турилади, горизонтга нисбатан 30° бурчак остида жойлашган, узатма занжирлари вақти-вақти билан мойланади. Иш бир сменали.

Масаланинг ечими.

1. Узатиш сонига нисбатан $u = 4$ бўлганда $z_1 = 25$ деб танлаймиз. Етакланувчи юлдузча тишлар сони $z_2 = 4 \cdot 25 = 100$, шарт бажарилди.

2. Етакловчи юлдузчаларни айланиш сонига нисбатан занжир қадамини ҳамда занжир шарнирларидаги босимнинг тахминий қийматини белгилаймиз. Бунда $n_1 = 1000$ мин⁻¹ бўлганда

$$q_s = 22,5 \text{ МПа}, \quad t = 15,875 \text{ мм}$$

3. Ўқлараро масофа қийматини аниқлаймиз

$$a = 40 \quad t = 40 \cdot 15,875 = 635 \text{ мм}$$

Роллик- занжир (ГОСТ 13568-75)	Занжир- қадами t , мм	Роллик- нинг диаметри d , мм	Втулка- нинг узунлиги B , мм	Етақилар юлдузчага айланиш сони n_{01} , тинишар сони z_1 , бугунда улаш олиш муддат бугун 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

$$P_{\text{сум}} = P_1 \cdot k_{\alpha} \cdot k_{\beta} \cdot k_{\gamma} \leq [P]$$

бу ерда: $k_{\alpha} = z_{01}/z_1 = 25/25 = 1,0$ — юлдузча тишлар сони коэф-
фициенти. $k_{\beta} = n_{01}/n_1 = 1000/960 = 1,04$ — айлана сони коэф-
фициенти. $k_{\gamma} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6$ — 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

$$P_{\text{сум}} = 4,0 \cdot 1,44 \cdot 1,0 \cdot 1,04 = 5,99 \text{ кВт}$$

5. $P_{\text{сум}} = 5,99$ кВт, $n_{01} = 1000$ мин⁻¹ қийматларга асосланиб, занжир
қадамини белгилаймиз, яъни $t = 15,875$ мм. Демак,
 $a = 40 \cdot t = 40 \cdot 15,875 = 635$ мм. Шунингдек, танланган занжир
қадами $t = [t]_{\text{сум}}$, 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

$$L_i = \frac{2a}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{t}{a} = \frac{2 \cdot 635}{15,875} + \frac{25 + 100}{2} + \left(\frac{100 - 25}{2 \cdot 3,14} \right)^2 \cdot \frac{15,875}{635} = 146,2$$

Аниқланган қийматни яқинлаб $L_i = 146$ деб қабул қиламиз.

8. Ўқлараро масофанинг қийматини аниқлаймиз.

$$a = 0,25 t \left[L_i - \frac{z_2 + z_1}{2} \sqrt{\left(L_i - \frac{z_2 - z_1}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right] =$$

$$= 0,25 \cdot 15,875 \left[146 - \frac{25 + 100}{2} \sqrt{\left(146 - \frac{100 - 25}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{100 - 25}{2 \cdot 3,14} \right)^2} \right] = 633 \text{ мм}$$

Юқоридаги тавсияни ҳисобга олган ҳолда $\Delta a = 0,003 \cdot a =$
 $0,003 \cdot 633 = 2$ мм. Демак, ўқлараро масофани аниқлаштирилган
қиймати $a = 631$ 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

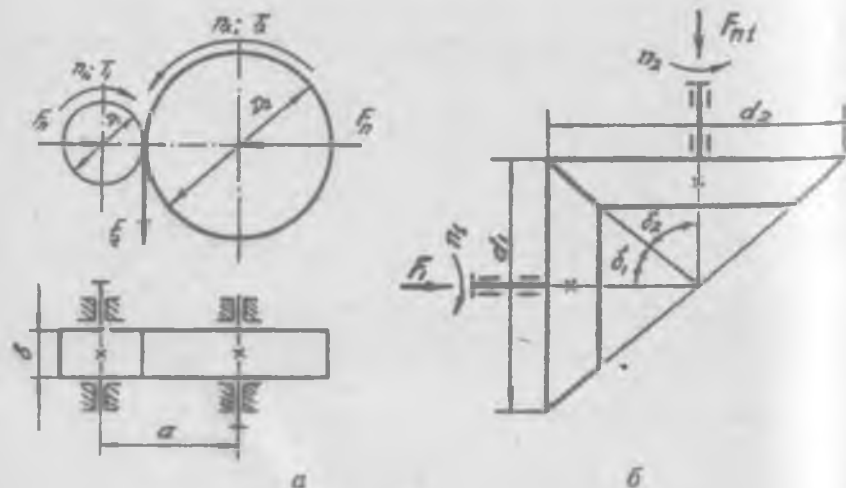
1. Роликли ҳамда тишли занжирли узатмаларнинг афзалликлари ва камчиликлари нимадан иборат?
2. Занжир шарикларининг сйилиш сабаблари нимадан иборат?
3. Қандай ҳолларда роликли ва қандай ҳолларда тишли занжирлар ишлатилади?
4. Занжирнинг асосий ўлчамларини кўрсатинг.
5. Юлдузча тишлар сони қандай танланади ва аниқланади?

10-БОБ. ФРИКЦИОН УЗАТМАЛАР

10.1-§. Умумий маълумотлар

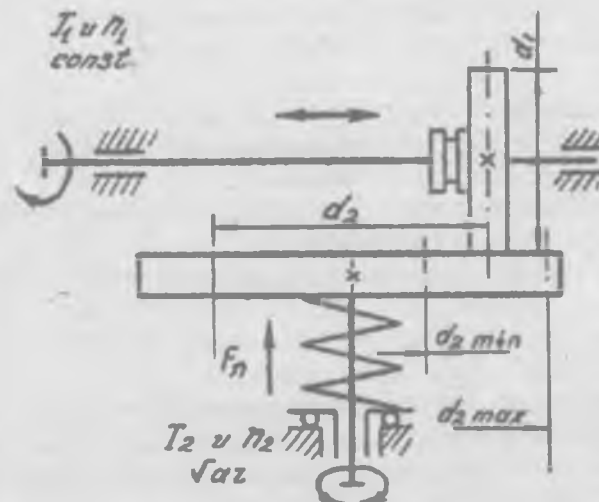
Узатмада ҳаракат бир валдан иккинчи валга иш юзаларидаги сиқиш кучи натижасида ҳосил бўлган ишқаланиш ҳисобга ўтказилса бундай узатмалар (10.1-расм) фрикцион узатмалар деб аталади.

10.1-расм, а да кўрсатилган фрикцион узатма ёрдамида параллел валлардаги ҳаракатни узатишда фойдаланилади. Агар ўзаро кеси-



10.1 - расм.

ян валларнинг бирдан иккинчисига ҳаракат узатиш лозим бўлса, у ҳолда, конуссимон гилдираклардан фойдаланилади (10.1-расм, б). Барча фрикцион узатмаларни икки гурпуага бўлиш мумкин: узатиш сони доимий бўлган фрикцион узатмалар (10.1-расм) ҳамда узатиш сони ўзгарувчан (10.2-расм), (бунда ишқаланиш қилинган гилдиракларнинг бирининг радиуси иш жараёнида ўзгарувчан бўлади) фрикцион узатмалар. Бундай узатмалар в а р и а - т о р л а р деб аталади.



10.2 - расм.

Фрикцион узатмаларнинг афзалликлари: тузилиши оддий, ҳаракат бир текисда шовқинсиз узатилади; ишлаш жараёнида узатиш сонини маълум чегарада ўзгартириш мумкин; юкланиш чегарадан ошса, иш юзасида сирпаниш ҳосил бўлиб, гилдиракларни шовқиндан сақлайди.

Узатиш сонининг ўзгарувчанлиги; узатиладиган қувватнинг нисбатан кичиклиги 10 — 20 кВт. Таянчларга тушадиган куч нисбатининг катталиги; ФИКнинг нисбатан камлиги $\eta = 0,7 - 0,95$; иш юзасида сирпаниш ҳосил бўлиб, гилдиракларни шовқиндан сақлайди. Узатиш сони ўзгарувчи деталларнинг иш юзаларини тез ва нотекис сйилиши шовқин узатмаларнинг камчилиги ҳисобланади. Узатманинг тезлиги 10 м/с дан ошмаслиги керак.

Узатиш сони ўзгармас бўлган фрикцион узатмалар асосан текис шовқинсиз ишлашни талаб қиладиган кинематик узатма- кўпроқ ишлатилади. Юқорида қайд этилган камчиликлари танқи ўлчамларининг катталиги туфайли машинасозликда узатиш учун тишли узатмаларга нисбатан кам ишлатилади.

10.2-§. Фрикцион узатманинг асосий турлари ҳамда вариаторлар

Цилиндрсимон фрикцион узатмаларда вал ўқлари ўзаро параллел жойлашган бўлиб (10.1-расм, а) узатиш сони u ҳамда узатмани нормал ишлаши учун керакли сиқувчи F_n кучнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$u = n_1 / n_2 = d_2 / d_1 (1 - \varepsilon) \approx d_2 / d_1 \quad (10,1)$$

$$F_n = k F_t / f$$

бу ерда: ε — сирпаниш коэффициентининг қиймати — 0,01...0,03;

k — ҳавфсизлик коэффициенти, қувват узатадиган узатмалар учун $\sim 1,25$ -2; кинематик узатмалар учун ~ 3 ; f — етакловчи ва етакланувчи филдираклар ўртасидаги ишқаланиш коэффициенти, унинг қиймати филдирак материалларига боғлиқ бўлиб, қуйидагича танлаш тавсия этилади:

Филдираклар пўлат материаллардан тайёрланган бўлиб, ишқаланиш юзаси мойланган $\sim 0,04 - 0,05$.

Филдираклар пўлат материаллардан тайёрланган бўлиб, ишқаланиш юзаси мойланмаган $\sim 0,15 - 0,20$.

Филдирак пўлат ҳамда текстолитдан тайёрланган бўлиб, ишқаланиш юзаси мойланмайди $\sim 0,2...0,3$.

Ўқлари ўзаро кесилган валларда ҳаракатни узатиш учун конуссимон фрикцион узатмалардан фойдаланилади (10.1-расм, б). Бунда ўқлар орасидаги бурчак ҳар хил бўлиши мумкин, лекин асосан бу бурчак 90° га тенг бўлади.

Узатманинг иш жараёнида сирпаниши ҳисобга олинмаса, узатиш сонининг қиймати қуйидагича аниқланади:

$u = d_1 / d_2$. Бунда $d_1 = 2R \sin \delta_1$, $d_2 = 2R \sin \delta_2$ эканлигини ҳисобга олсак $u = \sin \delta_2 / \sin \delta_1$ ёки $\Sigma = \delta_1 + \delta_2 = 90^\circ$ бўлганда $u = \operatorname{tg} \delta_2 = \operatorname{ctg} \delta_1$.

Керакли сиқувчи F_n , F_2 кучларнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$k F_1 = f F_1 / \sin \delta_1$$

$$k F_2 = f F_2 / \sin \delta_2 \quad (10.2)$$

Оддий вариатор. Бирининг сирти иккинчисининг ён ёғига тегиб ҳаракатланадиган икки филдиракдан тузилган фрикцион узатмалар оддий вариатор (10.2-расм) деб аталади. Бундай вариатор воситасида етакланувчи (вертикал) валнинг ҳаракатини ўзгартириш учун биринчи филдирак ўз ўқи бўйлаб силжитилади. Агар етакланувчи валнинг ҳаракат йўналишини ўзгартириш зарур бўлса, биринчи филдирак ўқ бўйлаб сурилади-да, етакланувчи вал ўқидан чап томонга ўтказилади, Демак, биринчи филдирак ўқ ўқи бўйлаб иккинчи филдирак четидан марказга томон силжир экан, бунда

этакланувчи валнинг тезлиги орта боради. Биринчи гилдирак иккинчи гилдирак марказидан четига томон сурилса этакланувчи валнинг тезлиги камая боради. Шундай қилиб, узатманинг узатиш сони кераклигича ўзгартирилади:

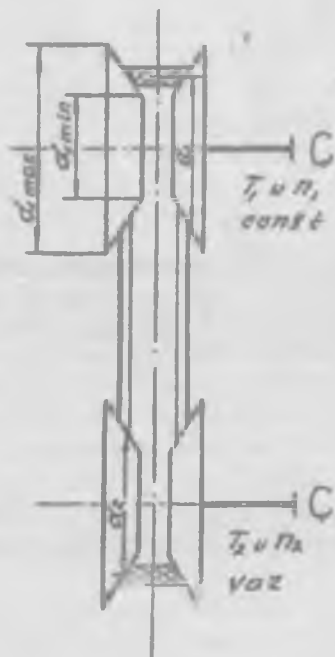
$$\begin{aligned} u_{\max} &= n_1 / n_{2\min} \approx d_{2\max} / d_1 \\ u_{\min} &= n_1 / n_{2\max} \approx d_{2\min} / d_1 \end{aligned} \quad (10.3)$$

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, афсинча, $B = 3 \dots 4$ қилиб олинади, чунки d_2 нинг камайиши сирпаннишнинг кучайишига ва фойдали иш коэффициентининг пасайишига олиб келади.

Шундай вариаторларнинг фойдали иш коэффициенти бошқа вариаторларникига қараганда кичик бўлса-да, оддий тузилганлиги учун улардан кам қувватли механизм ва асбобларда кенг қўламда фойдаланилади. 10.3-расмда ҳаракат тезлигини поғонасиз бир текисда ўзгартириш учун икки бўлакдан иборат бўлган понасимон шкивлар ишлатилган. Бунда винтли бошқариш механизми ёрдамида понасимон шкив бўлакларидан бирини ўз бўйича силжитиш ҳисобига шу бўлаklar ўртасидаги масофа кенгай-тартилади, бунда диаметр камаяди, иккинчи шкив бўлаклари орасидаги масофа кичрайтирилади, бунда диаметр ортади, натижада ҳаракат тезлигини поғонасиз бир текисда ўзгартириш мумкин. Ишлатиладиган понасимон тасмаларнинг узунлиги ўзгармайди. Узатманинг узатиш сони қўндалигича аниқланади.

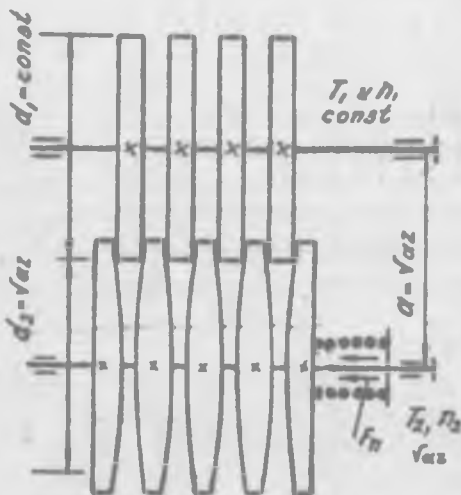


10.3 - расм.

$$B = \frac{u_{\max}}{(d_{2\max}/d_1)} = \frac{u_{\min}}{(u_{2\min}/u_{\min})} = (\omega_{\max}/\omega_{\min}) \quad (10.5)$$

Бошқариш даражаси B нинг қиймати понасимон тасма энита боғлиқ. ГОСТ 1284.1-80 бўйича танланган понасимон тасмалар учун $B \approx 1,5$ гача, махсус энли тасмалар ёрдамида $B \approx 5$ гача бўлиши мумкин.

10.4-расмда фрикциион узатмаларнинг яна бир тури дискли вариаторлар кўрсатилган. Бу вариаторларда куч ва момент бир қанча



10.4 - расм.

этакловчи ва этакланувчи дисклар мажмуи воситасида узатилади ва узатиш сони марказлараро масофанинг ўзгартирилиши ҳисобига ўзгартирилади. Бунда этакловчи дисклар этакланувчи дисклар орасида ҳаракатланиб, улар марказга яқинлашади ёки ундан узоқлашади. Натижада d_2 демак, u ўзгаради, чунки:

$$u = d_2 / d_1$$

Бу вариаторларда дисклар ораёсидаги уриниш сиртларининг кўп бўлиши сиқувчи куч қийматининг кичик бўлишини таъминлайди:

$$F_n = k F / z f = k \cdot 2 T_1 / z f d_1$$

бу ерда: z — уриниш сиртлари сони бўлиб, этакчи дисклар сонидан икки барабар ортиқ (одатда, $z = 18 \dots 42$) қилиб олинади.

Дисклар юқори қаттиқликкача тобланадиган пўлатдан тайёрланади ва сермой шароитда ишлайди.

Дискнинг етарли даражада юпқа бўлиши катта қувватли механизмлар учун кичик ўлчамли вариаторлар яратиш имконини беради. Бундай вариаторларнинг қуввати 400 кВт гача, бошқариш даражаси 4,5 гача, фойдали иш коэффициентини эса 0,8...0,9 оралиғида бўлади.

10.3-§. Фрикцион узатмаларни контакт кучланиш бўйича ҳисоблаш

Фрикцион узатмаларда гилдиракларнинг илашишда илашиш юзасида сиқувчи куч таъсирида контакт кучланиш ҳосил бўлади.

қўлланишнинг ҳисобий қийматини аниқлашда Герц формуласидан фойдаланамиз. Бунда:

$$F_n = k F / f = 2 T_1 / d_1 f$$

Ўқлари ўзаро 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 — ҳавфсизлик коэф-
фициенти; f — ишқаланиш коэффиценти; d_1, d_2 — гилдираклар-
нинг диаметрлари; $\rho_1 = 0,5 d_1 / \cos \alpha$, $\rho_2 = 0,5 d_2 / \cos \alpha$ эгрилик
радиуси; $u = d_2 / d_1$ — узатиш сони.

F_n, ρ қийматларни Герц формуласига қўйиб, қуйидаги ифодани
олиб 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 материал-
лари учун жонз контакт кучланиш.

Иш юзасининг қаттиқлиги ≥ 60 HRC бўлган гилдирак мате-
риаллари учун илангишда ҳосил бўлган контакт юзаси чизикли
қўллангишда бўлганда $[\sigma_H] = 1000 - 1200$ МПа, нуқтали бўлганда
 $[\sigma_H] = 2000 - 2500$ МПа. Гилдираклар текстолитдан қилинган бўлиб
contact юзаси чизикли бўлганда $[\sigma_H] = 80 - 100$ МПа деб олинади.

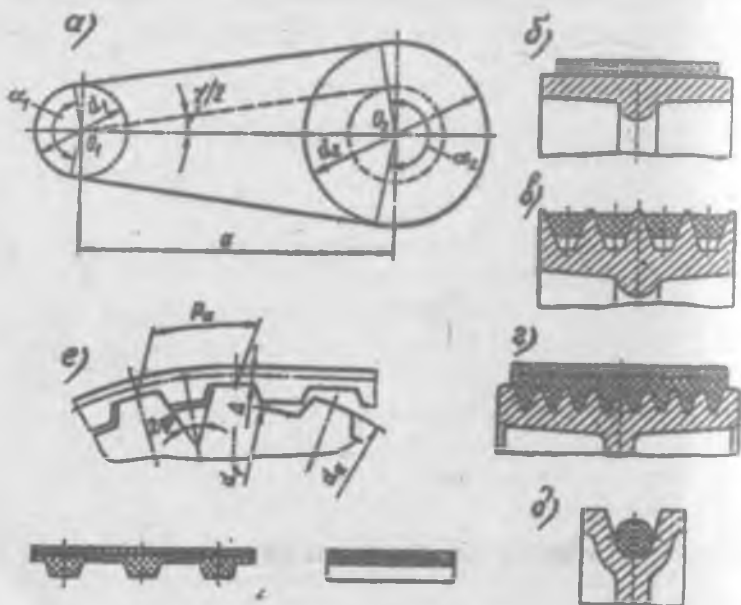
Савол ва толишиқлар

1. Фрикцион узатмаларнинг турлари. Афзаллик ва камчиликлари. Иллатилиш
шароити 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
қўллангиш кучининг қиймати қандай аниқланади?
6. Фрикцион узатмаларнинг ФИК қандай аниқланади?
7. Фрикцион узатмалар контакт кучинини бўйича қандай ҳисобланади?
8. Фрикцион узатма гилдиракларининг диаметри, энини ҳисобланг.
9. Вариатор узатмаларининг турлари, афзаллик ва камчиликларини айтиб

11-606. ТАСМАЛИ УЗАТМАЛАР

УМУМИЙ МАЪЛУМОТ

Ҳаракат ва энергия этакловчи шкивдан этакланувчи шкивга эластик тасма билан шкив орасида ҳосил бўладиган ишқаланиш кучи ҳисобига узатиладиган узатмалар тасмали узатмалар деб аталади. Тасмали узатма этакловчи ва этакланувчи шкивдан ва уларга гаранглик билан қийдирилган тасмадан тузилган бўлади (11.1-расм). Тасмалар кўндаланг кесимнинг шаклига нисбатан ясси (11.1-расм, б) понасимон (11.1-расм, в) ярим понасимон (11.1-расм, г) айланасимон (11.1-расм, д) ҳамда тишли (11.1-расм, е) бўлиши мумкин.



11.1 - расм.

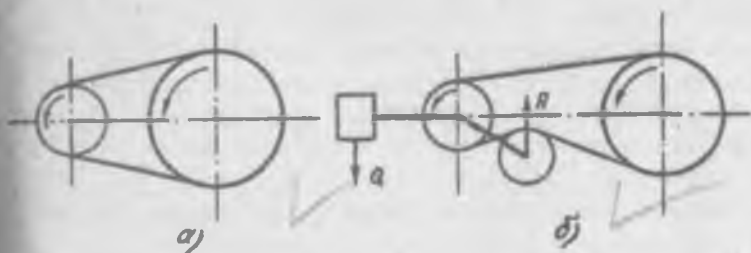
Афзалликлари: тасмали узатма ҳаракатни нисбатан катта масофага узатиш имконини беради; шовқинсиз ва равои ишлайди; тузилиши оддий; нисбатан арзон туради.

Ташқи ўлчамларининг катталиги; тасмасининг сирпанувчанлиги туфайли узатиш сонининг ўзгарувчанлиги; вал ва таянчга тушадиган куч қийматининг нисбатан катталиги, тасманинг ишлаш муддатининг камлиги (1000...5000 соат) мазкур узатмаларнинг камчилиги ҳисобланади.

Тасмали узатмаларнинг тезлиги $v = 15$ м/с гача; узата оладиган қувват 30 кВт гача бўлиши мумкин.

Понасимон тасмалар ихтиро этилгунга қадар асосан ясси тасмали тасмалар ишлатилган. Бу узатмаларнинг тузилиши оддий, катта ролик билан ҳаракатланувчи узатмаларда ишлатиш мумкин, ФИК тасма тасманинг ишлаш муддати нисбатан катта.

Саноатда турли қўринишдаги 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 нинг қаро 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 қўллашгириш тавсия этилади, чунки бу тармоқ нисбатан кам истироғланган (натижада тасманинг ишлаш муддати узаяди.)

11.2-§. Ясси тасмаларни тайёрлаш учун ишлатиладиган материаллар

Ясси тасмаларнинг қўндаланг кесими энига қараганда сезиларли даражада кичик тўғри тўртбурчак шаклида бўлади. Бу хил тасмалар машинасозликда кўп ишлатилиб, ҳар хил материаллардан тайёрланиб эни 1200 мм гача бўлиши мумкин.

Тасма учун ишлатиладиган материаллар ўзгарувчан кучланишга, ейилишга чидамли бўлиб, ишқаланиш коэффициенти нисбатан юқори бўлиши керак.

Ҳозирги вақтда тасмалар асосан чарм, ип газлама, жўн, синтетик материаллардан тайёрланади.

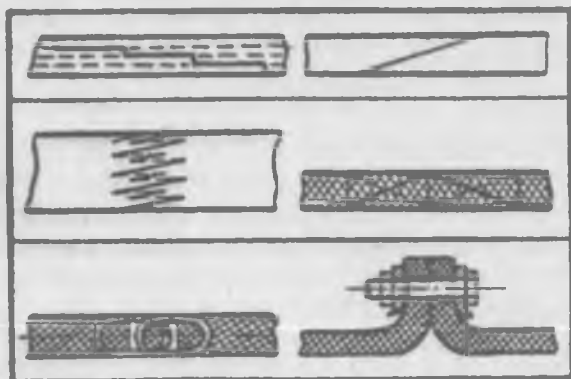
Резиналанган тасмалар. Бу турдаги тасмалар 30м/с гача тезлик билан ҳаракатланадиган узатмаларда ишлатилади. Бу тасмалар вулканизацияланган резиналар ёрдамида бир-бирига ёпиштирилиб бир неча қават газламадан иборат. Тасманинг газлама қисми асосий кучланишда ишлайди, резина эса газламани бир бутун қилиб ёпиштиради ва зарур ишқаланиш коэффициентини ҳамда эгилувчанликни таъминлайди. Тасмадаги газлама қаватлар сони 2 — 9 га бўлиши мумкин. Бу турдаги тасмаларнинг камчилиги шуки, улар мой, керосин, бензин каби моддаларнинг таъсирига чидамсиз.

Чарм тасмалар. Бу турдаги тасмалар ўзгарувчан юкланишда, тезлиги 40 — 45 м/с гача бўлган кам ҳамда ўртача қувват узатадиган узатмаларда ишлатилади. Тасманинг эни 20...300 мм. Чарм нисбатан қиммат ҳамда камёб бўлганлиги учун кам ишлатилади.

Жун тасмалар. Бу тасмалар қуввати ўртача ва катта бўлган узатмаларда ишлатилади. Бу тасмалар эгилувчан бўлганлиги туфайли ўзгарувчан юкланишда 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 ўзоқ, ишқаланиш коэффициенти нисбатан катта. Қалинлиги 0,8; 0,1 мм бўлган синтетик тасмаларни 60, 90 Н/мм кучлар билан узиш мумкин. 11.1-жадвалда саноатда ишлатиладиган синтетик тасма ўлчамлари берилган.

Ясси тасмалар кўпинча узун ленталар тарзида тайёрланади ва рулон қилиб ўралган ҳолда сақланади. Шунинг учун узатмаларда тасмалардан фойдаланишда керагича узунликда тасма қирқиб олиниб, икки учи уланади. Тасмаларнинг учлари елимлаш, тикиш йўли билан ҳамда металл улагичлар воситасида уланади (11.3-расм).



11.3 - расм.

11.3-§. Тасмали узатмаларни ҳисоблашнинг назарий асослари

Тасмали узатмаларни ҳисоблашнинг назарий асослари ҳамма тур тасмалар учун бир хил бўлганлиги сабабли, узатмалар учун умумий бўлган маълумотлар билан танишамиз.

Узатма тасмаларининг ишлаш лаёқати унинг тортиш лаёқати ҳамда ишлаш муддати билан белгиланади.

Ҳозирги вақтда тасмаларни ҳисоблашда асос қилиб унинг тортиш хусусияти олинган. Бу эса тасма билан шкив ўртасидаги ишқаланиш коэффициентини ҳамда тасманинг қамров бурчагига боғлиқ. Тасманинг ишлаш муддати эса тажриба йўли 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 — стаковчи ва стакланувчи шкив диаметлари; n_1, n_2 — стаковчи ва стакланувчи валларнинг айланиш сонлари, мин⁻¹. Узатма ишлаётганда тасма шкив устида маълум даражада сирпанади. Демак, $V_2 < V_1$ ёки $V_2 = V_1 (1 - \epsilon)$ бўлади, бу ерда $\epsilon = 0,01 - 0,02$ сирпаниш коэффициенти. Узатманинг узатиш сони қуйидагича аниқланади:

11.1-жадвал

ГОСТ 17-969-84 ҳамда ТУ 17-21-598-87 асосида тайёрланадиган синтетик тасмаларнинг улчамлари

Тасма- нинг қалин- лиги, мм	Тасманинг ички томонидан узунлиги	Чекки қараси, 1 мм	
		эки бўйича	узунлиги бўйича
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		

Эслатма: қалинлиги $\delta = 0,8; 1,0$ 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-рasm). Шкивларнинг марказларaro 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.

$\alpha = 180 - \gamma$; $\sin(\beta/2) = (d_2 - d_1)/(2a)$. Амалда $\gamma/2$ нинг қиймати 15° дан катта бўлганлиги учун синуснинг қийматини унинг аргументига тенг қилиб олиш мумкин:

$$\gamma = \frac{d_2 - d_1}{a} \text{ рад} \approx \frac{d_2 - d_1}{a} \cdot 57^\circ$$

$$\text{Шундай қилиб, } \alpha_1 = 180 - \frac{d_2 - d_1}{a} \cdot 57^\circ \quad (11.2)$$

Тасманинг умумий узунлиги айрим бўлаклари 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 марказларaro масофани қуйидагича аниқлаш мумкин

$$a = \frac{\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 8(d_2 - d_1)^2}}{8} \text{ бу ерда: } \lambda = l - \pi d_m \quad (11.4)$$

$$d_m = (d_1 + d_2)/2$$

11.4-§. Тасма тармоқларидаги кучлар ва улар ўртасидаги боғланишлар

Бу масалани ҳал қилиш юкланишсиз $T = 0$ (11.4-рasm, a) ҳамда юкланишли $T > 0$ узатмаларни бир-бирига таққослаб кўрамиз. Бунда F_0 — тасма тармоқларидаги таранглик куч; F_1 , F_2 узатмага юкланиш берилгандаги, тасманинг етакловчи (пастки) ва етакланувчи

тармоғидаги таранглик кучи. Айланма куч $F_1 \approx \frac{2T}{d_1}$.

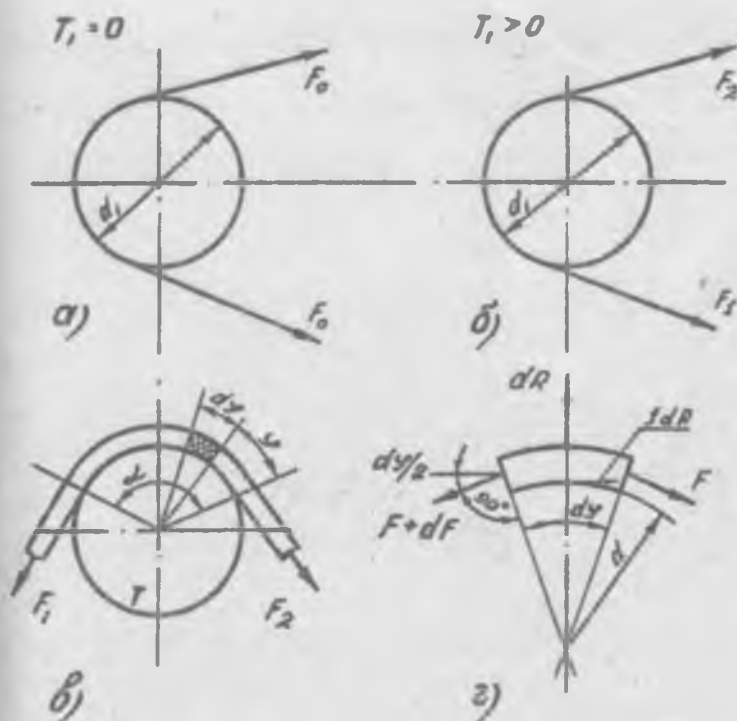
Етакловчи шкив учун мувозанат шарти

$T_1 = 0,5 d_1 (F_1 - F_2)$ ёки $F_1 - F_2 = F_1$ бунда F_1, F_2, F_0 ўртасидаги боғланишларни қуйидагича аниқлаш мумкин.

Тасманинг узунлиги унинг юкланишига боғлиқ эмас, демак тасманинг етакловчи ва етакланувчи тармоқларида унинг узунлиги ўзгармас бўлиб қолади. Бунда етакловчи тармоқнинг чўзилиши етакланувчи тармоқнинг қисқариши билан мувозанатлашади, яъни:

$$F_1 = F_0 + \Delta F, F_2 = F_0 - \Delta F \text{ (a) ёки } F_1 + F_2 = 2F_0 \text{ (б)}$$

$$(a), (б) \text{ тенгликлардан } F_1 = F_0 + \frac{F_1}{2}; F_2 = F_0 - \frac{F_1}{2} \quad (11.5)$$



11.4 - расм.

Бунда номаълум F_0, F_1, F_2 лардан иборат иккита тенглама оламиз. Бу формулалар тасманинг етакловчи ва етакланувчи тармоқларида қаранглик таъсир этувчи F_1 кучга боғлиқ ҳолда ўзгаришини кўрсатади. Тасманинг тортиш хусусияти, авваламбор тасма билан шкив ўртасидаги ишқаланиш коэффициенти ва қамров бурчагига боғлиқ қаранглик кучларини бу омилларга боғлиқ равишда топилш мас-

ласини Эйлер ҳал қилган. Бунинг учун тасманинг элементар бўлаги олиниб унинг кучлар таъсиридаги мувозанати кўриб чиқилад (11.4-рasm, в, г, лар).

Мувозанат шартига кўра, шкив марказига нисбатан олинган моментлар йиғиндиси:

$$F \cdot \frac{d}{2} + f d R \frac{d}{2} - (F + d F) \frac{d}{2} = 0. \text{ ёки } f d R = d F \text{ — элементар}$$

ишқаланиш кучи, (а).

Агар кучларни вертикал ўққа проекциялари йиғиндиси олинса, у қуйидагича бўлади:

$$d R - F \sin \frac{d\varphi}{2} - (F + d F) \sin \frac{d\varphi}{2} = 0$$

Бу тенгликдан иккинчи даражали кичик сонлар чиқариб, тапшлан-

гач, $\sin \frac{d\varphi}{2} \approx \frac{d\varphi}{2}$ деб, қабул қилинса $d R = F d\varphi$ (б), бўлади. (а),

(б) лардан $d F / F = f d\varphi$ (с). Маълумки, F нинг қиймати F_1 дан F_2 гача, φ нинг қиймати эса 0 дан α_1 гача ўзгаради. Шунини эътиборга олиб (с) ни интегралласак:

$$\int_{F_1}^{F_2} \frac{dF}{F} = \int_0^{\alpha_1} f d\varphi; \ln \frac{F_2}{F_1} = f\alpha_1; \frac{F_2}{F_1} = e^{f\alpha_1} \text{ ёки } F_2 = F_1 e^{f\alpha_1} \quad (11.6)$$

келиб чиқади. Бу ерда $e = 2,71$ — натурал логарифмнинг асоси. Тенгликларни биргаликда ечиб, қуйидаги боғланишларни топиш мумкин:

$$F_2 = F_1 \frac{e^{f\alpha_1}}{e^{f\alpha_1} - 1}; F_3 = F_1 \frac{1}{e^{f\alpha_1} - 1}; F_0 = \frac{F_1}{2} \left(\frac{e^{f\alpha_1} + 1}{e^{f\alpha_1} - 1} \right) \quad (11.7)$$

Шундай қилиб, тасма тармоқларидаги F_1 , F_2 , F_0 кучларни айланма куч F_0 қамров бурчаги α_1 ва ишқаланиш коэффициенти f билан боғлайдиган формула топилади. Шу формула ёрдамида тасмани нормал ишлаши учун зарур бўлган таранглик кучининг энг

$$\text{кичик қийматини аниқлаш мумкин, } F_0 < \frac{F_1}{2} \left(\frac{e^{f\alpha_1} + 1}{e^{f\alpha_1} - 1} \right) \quad (11.8)$$

бўлганда тасма тўла сиранишини бошлайди. Формуладан маълумки f ва d нинг қийматларининг ортиши узатманинг ишлашига ижобий таъсир кўрсатади.

Понасимон тасмали ҳамда тарангловчи роликли узатмалар ана шу даражада асосида яратилган. Чунки понасимон тасмани ишлашнинг f ни, тарангловчи роликнинг ишлагилиши эса α ни катта қилиб олилади. Тарангловчи роликсиз узатмада α нинг ўзгариши a ва u нинг қийматига боғлиқ, a нинг кичиклашуви u нинг камайишига боғлиқ бўлади. Шунинг учун амалда бажариладиган ҳисоблашларда u , a нинг қийматлари маълум оралиқда бўлиши тавсия этилади. Узатманинг илаштирида тасма тармоқларида F_1 , F_2 , F_0 кучлардан ҳар бири марказдан қочма кучлар ҳосил бўлади 11.5-расм. Тасманинг ҳар қандай ҳаракатида унинг ҳар бир элементар dA юзасига элементар марказдан қочма dF_v куч таъсир этади. Бу эса тасмада қўшимча қўшимча қўшимча ҳосил қилади. Бу кучнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

Элементар марказдан қочма куч

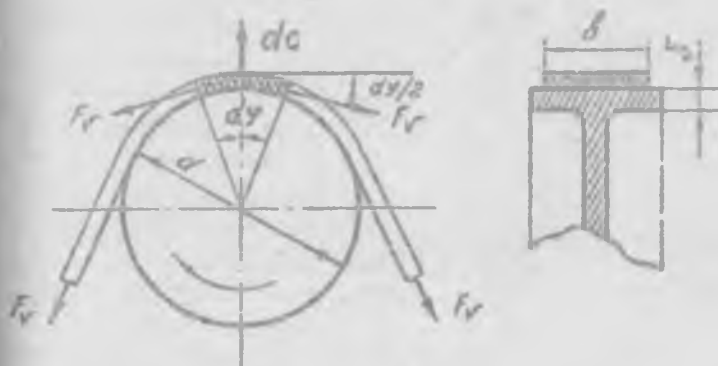
$$dC = \frac{(dm)v^2}{0,5d} = \frac{\rho(0,5dA\delta\varphi)v^2}{0,5d} = \rho dA v^2 \delta\varphi \quad (a)$$

бу ерда ρ — тасманинг зичлиги; $A = b\delta$ — тасманинг қўндаланг қўндаланг қўндаланг.

Тасма элементлари мувозанатда бўлиши учун

$$dC = 2F_v \sin \frac{d\varphi}{2} \approx F_v d\varphi \quad (б)$$

(a), (б) — формула (a) ни бирга ечсак, $F_v = \rho A \cdot V_1^2$ (11.9) га эга бўламиз. F_v — марказдан қочма куч таранглик қийматларини ҳисоб қилиб олилади, ишқаланиш кучи қийматини камайтириб узатманинг қўндаланг салбий таъсир кўрсатади.

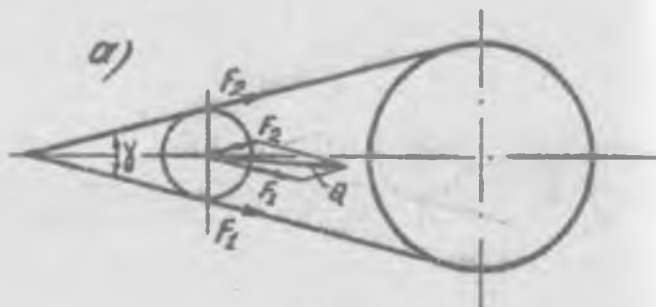


11.5-расм

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_{π} кучланишлар йиғиндисидан иборат бўлиб қуйидагича аниқланади.

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{A}; \sigma_v = \frac{F_v}{A} = \rho V^2; \sigma_1 = \frac{F_0}{A} + \frac{0,5F_1}{A} = \sigma_0 + 0,5\sigma_1$$



11.7 - расм.

Бунда: $\sigma_1 = F_1 / A$ фойдали кучланиш σ_{π} — қиймати қуйидагича аниқланади. Гук қонунига асосан $\sigma_{\pi} = \epsilon E$ бу ерда: ϵ — тасма сиртқи толаларининг нисбий чўзилиши; E — эластиклик модули. ϵ ни қиймати 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 сирти бўйича узунлиги $(d/2 + \delta/2) d\phi$. Демак, тасманинг сиртида жойлашган толанинг чўзилишини қуйидагича аниқлаймиз.

$$\left(\frac{d}{2} + \frac{\delta}{2}\right) d\varphi - \left(\frac{d}{2}\right) d\varphi = \left(\frac{\delta}{2}\right) d\varphi$$

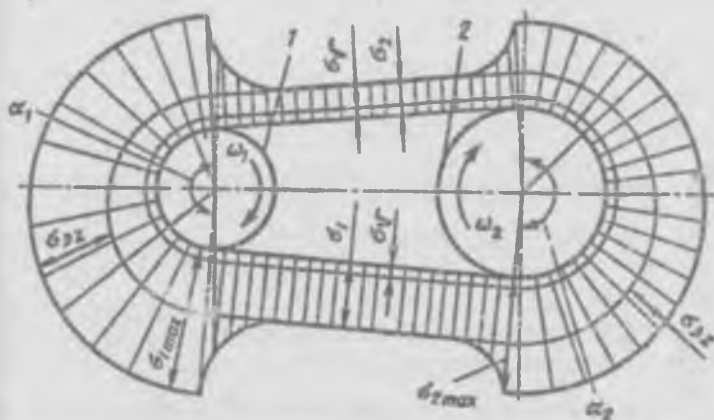
Нисбий қўзилиши эса $\varepsilon = \left(\frac{\delta}{2}\right) d\varphi / \left(\frac{d}{2}\right) d\varphi = \frac{\delta}{d}$ бундан $\sigma_{\pi} = E\delta/d_1$.

Демак, эгувчи кучланишга асосан δ/d_1 — нисбат қийматлари таъсир қилар экан.

Шундай қилиб, тасманинг етакловчи тармоғидаги кучланишларнинг йиғиндиси қуйидагича бўлади.

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_v + \sigma_{\pi} = \sigma_0 + 0,5 \sigma_1 + \sigma_v + \sigma_{\pi} \quad (11.11)$$

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 илашган жойида бўлар экан.

Тармоқларда ҳосил бўлган кучланишлар, тасманинг тортиш қобилиятига ва унинг ишлаш муддатига турлича таъсир кўрсатади. Асосан, фойдали кучланиш қиймати бошланғич тарангликдан ҳосил бўлган кучланиш ортиши билан ортиб боради, яъни:

$$\sigma_r = 2\sigma_0 \frac{e^{kx} - 1}{e^{kx} + 1}. \text{ Лекин } \sigma_0 \text{ нинг қиймати ортиши билан, тасма-}$$

нинг ишлаш муддати камаёди. Шунинг учун σ_0 нинг қийматини қуйидагича танлаш тавсия этилади.

Понасимон тасмалар учун $\sigma_0 \leq 1,5 \text{ МПа}$

Ясси тасмалар учун $\sigma_v \leq 1,8$ МПа

Марказдан қочма кучлар таъсирида ҳосил бўлган кучланишлар қийматини тасманинг тезлигига нисбатан қуйидагича танлаш мумкин.

$V = 10$ м/с бўлганда $\sigma_v = 0,1$ МПа

$V = 20$ м/с бўлганда $\sigma_v = 0,4$ МПа

$V = 40$ м/с бўлганда $\sigma_v = 1,6$ МПа

Демак, тасманинг тезлиги 20 м/с бўлганда ҳам, бу кучланишнинг таъсири кам. Бунда тасманинг зичлиги 1000 кг/м³ олинган.

Эгувчи кучланиш таъсирида тасма материали толиқиш натижасида ишдан чиқиши мумкин. Эгувчи кучланиш қийматини эластиклик модули $E = 200$ МПа бўлган тасмалар учун d_1/δ нисбатга нисбатан қуйидагича олиш тавсия этилади: $d_1 = 200$ бўлганда $\sigma_{\pi} = 1$ МПа.

$d_1/\delta = 100$ бўлганда $\sigma_{\pi} = 2$ МПа

$d_1/\delta = 50$ бўлганда $\sigma_{\pi} = 4$ МПа

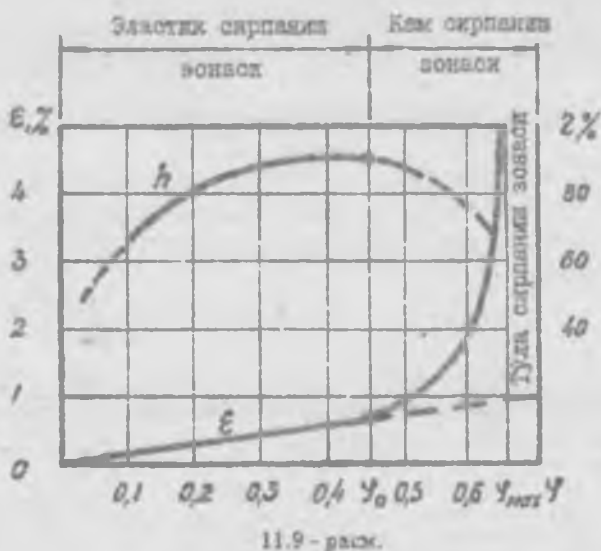
$d_1/\delta = 25$ бўлганда $\sigma_{\pi} = 8$ МПа

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_{π} нинг ортишига, бу эса, ўз навбатида, тасма чидамчилигини камайишига олиб келади. Шунинг учун амалда σ_{π} нинг қиймати d_1/δ нинг энг кичик жоиз қиймати билан чегараланади. Тасманинг ишлаш муддати фақат σ_{π} нинг қийматигоина боғлиқ бўлмай, унинг таъсир этиш характерига ва циклнинг қанчалик тез такрорланиб туришига (частотасига) ҳам боғлиқдир. Циклнинг такрорланиш тезлиги тасманинг шкивни вақт бирлигида айланиб ўтиш сони билан ўлчанади. Тасманинг бир секундда шкивни неча марта айланиб ўтишини қуйидагича аниқлаш мумкин: $i = V/l \cdot t$, бунда: V — айлана тезлиги, м/с; l — тасманинг узунлиги, м; t нинг қиймати қанча катта бўлса, тасманинг чидамчилиги шунча кичик бўлади. Шунинг учун i нинг қийматини маълум катталиқда олиш тавсия этилади. Масалан, ясси тасмалар учун $i \leq 3...5$; понасимон тасмалар учун $i \leq 10...20$.

Шу юқорида кўрсатилган тавсияларга амал қилинганда, тасманинг ишлаш муддати 2000...3000 соатдан кам бўлмайди.

11.6-§. Сирпаниш ва фойдали иш коэффициентининг эгри чизиқлари

Тасмали узатмаларнинг юктаниш даражаси фойдали иш коэффициенти ва сирпаниш эгри чизиқлари асосида баҳоланади (11-9-расм).



Графикда ордината ўқига сирпаниш коэффициенти ва фойдалиш коэффициенти η , абсциссалар ўқига эса узатманинг тортиш коэффициенти φ орқали ифодаланган юкланиш қўйилади.

$$\text{Тортиш коэффициенти } \varphi = \frac{F_1}{F_1 + F_2} = \frac{F_1}{2F_0} = \frac{\sigma_F}{2\sigma_0}$$

таъсирларнинг юкланиш даражасини билдиради. Юкланиш натижа-сида ҳосил бўлган кучланишнинг қиймати куйидагича 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 шкивларнинг айланма тезликлари, м/с.

Сирпаниш эгри чизиқлари таъриба йўли билан олинали, бунда тангентик кучи $F_0 = \text{const}$ бўлиб, F_1 нинг қийматини я ошириб ε ни қиймати ўлчанади. Бу қиймат φ нинг маълум қийматигача ортиб боради, яъни ўзаро тўғри пропорционал бўлади. Юкланиш қийма-тини янада оширсак сирпаниш ҳам аста-секин ортиб борали, φ_{max} қийматига эса тўлиқ сирпаниш ҳодисаси рўй беради.

Узатманинг ФИК қиймати юкланишнинг ортиши билан аста-секин ортиб боради, унинг энг катга қиймати тортиш коэффи-циентининг φ_k (критик) қийматига тўғри келади (11.9-расм).

Тажрибалар шуни кўрсатадди, 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 $\phi_k \approx 0,45 - 0,5$.

11.7-§. Ясси тасмани узатмалар учун жонз кучланишлар

Узатма тасмаларнинг юкланиш даражаси тасмадаги кучланиш $\sigma_F = F_1 / b \delta$ бўйича аниқланади. Бу кучланишнинг жонз қиймати фойдали бошланғич кучланиш $[\sigma_F]_0$ га нисбатан қуйидагича аниқланади:

$$[\sigma_F] = [\sigma_F]_0 \cdot C_0 \cdot C_p \cdot C_\alpha \cdot C_v \text{ МПа} \quad (11.13)$$

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-жадвал

Тасманинг тури	d, δ									
	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
Жунли	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 икки пластмассадан тайёрланса бу қиймат 20 % орттириб олинади.
 3. Нам ва чанг шaroитда ишлайдиган узамалар 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 $0...60^\circ$, $C_0 = 1,0$; $60...80$ 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_α — қамров бурчаги қийматининг (ўз-ўзидан тарангланган узатмалар бундан мустасно) таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент $C_\alpha = 1 - S_\alpha (180 - \alpha_1)$

Ясси тасмалар учун $S_\alpha = 0,003$.

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.

Ўртача 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 голали 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

Ўзатманинг ёпилаш шaroҳти	σ_0 , МПа	$[\sigma_F]_0$, МПа
$d_1/\delta \leq 80$ - узатма вақти-вақти билан тарангланиб туради	4 5	6
$d_1/\delta > 80$ - узатманинг таранглаш автоматик равишда бажарилади	7,5	8,5
$d_1/\delta > 80$ - ўзгарувчан тарангловчи кучлар автоматик равишда тарангланиб туради	10	10,5

Натижада айланма кучнинг ҳисобий қиймати жоиз кучланишни ҳисобга олган ҳолда қуйидагича аниқланади: $F_1 = A \cdot [\sigma_F]$ Н.

Ўзатмани лойиҳалашда айланма куч $F_1 = 2 T_1/d_1$ ни ҳисобга олган ҳолда тасманинг кўндаланг кесим юзаси қуйидагича аниқланади:

$$A = F_1/[\sigma_F] \text{ мм}^2 \quad (11.14)$$

11.8-§. Ясси тасмали узатмаларни ҳисоблаш тартиби

1. Тасма учун материал танланади.
2. Етакловчи шкивнинг диаметри аниқланади

$$d_1 = (1100 \div 1300) \sqrt[3]{P_1/n_1} \text{ мм}; d_1 = 52...64 \sqrt[3]{T_1} \text{ мм}$$

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.

$$d_2 = d_1 \cdot (1 - \varepsilon) \cdot u; \varepsilon = 0,01 - 0,03 \text{ — сирпапиш коэффициенти.}$$

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. Ўқлараро масофа ($d_1 + d_2$) $\leq a \leq 2,0 (d_1 + d_2)$

6. Етакловчи шкивнинг қамров бурчаги.

$$\alpha_1 = \frac{d_2 - d_1}{a} \cdot 60^\circ \geq [\alpha_1] = 150^\circ$$

7. Тасманинг узунлиги $l = 2a + \frac{\pi}{2} (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}$

8. Ўқлараро масофанинг ҳисобий қиймати.

$$a = \frac{\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 8(d_2 - d_1)^2}}{8}$$

9. Тасманинг 1 секунддаги айланиш сони

$$i = \frac{V}{l} > [i] \leq 5. \text{ Шу шарт бажарилмаса ўқлараро масофа қийма-}$$

тини катталашгирб, ҳисоблаш қайтариллади.

10. $d_1/8$ учун тавсия этилган қийматдан фойдаланиб, тасманинг қалинлиги аниқланади ва стандартдан қалинлиги топилган қийматга яқин келадиган тасма танлаб олинади.

11. Жоиз кучланишнинг қиймати аниқланади.

$$[\sigma_F] = [\sigma_F]_0 \cdot C_\sigma \cdot C_\alpha \cdot C_\beta \cdot C_V \text{ МПа}$$

12. Тасманинг кесим юзаси ҳисобланади.

$$A = b \cdot \delta = \frac{F_1}{[\sigma_F]} \text{ мм}^2. F_1 = \frac{2T_1}{d_1} \text{ айлапма куч.}$$

13. Валга таъсир қилувчи куч аниқланади.

$$Q \approx 2,5 F_1 \cdot H.$$

Масала: Узатиш сони $u = 2,8$ етакловчи валнинг айланиш сони $n = 720 \text{ мин}^{-1}$, буровчи моменти $T_1 = 15 \text{ Нм}$ бўлган ясси тасмали узатма ҳисоблансин. Узатма бир сменада ишлайди. Горизонтга нисбатан $\alpha = 45^\circ$ бурчак остида жойлашган.

Масаланинг ечими. 1. Етакловчи шкивнинг диаметрини аниқлай-

$$d_1 = (52...64) \sqrt[3]{15} = 128...157 \text{ мм}$$

Аниқланган қийматни ГОСТ бўйича яхлитлаб $d_1 = 140 \text{ мм}$ деб қабул қиламиз.

2. Етакланувчи шкив диаметри:

$$d_2 = d_1 \cdot u = 140 \cdot 2,8 = 392 \text{ мм}$$

ГОСТ бўйича яхлитлаб $d_2 = 400 \text{ мм}$ деб қабул қиламиз.

3. Узатиш сонининг ҳисобий қиймати:

$$u_x = \frac{d_2}{d_1} = \frac{400}{140} = 2,85$$

$$\Delta u = \frac{|u_x - u|}{u} \cdot 100\% = \frac{|2,85 - 2,8|}{2,8} \cdot 100\% = 1,7\% < [4\%]$$

шарт бажарилди.

4. Узатманинг геометрик ўлчамлари:

- а) Ўқлараро масофа:

$$a = 2 (d_1 + d_2) = 2 (140 + 400) = 1080 \text{ мм}$$

- б) тасманинг узунлиги

$$l = 2a + 0,5 \pi (d_1 + d_2) + (d_2 - d_1)^2 / 4a = 2 \cdot 1080 + 0,5 \cdot 3,14 (140 + 400) + (400 - 140)^2 / 4 \cdot 1080 = 3022 \text{ мм}$$

- в) Ўқлараро масофанинг ҳисобий қиймати:

$$a = \frac{2l - \pi(d_2 + d_1) + \sqrt{[2l - \pi(d_2 + d_1)]^2 + 8(d_2 - d_1)^2}}{8}$$

$$= \frac{2 \cdot 3022 - 3,14(400 + 140) + \sqrt{[2 \cdot 3022 - 3,14(400 + 140)]^2 + 8(400 - 140)^2}}{8} \\ = 1100 \text{ мм}$$

г) етакловчи шкивнинг қамров бурчаги:

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{d_2 - d_1}{a} = 180^\circ - 57^\circ \frac{400 - 140}{1100} = 167^\circ > [\alpha] = 150^\circ \text{ шарт}$$

бажарилди.

д) узатманинг тезлиги:

$$V = \frac{\pi d_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,14 \cdot 720}{60} = 5,23 \text{ м/с}$$

е) тасманинг 1 секунддаги айланиш сони:

$$l = \frac{V}{l} = \frac{5,23}{3,022} = 1,73 < [l] = 5,0$$

шарт бажарилди.

5. Тасманинг қалинлигини аниқтаймиз.

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:

$$[\sigma_F] = [\sigma_F]_0 \cdot C_a \cdot C_v \cdot C_s \cdot C_\theta \text{ МПа}$$

бу ерда: $[\sigma_F]_0$ — бошланғич фойдали кучланиш, унинг қиймати резиналанган тасмалар учун $d_1/\delta = 35$ бўлганда $\sigma_F = 2,21 \text{ МПа}$.

Иш режими бир сменали бўлганлиги учун $C_s = 1,0$. Узатманинг горизонтал текисликка нисбатан жойлашуви $\alpha = 45^\circ$ бўлганлиги учун $C_\theta = 1,0$. Демак,

$$[\sigma_F] = 2,21 \cdot 0,96 \cdot 1,02 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,16 \text{ МПа}$$

7. Тасманинг ўлчамлари

а) тасманинг юзаси $A = F/[\sigma_F] \text{ мм}^2$

бу ерда: $F_1 = 2 T_1/d_1 = 2 \cdot 15 \cdot 10^3/140 = 214 \text{ Н}$ Натижада:

$$A = 214/2,16 = 99 \text{ мм}^2$$

б) тасманинг эни $b = \frac{A}{\delta} = 99/4 = 24,75$ яхлитлаб $b = 25 \text{ мм}$ деб

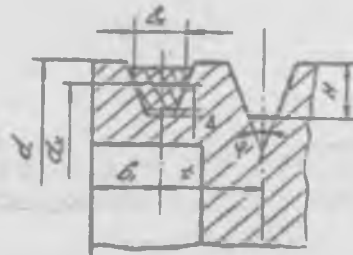
қабул қиламиз.

8. Валга таъсир қилувчи куч:

$$Q \approx 2,5 F_1 = 2,5 \cdot 214 = 535 \text{ Н}$$

11.9-§. Понасимон тасмалар

Бу хил узатмаларда қўндаланг кесими понасимон шаклдаги тасмалар ўзига мос шаклли шкив ариқчаларига ўрнашган бўлади. Бунда шкив ариқчаларининг чуқурлиги тасма қўндаланг кесимининг баландлигидан каттароқ бўлиши керак, чунки тасма шкив ариқчаларига жойлашганда унинг пастки сирти билан шкив орасида очик жой Δ қолиши лозим (11.10-расм). Тасманинг ён ёқлари шкивдаги ариқчанинг ён ёқларига бутун юзаси билан ёпишган бўлади. Бунда тасманинг сиртки томони шкивнинг ташиқ диаметридан чиқиб турмаслиги керак, агар бу шарт бажарилмаса, шкив ариқчаларининг қирралари тасмани тезлашга яроқсиз ҳолатга келтириб қўйиши мумкин.



11.10 - расм.

Понасимон тасмали узатмаларда, ишқаланиш қийматини ошириш ҳисобига тасманинг тортиш қобилияти оширилган. Масалан, тасманинг d_l узунликдаги элементига dR куч таъсир этмоқда (11.11-расм). Бунда айлانма куч таъсир қилган томондаги элементларнинг ишқаланиш кучи қуйидагига тенг.

$$dF = dF_1 = dR f / \sin(\varphi/2)$$

Яъси тасмали узатмалар учун худда шундай шароитларда:

$$dF = dR f \text{ бўлади.}$$

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 $\varphi = 40^\circ$

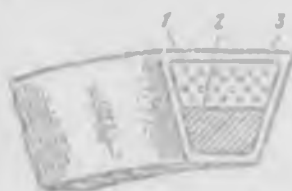
$$f^* = f / \sin 20^\circ \approx 3 f$$

Демак, понасимон тасманинг ишлагилиши боғланиши 3 марта ошириб экан. Бу эса понасимон тасмаларнинг, яъси тасмаларга нисбатан афзалликларини кўрсатади.

Тасма корд 1, эластиклик хусусиятини оширадиган резина 2 қатлам тасмани ейилишдан сақлайдиган, мустақамлигини оширадиган қобиг 3 дан иборат (11.12-расм).



11.11 - расм.



11.12 - расм.

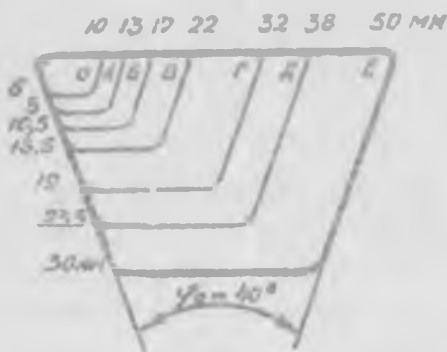
Понасимон тасмаларнинг ўлчамлари ГОСТ 12841-80 асосида стандартлаштирилган бўлиб, унинг О, А, Б, В, Г, Д, Е турлари ишлаб чиқарилади (11.5-жадвал). Бунда О турининг кесими энг кичик бўлиб, Е турининг кесими энг

11.5-жадвал

Понасимон тасмаларнинг тури ва ўлчамлари
(ГОСТ 12841-80, ГОСТ 12843-80).

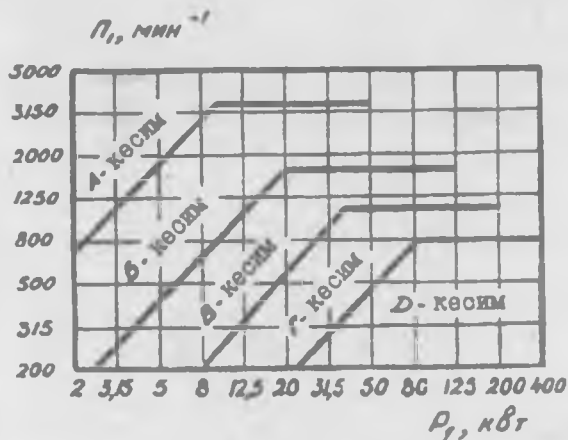
Тасманинг тури	b_h , мм	b_0 , мм	h , мм	Y_0 , мм	A , мм ²	Тасманинг узунлиги, мм	a_1 , мм	T_1 , Нм
О	8,5	10	6	2,1	47	40-2500	63	25
А	11	13	8	2,2	81	500-5000	80	11...70
Б	14	17	10,5	4,0	138	800-1300	125	40...190
В	19	22	13,5	4,8	230	1800-10600	200	110...550
Г	27	32	19	6,9	476	3150-15000	315	450...2000
Д	32	38	23,5	8,3	692	4500-18000	500	1100...4500
Е	42	50	30	11	1170	5300-18000	800	2200

Тасманинг стандарт узунлиги $l = 400, 430, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000, 2240, 2500, 2800, 3150, 3550, 4000, 4500, 5000, 5600, 6300, 7100, 8000, 9000, 10000, 11200, 12500, 14000, 16000, 18000$



11.13 - расм.

катта бўлади (11.13-расм). Понасимон тасмалар узата-
стган қувват валлини айла-
нинг сонига кўра 11.14-расм-
дап танланади.



11.14 - расм.

11.10-§. Понасимон тасмалн узатмаларни ҳисоблаш

Понасимон тасма турлари чегараланган бўлганлиги учун, ҳар бир тур учун жоиз кучланиш қийматлари аниқланган.

ГОСТ 1284.3-80 асосида узатилаётган қувватга нисбатан, тасма сони ҳамда сонини аниқлаш мумкин.

1. Етакловчи шкивнинг айланиш сони ҳамда узатилаётган қувватга нисбатан 11.14-расмдаги графикдан тасманинг тури танланади.

2. 11.15-расмлардаги графиклардан ҳар бир тасма ёрдамида узатиш мумкин бўлган қувват P_1 аниқланади, бунда $\alpha_1 = 180^\circ$, $d_1 = 1,0$, d_1 — қиймати тавлашда қуйидагига эътибор бериш керак. d_1 нинг қиймати қанчалик кичик бўлса, узатманинг ташқи ўлчами қанчалик кичик бўлади, лекин тасмалар сони ошади. d_1 нинг стандарт қийматлари 11.5-жадвалда берилган.

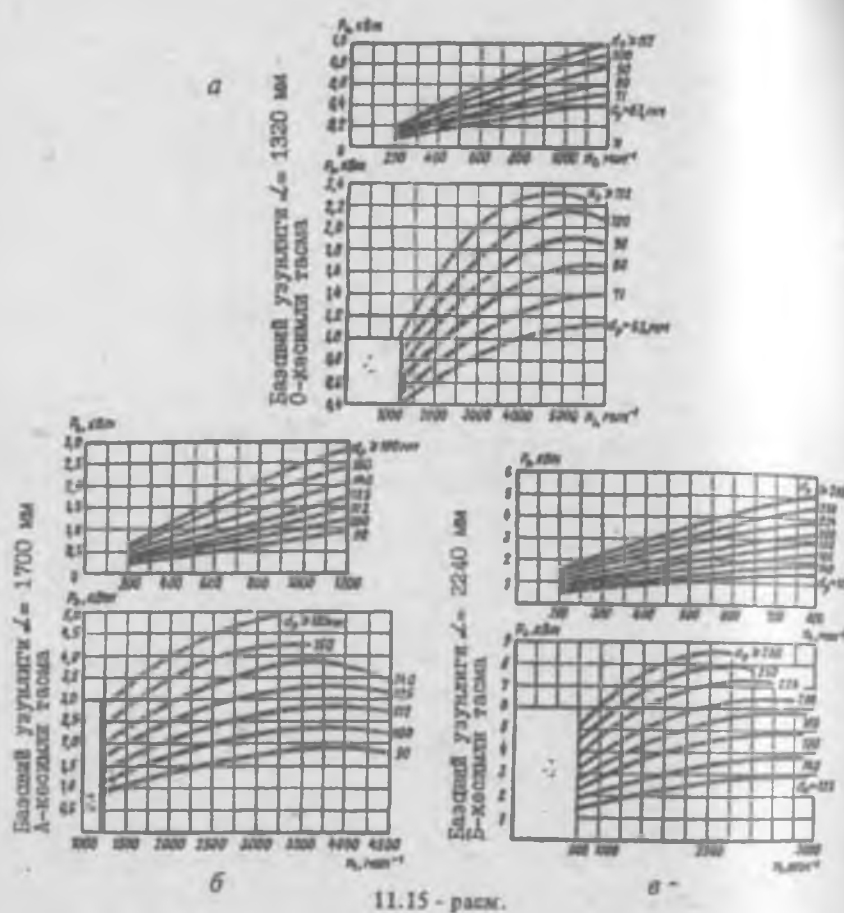
3. Битга тасма ёрдамида узатиш мумкин бўлган қувватнинг ҳисобий қиймати аниқланади:

$$P_x = P_0 \cdot C_\alpha \cdot C_1 \cdot C_d \cdot C_s, \text{ кВт} \quad (11.15)$$

ерда: C_α — етакловчи шкивнинг қамров бурчагининг таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент, α бурчак қиймати 11.6-жадвалдан танланади.

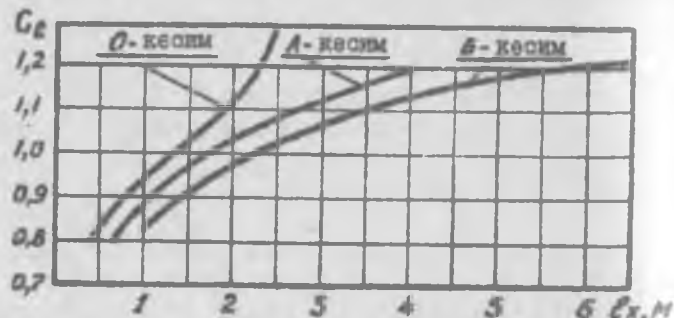
11.6-жадвал

α , град	180°	170°	160°	150°	140°	130°	120°	110°	100°
C_α	1,0	0,98	0,95	0,92	0,89	0,86	0,82	0,78	0,73



11.15 - расм.

C_L — тасманинг ҳисобий узунлиги таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент, унинг қиймати 11.16-расмдаги графикдан тасма



11.16 - расм.

қўнғилигига мувофиқ танлаш мумкин, ёки $C_L = \sqrt[3]{L/L_0}$ формула ёрдамида аниқланади.

C_u — стакланувчи пикирда эгилишдаги кучланиш қийматини остига сонига нисбатан камайишини ҳисобга олувчи коэффициент.

$u = 1,0$	1,1	1,2	1,4	1,8	2,5
$C_u = 1,0$	1,04	1,07	1,1	1,12	1,14

Узатиш сони u га нисбатан ўқлараро 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_z — коэффициент қиймати 11.7-§да берилган.

4. Ҳисоблаш натижасида қуйидаги шартлар бажарилиши керак:

$$\alpha_1 \geq 120^\circ (90^\circ); 2(d_1 + d_2) \geq a \geq 0,55(d_1 + d_2) + h \quad (11.16)$$

бу ерда: h — тасма қўндаланг кесимининг баландлиги.

5. Узатмадаги тасмалар сони:

$$z = P / (P_x \cdot C_z) \quad (11.17)$$

бу ерда: C_z — узатмадаги тасмалар сони коэффициент:

$z = 1$	2...3	4...6	> 6
$C_z = 1,0$	0,95	0,9	0,85

Узатмада тасмалар сони кўпайган сари, у нотекис ишлай қўлайди, натижада қўшимча сирпанишлар, тасмаларнинг ейилиш ҳолати рўй беради. Шунинг учун узатмада тасмалар сони $z \leq 6$ (8) бўлиши керак.

6. Валга таъсир қилувчи кучнинг қиймати

$$Q = 2 F_0 \cos(\beta/2) \quad (11.18)$$

бу ерда: F_0 — битта тасмани тортиш учун керакли бўлган таранглик кучи.

$$F_0 = 0,85 P C_p C_1 / (z \sqrt{C_u \cdot C_v}) + F_v$$

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-§. Энгиз понасимон тасмалар

Бу турдаги тасмаларни тезлиги $V = 50$ м/с бўлган узатмаларда таранглатиш тавсия этилади, асосан 4 хил УО, УА, УБ, УВ кесимли бўлиб тайёрланади, унинг ўлчамлари 11.7-жадвалда берилган. Тасма

кесимини узатилаётган қувват ҳамда етакловчи шкивнинг диаметрига кўра 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 $n_1 = 960$ мин⁻¹ бўлган понасимон тасмали узатма ҳисоблансин. Иш режими икки сменали. Таранглаш автоматик равишда бажарилади.

Масаланинг ечиме: 1. Узатилаётган қувват P_1 ҳамда айланиш сони n_1 га нисбатан тасманинг турини танлаймиз.

11.7-жадвал

Тасманинг узунлиги L_0 , мм	d_1 , мм	Тезлиги V м/с бўлган узатмаларда би га 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
УА $L_0 = 2500$	125	1,22	1,9	3,4	4,7	5,7	6,42	6,85
	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	-
УБ $L_0 = 3350$	125	1,53	2,41	4,23	4,67	6,6	7,12	7,1
	140	1,96	2,95	5	6,37	-	-	-
	160	2,24	3,45	5,98	7,88	9,1	9,49	-
УВ	180	2,46	3,8	6,7	9,05	10,6	11,4	-
	224	3,55	5,45	9,4	12,3	14,1	-	-
	250	3,93	6,05	10,6	14,2	16,6	17,6	17,6

$P_1 = 5,0$ кВт, $n_1 = 960$ мин⁻¹ бўлганда 11.14-расмдаги графикдан Б кесимли тасмани танлаймиз. Тасманинг ўлчамлари $h = 10,5$ мм, $b_0 = 17$ мм, $b_x = 14$ мм, $d_1 = 125$ мм, $A = 138$ мм², $q = 0,16$ кг/м.

2. Етакланувчи шкивнинг диаметрини аниқлаймиз.

$$d_2 = d_1 \cdot u = 125 \cdot 2 = 250 \text{ мм}$$

Стандарт бўйича яхлитлаб $d_2 = 250$ мм қабул қиламиз.

3. Узатманинг геометрик ўлчамлари:

а) ўқлараро масофа

$$2(d_1 + d_2) \geq a \geq 0,55(d_1 + d_2) + h$$

$$2(125 + 250) \geq a \geq 0,55(125 + 250) + 10,5; 750 > a > 216$$

$a = 500$ мм қабул қиламиз.

б) тасманинг узунлиги

$$l = 2a + 0,5\pi(d_1 + d_2) + (d_2 - d_1)^2 / 4a =$$

$$= 2 \cdot 500 + 0,5 \cdot 3,14(125 + 250) + (250 - 125)^2 / 4 \cdot 500 = 1586 \text{ мм}$$

11.5-жадвалдан $l = 1600$ мм деб оламиз.

в) ўқлараро масофанинг ҳисобий қиймати

$$a = \frac{2l - \pi(d_2 + d_1) + \sqrt{[2l - \pi(d_2 + d_1)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2}}{8} =$$

$$\frac{2 \cdot 1600 - 3,14(250 + 125) + \sqrt{[2 \cdot 1600 - 3,14(250 + 125)]^2 - 8(250 - 125)^2}}{8} =$$

$$= 502 \text{ мм}$$

шарт бажарилди.

г) етакловчи шкивнинг қамров бурчаги

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{d_2 - d_1}{a} = 180^\circ - 57^\circ \frac{250 - 125}{502} = 166^\circ > [\alpha_1] = 120^\circ$$

шарт бажарилди.

4. Битта тасма ёрдамида узата олиш мумкин бўлган қувватнинг ҳисобий қиймати

$$P_x = P_o \cdot C_a \cdot C_1 \cdot C_v \cdot C_p, \text{ кВт}$$

бу ерда: $P_o = 1,8$ кВт, $\alpha_1 = 166^\circ$ бўлганда $C_a = 0,95$, $C_1 = 0,87$ (11.16- расм); $C_v = 1,13$, $C_p = 0,87$ Бундан: $P_x = 1,8 \cdot 0,95 \cdot 0,87 \cdot 1,13 \cdot 0,87 = 1,46$ кВт.

5. Узатмадаги тасмалар сони

$z = P / (P_x \cdot C_z) = 5 / (1,46 \cdot 0,90) \approx 3,8$ яхлитлаб $z = 4,0$ деб қабул оламиз. Демак, шарт бажарилди.

6. Валга таъсир қилувчи куч

$$Q = 2F_o \cos(\beta/2)$$

бу ерда: $F_o = 0,85 P$, $C_z = 0,90$ ($z \geq 4$, $C_z = 0,95$)

$$P = 5,0 \text{ кВт}, C_p = 0,87, z = 4, C_a = 0,95$$

$$C_v = 1,13, F_v = 0. V = \frac{\pi d_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,125 \cdot 960}{60} = 6,26 \text{ с}^{-1}$$

$$\text{Бундан } F_0 = 0,85 \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot 0,87 \cdot 0,87 / (4 \cdot 6,26 \cdot 0,95 \cdot 1,13) = 120 \text{ Н}$$

$$\beta/2 = (180 - 166) / 2 = 7^\circ$$

$$Q = 2 \cdot 120 \cdot \cos 7^\circ = 235 \text{ Н}$$

Ярим понасимон тасмалар (11.1-расм). Бу чексиз қалиб тайёрланган ясси тасмалар бўлиб, ички томони узунлиги бўйича қовурғалардан тузилган. Бу қовурғалар шкив айланаси бўйича кесилган ариқчаларга ўрнатилади. Тасманинг ясси қисмига мустаҳкамлиги юқори бўлган вискоза ёки лавсан материаллардан тайёрланган корд қўйилади. Кўндаланг кесимининг эластиклигини ошириш учун эса бир неча қават мато жойлаштирилган.

Ярим понасимон тасмалар кўндаланг кесими асосан уч хил, яъни: K , L , M бўлиб, ўлчамлари етакловчи шкивнинг диаметри d_1 ҳамда узатилаётган қувватга мувофиқ 11.8-жадвалдан танланади.

Бу хил тасмаларнинг қалинлиги понасимон тасмаларга нисбатан кам, яъни 1,5 марта кичик, лекин юкланиш даражаси бир хил бўлади.

11.8-жа д в а л

Шарт- ли белги	Тасма кўндаланг кесимининг ўлчамлари				Етакловчи шкивнинг энг кичик диаметри, d_1 мм	Тасманинг ҳисобий узунлиги L_h , мм	Қовурғалар сони	
	P_t	H	h	t			Тавсия этил- ган	Рухсат этил- ган
k	2,4	4,0	2,35	1,0	40	400...2000	2...36	36
L	4,8	9,5	4,85	2,4	80	1250...4000	4...20	50
M	9,5	16,7	10,35	3,5	180	2000...4000	2...20	50

11.12-§ Тишли тасмали узатмалар

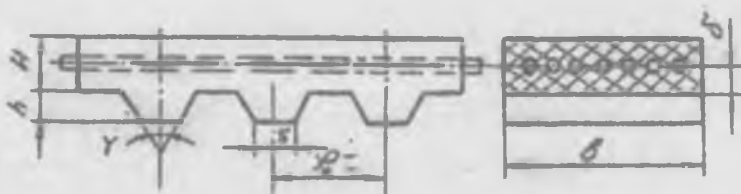
Тишли тасмали узатмалар ОСТ 38.05114-76 асосида устки қисми текис қилиб тайёрланади.

Узатманинг афзалликлари: тапқи ўлчамлари нисбатан кичик; ФИК — 0,92 — 0,98; узатиш сони $n_{\text{мах}} = 12$, тасма сирпанмайди, таянчларга тазсир қилувчи кучларнинг қиймати нисбатан кичик.

Тишли тасмали узатмаларнинг асосий ўлчамлари, тишли узатма-

лардек модуль $m = \frac{P_t}{z}$, P_t — тасма тишларининг қадами. Тасмадаги

тиш трапеция шаклида бўлиб баландлиги $h = (0,5 \div 0,9) \text{ м}$; эни $S = (1...1,2) \text{ м}$; $\gamma = 50^\circ \div 40^\circ$ (11.17-расм).



11.17 - расм.

Узатмани лойиҳалашда модуль қиймати қуйидагича аниқланади.

$$m = 3,5 \cdot \sqrt[3]{\frac{P_1}{n_1}} \text{ мм} \quad (11.19)$$

бунда: P_1 , кВт, n_1 , мин⁻¹ Тишли тасманинг тишлар сони қийматини етакловчи шкивнинг айланиш сонига нисбатан 11.10-жадвалдан танлаб оламиз. Тишлар сони ва модули аниқлангач тиш бўлувчи-сининг диаметри қуйидагича аниқланади, $d_1 = m z_1$, $d_2 = m z_2$.

Ўқлараро масофа $a_{\text{мш}} = 0,5 (d_1 + d_2) + c$, 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

ш=т/π	t	S	h	H	б	γ	D	z _к	Шкив	
									S _к	h _к
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	40...160	1,5	1,8
2,0	6,28	1,8	1,5	3,0	0,6	50	5,0...20,0	40...160	1,8	2,0
3,0	9,42	3,0	2,0	4,0	0,6	40	12,5...50,0	40...160	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	3,5	6,5	0,8	40	25,0...100,0	48...250	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_k — 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 $L = \pi m z_2$

Тишли тасма ёрдамида узата олиш мумкин бўлган айланма куч

$$F_t = \frac{2Tk_F}{d_1} \text{ ёки } F_t = \frac{P_1 \cdot k_F}{V_1}$$

бу ерда: k_F — иш режимини ҳисобга олувчи коэффициент.

Юкланиш характери	Бир текисда	Юкланиш ўзгариши бир меъёрида	Юкланиш ўзгариши сезиларли даражада	Юкланиш ўзгариши 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 бўлган тишли тасма узата оладиган жониз кучнинг ҳисобий қиймати.

$$F_x = [F_x] \cdot C_x \cdot C_z \cdot C_n$$

бунда: $[F_x]$ — эни 1 мм бўлган тишли тасма узата оладиган куч қиймати 11.11-жадвалдан олинади.

Бу курсда лойиҳаланаётган узатмалар учун $C_x = 1,0$, $C_z, z_1 < 6$ бўлганда ишлатиладиган коэффициент.

$$C_z = 1 - 0,2(6 - z_1)$$

C_n — узатмада қамров бурчагини ошириш учун ишлатиладиган роликларни ҳисобга олувчи коэффициент. Роликлар сони битта бўлганда $C_n = 0,9$; иккита бўлганда $C_n = 0,8$. F_t — кучларнинг қиймати аниқлангач, тасманинг эни ҳисобланади.

$$b = \frac{F_t}{(F_x - qV^2) \cdot C_z} \text{ мм} \quad (11.20)$$

бу ерда: q — 1 м узунликдаги тасманинг массаси, 11.11-жадвал; C_z — тасманинг энини ҳисобга олувчи коэффициент.

$b \dots$	16	20	25	32,40	50,63	80	100
$C_z \dots$	0,7	0,95	1,0	1,05	1,10	1,15	1,20

Этаковчи шкивнинг тишлар сони $z_1 < 6$ бўлганда тасма тишларидаги босим текширилади. $q = F_t \varphi / z \cdot b h \leq [q]$, бу ерда: $\varphi \approx 2$ — тишнинг узунлиги ва баландлиги бўйича юкланишнинг ўртача қиймати ҳисобга олувчи коэффициент; $[q]$ — жониз, босим.

P_1 , мин ⁻¹ ...	100	200	400	1000	2000
$[q]$, МПа ...	2,5	2,0	1,5	1,0	0,75

Тишли тасмаларнинг ўлчамлари.
(ОСТ 38-05227-81)

11.11-жадвал

Ўлчамлари	Модуль m , мм							
	1,0	1,5	2	3	4	5	7	10
Жонз куч, $[F_0]$ Н/мм	2,5	3,5	5,0	9,0	25,0	30,0	32,0	42,0
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
Этаковчи шкивнинг айланмиш сони P_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 $n = 4$, этаковчи валдаги қувват $P_1 = 2,8$ кВт, айланмиш сони $P_1 = 960$ мин⁻¹ бўлган тишли тасмали узатма ҳисоблансин (бир текисда юкланган).

Масаланинг ечими: 1. Узатманинг модулини аниқлаймиз:

$$m = 35 \sqrt{\frac{P_1}{n}} = 35 \sqrt{\frac{2,8}{960}} = 5,0 \text{ мм}$$

Аниқланган қийматни яхлитлаб $m = 5,0$ мм деб қабул қиламиз (11.10-жадвал).

2. Этаковчи шкивнинг тишлар сони z_1 нинг қийматини 11.11-жадвалдан, узатманинг модули ҳамда этаковчи валнинг айланмиш сонига қараб танлаймиз $m = 5$, $P_1 = 960$ мин⁻¹ бўлганда $z_1 = 16$ (11.11-жадвал) бўлади.

Этаковчи шкив тишлар сони $z_2 = z_1 \cdot n = 16 \cdot 4 = 64$

3. Узатма гидроаккумуляторнинг геометрик ўлчамлари

а) тиш бўлувчи айланасининг диаметри

$$d_1 = 5 \cdot 16 = 80 \text{ мм}, d_2 = 5 \cdot 64 = 320 \text{ мм}$$

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. Ўқлараро масофа

$$a_{\text{н}} = 0,5 (d_1 + d_2) + C = 0,5 (80 + 320) + 2\text{м} = 210 \text{ мм}$$

Аниқланган қийматни яхлитлаб $a = 250 \text{ мм}$ деб қабул қиламиз.

5. Тасмадаги қадамлар сони

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

$$\frac{2 \cdot 250}{15,71} + \frac{16 + 64}{2} + \left(\frac{64 - 16}{2 \cdot 3,14} \right)^2 \cdot \frac{15,71}{250} = 75,5$$

Аниқланган қийматни яхлитлаб $L_1 = 76$ қабул қиламиз.

6. Ўқлараро масофанинг ҳисобий қиймати

$$a = 0,25t \left[L_1 - \frac{z_2 + z_1}{2} + \sqrt{\left(L_1 - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right] =$$

$$= 0,25 \cdot 15,71 \left[76 - \frac{16 + 64}{2} + \sqrt{\left(76 - \frac{16 + 64}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{64 - 16}{2 \cdot 3,14} \right)^2} \right] = 255 \text{ мм}$$

7. Етакловчи шкивнинг қамров бурчаги

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{d_2 - d_1}{a} = 180^\circ - 57^\circ \frac{320 - 80}{250} = 125^\circ$$

8. Етакловчи шкив билан илашипда бўлган тасманинг тишлар сони

$$z_o = \frac{z_1 \alpha_1}{360^\circ} = \frac{16 \cdot 125}{360} = 6$$

9. Тасманинг эни

$$b = \frac{F_1}{(F_x - qV^2)C_s} \text{ мм}$$

бу ерда:

$$q = 0,007 \text{ кг/(м} \cdot \text{мм)}, V = 4,0 \text{ м/с}, C_s = 1,0.$$

$F_x = F_0 \cdot C_v \cdot C_x \cdot C_p$ Н; $F_0 = 30$ Н/мм; $C_v = 1,0$; $C_x = 1,0$; $C_p = 1,0$.

$F_1 = P_1 \cdot k_F / V = 2,8 \cdot 10^3 \cdot 1,2/4 = 840$ Н. $k_F = 1,2$

Демак, $b = 840 / (300 - 0,00704) \cdot 1,0 = 28$ мм.

Аниқланган қийматни яхлитлаб $b = 32$ мм қабул қиламиз.

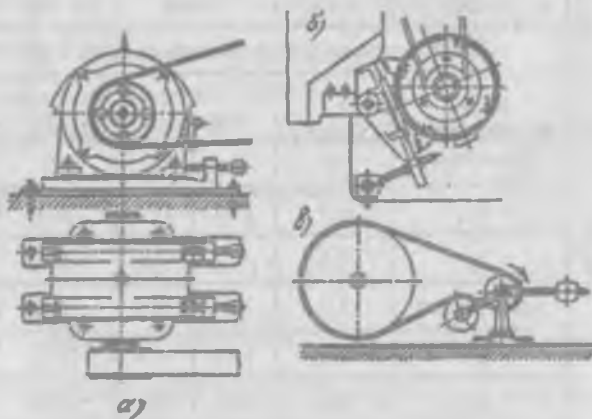
10. Валга таъсир қилувчи куч:

$$F_b = 1,1 \cdot F_1 = 1,1 \cdot 840 = 924 \text{ Н}$$

11.13-§. Тасмали узатмаларни таранглаш

Маълумки, тасмали узатмаларда иш жараёнида ҳосил бўладиган олдиқ деформация ҳисобига тасма билан шкив ўртасида босим таъсири туфайли узатманинг юкланиш даражаси камаяди. Шунингдек юқорида кўрсатилганидек, F_0 нинг қиймати тасманинг ишлаш муддати, тортиш қобилияти ҳамда ФИК қийматига таъсир қилади. Шунинг учун узатма тасмасини таранглашга алоҳида аҳамият бериш керак.

Ҳозирги вақтда тасмаларнинг зарур таранглигини таъминловчи турли усуллар мавжуд. Булардан кўпроқ ишлатиладигани тасмани зарур бўлганда таранглаб туришга имкон берадиган винтли қурилмалардир (11.19-рasm, а). Бунда тасманинг таранглиги вақти-вақти билан кузатиб турилади ва керак бўлган тақдирда винт буралиб таъминловчи шкив бириктирилган электр двигателъ маҳсус мослама шаклида ростлаб турилади. Бу усулнинг камчилиги шуки, узатманинг иши доимо назорат қилиб турилиши керак.



11.19 - расм.

Тарангликни таъминлашнинг энг оддий усулларидан яна бири тасмани осон силжийдиган қилиб ўрнатилган электр двигателни тасма билан тортиб қўйиш ёки уни ўз оғирлиги таъсирида тасмани тортиб турадиган тарзда осийдир (11.19-рasm, б, в). Бундай тарзда 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 гардишнинг эни B , мм	40, 50, 60	70, 80, 85, 100	125, 150
U	1,0	1,5	2,0

11.12-Жадвал

Шкив ариқчасини- ниг 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
	A ₁	8,5	11,0	14,0	19,0	27,0
	A ₂	2,5	3,3	4,2	5,7	8,1
	A ₃ ниг қалинлиги	7,0	8,7	10,8	14,3	19,9
	a	12,0	15,0	19,0	25,5	37,0
	f	8,0	10,0	12,5	17,0	24,0
	A ₁	34°	10,0	13,0	16,6	-
	A ₁	36°	10,1	13,1	16,7	22,7
A ₁	38°	10,2	13,3	16,9	22,9	
A ₁	40°	10,2	13,4	17,0	23,1	

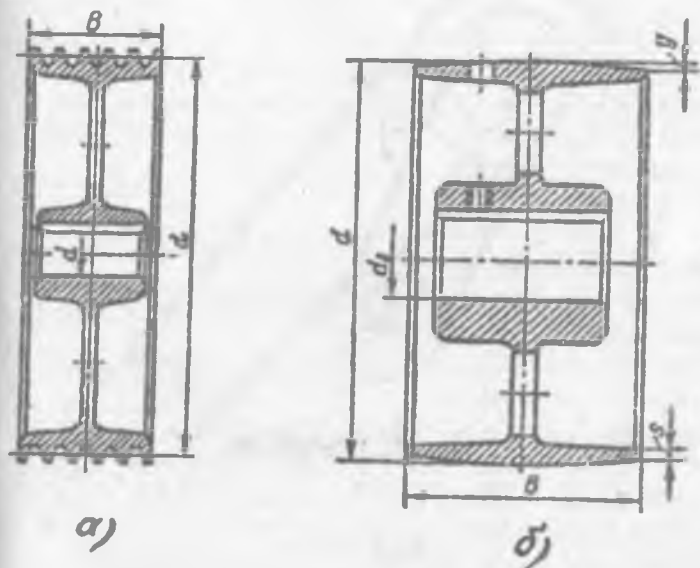
Шкивлар асосан қўйма шаклда материаллардан тайёрланади, шкивнингдек пайвандлаш йўли билан пўлат материаллардан, қўйиш йўли билан енгил қоришма материаллардан тайёрланади.

Узатманинг тезлиги 30 м/с гача бўлганда чўян материаллардан тайёрланган шкивлар ишлатилади.

Понасимон тасмали узатмаларда шкивнинг ҳисобий диаметри шкивнинг тасманинг оғирлик марказидан ўтган айлана олинади (11.20-расм, а). Шкивнинг барча ўлчамлари тасманинг турига қараб танланади.

Ясси тасмали узатма шкифларининг гардиш ўлчамлари энгил тасма юқоридаги жадвалдан олинади. Шкивнинг тузилиши (11.20-расм, б) берилган.

Понасимон тасмали шкивларнинг диаметрлари ГОСТ асосида белгиланади.



11.20 - расм.

11. 15-§. Таранглиги ўзгарувчан тасмали узатмаларни ҳисоблаш

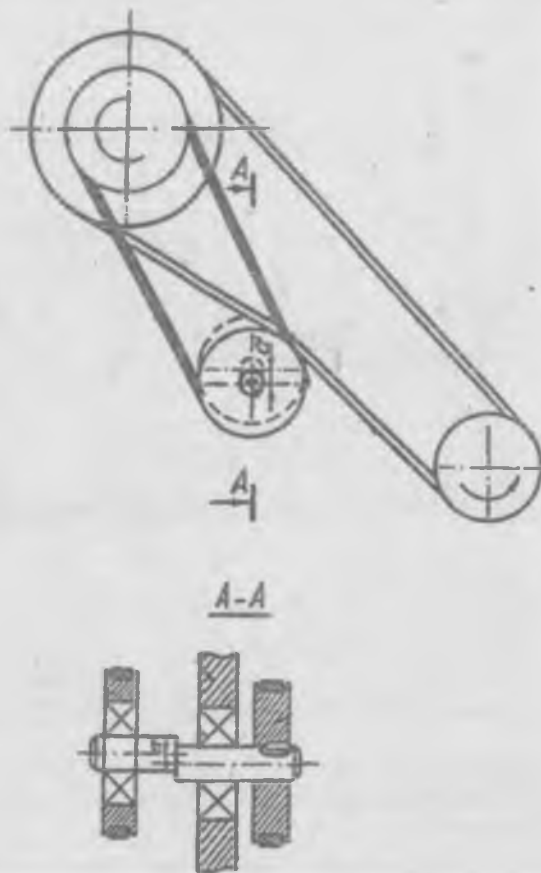
Ишлаб чиқариш шароитида, кўп ҳолларда, машина ва механизмлар ишчи органларининг керакли амплитуда ва частотада ўзгарувчан бурчак тезлик билан ҳаракат қилиши талаб этилади. Шундай ҳаракатни амалга ошириш мақсадида таранглигини ўзгартириш қурилмалари тасмали узатмалар тавсия этилади. 11.21-расмда таранглаш 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 стабиллашувчи айланнишда бурама тебранишларни юзага келтиради.

Узатманинг узатиш нисбати қуйидаги формуладан топилади:

$$\mu_{1,2} = \frac{EF}{EF - (e^{\mu\beta} - 1) \left[a \cos \left(\arctg \frac{r \sin \varphi_1}{a + r \cos \varphi_1} \right) + \sqrt{r^2 - a^2} \sin \left(\arctg \frac{r \sin \varphi_1}{a + r \cos \varphi_1} \right) - r \right] k + S_r}$$

бу ерда: a — эксцентриситет; r — айлана радиуси; E — тасманинг эластиклик модули; F — тасманинг кўндаланг кесими; μ — ишқаланиш коэффициент; β — тасманинг сирпаниш бурчаги.



11.21 - расм.

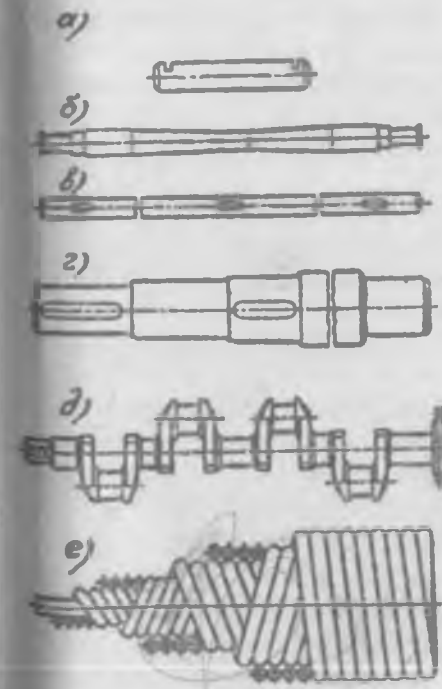
Савол ва топшириқлар

1. Тасмаларнинг кўндаланг кесими бўйича турлари қандай?
2. Тасмали узатманинг қандай турлари бор?
3. Тасмали узатмаларни бошқа узатмаларга нисбатан афзал ва камчиликларини қисқача тавсиф қилинг.
4. Тасмали узатмаларни сирпаниш коэффициентининг ҳисобга олган ҳолда қандай соғим қиймати қандай аниқланади?
5. Узатма тармоғидаги кучларнинг қиймати қандай аниқланади?
6. Ясси тасмали узатмалар қандай ҳисобланади?
7. Понасимон тасмали узатмаларни ҳисоблаш тартиби қандай?

12-606. ВАЛ ВА ЎҚЛАР.

12.1-§. Умумий маълумот

Валлар ва ўқлар — типли гилдирак, шкив ва шу каби айланувчи қисмларни ўрнатиш учун ишлатиладиган асосий деталлар ҳисобланади. Тузилиши жиҳатдан ўқ билан вал деярли фарқ қилмайди. Лекин бажарадиган ишига кўра, улар бир-биридан кескин фарқ қилади.



12.1 - расм.

Ўқларнинг вазифаси деталларнинг айланишига шароит яратиб беришдир. Бунда ўқнинг ўзи деталь билан бирга айланиши ҳам, айланмаслиги ҳам мумкин. Масалан, юк кўтарувчи машиналар таркибидаги блок кўзгалмас бўлади.

Вал ва ўқларнинг тузилиши унинг қандай иш бажаришга боғлиқ бўлиб, ҳар хил кўринишда бўлиши мумкин, масалан, текис (12.1-расм) тирсақли (12.1-расм, д) эгиловчан (12.1-расм, е).

Валларнинг вазифаси деталларнинг айланишини таъминлаш билан бирга, буровчи момент узатишдан ҳам иборат.

Ўқ фақат эгувчи кучланиш таъсирида, вал эса эгувчи кучланиш билан бир вақтда буровчи моментдан ҳосил бўладиган кучланиш таъсирида ишлайди.

Вал ва ўқлар учун материал сифатида асосан термик қайта ишлов бериш мумкин бўлган углеродли ва легирланган 45, 40Х маркали пўлат материаллар танланади. Бунда катта юкланишли машина валлари 40ХН, 40ХН2МА, 30ХГСА маркали пўлат материаллардан тайёрланиб, уларга хоссаларини яхшилаш, юқори частотали ток ёрдамда тоблаш йўллари билан термик қайта ишлов берилади. Катта тезлик билан айланувчи валларнинг materiali масалан, сирпаниш подшипниклари учун углерод билан тўйинтирилган 20Х, 12ХН3А, 18ХГТ ёки азот билан тўйинтирилган 39Х2МЮА маркали пўлат материаллардан тайёрланади. Хром билан тўйинтирилган цапфанинг сийилишга чидамлилиги 3 — 5 марта кўп бўлади.

Катта диаметрли валларнинг оғирлигини камайтириш мақсадида улар ичи ковак қилиб тайёрланади, бунда сарф қилинадиган материал миқдори 20...40% камаяди.

Тирсакли ҳамда оғирлиги катта бўлган валлар юқори даражали мустаҳкам чўян 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 ютексиллиги $R_a = 0,16...0,32$ мкм, сирпаниш подшипниклари учун эса $R_a = 0,1...0,16$ мкм бўлиши керак.

Валнинг ён томонларида, деталарни ўтқизишни осонлаштириш ҳамда ишчининг иш жараёнида ҳавфсизлигини таъминлаш учун фаска қилинади.

12.2-§. Валларни мустаҳкамликка ҳисоблаш

Валлар эгувчи момент M ва буровчи момент T таъсирига чидамлилиги, бикрлиги ҳамда титрашга чидамлилиги бўйича ҳисобланади. Ўқларни ҳисоблаш валларни ҳисоблашнинг $T = 0$ бўлгандаги хусусий ҳолидир. Одатда, валларнинг мустаҳкамлигини ҳисоблаш асосида лойиҳалаш ишн куйидаги тартибда бажарилади.

Валнинг эскизини чизиб, тахминан ҳисоблаш учун эмпирик формула ёрдамда ёки буровчи момент таъсирини ҳисобга олган ҳолда унинг диаметри аниқланади. Масалан, ёпиқ узатма етакловчи валларининг диаметрини $d = (0,35 - 0,4) a$ формула ёрдамда аниқлаш мумкин. Вал учининг диаметри фақат буровчи момент таъсирида куйидагича аниқланади.

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2[\tau]}} \text{ мм, } T = 9550 \frac{P}{n} \approx 0,2 d^3 [\tau]$$

бу ерда: T — буровчи момент, Н.м; P — қувват, кВт; n — валнинг айланиш сон, мин⁻¹, d — валнинг диаметри; $[\tau] = 15-25$ МПа бурилишдаги кучланишнинг жоиз қиймати.

Тошилган тахминий диаметрга асосланиб, валнинг тузилиши шундан келиб чиқиб 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 лозим. Валнинг четки қисми диаметрини тавлашда уни электродвигатель валга мос, яъни $d = (0,8 \div 1,2) d_{\text{м}}$ га келтириш кераклигини назарда тутиш лозим.

Валнинг тузилиши қўйилган талабга тўла жавоб беришига ишонч қилинганча, унинг мустаҳкамлиги текшириб кўрилади. Буни бундан хил усул билан амалга ошириш мумкин:

1. Жоиз кучланишлар ҳамда келтирилган момент бўйича текшириш усули (тақрибий усул).

2. Ҳавфли кесимдаги кучланишлар таъсирини эътиборга олувчи ва ҳавфсизлик коэффициентини топиш асосида текшириш усули (аниқлаштирилган усул).

12.3-§. Валларни мустаҳкамликка ҳисоблашдаги тақрибий усули

Валларни ҳисоблашнинг бу усули материаллар қаршилиги фанида тадқиқ қилинган материалларга асосланган бўлиб, валнинг ҳавфли кесимидаги диаметри келтирилган момент асосида келтирилган момент ва қўзғалувчи ва буровчи моментлар қиймати асосида аниқланади.

Ҳисоблаш схемасини тавлашда, вал таянчлари уч хил қўринишда бўлиши мумкин: қўзғалмас шарнир, қўзғалувчи шарнир ҳамда бир қаватли сиклланган ҳолатда бўлиши мумкин. Бунда подшипникка таъсир қилувчи ҳамда бўйлама кучлар таъсири бўлганда қўзғалмас шарнирли ва буровчи, фақат радиал кучлар таъсири бўлганда қўзғалувчан шарнирли ва буровчи кучлар олиш тавсия этилади.

Валга ўрнатилган тишли ғилдирақлар ўзаро иланганда юкланиш ғилдирақнинг бутун эни бўйлаб таъсир этади, лекин ҳисоблашда кучлар бир нуқтага таъсир қилади, деб қабул қилинади. Агар ғилдирақ таъсир қилувчи кучлар ўртасидаги бурчак 30° гача бўлса, таъсир битта текислик деб қаралади.

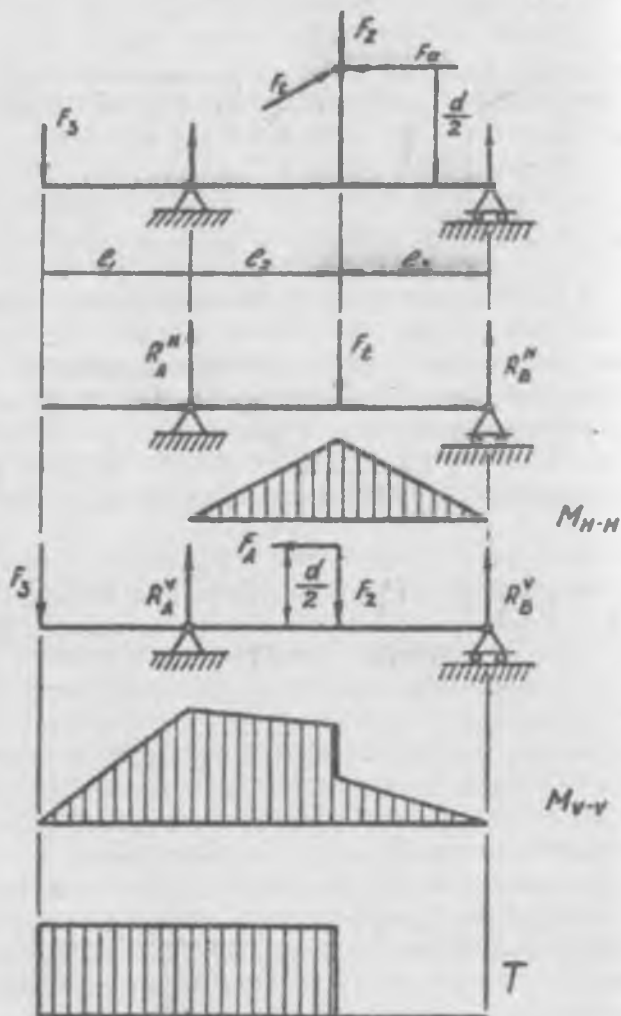
12.2-расмда валга F_1 , F_2 , F_3 кучлар ҳамда занжирли узатмадан таъсир қилувчи F_4 куч схемаси берилган. Агар узатма вали

депозити билан муфта ердамида бириктирилган бўлса вални қўшимча равишда F_{Σ} куч билан юклайди. F_{Σ} кучнинг йўналиши ҳар хил бўлиши мумкин. Ҳисоблаш учун унинг йўналишини F_{Σ} куч йўналган томонга йўналтирилади.

Валларни ҳисоблашда F_{Σ} нинг тахминий қиймати қуйидагича аниқланади.

$F_{\Sigma} = (0,2 \div 0,5) F_{\Sigma}$. Бу ерда: F_{Σ} — муфта учун айланма куч.

Ҳисоблашда F_{Σ} қийматини бир поғонали стандарт ёшиқ узатма стакловчи ва стакланувчи валлар учун $F_{\Sigma} \approx 125 \sqrt{T_1}$ кўп поғонали



12.2 - расм.

тих узатмалар учун $F_{\Sigma} = 250 \sqrt{T_1}$ деб олиш тавсия этилади (T — T ҳисобида).

12.2-расмда валга таъсир қилувчи кучлар горизонтал ҳамда вертикал текисликларга бўлиниб, шу текисликлар учун эгувчи момент (M_{H-H} , M_{V-V}) эпюраси тасвирланган. Бу эгувчи момент қийматлари асосида валнинг энг ҳавфли кесими учун эгувчи моментнинг қиймати аниқланади, яъни $M_y = \sqrt{(M_{H-H})^2 + (M_{V-V})^2}$. M_{H-H} , M_{V-V} — горизонтал ҳамда вертикал текисликлар учун эгувчи момент қийматлари.

Буровчи момент T эпюраси кўрилиб, валга таъсир қилувчи моментларнинг эквивалент қиймати аниқланади:

$$M_{\Sigma} = \sqrt{M_y^2 + T^2}$$

Бу асосида вал ҳавфли кесимининг диаметри аниқланади:

$$d = \sqrt{\frac{M_{\Sigma}}{0,1 \cdot [\sigma]_{\Sigma}}} \text{ мм} \quad (12.1)$$

бу ерда: $[\sigma_{\Sigma}] = 50-60$ МПа эгилишдаги кучланишнинг дозаси қиймати.

12.4-§. Валларни мустаҳкамликка ҳисоблашнинг аниқлаштирилган усули

Валлар ишлаш жараёнида асосан статик кучлар таъсирида эмас, балки толиқиш натижасида ишга яроқсиз ҳолатга келади (статик кучлар таъсирида ишдан чиқиши камдан-кам учрайди).

Валларнинг толиқиши уларнинг юкланиш характериға боғлиқ бўлади. Юкланиш характериғи кўпинча аниқ билиш қийин бўлганлиги учун эгилишдаги кучланишнинг қийматини аниқлашда аниқлиги характери симметрик (1.1-расм, а га қаранг) деб, буровчи момент таъсири ўзгарувчан бўлганлиги учун буралишдаги кучланиш қийматини аниқлашда эса юкланиш характери ноллик деб қабул қилинган (1.1-расм, в га қаранг).

Валларни мустаҳкамликка ҳисоблашнинг аниқлаштирилган усулида таъсир этувчи моментлардан ташқари, ҳавфли кесимлардаги кучланишлар тўпланишини, валнинг геометрик ўлчамлари ҳамда шарт тозалитигининг кучланишлар қийматига таъсири ҳам эътиборга олинган ҳолда ҳавфли кесим учун, (тақрибий усулда ҳавфли кесимнинг диаметр аниқланган) ҳавфсизлик коэффициентини қуйилагича 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 ҳавфсизлик коэффициенти.

$$S_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{k_d \cdot k_F} \cdot \tau_a + \psi_{\tau} \cdot \tau_m} \text{ — уринма кучланишлар буйича ҳавфсиз-}$$

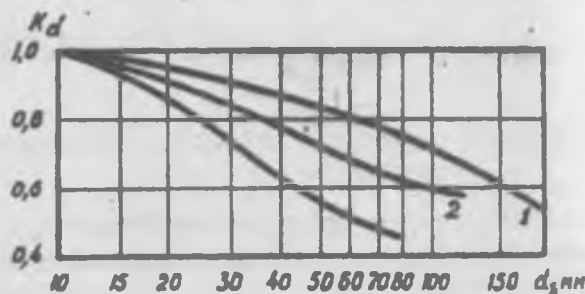
лик коэффициенти.

Бу ерда: σ_a, τ_a — кучланиш циклининг ўзгарувчан қисми (1.1-расм, а, б).

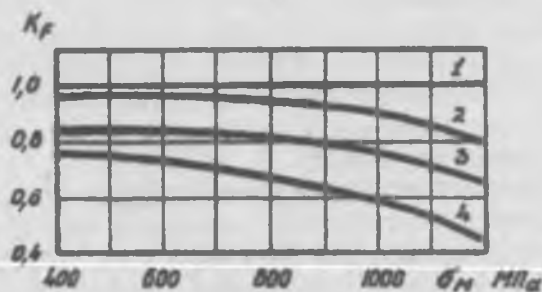
σ_m, τ_m — кучланиш циклининг ўзгармас қисми (1.1-расм, а, б).

$\sigma_m = 0; \sigma_a = \sigma_x = M_y / (0,1 d^3); \tau_m = \tau_a = 0,5 \tau = 0,5 T / (0,2 d^3)$

$\psi_{\sigma}, \psi_{\tau}$ — кучланишлар циклининг ўзгармас қисмини мустаҳкамликка таъсирини эътиборга олувчи коэффициентылар.



а)



б)

12.3 - расм.

Бу коэффициент қийматлари вал материалынинг характеристикасига боғлиқ бўлиб, қуйидагича олинади:

Кам углеродли материаллар $\psi_s = 0,05$, $\psi_t = 0$.

Ўртача углеродли материаллар $\psi_s = 0,10$, $\psi_t = 0,05$.

Пегирланган пўлат материаллар $\psi_s = 0,15$, $\psi_t = 0,1$.

$\sigma_{-1} = 0,43 \sigma_s$, $\tau_{-1} = 0,58 \sigma_{-1}$ — вал материалынинг чидамлилиқ чегараси.

k_s , k_t — вал диаметрини ҳамда сирт тозалигини ҳисобга олувчи коэффициентларнинг қийматлари 12.3-расм а, б ларда график шаклида берилган.

k_s , k_t — валларни эгилиш ва буралишида кучланишларнинг ўрнатилишини ҳисобга олувчи коэффициент, уларнинг қийматлари 2.1, 12.2-жадвалдан олинади.

Валларнинг шиллиқ, шпонкали кесимлари учун k_s , k_t
коэффициент қийматлари

12.1-жадвал

σ_s , МПа	Шиллиқлар учун, k_s	Эвольвентоли шилликлар учун, k_s	Тўғри бур- чакли шиллиқ- лар учун k_s	Шпонкали валлар учун k_s	Шпонкали валлар учун k_t
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 юзига азот билан тўйинтириш, чидамлилигини эса ю.ч.т. ёрдамида ошлаш йўллари билан 50% гача ошириш мумкин.

Ишлаш жараёнида пластик деформация бўлишига йўл қўймас-лик учун статик кучларга мустаҳкамлиги текширилади. Бунда эквивалент кучланиш қуйидагича аниқланади.

$$\sigma_{\text{эк}} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma] \quad (12.3)$$

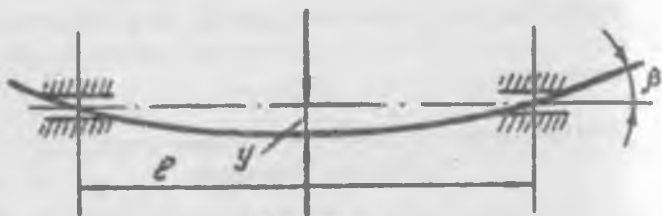
бу ерда: $\sigma_x = M / (0,1 d^3)$, $\tau = T / 0,2 d^3$

M , T — вал ҳавфли кесимидаги эгувчи ва буровчи моментлар.
Амалда кучланишнинг энг катта қиймати вал материалынинг чидамлилиқ 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 бўлган деталларнинг ишига салбий таъсир кўрсатади. Шу сабабли валларнинг эгилишдан ҳосил бўладиган салқиликнинг ҳамда таянчга нисбатан қиялик бурчагининг қиймати маълум чегарадан ортиб кетмаслиги лозим (12.4-расм). Масалан, думалаш подшипниклари ўрнатилган валлар айланганда думалаш элементлари ҳалқаларда сиқилмаслиги, роликли подшипник ўрнатилган валда юктаниш ролик узунлиги бўйича бир текис тақсимланиши лозим.



12.4-расм.

Салқиликнинг жониз қиймати валнинг тузилиши, ишлаш шароити ҳамда қўйилган талабларга кўра, ҳар бир ҳол учун алоҳида белгиланади. Масалан, тишли гилдирак ўрнатилган валлар учун салқиликнинг энг катта қиймати $(0,0002 - 0,0003) l$ дан ошмаслиги керак, бу ерда l — таянчлар ўртасидаги масофа. Цилиндрсимон тишли гилдирак учун салқилик қиймати $[y] = 0,01 m$; конуссимон тишли гилдираклар учун $[y] = 0,005 m$.

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; Сирпанич подшипниги учун 0,001; тишли гилдирак ўрнатилган кесимлар учун 0,001 — 0,002 бўлиши керак.

Валлар учун қиялик бурчаги унинг узунлигига боғлиқ бўлиб ҳар бир метр узунлигига 0,20—...1° гача бўлиши мумкин.

12.6-§. Валларнинг титрашга чидамлилигини ҳисоблаш

Бундан асосий мақсад валларнинг синишига сабаб бўладиган резонанс ҳодисасига йўл 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 тапқи кучларнинг таъсир этиш частотаси хусусий тебраниш частотаси

тасита мос келиб қолади. Бундай ҳолларда тебраниш амплитудаси ҳескин катталашади ва оқибатда вал синади. Демак, резонанс ҳодисаси содир бўлмаслиги учун валларнинг мазкур шароитдаги айланиш тезлигининг қиймати айланишлар частотасининг критик қийматига тенг бўлиб қолмаслиги керак. Айланиш частотасининг критик қиймати қуйидагича топилади:

$$n_{кр} = \frac{30\omega_{кр}}{\pi} = \frac{30}{\pi} \sqrt{q/Y_{ст}} \quad (12.4)$$

бу ерда: $\omega_{кр}$ — тапқи куч таъсирида ҳосил бўлган тебраниш частотасининг (бурчак тезлигининг) критик қиймати; $q = 9,81 \text{ м/с}^2$, ернинг тортиш кучидан ҳосил бўладиган тезланиш; $Y_{ст}$ — валда ҳосил бўладиган статик салқилик.

12.2-жадвал

Поғонали валда галтель кесим учун k_y , k_z қийматлари

ψ/r	r/d	σ_M , МПа бўлганда k_y				σ_M , МПа бўлганда k_z			
		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 салқитик қийматида фойдаланилса, критик айланиш частотаси критик қийматга етган валлар тўсатдан синиб кетмайди. Шу сабабли, талаб қилинган ҳолларда валларнинг (масалан, тиш даволашда ишлатиладиган машиналар эгилувчан валлари) ҳисобий айланиш частотаси критик қийматидан катта бўлиши ҳам мумкин. Бундай ҳолларнинг узок давом этмаслигини таъминлаш лозим. Бундан ташқари, резонанс ҳодисаси критик айланиш частотасининг каррали қийматларида ($2P_{кр}$, $3P_{кр}$ ва ҳ.к.) тақрорланиб туради, буни ҳам эсдан чиқармаслик керак.

Одатда, резонанс ҳодисаси рўй бермаслиги учун бикр валларда $P < 0,7 P_{кр}$, эгилувчан валларда эса $P \leq 1,3 P_{кр}$ бўлишини таъминлаш даркор.

Савол ва топшириқлар

1. Вал билан ўқнинг фарқи нимадан иборат?
2. Вал ва ўқларнинг тузилиши қандай?
3. Валларда бўйин, цапфа, тоvon нима?
4. Қандай ҳолларда ва буровчи момент бўйича текширилади?
5. Вал ва ўқларнинг ҳавфсизлик коэффициенти қиймати қандай ҳисобланади.
6. Валларни бикрликка ҳисобланг

13 - б о б . ПОДШИПНИКЛАР

13.1-§. Умумий маълумотлар

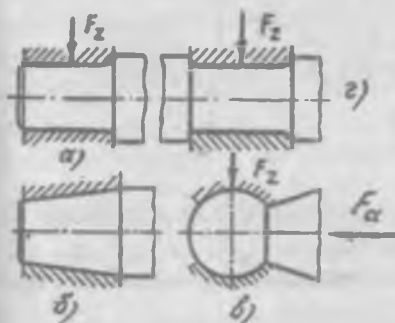
Подшипниклар вал ҳамда ўқларнинг таянчларига ўрнатилиб, таянч вазифасини ўтайди, яъни таянчга тушадиган кучни бевосита қабул қилади.

Машиналарнинг ишлатиш ва ишга чидамтиятини подшипникнинг сифатига кўп жиҳатдан боғлиқ. Шунинг учун подшипникларни танлаш ва иш жараёнида уларни кузатиб туриш масалаларига алоҳида эътибор бериш лозим.

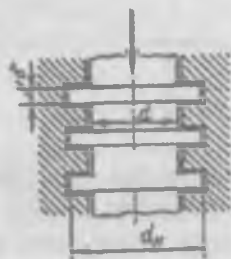
Айланастан вал ёки ўқ шиплари подшипникларда ишқалинади. Ана шу ишқаланишнинг турига қараб подшипниклар сирпаниш подшипниклари билан думалаш подшипникларига бўлинади. Шунингдек, ҳар хил йўналишда таъсир қиладиган кучлар учун ҳар хил подшипниклар ишлатилади. Масалан, вал ўқиға тик таъсир қилувчи кучларни қабул қилиш учун радиал подшипниклар; вал ўқи бўйлаб йўналган кучларни қабул қилиш учун тирак подшипниклар; вал ўқиға тик ҳамда вал ўқи бўйлаб таъсир қилувчи кучлар учун радиал тирак подшипниклар ишлатилади.

13.2-§. Сирпаниш подшипниклари

Сирпаниш подшипникларида сирпаниб ишқаланиш ҳодисаси содир бўлади. Вал ва ўқларнинг таянчларга мўлжалланган қисми цапфа дейилади. Цапфанинг шакли цилиндрсимон, конуссимон (13.1-расм, а, б), золдирсимон (13.1-расм, в) бўлиши мумкин. Бу



13.1 - расм.

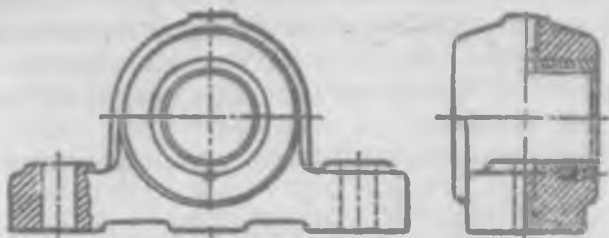


13.2 - расм.

таянчлар ва ёки ўқнинг учида жойлашган бўлса ш и п деб, ўртасида жойлашса бўй и н деб аталади. Агар вал ёки ўқнинг цапфаси ўларнинг 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 ажратмайдиган ва ажраладиган подшипникларга бўлинади.

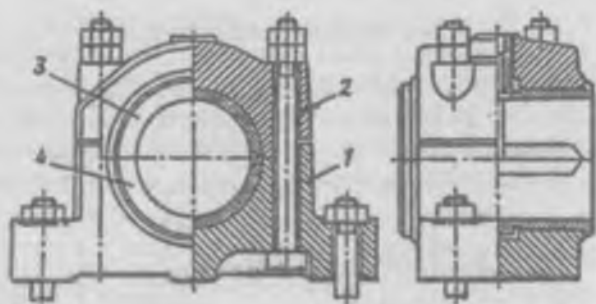
Ажратмайдиган ичқўймасиз подшипникларнинг тузилиши оддий бўлиб, вақти-вақти билан ишлайдиган секин ҳаракатланувчи машиналарда ишлатилади (13.3-расм).



13.3 - расм.

Ажраладиган подшипниклар (13.4-расм) корпус 1, икки бўлак қўйма 2, қопқоқ 3 ҳамда маҳкамлаш учун ишлатиладиган болт билан иборат бўлади.

Сирпаниш подшипникларининг ишлатилиш соҳалари думалаш подшипникларига нисбатан кам бўлиб, қуйидаги ҳолларда:



13.4 - расм.

1. Таянчларда ажраладиган подшипниклар ~~исхлатилиши~~ керак бўлганда (масалан, тирсакли валлар).

2. Диаметри жуда катта оғир вал таянчларида, бундай валлар учун думалаш подшипниклари тайёрланмайди.

3. Катта тебраниш билан айланувчи вал таянчларида, бунда мой қатлами бу тебранишларни сўндиради.

4. Подшипникларнинг диаметр бўйича ўлчамлари нисбатан кичик (валнинг диаметрига яқин) бўлганда.

5. Таянчларга юқори даражада аниқлик билан тайёрланадиган подшипниклар ўрнатилиши талаб этилганда.

6. Бурчак тезлиги юқори бўлган вал таянчларида ~~исхлатилади~~.

13.3-§. Подшипник ичқўймалари

Сирпаниш подшипникларининг асосий деталлари ичқўйма бўлиб, у ажралмайдиган втулка кўринишида ҳамда ажраладиган икки паллали қилиб тайёрланади.

Ичқўймаларнинг ишқаланиш юзаси бутун йишлатиш давомида жуда кам ейилади. Ичқўймаларнинг мустақкамлигини таъминлаш учун уларнинг пўлат, чўян ёки бронза материал юзалари антифрикцион материал билан қопланади.

Корпусга ўрнатиладиган ичқўймаларнинг қалинлиги қуйилатиш аниқланади.

$$\delta_{\text{п}} = (0,035 \dots 0,05) d + 2,5$$

бу ерда: d — цапфа диаметри. Қоплаш учун ишлатиладиган антифрикцион материалларнинг қалинлиги $\delta = 0,01 d$. Полиамид материалдан тайёрланган ичқўймаларнинг қалинлиги $\delta_{\text{п}} = (0,04 \dots 0,05) \cdot d + 1$; қоплаш учун ишлатиладиган антифрикцион пластмасса материалларнинг қалинлиги $\delta_{\text{п}} = (0,015 \dots 0,02) d$ бўлади.

Катта серия билан тайёрланадиган ичқўймаларнинг иш унумдорлигини ошириш учун ишқаланиш юзасига лента қопланади. Бунда лентанинг қалинлиги 1,5...2,5 мм гача бўлиб, қоплаш учун ишлатилган материалнинг қалинлиги 0,2...0,3 мм гача бўлиши мумкин.

Сирпаниш подшипникларининг ишлаш сифатига подшипник узунлигининг диаметрига нисбатининг қийматлари катта таъсир қўйсади. Масалан, l/d нисбат қийматлари кичик бўлса, узелдан мой оқиб кетиш ҳавфи туғилади, бу қиймат катта бўлганда ишқаланиш юзасида босим камаяди, лекин таянчларда босим ошиб узел қизиб кетиши мумкин. Шунинг учун бу қийматларни ишлаш шароитларига қараб олиш тавсия этилади. Масалан, калта сирпаниш подшипникларда $l/d \approx 0,3...0,4$ бурчак тезлиги катта бўлган автомобилъ двигателларида 0,5...0,6; дизель подшипникларида 0,5...0,9; суюқликдаги ишқаланиш таъминланган прокат станокларда 0,6...0,9; умумий машинасозликда эса 1,5 гача қабул қилиш мумкин.

13.4-§. Подшипник ичқўймалари учун материаллар

Сирпаниш подшипникларининг ишқаланиш юзасининг антифрикцион хусусиятлари ўзаро ишқаланиш материалларга кўп ҳаддан боғлиқ. Пулат материаллардан тайёрланган ичқўйма ҳамдан-кам ҳолларда чўян материаллардан тайёрланган валларнинг шприфаси билан жуфт ҳосил қилади. Бунда валнинг таннархи ичқўйманинг таннархига нисбатан юқори бўлганлиги учун, бу вал шприфаси ичқўймага нисбатан кам сийлиши керак. Шунинг учун вал таянчлари юзасига термик қайта ишлов бериб, сўнг углерод ва азот билан тўйинтирилиб, ишқаланиш қаттиқлиги HRC 55 - 60 гача етказилади.

Ичқўйма материаллари ишқаланиш коэффициентини кам, сийлишчанлик, шприқлик 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 қоплаш қийин бўлган ҳолларда ишлатиш тавсия этилади, чунки материаллар (графит, дисульфид, молибден, ПГЭФ) ўз-ўзини қоплаш хусусиятига эга. Ишқаланиш юзасидаги босим темир графит қотишмасидан ҳосил бўлган ичқўймаларда сирпаниш тезлиги 0,1 бўлганда $q = 15$ МПа гача бўлиши мумкин.

Металлмас материаллардан, яъни пластмасса (капрон, текстолит), прессланган ёғочлар (бук, дуб), резиналардан ичқўймалар тайёрлаш мумкин. Бундай ичқўймаларнинг афзаллиги шундаки, узелни мойлаш учун сув ишлатилади. Пластмассадан тайёрланган ичқўймаларда сирпаниш тезлиги $0,5 \text{ м/с}$ бўлганда, босим $q = 10 \text{ МПа}$ гача бўлиши мумкин.

13.5-§. Подшипникларнинг ишлаш шароити ва емирилиши

Вал айлана бошлаши билан унинг сирти подшипникдаги ичқўйма устида сирпаниб ишқалана бошлайди. Ичқўйма сиртининг ейилиши маълум чегарадан ортиб кетса, механизмнинг ишлаши ёмонлашади.

Подшипникнинг чидамлилиги, асосан, ейилиш суръати билан белгиланади. Ейилишнинг суръати кўп жиҳатдан ишқаланиш жараёни содир бўлаётган сиртлар орасидаги муҳитга боғлиқ. Ана шу муҳитга қараб, ишқаланиш уч турга бўлинади:

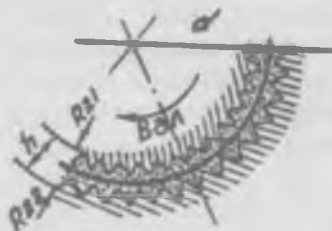
1. Куруқ ишқаланиш — мойланмаган сиртлар орасидаги ишқаланиш.

2. Суюқликдаги ишқаланиш. Бунда ишқаланаётган сиртлар ўзаро қовушқоқ мой қатлами билан бутунлай ажралган ҳолда бўлади. Мой қатламининг қалинлиги цапфа ҳамда ичқўйма сиртларида ишлов беришдан ҳосил бўлган нотекисликлар йиғиндисидан албатта катта бўлиши керак (13.5-расм).

Суюқликдаги ишқаланишнинг ҳаракатга кўрсатадиган қаршилиги жуда кичик (ишқаланиш коэффициенти $0,005$) бўлади. Шунинг учун сирпаниш подшипникларидан фойдаланилганда суюқликда ишқаланиш бўладиган шароит яратишга ҳаракат қилиш керак.

3. Нам куруқ ва ним суюқликда ишқаланиш. Бунда иш сиртлари етарли даражада мойланса ҳам, аммо икки сиртнинг батамом ажратиб турадиган мой қатлами бўлмайди. Ишқаланиш куруқ ишқаланишга яқин бўлса, ним куруқ ишқаланиш, суюқликда ишқаланишга яқин бўлса, ним суюқликда ишқаланиш дейилади.

Ним суюқликда ишқаланиш содир бўлганда ишқаланиш коэффициенти $0,008 \dots 0,1$ оралиғида, ним куруқ ишқаланиш рўй берганда эса $0,1 \dots 0,2$ оралиғида бўлади. Ишқаланишнинг юқоридаги турларидан сирпаниш подшипниклари учун энг маълум суюқликда ишқаланишдир.



13.5 - расм.

13.6-§. Суюқликда ишқаланиш режимида ишлаш шартлари

Суюқликда ишқаланиш режимида тааллуқли масалаларни ёритиш жойлашнинг гидродинамик назариясига асосланган бўлиб, бу назария 1883 йили Н.П.Петров томонидан яратилган. Бу назария қувушқоқ суюқликнинг гидродинамикасига тегишли дифференциал тенгламалар воситасида босим, тезлик ва суюқлик муҳитида ишқаланишга кўрсатиладиган қаршилик каби омилларни бир-бири билан боғлайди.

13.6-расмда мой билан тўлдирилган муҳитда устма-уст жойлаштирилган иккита A ва B жисмига F куч таъсир этмоқда. Бунда A жисм B жисмга нисбатан V_1 тезлик билан ҳаракат қилмоқда. Агар V_1 тезлик қиймати кам бўлса, A жисм B 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_{cr} қийматга етганда, яъни $V_1 < V_{cr}$ бўлганда A жисм мойни сидириб улгура олмайди, натижада у мой қатлами устига кўтарилиб, чап томонга энгашган ҳолда ҳаракатни давом эттира бошлайди. Оқорида эслатиб, ўтилган назарияга кўра, ўзаро ҳаракатланаётган икки жисм орасидаги бўшлиқ понасимон шаклда бўлса, жисмлар ўртасида гидродинамик босим q ҳосил бўлади. Бу босимнинг қиймати ташқи юкланишнинг қийматига етгач, A жисм B 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 бўшлиқ албатта понасимон шаклда бўлиши шарт.

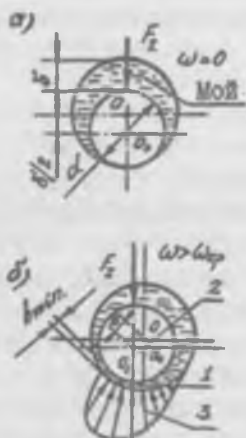
Биз кўрган мисолда A жисмнинг ўнг томонидаги мой кўтарилиб, бу эса понасимон бўшлиқ ҳосил қилишга ёрдам беради, агарда бу шарт бажарилмаса понасимон бўшлиқ ҳосил бўлмайди (13.6-расм, а).



13.6 - расм.

Масалан, радиал подшипникларда (13.7-расм, б) цапфа билан ичқўйма диаметрлари орасидаги фарқ тўфайли иш жараёнида понасимон бўшлиқ ҳосил бўлади. Ҳаракатсиз турган вал ўз оғирлиги билан ичқўймани босиб туради, яъни бундай ҳолатда паст томонда паст орасида ҳеч қандай бўшлиқ ҳосил бўлмайди (13.7-расм, а). Оқори томонидаги бўшлиқ жониз максимум қийматга етади. Вал-

нинг ҳаракат тезлиги маълум критик қийматдан ошиб, бўшлиқдаги мойнинг гидродинамик босими валнинг оғирлигини енгадиган даражага етгач, цапфа билан ичқўйма орасида мой қатлами ҳосил бўлиб, иш сиртлари бир-биридан батамом ажралади (13.7-расм, б). Валнинг айланиш частотаси ортган сари мой қатламининг қалинлиги катталашиб, цапфанинг маркази ичқўйма марказига яқинлашиб боради. Бироқ уларнинг маркази ҳеч қачон бир нуқтага тўғри келиб қолмайди, чунки бундай ҳолда понасимон бўшлиқ ва демак, гидродинамик босим йўқолиб, вал ўзининг оғирлиги таъсирида паст томонга силжийди. Бу деган сўз ҳар қандай шароитда ҳам, юқоридаги шартлар бажарилса, понасимон бўшлиқ сақланади.



13.7 - расм.

Тадқиқотларнинг кўрсатишича, маълум ўлчамли подшипникда ҳосил бўладиган мой қатламининг қалинлиги h иш режимини белгилайди ва $\mu\omega/q$ тарзда ифодаланадиган ўлчамнинг 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 бўшлиқ понасимон шаклда бўлиши;

б) jismlarнинг бир-бирига нисбатан ҳаракатланиш тезлиги мой қатламида ташқи юкланишга тенг келадиган гидродинамик босим ҳосил қила оладиган бўлиши;

в) маълум қовушқоқликдаги мой старли даражада ва узлуксиз етказиб берилиши лозим.

Маълумки, ҳамма хел суюқликлар, газлар маълум даражадаги қовушқоқликка эгадир, демак керакли шарт-шароитлар яратилса, бу суюқлик ва газлардан сиртларни мойлашда фойдаланиш мумкин.

13.7-§. Сирпаниш подшпикларини шартли ҳисоблаш

Валнинг мустаҳкамлиги ва бикрлиги ҳисобланганда цапфанинг диаметри аниқланади. Ним куруқ ва ним суюқлик шароитда ишлаётган сирпаниш подшпиклари шартли ҳисобланади. Бунда цапфа билан ичқўйма ўртасидаги ўртача босимнинг қиймати чегараланади, натижада мойлашга шароит яратилади.

Ҳисоблашнинг асосий шarti шуки, цапфа билан ичқўйма ўртасидаги босим бир текисда тақсимланади, деб олинади. Чунки бу босимнинг ҳисобий қиймати цапфа билан ичқўиманинг бикрлигига, йиғишда қўйилган хатоликлар, ишлаш режими ва бошқа омилларга боғлиқ бўлб унинг аниқ қийматини топиш қийин.

Цапфа — ичқўймада ним куруқ, ним суюқликдаги ишқаланиш бўлганда ейилишга чидамлиликлни яқин хил йўл билан ҳисоблаш мумкин:

- а) солиштирма босим бўйича;
- б) солиштирма босим билан сирпаниш тезлигининг кўпайтмаси 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 — шп (бўйин)нинг узунлиги; V — сирпаниш тезлиги, м/с; $[q]$ — солиштирма босимнинг жоиз қиймати, МПа. $[qV]$ — солиштирма босим ва сирпаниш тезлиги кўпайтмасининг жоиз қиймати, МПа м/с

13.1-жа д в а л

Ичқўйма материали		$\leq V$, м/с	$[q]$, МПа	$[qV]$, МПа · м/с
Сирпанг чўян — СЧ36		0,5	4	-
Силициффрикцион чўян	АКЧ — 1	5	0,5	2,5
	АВГ — 2	1	12	12
Бронза	БрОФ10 — 1	10	15	15
	БрАЖ9 — 4	4	15	12
Таллокерамика. Бронза-графит		2	4	-
Астмасса-капрон АК-7		4	15	15
Пинн (сув билан мойланганда).		-	2...6	-

Цапфани лойиҳалаш учун $\varphi = l / d$ нинг қиймати танлаб олинади. 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 бўйича ҳисоблаш

Юқорида қўрилган гидродинамик назария асосида радиал подшипникларни сууюқликда ишқаланиш режими бўйича ҳисоблашни қўриб чиқамиз.

Одатда, подшипникларни ҳисоблашда цапфанинг диаметри d юкланиши F , ва айланиш частотаси Π (ёки ω) берилган бўлади. Ҳисоблаш натижасида подшипникларнинг узунлиги l вал билан ичқўйма ўртасидаги бўшлиқ δ , мой тури μ аниқланади.

Подшипникларни сууюқликда ишқаланиш режими бўйича 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-рasm). l/d —

подшипникнинг нисбий узунлиги;
 $\varphi = \delta / d$ — подшипникдаги нисбий бўш-

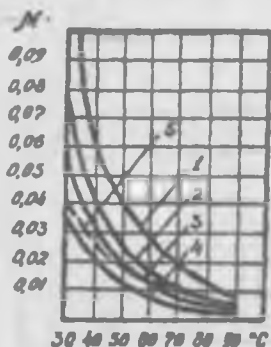
лик; $\chi = \frac{\zeta}{\delta/2}$ — нисбий эксцентриситет

(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 $l/d = 0,5 \dots 1$ оралиғида олинади. Нисбий қийматлари

($l/d < 0,4$) бўлган подшипниклар, камроқ юкланиш билан ишлайди; узун подшипниклар $l > d > 1$ эса юқори даражада аниқлик билан тайёрланиши ва жуда бикр бўлиши керак. Акс ҳолда цапфанинг ҳамма нуқталарини ичқўймага бир текисда тегиб турадиган қилиб жойлаштириш қийин бўлади, бу эса механизм ишига салбий таъсир кўрсатади.



13.8 - рasm.

Қабул қилинган нисбий узунликнинг қанчалик тўғри танлан-
ганлиги (13.1) формула ёрдамида текшириб кўрилади.

2. Нисбий бўшлиқнинг қиймати аниқланади. Эмперик формула
ёрдамида нисбий бўшлиқнинг тахминий қийматини аниқлаш
мумкин:

$$\psi \approx 8 \cdot 10^{-4} V^{0.25}$$

бу ерда: V — папфанинг айланма тезлиги, м/с.

Шунингдек, нисбий бўшлиқ қийматини папфанинг диаметрига
нисбатан қуйидагича олиш тавсия этилади:

$d = 100$ мм бўлганда $\psi = 0,003...0,001$.

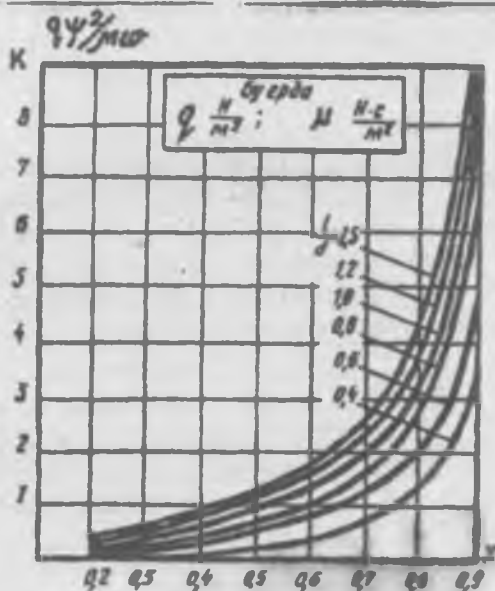
$d = 100 - 500$ мм бўлганда $\psi = 0,002...0,001$.

$d = 500 - 1000$ мм бўлганда $\psi = 0,0015...0,0003$.

Диаметри нисбатан кичик (250 мм гача) бўлган валлар учун δ
нинг қийматини стандартда келтирилган ўтказишлар Н7/г7, Н9/
е8, Н7/е8 нинг бирортаси учун қабул қилинган бўшлиқлар қиймати
билан мослаштириш тавсия этилади.

3. Мойнинг тури ва ишлаш жараёнидаги ўртача иссиқлиги
аниқланади. Мойнинг тури унинг қовушқоқлиги ҳамда ишлатилиш
соҳаларини ҳисобга олган ҳолда ГОСТ бўйича танланади.

13.8-расмда сирпаниш подшипниклари учун ишлатиладиган
мойларни қизишга нисбатан қовушқоқлиги графикда берилган



13.9 - расм.

(графикдаги 1,2,3,4,5 эгри чизиклари, бу 45,30,20,12,22 маркали мойларга тегишли).

Мойнинг ўртача иссиқлигига нисбатан 13.8-расмдаги графиклар бўйича мойнинг қовушқоқлигини танлаш мумкин.

4. Аниқланган q , ψ , μ ва берилган бурчак тезликдан фойдаланиб, подшипникнинг юкланиш даражасини белгилловчи 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 ичқўйма орасидаги бўшлиқ 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:

$$h_{\min} = R_{x1} + R_{x2}$$

бу ерда: R_{x1} , R_{x2} — цапфа билан ичқўймасиртларидаги нотекисликларнинг ўртача баландлиги; буларнинг қийматлари сиртларнинг аниқлик даражасига боғлиқ бўлиб, амалий ҳисоблашларда цапфа учун $R_{x1} = 3,2$ мкм, ичқўйма учун $R_{x2} = 6,3$ мкм олиш тавсия этилади.

6. h , $h_{\min}$ қийматлар бўйича, подшипник мой қатламининг ишончлилик ҳавфсизлик коэффициенти аниқланади ва жоиз қиймат билан солиштирилади, яъни:

$$S_1 = h / h_{\min} \geq [S_1] = 1,5 \dots 2$$

шарт бажарилиши керак.

Шунинг билан радиал подшипникларнинг тақрибий ҳисоблаш якунланади, лекин ҳисоблашда мойнинг иссиқлиги тахминан олинганлиги учун мойнинг қовушқоқлиги ҳам ўзгариши мумкин, натижада мой қатламининг қиймати, яъни $h_{\min}$ ўзгаради. Бу йўл қўйилган хатоликларни ҳавфсизлик коэффициент қийматини ошириш йўли билан бартараф қилиш мумкин.

Савол ва топшириқлар

1. Сиртнинг подшипниклари. Ишлатилиш соҳалари. Афзаллик ва камчиликлари ҳақида сўзлаб беринг.

2. Сиртнинг подшипникларининг ишлаш жарасида ҳосил бўладиган ишқаланиш турлари.

3. Қандай ҳолларда ним қуруқ, ним суяқ ҳамда суяқ ишқаланиш шартларидан фойдаланилади?

4. Сиртнинг подшипникларини мойлаш учун қандай мойлар ишлатилади?

5. Қандай ҳолларда сирпаниш подшипниклари учун сууқ, қуюқ мойлар қўйилади?
6. Ним қуруқ ҳамда ним сууқ ишқаланиш билан ишлайдиган сирпаниш подшипниклари қандай ҳисобланади?
7. Подшипник ичқўймаларини тайёрлаш учун қандай материаллар ишланади?

14-БОБ. ДУМАЛАШ ПОДШИПНИКЛАРИ

14.1-§. Умумий маълумотлар

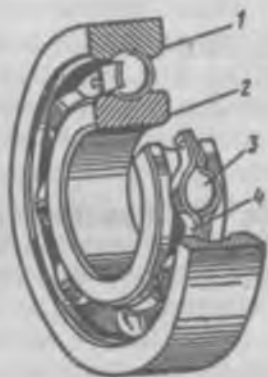
Думалаш подшипниклари думалаб ишқаланишга сарфланадиган қувватни кескин камайтиришга имкон беради, яъни бу подшипникларнинг фойдали иш коэффициенти сирпаниш подшипникларникига нисбатан юқори бўлади.

Подшипникларнинг ҳамма элементлари стандартлаштирилган бўлиб, думалаш элементлари учун йўлакчалари бўлган ташқи 1, ички халқалар 2 думалаш элементи 3 (золдир, ролик), думалаш элементларини бир-биридан ажратиш турадиган сепаратор 4 (14.1-рasm)дан ташкил тошган.

Ишқаланиш кучи ва ундан ҳосил бўладиган иссиқлик миқдорининг кичиклиги ралларнинг айлана бошланиши учун зарур бўлган қўзғатиш моментининг сирпаниш подшипникларидагига қараганда бир неча марта (5 + 10 марта) кичиклиги; сарфланадиган мой миқдорининг камчилиги; узунлик бўйича ўлчамининг сирпаниш подшипниклариникига қараганда бармуноча қисқалиги, рангли металл ишлатилиши 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 таннарининг юқорилиги, таъсир қилувчи динамик кучларга камбардошлиги; катта тезлик билан ҳаракатланганда шовқин билан ишлаш уларнинг камчилиги ҳисобланади.

Ишлаб чиқарилаётган подшипникларнинг сиртқи диаметрлари 0,5 мм дан 2 мм гача, оғирлиги эса 0,4 кг дан 7000 кг гача бўлиши мумкин.



14.1 - расм.

Подшипникларнинг ички диаметрлари 3 мм дан 10 мм гача бўлганда ўзаро 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 йўналишига 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 йўналган кучларни ҳам қабул қилишга мўлжалланган радиал-тирак подшипниклар.

Подшипникларнинг думалаш элементлари золдирли 14.2-расм ва роликли 14.3-расм бўлиши мумкин.

Золдирли подшипникларни нисбатан катта тезлик билан ҳаракатланадиган узелларда ишлатиш мумкин, роликли подшипникларга 50 — 70% кўпроқ юкланиш бериш мумкин.

Думалаш подшипниклари тузилиши жиҳатидан бир ва икки қаторли бўлиши мумкин.

Подшипниклар сиртки 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.

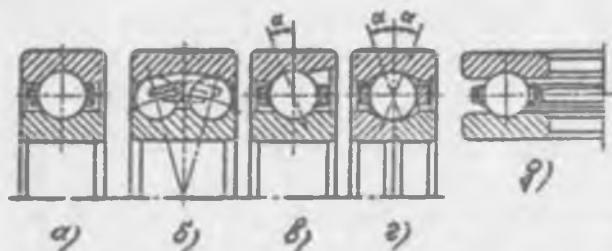
Шу шартли белги олдига тире қўйилиб ёзилган 6,5,4,2 сонлар подшипникнинг аниқлик классини билдиради. Сонларнинг қиймати ортиши билан аниқлик класси ортиб боради, агар сон бўлмаса, аниқлик класси нормал деб тушунилади. Масалан, аниқлик класси нормал бўлган бир қаторли золдирли радиал подшипникларнинг 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-рasm, 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 диаметр-лари. Золдирлар сони

$$z \approx (D + d) / (D - d)$$

Икки қаторли золдирли сферик подшипниклар (14.2-рasm, б) катта радиал кучларни қабул қилиши мумкин, бунда ҳалқанинг буралиши $1,5 - 4^\circ$ гача бўлиши мумкин.



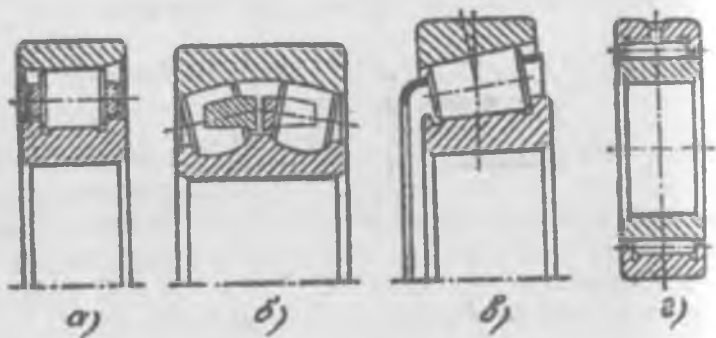
14.2 - рasm.

Золдирли радиал-тирак подшипниклар. (14.2-рasm, е) радиал ва томонлама таъсир қилувчи бўйлама кучларни қабул қилиши мумкин. Бу хил подшипникларга золдирли радиал подшипникларга баътан 45% золдир кўп ўрнатилади, натижада 30 — 40% юкланишни ошириш мумкин. Подшипникларда золдирлар 12° (36000), $\alpha = 26^\circ$ (46000), $\alpha = 36^\circ$ (66000) бўйича контактда бўлиши мумкин. Таянчларга подшипниклардан икситаси ўрнатилса, катта икки томонлама таъсир қилувчи бўйлама кучларни қабул қилиш мумкин, ҳамда подшипник катта юкланиш таъсирида

ишлаши мумкин. Таянчга ўрнатиладиган подшипникларда $\alpha = 26^\circ$, $\alpha = 36^\circ$ бўлса, бундай подшипниклар иккитадан ўрнатилиши керак.

Золдирли тирак подшипниклар. (14.2-расм, д) бир томонлама таъсир қилувчи бўйлама кучларни қабул қилиши мумкин. Бунда валнинг тезлиги 5 — 10 м/с гача бўлиши керак. Золдирнинг диаметри $d_z = 0,375 (D - d)$, золдирлар сони $z = 3,66 (D + d) / (D - d)$.

Роликли подшипниклар. Катта роликли радиал подшипниклар (14.3-расм, а) золдирли радиал подшипникларга нисбатан бир неча марта катта радиал кучларни қабул қилиши мумкин.



14.3 - расм.

Роликли икки қаторли сферик подшипниклар (14.3-расм, б) жуда катта радиал кучларни қабул қилишга мўлжалланган бўлиб, ҳалқаси 0,5...2,5° гача буралиши мумкин.

Роликли радиал-тирак подшипниклар (14.3-расм, в) радиал ҳамда бир томонлама таъсир қилувчи бўйлама кучларни қабул қилиши мумкин. Бунда валнинг тезлиги 15 м/с гача бўлиши мумкин. Роликларнинг контакт бурчаги $\alpha = 10...16^\circ$. Бўйлама кучларнинг қиймати нисбатан катта бўлганда $\alpha = 20...30^\circ$ бўлган подшипниклар ишлатилади, бунда ҳалқалар 1,5° — 2° буралиши мумкин.

Игнасимон роликли подшипниклар (14.3-расм, г) радиал ўлчамлари кам бўлган узелларда ишлатилади, бунда тезлик 5 м/с гача бўлиши мумкин. Бу хил подшипниклар катта радиал кучлар таъсирида ишлаши мумкин, лекин бўйлама кучлар таъсири бўлмаслиги керак. Игнасимон роликларнинг диаметри 1,6...6 мм, узунлиги эса $l = (4...10) d$ мм бўлиши мумкин.

Ишлатиладиган подшипникларнинг таннарни унинг ўлчамлари, 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-

подшипниклар 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 пўлат материаллардан тайёрланади. Шунингдек, углерод билан тўйинтириш мумкин бўлган 18ХГТ, 20Х2Н4А маркали легирланган пўлат материаллардан ҳам тайёрланади. Бунда ҳалқа ва роликларнинг қаттиқлиги $HRC\ 60...65$, золдирларники эса $HRC\ 62...66$ га тенг бўлади.

Подшипник сепараторлари юмшоқроқ углеродли пўлат материаллардан тайёрланади. Катта тезлик билан ҳаракатланувчи подшипникларда антифрикцион материаллар, яъни бронза, металлокс-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 ютекис юкланади (14.4-расм). Бунда подшипник думалаш элементларининг ярми юкланишли, ярми юкланишсиз бўлади, муво-зунат шартидан фойдаланиб, таъсир этувчи кучни золдир-лар орасида қай тарзда тақ-симланишини аниқлаш мум-кин, 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.

Ўтқазилган тадқиқотлар шунини кўрсатдики, ҳар бир золдирга таъсир этувчи куч-ларни қуйидагича аниқлаш мумкин.



14.4 - расм.

$$F_1 = F_0 \cos^{1/2} \gamma, F_2 = F_0 \cos^{1/2} \gamma \dots F_n = F_0 \cos^{1/2} n\gamma$$

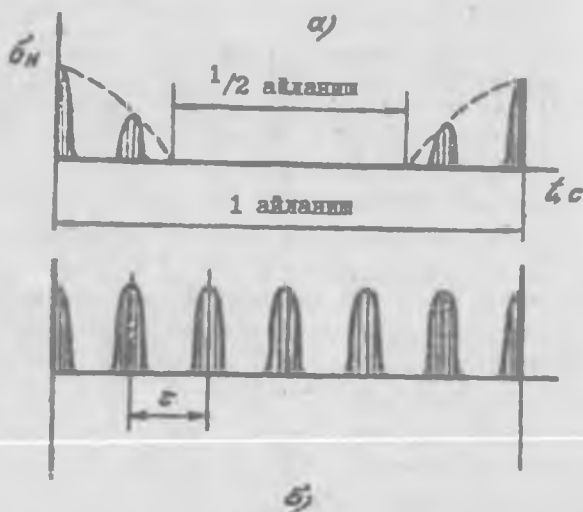
Топилган қийматларни мувозанат шартига қўйиб қуйидаги ифодани оламиз $F_r = F_0 (1 + 2 \sum_1^n \cos^{1/2} n\gamma)$. Бу ердан энг катта юқлаган золдирдаги кучни аниқлаш мумкин.

$$F_0 = k F_r / z; k = z / 1 + 2 \sum_1^n \cos^{1/2} n\gamma$$

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 деталаридаги контакт кучланишлар

$F_0, F_1, F_2 \dots F_n$ ларнинг қийматлари маълум бўлгач, подшипниклардаги контакт кучланишларнинг қийматини аниқлаш мумкин. Одатдаги лойиҳалаш ишларида подшипникларнинг мустаҳкамлигини ҳисоблаш талаб этилмагани туфайли, бу ерда контакт кучланишни аниқлашга имкон берадиган формулалар келтирилмаган.



14.5 - расм.

Контакт кучланишлар қиймати подшипникнинг думалаш элементлари ҳамда ҳалқаларининг ҳар бир илашган юзаларида пульсация цикли билан ўзгаради (14.5-расм). 14.4-расмда подшипникларда ички ҳалқа айланганда а ҳамда b нуқталарда контакт кучланишларнинг ўзгариши кўрсатилган.

Подшипник деталларининг уваланиб ишдан чиқишига асосий сабаблардан бири контакт кучланишнинг ўзгарувчан цикли билан таъсир қилишидир. Деталларнинг яхши ишлагани учун ички ҳалқани алдантириш тавсия этилади. Чунки F_c куч таъсирида а нуқтада b нуқтага нисбатан кучланиш катта бўлганлиги сабабли, шу кучланиш қиймати нотекислигини ички ҳалқа айланганда нисбатан текис бўлишига эришиш мумкин.

14.6-§. Подшипник кинематикаси

Подшипник кинематикасини тушуниш учун ички ҳалқаси айланидиган қилиб ўрнатилган подшипник деталлари учун тузилган тезликлар планидан фойдаланамиз (14.6-расм), бунда: $V_c = V_1 / 2$,

$V_1 = \frac{\omega D}{2}$. Золдирнинг (ёки роликнинг) ўз ўқи атрофида айланиш частотаси:

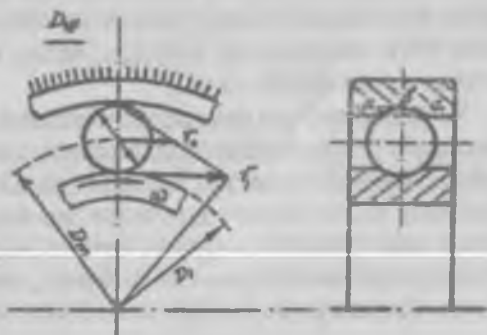
$$\omega_z = 2(V_1 - V_c) / d_s = 0,5 \omega D_1 / d_s$$

бўлади. Сепараторнинг айланиш частотаси золдирнинг вал ўқи атрофида айланиш частотасига тенг бўлиб, қуйидагича ифодаланади:

$$\omega_c = 2V_c / d_s = 0,5 \omega D_1 / (D_1 + d_s) \approx 0,5 \omega$$

Демак, сепаратор вал билан бир йўналишда унинг айланиш частотасидан икки марта кичик тезлик билан ҳаракатланади. Бунда сепараторнинг тезлиги золдирнинг диаметрига боғлиқ бўлиб, d_s шунча катта бўлса, (D_1 ўзгармас) ω_c шунча кичик бўлади. Бу эса шунингдек, золдир билан сепаратор ўртасида қўшимча ишқал нишани ҳосил қилади, натижада деталларнинг сийилиши ортади.

Шунингдек, золдирлар ҳалқа сиртига $aba = \epsilon$ шунингдек тегиб туради. Золдир ўз ўқи атрофида айланиганда а ва b нуқталарининг 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 сйилишига ва қўшмича 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 сйрилиши ва ишдан чиқishi

Думалаш подшипникларининг элементлари асосан уваланиш натижасида ишга яроқсиз бўлиб қолади.

Подшипник ҳалқаларидаги ўзгарувчан кучланишлар таъсирида думалаш элементларининг думалаб ҳаракатланиши натижасида, циклар сони меъёридан ошганда иш юзаларида дарз пайдо бўлади. Вақт 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 $\Pi > 10 \text{ мин}^{-1}$ бўлган ҳаракатланувчи подшипниклар динамик юк кўтарувчанлик бўйича ҳисобланиб, жадвалдан танланади.

Иш жараёнида подшипник ҳалқалари ёки думалаш элементлари сйилиши 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 қўшма машиналар (қишлоқ хўжалиги, тўқимачилик саноати, автомобиль)нинг подшипниклари ҳар қандай зичлагичлар ўрнатилишидан қатъий назар абразив муҳитда ишлайди, натижада ҳалқа ва думалаш элементлари тезда сйилади. Бу сйилишни 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 ҳараката бўлмаса бу деформация қўпаяди ва иш жараёнида ҳалқалар ишдан чиқади. Шунинг учун $\Pi < 1 \text{ мин}^{-1}$ билан ҳаракатланувчи подшипникларни статик юк кўтарувчанлик бўйича ҳисобланиб, жадвалдан танлаб олинади, бунда қолдиқ деформация пайдо бўлмайди.

Думалаш подшиппникларида ҳалқа, думалаш элементлари билан бирга сепараторлар ҳам ишдан чиқади, бундай ҳодиса асосан тез ҳаракатланувчи подшиппникларда 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 подшиппникларда катта бўлади.

Думалаш подшиппникларини 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 подшиппниклари ҳисобланмайди, таянчга таъсир этувчи куч ва бошқа зарур омиллар эътиборга олинган ҳолда жадвалдан стандарт бўйича танлаб олинади.

14.8-§. Подшиппникларини динамик юк кўтарувчанлик бўйича ҳисоблаш

Подшиппник ўрнатилган валнинг айланиш сони $n > 10 \text{ мин}^{-1}$ бўлганда динамик юк кўтарувчанлик C бўйича ҳисобланиб тиракли подшиппник жадвалдан танлаб олинади, яъни $C_x \leq C$ шарт бажарилиши керак. C_x — ҳисобий динамик юк кўтарувчанлик; C — ҳар бир подшиппниклар учун жадвалдан олинади. Бу шундай бир доимий юкланишки, бунда подшиппник 1 млн. марта айланганда ҳам 90% текширилган подшиппник элементларида уваланиш ҳодисаси бўлмайди. Бунда радиал ва радиал-тирак золдирли подшиппниклар учун (ташқи ҳалқаси айланмайди) радиал юкланиш, тирак ва тирак-радиал подшиппниклар учун (битта ҳалқаси айланади) бўйлама юкланиш таъсири ҳисобга олинган.

Ўтказилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, подшиппник динамик юк кўтарувчанлик қиймати C билан ишлаш муддати (айланиш сони) ўртасида қуйидагича боғланиш бўлади, яъни:

$$L = a_1 \cdot a_2 \left(\frac{C}{R_x} \right)^g \text{ млн. мин}^{-1}; \quad C_x = R_x g \sqrt{\frac{L}{a_1 \cdot a_2}} \text{ кН.} \quad (14.1)$$

бу ерда: L — ишлаш муддати млн. мин⁻¹ ҳисобида; R_x — таъсир этувчи кучларнинг эквивалент қиймати; g — даража кўрсаткичи, золдирли подшиппниклар учун 3,0; роликли подшиппниклар учун 3,33; C_x — ҳисобий динамик юк кўтарувчанлик, a_1 — подшиппникнинг ишончли ишлашини ҳисобга олувчи коэффициент.

$S \dots 0,9$	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99
$a_1 \dots 1,0$	0,62	0,53	0,44	0,33	0,21

Умумий машинасозлик саноати учун лойиҳаланаётган, ишлатиладиган подшипниклар учун $a_1 = 1,0$. a_2 — подшипник материаларини ҳамда унинг ишлаш шароитини ҳисобга олувчи коэффициент унинг қиймати 14.1-жадвалдан олинади.

14.1-жадвал

a_2 нинг қийматлари

Подшипник тури	Ишлаган шароитлари		
	I	II	III
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: I — ишлаш шароити оддий; II — думалани элементи ҳамда ҳалқалар ўртасида гидродинамик пленка мавжуд бўлиб, подшипник узелининг ўз ўқи атрофида бураллини нисбатан кам; III — ҳалқа ва думалани элементлари юқори сифатли бўлат материаллардан тайёрланиб, улар ўртасида гидродинамик пленка мавжуд, ҳамда подшипник узелининг ўз ўқи атрофида бураллини нисбатан кам.

Агар подшипникнинг айланиш сони ўзгармас бўлса, унинг ишлаш муддатини (соат ҳисобида) қуйидагича аниқлаш тавсия этилади.

$$L_h = \frac{a_1 \cdot a_2 (C/R_p)^2 \cdot 10^6}{60 \cdot n} \text{ ёки } L_h = \frac{L \cdot 10^5}{6 \cdot n} \geq [L_h] \text{ соат} \quad (14.2)$$

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 бўйлама кучлар таъсир этиб, бу кучлар ўзгармас, ўзгарувчан ёки зарб билан таъсир қилиши мумкин. Шунингдек иш жараёнида подшипникнинг тгилқи ёки ички ҳалқаси айланиши мумкин. Шу юқорида кўрса-

ташлан ҳамма ҳоллар подшипник ишлаш сифатига таъсир кўрсатади. Шунинг учун подшипникка таъсир қилувчи юкланишларни эквивалент юкланиш қийматини аниқлашда ҳисобга олиш керак.

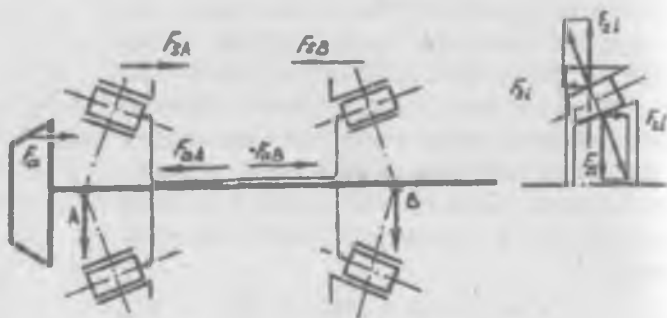
Ички ҳалқаси айланиб, ташқи ҳалқаси айланмайдиган подшипникларнинг иш жараёнида радиал куч таъсирида ишлаш муддати билан эквивалент юкланиш R_e таъсирида ишлаш муддати бир хил. Золдирли радиал, радиал-тирак ҳамда роликли радиал-тирак подшипниклар учун эквивалент юкланиш қиймати қуйидагича аниқланади:

$$R_e = (XVF_r + YF_a) k_1 \cdot k_2 \quad (14.3)$$

бу ерда: F_r , F_a — радиал ва бўйлама кучлар; V — ҳалқаларнинг юкланишини ҳисобга олувчи коэффициент, ички ҳалқа айланганда $V = 1,0$, ташқи ҳалқа айланганда $V = 1,2$, k_1 — ҳавфсизлик 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_e 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. $F_a / VF_r = e$ — (бўйлама куч таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент) қиймати 14.2-жадвалдан олинади. F_a нинг қиймати ортиши билан подшипник думалаш элементларининг юкланиши ортади. Шунинг учун $F_a / VF_r < e$, $F_a / VF_r > e$ бўлганда X , Y нинг қийматлари ҳам ҳар хил бўлади, 14.2-жадвалдан олинади. Подшипниклар учун $F_a / VF_r \leq e$ бўлганда, фақат радиал куч таъсирида ишланади, ҳақ қабул қилинади, бунда $X = 1$, $Y = 0$. (14.2-жадвал).

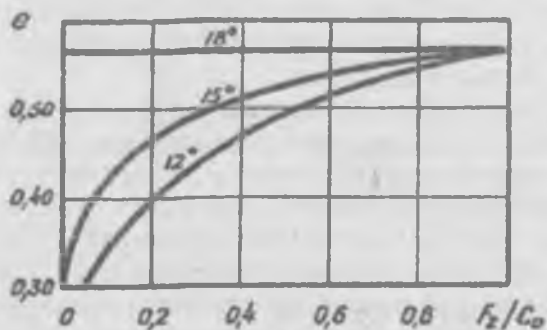
Цилиндрсимон калта роликли подшипниклар учун эквивалент юкланишнинг қиймати: $R_e = VF_r \cdot k_1 \cdot k_2$. Тирак подшипниклар учун $R_e = F_r \cdot k_1 \cdot k_2$. Вал таянчларига ўрнатилган радиал-тирак подшипникларда ташқи куч таъсирида қўшимча бўйлама куч ҳосил бўлади. Бу кучнинг қиймати золдирли радиал-тирак подшипниклар учун $R_e = e F_r$, конуссимон роликли радиал-тирак подшипниклар учун $R_e = 0,83 e F_r$ формулалар ёрдамида аниқланади.



14.7 - расм.

e — бўйлама кучларни таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент, унинг қийматларини золдирли радиал, радиал-тирак ҳамда конуссимон радиал-тирак подшипниклар учун 14.2-жадвалдан танлаш мумкин.

$\alpha < 18^\circ$ бўлган золдирли подшипниклар учун e нинг қийматини 14.8-расм-даги графикдан ҳам танлаш мумкин.



14.8 - расм.

Бўйлама 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) бўйлама кучларнинг умумий қийматлари F_{rA} , F_{rB} аниқланади, бунда $F_{rA} > F_{rB}$, $F_{aB} > F_{aA}$ шарт бажарилиши керак. Бу бўйлама кучларнинг умумий қиймати аниқлангач, таъсирлардаги $R_{экв}$ қиймати аниқланади.

Золдирли радиал, радиал-тирак ҳамда конуссимон роликли радиал-тирак подшипниклар учун

$F_r / V F_r > e$ бўлганда

$$R_{экв} = (X V F_r + Y F_a) k_1 \cdot k_2$$

$F_r / V F_r < e$ бўлганда

$$R_{\Sigma} = XVF, k_1 \cdot k_2$$

бу ерда: F — бўйлама кучларнинг умумий қиймати
 F_r — таянчдаги радиал кучларнинг умумий қиймати.

14.2-жа д в а л

X, Y — коэффициент қийматлари

Подшип- ник тури	α	F/C_r	Бир қаторли				Икки қаторли				e
			$(F/VF) \leq e$		$(F/VF) > e$		$(F/VF) \leq e$		$(F/VF) > e$		
			X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
Золтир- ли ради- ал под- шипник	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
Золтир- ли ради- ал-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- мон- тирак подшип- ник	-	1,0	0	0,4	0,4	1,0	0,45	0,67	0,67	1,5	

Подшипникларга таъсир қилувчи юкланиш ўзгарувчан бўлган ҳолатларда ҳам эквивалент юкланишни аниқлаш керак. Бунда ҳар хил ҳолатлардаги юкланишлар йиғиндиси олинади, яъни:

$$R_{\infty} = \sqrt{\frac{R_1^3 \cdot L_1 + R_2^3 \cdot L_2 \dots R_n^3 \cdot L_n}{L}};$$

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 кўтарувчанлиги

Кран илмоқларида, ўз ўқи атрофида айланма ҳаракат қилувчи кранларда, домкрат ва шунга ўхшаш машина ва механизмларда ишлатиладиган думалаш подшипниклари иш жараёнида ўз ўқи атрофида $n < 1$ мин⁻¹ билан ҳаракатланади. Бундай подшипниклар статик юк кўтарувчанлик 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 коэффицентлар (уларнинг қиймати 14.3-жадвалдан олинади)

14.3-жадвал

Подшипниклар тури	X_0	Y_0
Золдирли радиал подшипниклар	0,6	0,5
Золдирли радиал-тирак подшипниклар: $\alpha = 12^\circ$ $\alpha = 26^\circ$ $\alpha = 36^\circ$	0,6 0,5 0,5	0,50 0,37 0,28
Золдирли сферик ҳамда конуссимон роликли радиал-тирак подшипниклар	0,5	0,22 ctg α

14.11-§. Подшипникларни вал ва корпусларга ўрнатиш

Вал ва корпусларга подшипник ўтқозишда подшипникнинг тапқи ва ички ҳалқалари асосий деталь бўлиб ҳисобланади. Ўлчамларга киритиладиган барча ўзгаришлар вал ёки корпус ўлчамларини ўзгартириш ҳисобига бажарилади. Подшипникнинг тапқи ҳалқаси

учун вал системаси ички ҳалқаси учун тешик системаси қабул қилинган.

Подшипникларни вал ёки корпусга ўтқозишда унинг иш режими, тури катта аҳамиятга эга. Бунда юкланиш қанча катта бўлса, вал ҳамда корпуслар ўлчамининг чекли чегараси нисбатан камроқ бўлиб, катта жипслик билан ўтқазилиши керак, (айланиш сони катта бўлган узелларда 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 таллашларининг чекли чегараси

Чекли чегара (кавалитет)	Вал айлаганда (циркуляция юкланиш).
<i>пб</i>	Ташқи куч зарб билан таъсир қилиб, ишлаш режими ўрта 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>нб</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 ҳалқаларининг юкланиши ва иш режимига нисбатан қандай чекли чегара билан ўтқазилиши кўрсатилган. Асосан ички ҳалқалар учун 5 — 6 квалитет, ташқи ҳалқалар учун 6 — 7 квалитет олиш тавсия этилади.

Ташқи ҳалқа ўтказиладиган тешикчанинг чекли чегараси

Чекли чегара (кавалитет)	Вал айланганда (жойли юкланиши)
K7	Юкланиш оғир. Роликли подшипниклар учун.
Is7, Is6	Юкланиш оғир ва ўртача, айланиш сони катта
H7, H6	Ташқи юкланишлар ўртача ва енгил бўлиб, радиал-тирак подшипниклар учун ўқ бўйича силжиишни сошлаш керак бўлган ҳолларда. Умумий машинасозлиқда қабул қилинган асосий чекли чегара.
P7	Корпус айланганда (циркуляцион юкланиш) Юкланишлар оғир ва ўртача, бўлиб ташқи кучлар зарб билан таъсир этади. Корпус деворининг қалинлиги юпқа
N7	Юкланиш ўртача
M7	Ўртача ва енгил юкланиш
K7	Катта тезлик билан айланганда

Подшипник вал, корпусга ўтказилганда унинг ҳалқалари ташқи зарб кучлари таъсирида ўз ўқи атрофида айланиб кетмаслиги, ҳамда ўқ бўйича силжимаслиги учун бу ташқи ва ички ҳалқалар маҳкамланиши керак (таянчларга ўрнатишга подшипниклар иш жараёнида ўқ бўйича силжииш керак бўлган ҳоллар бундан мустасно).

Ички ҳалқаларни қуйидагича маҳкамлаш мумкин:

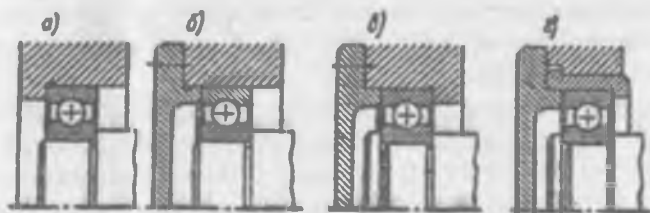
Ўқ бўйича кучлар таъсири енгил бўлганда, пружинали ҳалқа 14.9-расм, б), бу кучлар ўртача бўлганда шайба ёрдамида (14.9-расм, в), катта бўлганда эса гайкалар ёрдамида маҳкамлаш (14.9-расм, г, д) тавсия этилади.

Ташқи ҳалқаларни ўқ бўйича силжимаслиги учун подшипник коңқоқлари (14.10-расм, а), икки томонлама силжимаслиги учун



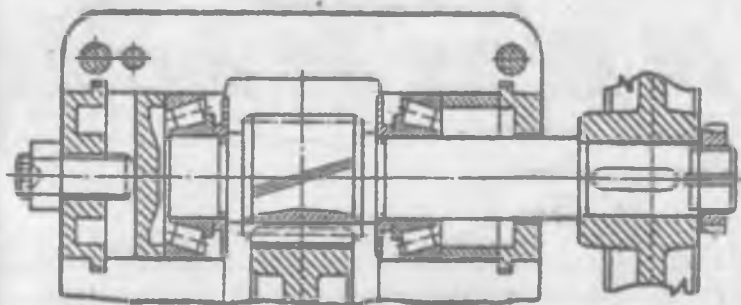
14.9 - расм.

корпусдаги чиққиқ ёки стаканлардан (14.10-расм, б,г,д) фойдаланилади.



14.10 - расм.

Ташқи ҳалқани керакутигича силжишини махсус қистирмалар қўйиб, винт ёки ташқи резбали гайкалар ёрдамида амалга ошириш мумкин (14.11-расм).



14.11 - расм.

Подшипник узелидаги думалаш элементлари сепараторлар ҳамда ҳалқалар ўртасидаги ишқаланишни камайтириш учун куюқ ёки суюқ мойлар ёрдамида мойланади.

Куюқ мойлардан қизиш даражаси 90° гача бўладиган подшипникларда ЦИАТИМ-201, 100° гача бўлганда ЛИТОЛ-24, 120° гача бўлганда ЦИАТИМ-221 маркали мойлардан фойдаланиш тавсия этилади. Бунда мой подшипник қопқоғи билан подшипник ўртасидаги махсус мой учун қолдирилган бўшлиқнинг айланиш сони $< 1500 \text{ мин}^{-1}$ бўлганда $2/3$ қисми, $n > 1500 \text{ мин}^{-1}$ бўлганда $1/2$ қисмигача тўлғазилиши керак.

Суюқ мойлар куюқ 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.А-А-32 маркали мойлар ишлатилади.

Подшипниклар мойни пуркатиш, шунингдек мойни томчилатиб олиш йўли 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-рasm, а, е ларда шу зичлагичларнинг тури кўрсатилган.

14.12-рasm, 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-рasm, д да махсус ариқчали зичлагич кўрсатилган, бундай ариқчаларга қуюқ мой суртилади, шунда подшипник мойлари оқиб чиқиб кетмайди.



14.12 - рasm.

Масала: Бир поғонали қия тишли цилиндрсимон ёпиқ узатманинг стакланувчи вал таянчлари учун думалаш подшипниги танлансин. Таянч диаметри $d = 50$ мм. Ишлаш муддати $L_n = 20000$ с. Бурчак тезлиги $\omega = 2,6$ с⁻¹. Таянчлардаги реакция қийматлари $R_A = 9800$ Н, $R_B = 4510$ Н, $F_t = 280$ Н. Подшипникларнинг қизиши $i < 100^\circ$.

Масаланинг ечилиши. 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 А таянчида реакция қийматлари нисбатан катта бўлганлиги учун, шу таянчга ўрнатилган подшипник учун динамик юк кўтарувчанлик C_d ни ҳамда ишлаш муддати L_n 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, $R_0 = V R_A \cdot k_1 \cdot k_2 = 9800$ Н. 14.2-формуладан фойдаланиб, L

нинг қийматини аниқлаймиз. Бу ерда $a_1 = 1,0$, $a_2 = 0,8$. $C = 27500 \text{ Н}$
 $= 9800 \text{ Н}$, $g = 3,0$. Демак, $L = 1,0 \cdot 0,8 (27500 / 9800)^3 = 17,56 \text{ млн.}$
 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
 қорланади.

Масала. Конуссимон узатманинг стакловчи валининг таянчлари
 учун думалаш подшипниги танлансин (14.7-расм):

$P_1 = 1450 \text{ мин}^{-1}$, $L_A = 10000 \text{ соат}$, $R_A = 4000 \text{ Н}$, $R_B = 1200 \text{ Н}$,
 $F_A = 960 \text{ Н}$. Вал таянчининг диаметри $d = 40 \text{ мм}$.

Масаланинг ечими. Бўйлама кучнинг қиймати нисбатан катта
 бўлганлиги учун контакт бурчаги $\alpha = 12^\circ$ бўлган енгил серияли
 №7308 маркали конуссимон роликли подшипник танлаймиз. Под-
 шипник характеристикалари $C = 42,4 \text{ кН}$, $C_x = 32,7 \text{ кН}$, $e = 0,38$,
 $Y = 1,56$. Юқорида кўрсатилгандек, конуссимон роликли подшип-
 никларда радиал кучлар таъсирида қўшимча бўйлама кучлар ҳосил
 бўлади. Бу кучларнинг қиймати қуйидагича аниқланади.

$$F_{\text{ра}} = 0,83 e R_A = 0,83 \cdot 0,38 \cdot 4000 = 1261 \text{ Н.}$$

$$F_{\text{ра}} = 0,83 e R_B = 0,83 \cdot 0,38 \cdot 1200 = 370 \text{ Н.}$$

Подшипникка таъсир қилувчи бўйлама кучлар мувозанатда
 бўлиши керак, яъни: $\Sigma X = 0$. $F_A - F_{\text{ра}} + F_B = 0$

Бунда $F_{\text{ра}} = F_{\text{ра}}$ қилиб оламиз, натижада $F_B = F_{\text{ра}} - F_A = 1261 -$
 $960 = 301 > F_B$ шарт бажарилиши керак. Бу шарт бажарилмагани
 учун $F_B = F_{\text{ра}}$ қилиб оламиз. Бунда $F_{\text{ра}} = F_A + F_B = 960 + 379 =$
 $1339 > F_{\text{ра}}$ шарт бажарилди. Демак, кучлар тўғри аниқланган.

Подшипниклар учун эквивалент кучнинг қийматини аниқ-
 лаймиз.

$$F_{\text{эк}} / (V R_A) = 1339 / (1 \cdot 4000) = 0,33 < e \text{ Демак, } X = 1,0, Y = 1,0$$

$$F_{\text{эк}} / (V R_B) = 379 / (1 \cdot 1200) = 0,32 < e \text{ Демак, } X = 1,0, Y = 1,0$$

$k_1 = 1,0$, $k_2 = 1,0$ Натижада $R_{\text{эА}} = R_A \cdot k_1 \cdot k_2 = 4000 \cdot 1,0 \cdot 1,0 =$
 4000 Н , $R_{\text{эБ}} = R_B \cdot k_1 \cdot k_2 = 1200 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1200 \text{ Н}$. А таянчда юкла-
 нинг катта бўлганлиги учун, шу таянчга ўрнатилган подшипник
 учун динамик юк кўтарувчанлик ҳамда ишлаш муддатини аниқлай-
 миз. (14.4) формуладан

$$L = 1,0 \cdot 0,8 \left(\frac{42400}{4000} \right)^{3,33} = 207,6 \text{ млн. мин}^{-1};$$

$$C_x = 4000 \sqrt[3]{\frac{2076}{1,0 \cdot 0,8}} = 42,4 \text{ кН}$$

$$L_2 = 2076 \cdot 10^3 / 6 \cdot 720 = 23862 \text{ соат} > [L_2]$$

шарт бажарилди. Демак, подшипник тўғри танланган.

Савол ва топшириқлар

1. Думалаш подшипник турлари. Афоаллик ва камчиликлари нимадан иборат?
2. Подшипник элементлари. Сепараторнинг вазифаси нимадан иборат?
3. Думалаш подшипниклари сирпанги подшипникларига нисбатан қандай афоалликларга эга?
4. Нима учун ички ҳалқа айлانганда подшипник ишлаши учун яхши шароит туғилади?
5. Думалаш подшипникларининг думалаш элементлари бўйича турларини айтиб беринг.
6. Думалаш подшипниклари қандай серияларга бўлинади?
7. ГОСТ бўйича подшипник айланиш соки нима учун чегараланган?
8. Подшипниклар учун динамик C_d , статик C_s юк кўтарувчанлик деганда нимага тунишини керак?
9. Подшипниклар учун эквивалент R_e юкланиш, бу қандай юкланиш?
10. C , R_e , L қийматлар ўртасидаги боғланиш қандай аниқланади?
11. C ва C_d бўйича подшипникни танлаш шарти қандай?
12. Подшипник ички ва ташқи ҳалқаларини таянчларга ўтказишнинг қандай турлари мавжуд?

15-б о б . МУФТАЛАР

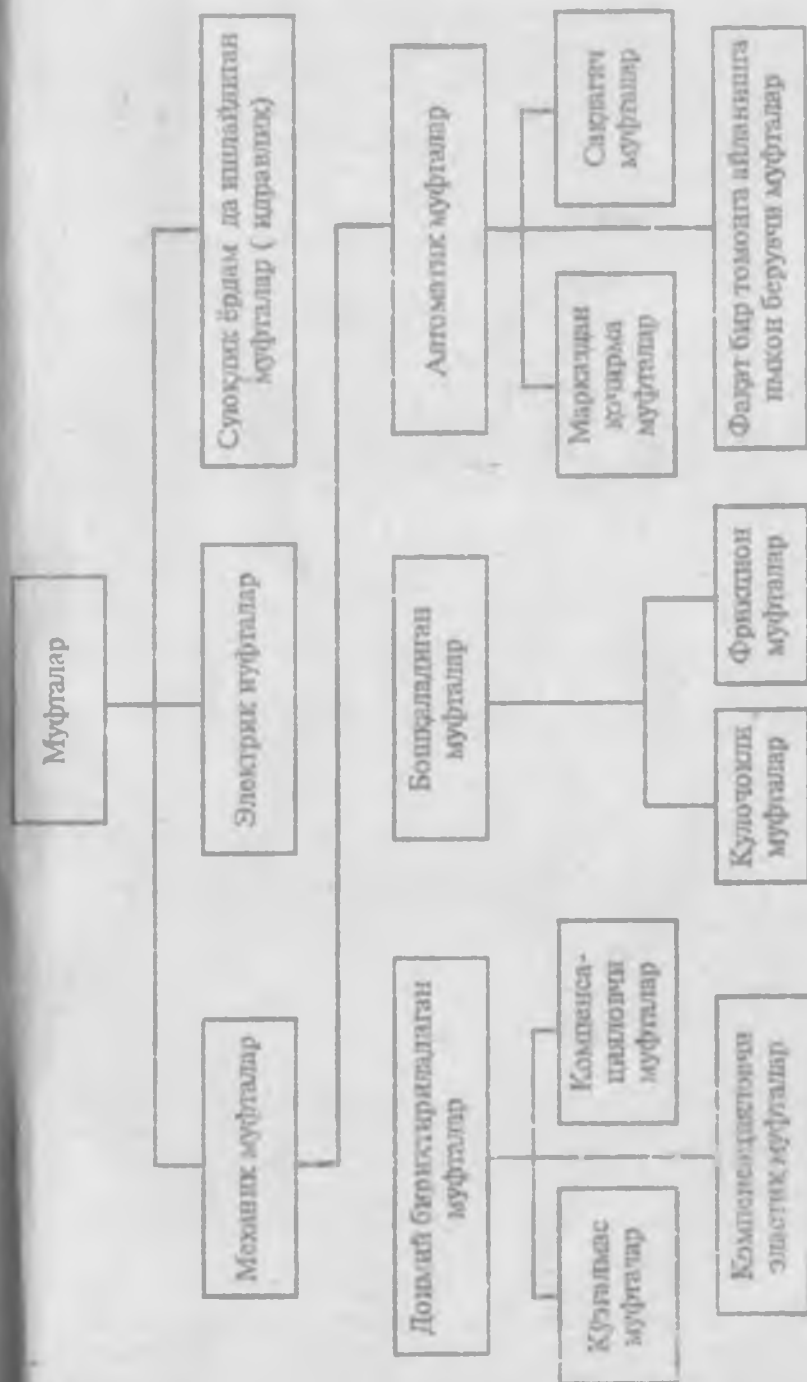
15.1-§. Умумий маълумотлар

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 бурувчи момент узатишдан иборатдир. Муфтalar вазифаси ҳамда гузилишига кўра бир неча гурппага бўлинади (15.1-расм).

1. Доимий бириктириладиган муфтalar; бундай муфтalarдан фойдаланишганда машинанинг ишини тўхтатмай туриб, валларни бир-биридан ажратиб бўлмайдди.

2. Бошқариладиган уловчи муфтalar; бундай муфтalar воситасида машина ишени тўхтатмаган ҳолда, зарур бўлган ҳолларда валларни улаш ёки ажратиш мумкин.

3. Ўз-ўзини бошқарувчи (автоматик) муфтalar; бундай муфтalar, машинанинг нормал ишлаши учун талаб қилинган пароят таъминланмаган ҳолларда автоматик равишда валларни бир-биридан



13.1 - расм.

ажратади ва талаб қилинган нормал шароит яратиши билан ажратилган валлар муфта воситасида автоматик равишда яна уланади.

Куйида маъинасозликда кенг қўламда ишлатиладиган асосий муфталарнинг ишлаши, тузилиши ва уларни ҳисоблаш усуллари билан танитиб чиқамиз.

15.2-§. Довгий бириктириладиган муфталар

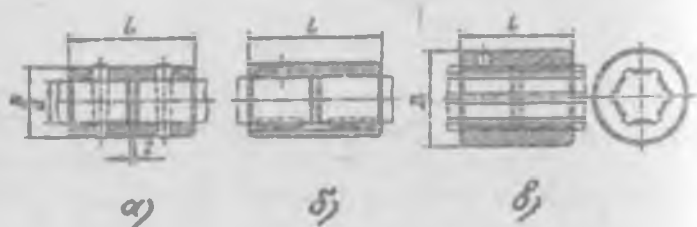
Муфталарнинг бу туркумига валларни бир-бирига нисбатан бирор йўналишда силжишга йўл қўймайдиган қилиб бириктириладиган қўзғалмас муфталар ҳамда валларнинг турли йўналишда силжишга маълум даражада имкон берадиган қўзғалувчан муфталар киради. Бу хил муфталарнинг энг оддийси втулкали (15.2-расм) ва фланецли (15.3-расм) муфталардир.

Муфталар валнинг диаметри ҳамда узатилаётган буровчи моментга нисбатан танланади.

$$T_x = k T \leq [T] \quad (15.1)$$

бу ерда: k — муфтанинг ишлаш шароитини ҳисобга олувчи коэффициент, T — муфта вадидаги буровчи момент, Н.м; $[T]$ — буровчи моментнинг жоиз қиймати.

Втулкали муфталар. Бунда вал учларига втулка кийгизилган бўлиб, втулка вал билан штиф, шпонка ёки шлиц ёрдамида



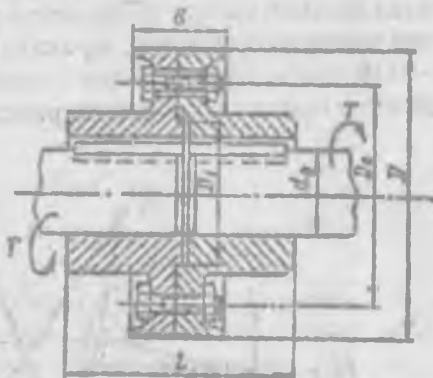
15.2 - расм.

бириктирилган бўлади (15.2-расм, а, б, в). Бундай муфталар валнинг диаметри 70 мм гача бўлганда ишлатилади. Втулка конструкция пўлат материалдан тайёрланиб ўлчамларини қуйидагича олиш тавсия этилади: $D = (1,5 \dots 1,8) d$, узунлиги $L = (2,5 \dots 4) d$. d — валнинг диаметри. Муфтанинг ўлчамлари ГОСТ 24246-80 асосида стандартлаштирилган.

Фланецли муфталар. Вал учларига ўтказилган иккита ярим фланецли муфталар болтлар ёрдамида маҳкамланади. Бунда бир валдан иккинчи валга ҳаракат шу фланец юзидаги ишқаланиш ҳисобига ўтказилади. Бу хил муфталар 40, 35Л маркали пўлат

материаллардан тайёрлаб ўлчамлари қуйидагича: $D = (3...3,5) d$. Умумий узунлиги $L = (2,5...4) d$, d — валнинг диаметри. Болтларнинг сони $z = 4 \approx 6$ Муфта ГОСТ 20716-80 асосида стандартлаштирилган бўлиб, валнинг диаметри 12...220 мм, узата оладигача момент 45000 Н.м гача бўлиши мумкин.

Ярим фланецли муфта-ларни ўзаро бириктириш учун ишлатилган болтлар бўшлиқ 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; $S = 1,2...1,5$ ҳавфсизлик коэффиценти; D_0 — болт ўрнатилган ишқални маркази; z — болтлар сони; $f = 0,15 - 0,2$ — ишқаланиш коэффиценти.

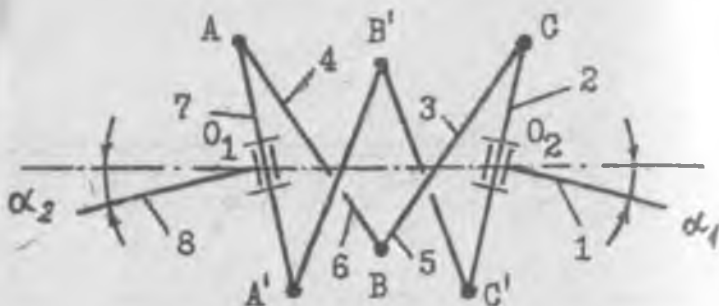
Болт бўшлиқсиз ўрнатилганда буровчи момент болт ёрдамида узатилади, бунда болт кесими кесилишга текширилади.

Юкорида кўриб чиқилган муфталарнинг тузилиши валларнинг аниқ ўқдош бўлишини, ишлаш жараёнида эса муайян бир вазиятни эгаллашни талаб қилади. Бу талабни қаноатлантириш эса қийин, чунки таъки куч таъсирида вал эгилиши мумкин. Бунинг олдини олиш учун, яъни иш жараёнида валнинг кичик ораликқа силжигишли (15.4-расм) ва унинг натижасида ҳосил бўладиган қўшимча динамик кучларнинг ишга салбий таъсирини маълум даражада ҳоҳиш мақсадида қўзғалувчан муфталардан фойдаланилади. Шундай муфталарда валларнинг силжигишга муфта деталларининг ёро қўзғалиши ёки элементлардан бирининг эластик материалдан тайёрлаш ҳисобига барҳам берилади. Бу хил муфталар компенсатор муфталар дейилади.

15.3-§. Шарнирли-ричагли муфталарни ҳисоблаш

Шарнирли ричагли муфталар ўқлари ўзаро маълум бурчакка билан валларга узатиш буровчи момент учун ишлагисилади. Асосан шундай валларни карданли узатма ҳам деб юритилади. Қатор ишлаб

чиқариш мапгиналарида, 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. 15.4а-расмда 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 штатунлар 3, 4, 5, 6 ҳамда кривошип 7 орқали вал 8 га узатилади. Изланишлар шунини кўрсатдики, бурчак кичрайдигани 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,

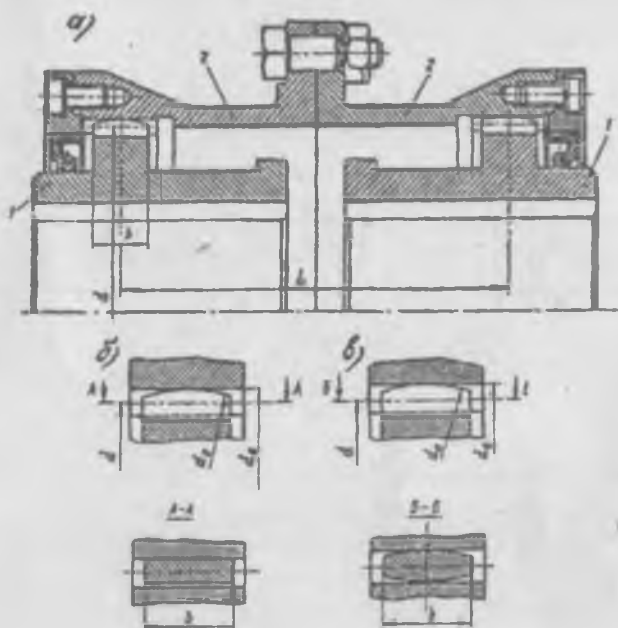
$$l_{1,2} = 2R \sin \alpha$$

Бунда, $\alpha = 0$ бўлса, $l_{1,2} = 0$ кривошиплар ўзаро параллел ва ўқга бўлади. Агар $\alpha = 90^\circ$ бўлса, $l_{1,2} = 2R$ бўлади.

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 бўлган иккита ярим муфта 1 ҳамда улар устига кийгизилиб, бир-бирита болтлар билан бириктириб қўйилган икки бўлак ички тишли қисқич ҳалқа 2 дан тузилган (15.5-расм). Ярим муфталар валларга тигизлик билан ўтказилиб, шпонкалар ёрдамида маҳкамлаб қўйилади.



15.5 - расм.

Муфтани ГОСТ 5006-83 асосида узатилаётган буровчи момент қиймати бўйича танлаб, ҳисобий буровчи момент қиймати билан солиштирилади бунда $T_k \leq [T]$ шарт бажарилиши керак.

Муфта тиш юзасининг қаттиқлиги 42...51 HRC гача бўлиши керак, агар айланма тезлиги бўлувчи диаметр бўйича 1 м/с гача бўлса, тиш юзасини 248...302 HB олиш мумкин.

Муфта деталари 45, 40X, 45Л маркали пўлат материаллардан қилғалаш ёки қуйиш усулида тайёрланади. Тишлардаги эзилишдаги қучланишни қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$\sigma_{\text{э}} = k T / (d_2 b \cdot 0,9) \leq [\sigma_{\text{э}}] \quad (15.3)$$

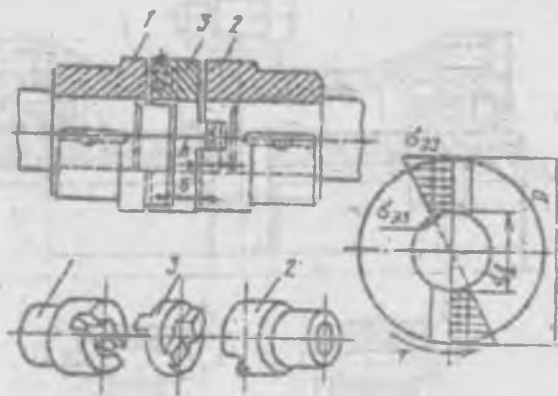
ерда: T — узатилаётган буровчи момент, Н.м.

d — бўлиш айланасининг диаметри, мм.

b — тиш эни; k — юкланиш коэффиценти; $[\sigma_{\text{э}}] = 12 \pm 15$ МПа эзилишдаги қучланишнинг жоиз қиймати.

Компенсацияловчи муфталарнинг яна бир тури Ольдгем муфта с и. Муфта ажралиш сиртида призматик ўйиқлари бўлган

иккита ярим муфтадан ва улар орасига ўрнатиладиган ҳамда икки томониди ярим муфталардаги ўйиқларга жойлашадиган, ўзаро перпендикуляр қилиб, тайёрланган чиқиқлари бўлган дискдан тузилган. (15.6-расм). 1,2 ярим муфтада ўйиқларнинг, шунингдек, 3 дискдаги чиқиқларнинг ўзаро перпендикуляр текисликда жойлашганлиги муфталар орасидаги бўшлиқ эса валларнинг ўқ бўйлаб силжишига имконият яратadi.



15.6 - расм.

Валларнинг радиал ҳамда бурчакли силжиш ярим муфта ўйиқларининг ён сиртида ҳосил бўладиган босимнинг нотекис тақсимланишига олиб келади. Шунинг учун бу силжишлар $\Delta_a = 0,04 d$ гача, $\Delta_a = 0^\circ 30'$ гача бўлгандагина Ольдгем муфтасидан фойдаланиш тавсия этилади.

Иш жараёнидаги дискдаги чиқиқларнинг ярим муфта сиртидаги ўйиқларда сирпаниш момент узатадиган сиртларининг 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 бўлган эзилишдаги кучланиш меъёридан ошиб кетмаслиги керак. Муфта муфталарни ҳисоблашда асос қилиб олиниб, эзилишдаги кучланишнинг ҳисобий қиймати қуйидагича аниқланади.

$$\sigma_{\text{эз}} = 6 k T D / [h (D^3 - d^3)] = [\sigma_{\text{эз}}] \quad (15.4)$$

бу ерда: k — қўшимча динамик кучларни ҳисобга олувчи коэффициент; h — диска чиқиғининг баландлиги. Амалий ҳисоблашларда $D/d = (2,5 \dots 3)$ қилиб олинади. $[\sigma_{\text{эз}}] = (15 \dots 20)$ МПа.

Муфта деталлари Ст5 ёки 25Л маркали пўлатлардан тайёрланади. Катта момент узатадиган муфталар учун эса 15Х, 20Х каби легированган пўлатлар 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 ишита 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:

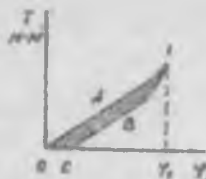
$$C_{\varphi} = d T / d \varphi$$

бу ерда: T — узатилаётган буровчи момент; Н.м; φ — муфтанинг момент таъсирида ўз ўқи атрофида буралиши. Бикрлиги ўзгармас бўлган эластик элементли муфталар учун

$$C_{\varphi} = d T / d \varphi = \text{Const}$$

Гук қонунига бўйсунмайдиган 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 хоссаи муфта-нинг бир марта юкланиш олиб, сўнгра яна дастлабки ҳолига келишида эластик элементта бутунлай сингиб кетган энергия миқдори билан ифодаланади. Бундай энергиянинг миқдор, гистерезис 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 деформацияланишда ҳосил бўладиган ички ва ташқи ишқаланишга сарфланади. Эластик эле-ментли муфталар эластик элементларининг деформацияланиши бу валларда ҳосил бўла-диган динамик кучларнинг салбий таъсирини сусайтиришга имкон берувчи бирдан-бир воси-тадир.



15.7 - расм.

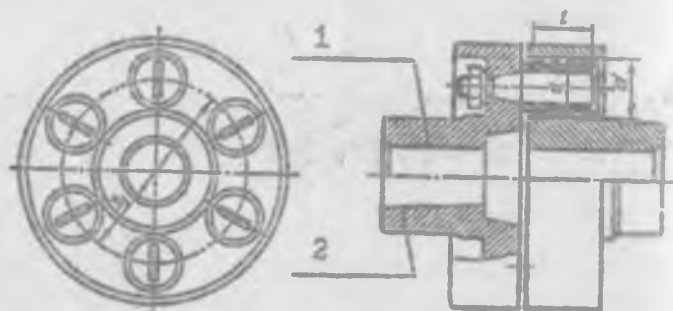
Муфта таркибида эластик элементлар металлмас ҳамда металл материаллардан тайёрланиши мумкин.

Металлмас материалларнинг энг асосийларидан бири бу резина бўлиб, юқори даражада эластикликка эга, нисбий деформацияси $\epsilon = 0,7 - 0,8$, металлга нисбатан 10 мартагача тапқи зарб кучларини

сундириш хусусиятига эга. Лекин ишлатиш муддати, қисқа, мустаҳкамлиги эса кам. Бу эса унинг тапқи ўлчамларини катта бўлишига сабаб бўлади. Шунинг учун уларни катта момент узатиладиган муфталарда ишлатиш тавсия этилмайди.

Куйида ана шундай муфталардан баъзиларининг тузилиши ҳамда ҳисоблаш масалалари билан қисқача танишиб чиқамиз.

Втулка-бармоқли муфта — бу эластик элементи металлмас материалдан тайёрланган компенсацияловчи муфта бўлиб, бошқа турдаги муфталарга нисбатан кўп ишлатилади (15.8-расм). Ярим



15.8 - расм.

муфталар бир учиди резба, иккинчи учиди эса эластик материалдан тайёрланган втулка ёки кўндаланг кесими трапеция шаклида бўлган бир неча ҳалқа ўрнатилган бармоқлар ёрдамида бириктирилади. Муфта ўлчамлари нормallasштирилган ($d \leq 150$ 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, $\Delta\alpha = 1 - 3$ мм) силжишларга имкон беради. Бундай муфталар кўпинча, электр двигатель вали билан юритма валини бириктириш учун ишлатилади.

Муфта боровчи моментга нисбатан жадвалдан олиниб, бармоқлар шаклига, эластик элементи эса эзилишга текширилади.

$$\sigma_{\text{сж}} = 2 T k / (d_1 l \cdot z \cdot D_1) \leq [\sigma_{\text{сж}}] \quad (15.5)$$

Бу ерда: Z — бармоқлар сони; $[\sigma_{\text{сж}}] = 1,8 \dots 2,0$ МПа.

15.9-расмда эластик элементи юлдузсимон кўринишдаги компенсацияловчи муфта кўрсатилган. Ярим муфталардаги ўйикларга жойлашадиган юлдузсимон кўринишдаги эластик элемент сиқилишдаги кучланишга текширилади. Бу хил муфталарнинг ўлчамлари 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 $\Delta\alpha \leq 1^\circ 30'$ гача

компенсациялаш мумкин. Муфта воссий ўлчамлари ўртасида қуйидагича боғланиш мавжуд:

$$D \approx 2,5 d; d_1 \approx (0,55 \dots 0,5) D;$$

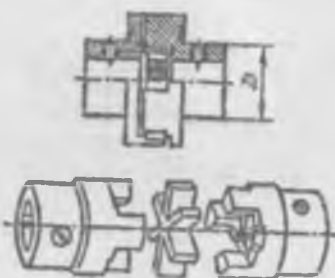
$$h = (0,3 \dots 0,22) D \quad (15.6)$$

Иш жараёнида эластик элементда ҳосил бўлган эзилишдаги кучланиш қиймати қуйидагича аниқланади.

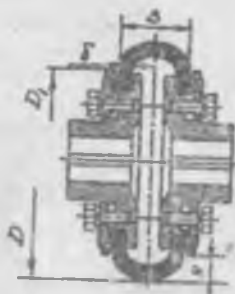
$$\sigma_{\max} = 24 D T / (z h (D^3 - d_1^3)) \leq [\sigma_{\max}] \quad (15.7)$$

бу ерда: z — юлдузча тишлари сони; $[\sigma_{\max}] = 2 \dots 2,5$ МПа.

Саноатда кенг қўлланадиган эластик элементни металлмас бўлган компенсацияловчи муфталарнинг яна бир тури 15.10-расмда кўрсатилган муфтадир. Бунда иккита ярим муфтага болтлар ёрдамида сфера шаклидаги эластик элемент маҳкамланган. Муфтани радиал силжиш Δ 2...6 мм, буррак силжиши $\Delta\alpha = 2 \dots 6$, буралиш бурғи $5^\circ 30'$ гача бўлган ҳолатларда ишлатиш мумкин (ўлчамлари стандартлаштирилган).



15.9 - расм.



15.10 - расм.

Эластик элементдаги иш жараёнида ҳосил бўлган ҳисобий кучланиш қиймати қуйидагича аниқланади:

$$\tau = 2 T k / (\pi D^2 \delta) \leq [\tau] \quad (15.8)$$

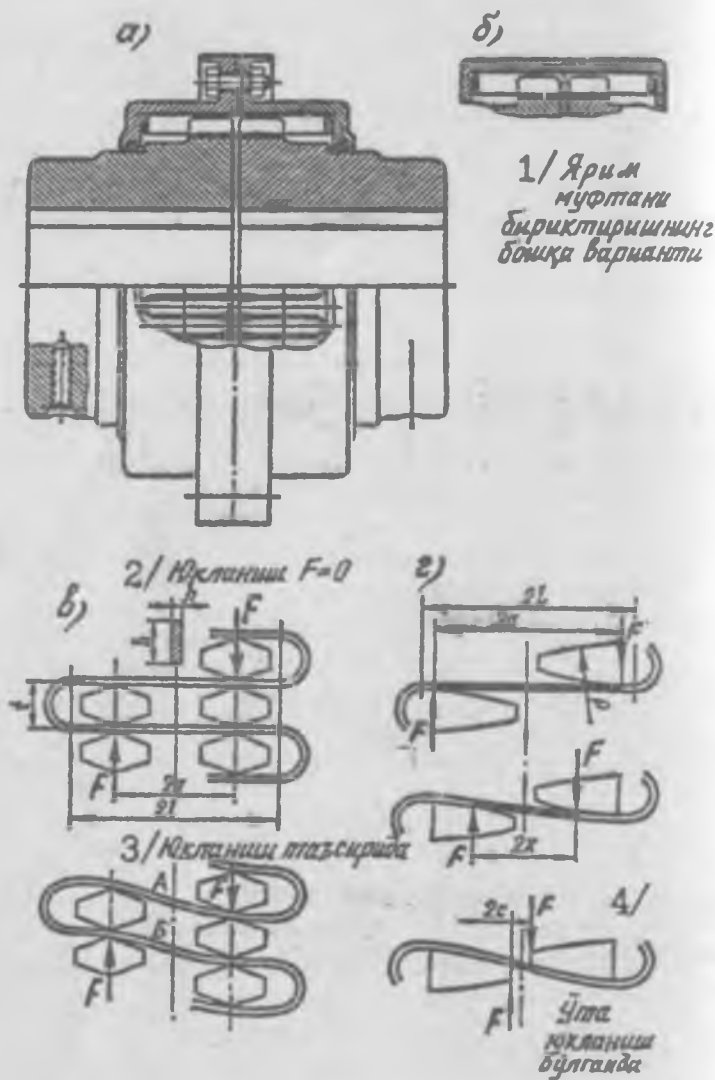
бу ерда: $[\tau] = 0,4$ МПа.

Эластик элементлари металл материаллардан тайёрланган муфталар катта буровчи момент узатиш билан бирга, узоқ муддат ишлайди ҳамда ташқи ўлчамларини кичик қилиб тайёрлаш мумкин. Бунда эластик элементлар ўзгармас ёки ўзгарувчан бикрлик билан тайёрланади.

15.11-расмда эластик элементни металлдан тайёрланган (пружина) компенсацияловчи муфта кўрсатилган. Улар махсус шаклдаги иккита ярим муфтадан иборат. Ярим муфта тишлари 15.11-м, в, г, да кўрсатилгандек, пружина воситасида бир-бирига бинади.

Ярим муфталарнинг иш тишларининг қўндаланг кесими иккита бўлиши мумкин (15.11-расм, в, г).

Қўндаланг кесимнинг биринчи хили учун таъсир этаётган шар орасидаги масофа, бу кучнинг катта-кичиклигидан қатъий



15.11 - расм.

назар, ўзгармас миқдорга — $2a$ га тенг бўлса, иккинчи хил учун бу масофа ташқи куч миқдорига мувофиқ тарзда ўзгаради.

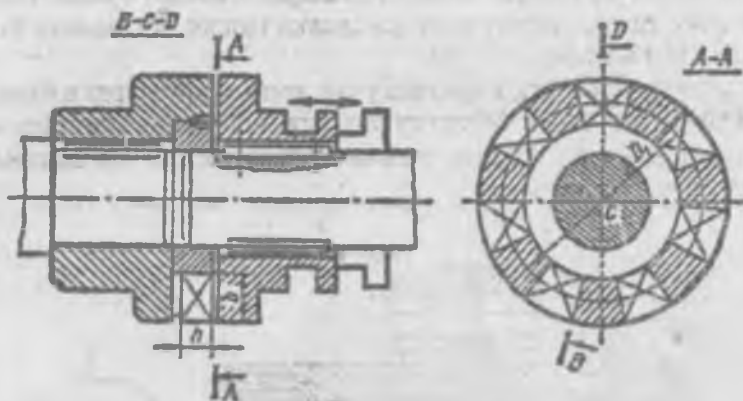
Бу масофалар асосан оғир машинасозлик саноатида ишлатилиб ўлчамлари стандартлаштирилган. Булар ёрдамида валлардаги радиал силжишни $\Delta_r = 0,5 \dots 3$ мм, бурчак силжишни $\Delta\alpha = 1'15$, чизикли силжишни $\Delta a = 4 \dots 20$ мм гача компенсациялаш мумкин.

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 қўндаланг сиртда илашиш учун мўлжалланган тишлари бўлган (кулачокли) иккита ярим муфтадан иборат.



15.12 - расм.

Иш жараёнида ярим муфтalarдан бирининг тишлари иккинчи-чидagi тишлар орасига киради. Ярим муфтalarнинг бири валга маълум тигизлик билан ўтказилади ва шпонка воситасида маҳкамлаб қўйилади, иккинчиси вал ўқи бўйлаб бемалол сурилга 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 қўзғатувчан қилиб ўрнатиш ярим муфта махсус қурилма воситасида вал бўйлаб чапга ёки ўнгга силжитилади.

Кулачокли муфтalarнинг ишлаш муддати, асосан, тишларнинг йилиш даражасига, бу эса ўз навбатида тиш сиртларида ҳосил бўладиган эзувчи кучланиш қийматига боғлиқ. Бу кучланишнинг акрибий қиймати қуйидагича аниқланади.

$$\sigma_{\text{ср}} = 2kT / (z D_1 \cdot b \cdot h) \leq [\sigma_{\text{ср}}] \quad (15.9)$$

ерда: z — ярим муфтадаги тишлар сони.

Кулачоклар иш сиртининг сийилишига чидамлилигини ошириш учун уларнинг иш юзаси углерод билан тўйинтирилади: бунда

муфталарни 15X, 20X маркали пўлатлардан тайёрлаш тавсия этилади.

Эзилишдаги кучланишнинг жонз қийматларини қуйидагича олиш тавсия этилади:

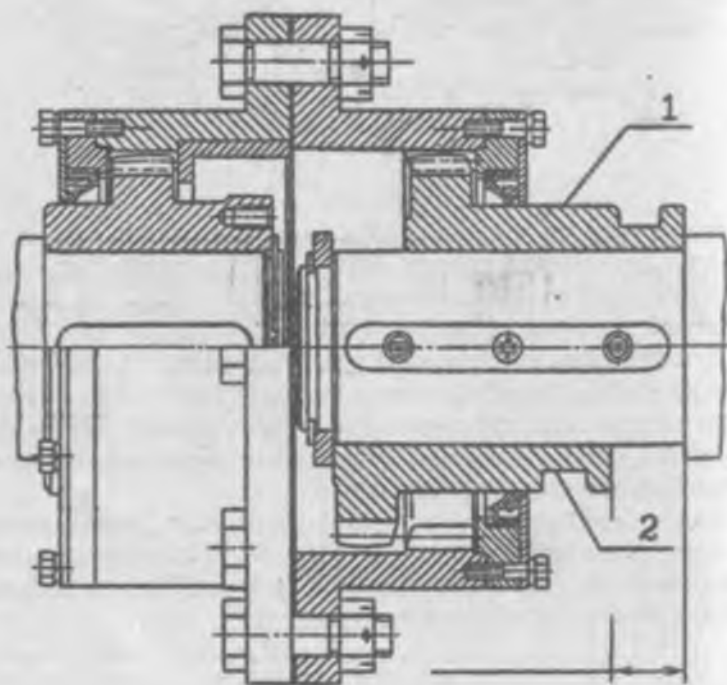
а) тинч турганда уланадиган муфталар учун $[\sigma_{\text{н}}] = 90 \dots 120$ МПа.

б) секин айланганда уланадиган муфталар учун $[\sigma_{\text{н}}] = 50 \dots 70$ МПа.

в) катта тезлик билан айланаётганда уланадиган муфталар учун $[\sigma_{\text{н}}] = 35 \dots 45$ МПа

Бошқариладиган уловчи муфталардан яна бири тишли муфталар, бу хил муфталар иккита ярим муфталардан иборат бўлиб, улардан бири ички тишли, иккинчиси эса сиртқи тишли гилдиракка ўхшаш бўлади (15.13-расм).

Муфтани улаш ёки ажратиш учун ярим муфталардан бири вал ўқи бўйлаб сурилади. Бунда кулачокли муфталарда тишлар ярим муфталарнинг ён сиртида, тишли муфталарники эса цилиндрлик сиртда бўлади.



15.13 - расм.

Тез-тез улаб ва ажратиб туриш талаб этилган ҳолларда (масалан, автомобилларда) тишли муфталарнинг синхронизатор деб аталган туридан фойдаланилади.

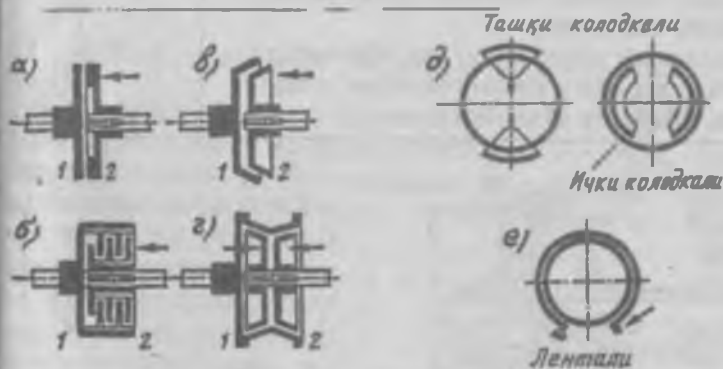
Синхронизаторни ишлатишдан мақсад тишли муфталарни улашда яил бўладиган қўшимча динамик кучларни камайтириш ва сиртларнинг раво ҳамда нисбатан бир текис ишлашини таъминлашдан иборат.

15.7-§. Фрикцион муфталар

Бошқариладиган уловчи муфталар сифатида фрикцион муфталардан кўпроқ фойдаланилади, чунки бу муфталар воситасида асосий валнинг ҳаракатини тўхтатмай, уни етакловчи вал билан осон ажратиш мумкин. Бунда етакчи вал, етакланувчи валга, унинг тезлиги тенглашганда бўлишидан қатъий назар, уланаверади. Бундан ташқари, механизмда ўта юкланиш ҳодисаси рўй берган тақдирда ҳосил бўладиган ҳавфли вазият фрикцион муфтанинг ярим муфталар воситасидаги тўла сирпаниш ҳисобига бартараф қилинади.

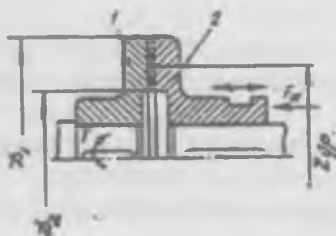
Ишқаланадиган сиртларнинг нисбатан тез сийилиши фрикцион муфталарнинг асосий камчиликларидир. Фрикцион муфталар ишқалларининг шаклига қўра қуйидаги уч гурӯҳга бўлиниш мумкин:

а) дискали муфталар (15.14-расм, а,б); конуссимон муфталар (15.14-расм, в,г); в) колодкали, лентали ва бошқа муфталар (15.14-расм, д,е).



15.14 - расм.

Дискали муфталар. Бундай муфталарнинг энг оддийси ишқаланиш сиртлари бўлган иккита ярим муфтадан иборат (15.15-расм). Бундай муфталардан бирига 1 вал қўзғалмайдиган қилиб ўрнатилади, иккинчи эса вал 2 га ўқ бўйлаб бемалол силжийдиган қилиб ўрнатилади. Валларни бир-бирига улаш учун, сирпанадиган ярим



15.15 - расм.

F_c кучининг қийматини камайтириш учун кўп дискали муфта-лардан фойдаланилади.

Кўп дискали муфтада узатиладиган буровчи момент қийматини ишқаланувчи дисклар сони z ҳамда сиқувчи куч ҳисобига ошириш мумкин. Бунда F_a нинг қиймати ишқаланиш юзасига тўғри келган босим q билан чегараланган (15.1-жадвал).

муфта кўзгалмас ярим муфтага F_c куч билан сиқилади. Бунда ҳосил бўладиган ишқаланиш кучининг моменти қуйидагича аниқланади.

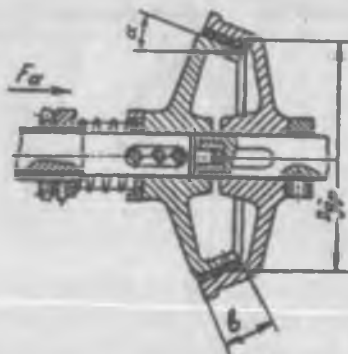
$$k T = F_c \cdot f r_{\text{cp}} \quad (15.10)$$

бу ерда: $r_{\text{cp}} = (D_1 + D_2) / 4$ — ик-юзасининг ўртача радиуси. $D_1 / D_2 = 2 \dots 1,5$ деб олинади.

15.1-жадвал

Фрикцион муфтalar учун жонз босим ва ишқаланиш коэффициенти

Фойдаланилган материал	q , МПа	f
Мой билан ишлаганда		
Тобланган пўлат тобланган пўлат устида	6...8	0,06
Чўян тобланган пўлат ёки чўян устида	6...8	0,08
Текстолит пўлат устида	4...6	0,12
Металл-керамика тобланган пўлат устида	8	0,10
Мойсиз ишлаганда		
Прессланган асбест пўлат ёки чўян устида	2...3	0,3
Металл-керамика тобланган пўлат устида	3	0,4
Чўян тобланган пўлат ёки устида	2...3	0,15



15.16 - расм.

Конуссимон муфтalar. Бундай муфтalar фрикцион муфтalarнинг бир тури бўлиб, улардаги ишқаланиш юзалари конус шаклида (15.16-расм). Ярм муфтalar бир-бирига F_c куч билан сиқилганда уларнинг уриниш сиртида солиштирма 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:

$$F_a = q b \pi D_{\text{фр}} \sin \alpha, \quad k T = T_f = q f b \pi D_{\text{фр}} / 2 \quad (15.11)$$

бу ерда: T — буровчи моментнинг ҳисобий қиймати;

T_f — ишқаланиш кучининг momenti.

Юқоридаги тенгламаларни биргаликда ечиб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

$$k T = T_f = \frac{F_a D_{\text{фр}}}{2} \cdot \frac{f}{\sin \alpha} = F_a \cdot \frac{D_{\text{фр}}}{2} f' \quad (15.12)$$

бу ерда: $f' = f / \sin \alpha$ келтирилган ишқаланиш коэффициенти.

Демак, F_a ни камайтириш учун f' ни катталаштириш керак. f' ни катталаштириш учун эса α ни кичрайтириш лозим. Бироқ α ни ҳаддан ташқари кичрайтириш тавсия этилмайди, чунки бундай ҳолда ярим муфтalar бир-бирига жипслашиб қолиб, уларни ажратиш бирмунча қийинлашади. Бундай ҳолнинг олдини олиш учун $\alpha > \rho = \arctg f$ шарт бажарилиши керак. Одатда $\alpha \approx 15^\circ$ бўлади.

Иш юзаларини ейилишга чидамлилигини таъминлаш учун қуйидаги шарт бажарилиши керак, яъни

$$q = \frac{F_a}{b \pi D_{\text{фр}} \sin \alpha} \leq [q] \quad (15.13)$$

Фрикцион муфтalarнинг ишлатиш имконияти

Бу асосан бир-бирига ишқаланувчи сиртларнинг ейилишига ва иссиқликка чидамлилиги билан белгиланади. Бироқ ҳозирги вақтда бу хил муфтalarни иссиқликка ҳамда ейилишга ҳисоблаш маълум сабабларга кўра бирмунча қийин. Шунинг учун ҳозирги вақтда иш қиларида ҳосил бўладиган солиштирма босимга асосланган ҳисоб-ҳисоби усулидан кўпроқ фойдаланилади.

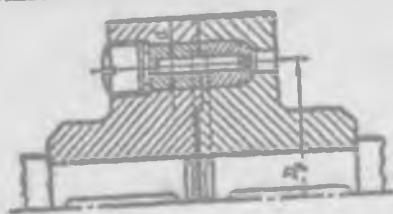
Фрикцион муфтalar учун ишлатиладиган материаллар фрикцион қатмалар учун ишлатиладиган материалларнинг ўзидир.

15.8-§. Автоматик муфтalar

Автоматик муфтalarнинг ишлатилишдан асосий мақсад зарур бўлган ҳолларда валларни бир-биридан автоматик равишда ажратишдир. Бу хил муфтalar бир неча турларга бўлинади.

Сақлагич муфтalar. Ўта юкланиш ҳоллари рўй берганда машина қатмарини синаб кетишдан сақлаш учун сақлагич муфтalarдан

фойдаланилади. Бунда муфталар ўта юкланиш содир бўлган ҳолларда синиб кетадиган элементи бор муфталардир (15.17-расм). Бу муфта



15.17 - расм.

штифт билан бириктирилган иккита ярим муфтадан иборат. Ўта юкланиш содир бўлганда шу штифт синади.

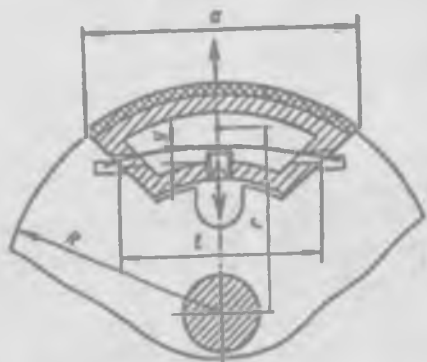
Штифта узатиладиган буровчи момент қийматини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$k T = \frac{z \cdot D_1 \cdot \pi \cdot d^2}{k_z \cdot 2 \cdot 4} \leq [\tau] \text{ ёки } k T = \frac{z \cdot D_1 \cdot A}{k_z \cdot 2} \leq [\tau] \quad (15.14)$$

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 - расм.

айланиш сони маълум қийматдан ортганда валларни улаб, айланиш сони насайганда 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 қол-

ган двигатель бутунлай тўхтаб қолмайди, чунки айланиш сони камайиши билан муфта двигателни юкланишдан озод қилади.

Керакли буровчи моментни узатиш учун бурчак тезлиги ω нинг қиймати етарли даражада бўлиши керак. Бу қиймат қуйидагича аниқланади.

$$k T \leq 0,5 (F_{\text{ж}} - F) f \cdot z \cdot D = 0,5 m z d r f (\omega_1^2 - \omega_2^2) \quad (15.15)$$

бу ерда: z — колодкалар сони; f — ишқаланиш коэффициенти;

ω_0 — колодканинг барабанга теккунча бўлган тезлиги;
 ω_1 — зарур бўлган буровчи моментни узатишга имкон берувчи бурчак тезлиги.

$F = 48 E I Y / R$ — пружина ёрдамида таъсир этаётган куч;

$I = b h^3 / 12$ — пружина кўндаланг кесилишнинг инерция моменти;

Y — эгрилик қиймати.

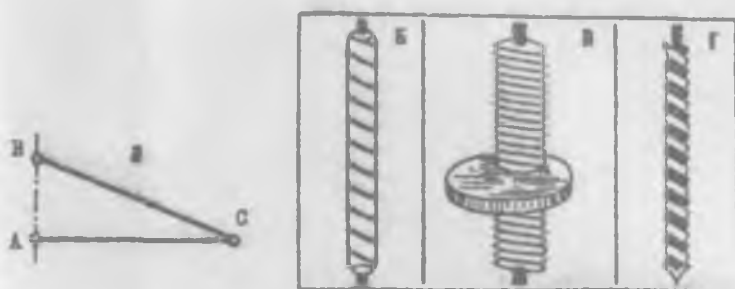
Муфта учун фрикцион материаллар ва унинг ҳисоби бошқа фрикцион муфталар каби бўлади.

Савол ва топшириқлар

1. Муфталарни вазифаси ва уларни танлаш ҳақида сўзлам.
2. Муфталар тузиллигига кўра қандай гуруҳларга бўлилади?
3. Довжий бириктириладиган муфталарнинг қандай турлари бор?
4. Эластик элементли компенсацияловчи муфта турлари. Асфалтик ва камчиликлар нималардан иборат?
5. Бошқариладиган уловчи муфталар, уларнинг турлари, асфалтик ва камчиликларк нималардан иборат?
6. Бошқариладиган фрикцион муфталар, турлари асфалтик ва камчиликларк нималардан иборат?
7. Автоматик муфталар нима мақсадда ишлатилади?

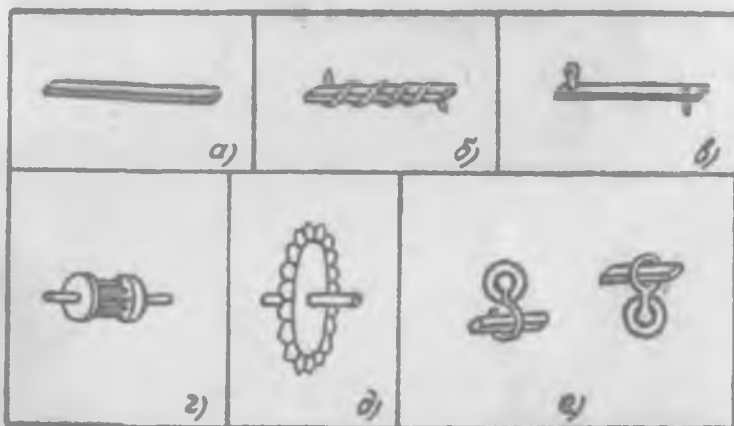
ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР.

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. Поляков В.С., Барбин 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., Сулаймонов И. Машина деталлари курсдан масалалар йўналими. Т., 1992.
13. Пронин Б.А. Клиновременные и фрикционные передачи и вариаторы. М., 1960.
14. Расчет и выбор подшипников качения: Справочник. (Н.А. Спирин за бошқалар). М., 1974.
15. А.Жўраев, Д.Х.Мирахмедов, Н.Н.Мухитов. Тасмалар узатма. Муаллифлик гувоҳномаси №1767258.
16. Планетарные передачи. Справочник. (Под редакцией В.Н.Кудрявцева и Ю.Н.Кидоянцев) М — Л., 1977.
17. Павленко А.В., Федякин Р.З., Чеснаков В.А. Зубчатые передачи с зацеплением Новикова. Киев., 1978.
18. А.Жўраев, Б.М.Исохўжасев. Типли узатма.
19. Р.Н.Тожибоев., М.М.Шукуров. Машина деталларини лойиҳалаш. Т. «Фан». 1998.
20. Жўраев а. за бошқалар. Зубчато-пасочная передача. А.С. №1703899. Бюл. №1. 1992 г.



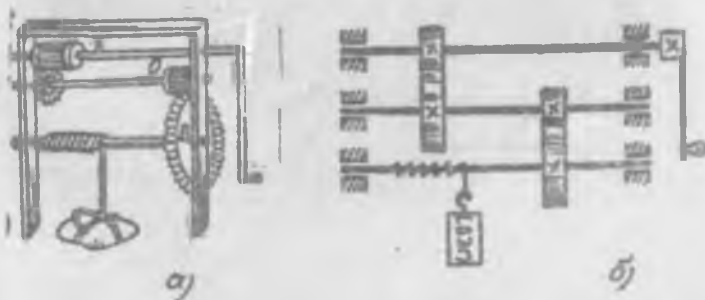
1-расм.

Цилиндрсмон винт, иби Сино „Ақл мезони“ китобидан, XI аср



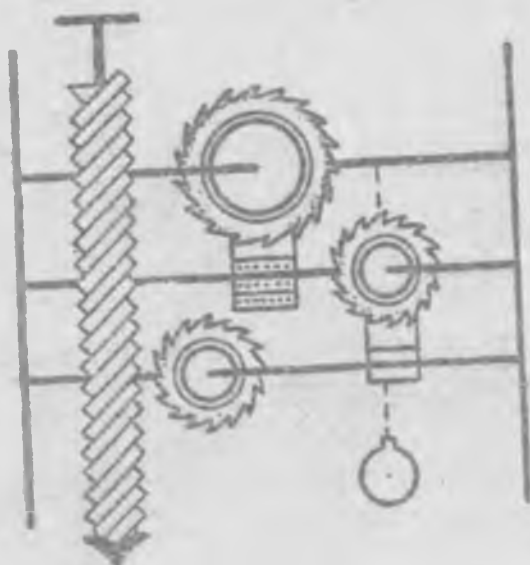
2-расм.

XI аср механизм деталарини аксонометрик тизмалари: а-брус; б-велга туралган арқон; в-дастан; г-стакловчи илдирак; д-стакланувчи илдирак; е-харакатланадиган ва харакатланмайдиган блоklar

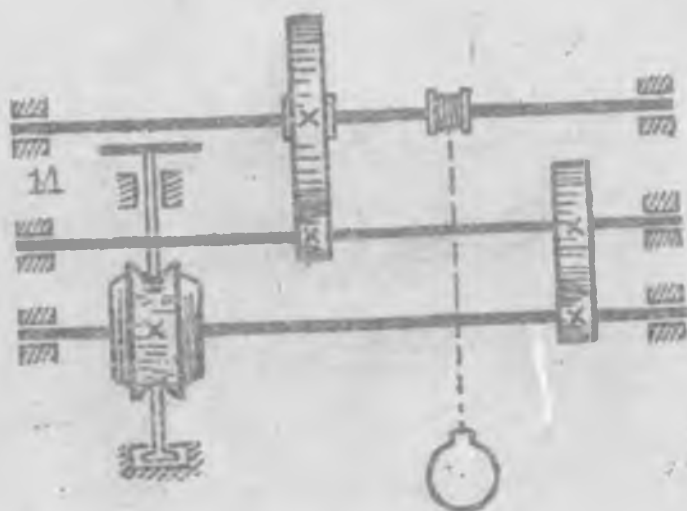


3-расм.

Дарвозани очин учун ишлатиладиган механизм, иби Сино „Ақл мезони“ китобидан, XI аср. 6. Шу механизмни hozirgi замон чизма кўриниши.



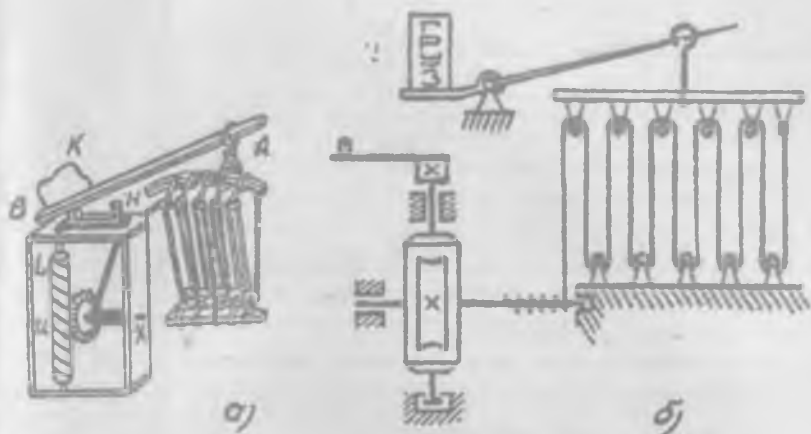
а



б

4-рasm.

а) Дарвозони очкии учун ишлатилган механизм, яъни Сино „Аҳд мезоки“ китобидан XI-аср. б) Шу механизмни ҳозирги зомон чизма қўриниши.



5-рasm.

- а) Дарвозани очин учун ишлатиладиган винт ва ричаглар. XI аср.
 б) Шу механизми ҳозирги замон чизма кўриниши.



6-рasm.

- а) Винт, ибн Сино „Ақл мезони“ китобидан, XI аср.
 б) Шу механизми ҳозирги замон чизма кўриниши.

МУНДАРИЖА

Сўз боши	3
Кириш	4
Машина деталларини ҳисоблаш ва дойиҳаларга 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 ўқ бўйлаб таъсир этувчи куч орасидаги боғланиш	22
1.5-§. Резьбали мустаҳкамликка ҳисоблаш	23
1.6-§. Болт стержонини мустаҳкамликка ҳисоблаш	25
1.7-§. Ўзгарувчан кучлар таъсиридаги болтларнинг мустаҳкамлиги	29
1.8-§. Бир нечта болтли бирикмаларни ҳисоблаш	30
1.9-§. Резьбали бирикмалар учун материалларнинг жонз кучланишлари ҳамда мустаҳкамлик класслари	32
2-боб. Шпонкали ва шлицли бирикмалар	35
2.1-§. Шпонкали бирикмалар	35
2.2-§. Шлицли бирикмалар	38
2.3-§. Бирикмаларнинг ҳисоби ва жонз кучланишлар	39
2.4-§. Тақрибан ҳисоблаш усули	40
2.5-§. Ҳисоблашнинг аниқлаштирилган усули	41
3-боб. Пайванд бирикмалар	42
3.1-§. Умумий маълумотлар	42
3.2-§. Учма-уч пайвандлаш	43
3.3-§. Устма-уст пайвандлаш	44
3.4-§. Ўзаро тик қилиб пайвандлаш	47
3.5-§. Контактли пайвандлаш усули	47
3.6-§. Пайванд чокларнинг ўзгарувчан кучлар таъсиридаги мустаҳкамлиги	49
3.7-§. Пайванд чокларнинг мустаҳкамлиги ва жонз кучланишлар	49
4-боб. Партия микли бирикмалар	51
4.1-§. Умумий маълумот	51
4.2-§. Партия микли чокларни мустаҳкамликка ҳисоблаш	52
5-боб. Деталларни тизимлик билан бириктириш	53
5.1-§. Умумий маълумот	53
5.2-§. Бирикмани мустаҳкамликка ҳисоблаш	54
6-боб. Механик узатмалар	56
6.1-§. Узатмалар ҳақида умумий тушунчалар	56
7-боб. Тишли узатмалар	57
7.1-§. Умумий маълумотлар	57
7.2-§. Узатманинг геометрия ва кинематикаси	59
7.3-§. Тишли гилдирақларнинг эмиришли турлари	61
7.4-§. Тишли гилдирақларнинг аниқлик даражаси	65
7.5-§. Контакт кучланиш ва мустаҳкамлик	67
7.6-§. Иланишда ҳосил бўлган кучлар	68
7.7-§. Тўғри тишли гилдирсимон гилдирақларни контакт кучланиш бўйича ҳисоблаш	69
7.8-§. Тўғри тишли гилдирсимон гилдирақларни этиллидаги кучланиш бўйича ҳисоблаш	73
7.9-§. Юкланиш коэффициенти	75

7.10-§. Гилдирак тишлари сонини унинг мустаҳкамлигига таъсири ҳамда силжиш коэффициенти	79
7.11-§. Қия ва шеврон тишли цилиндрик узатмаларни ҳисоблашнинг ўзига хос хусусиятлари	83
7.12-§. Қия тишли цилиндрсимон гилдиракли узатмаларни контакт кучланиш бўйича ҳисоблаш	86
7.13-§. Қия тишли цилиндрсимон узатмаларни эгилишдаги кучланиш бўйича ҳисоблаш	87
7.14-§. Конуссимон гилдиракли тишли узатмалар	87
7.15-§. Конуссимон тишли гилдиракларнинг геометрик ўлчамлари	89
7.16-§. Илашшида ҳосил бўладиган кучлар	93
7.17-§. Конуссимон гилдиракли узатмаларни контакт кучланиш бўйича ҳисоблаш	95
7.18-§. Конуссимон гилдиракли узатмаларни этувчи кучланиш бўйича ҳисоблаш	97
7.19-§. Тишли узатмаларнинг фик	99
7.20-§. Редуктор турлари ва уларни мойлаш	100
7.21-§. Тишли гилдиракларни тайёрлаш учун ишлатиладиган материаллар ва уларни термик қайта ишлаш	102
7.22-§. $[\sigma_H]$, $[\sigma_F]$ жоиз кучланишлар	106
7.23-§. Тишли узатмаларни оптималлаш	110
7.24-§. Масалалар	112
7.25-§. Новиков узатмаси умумий маълумот	120
7.26-§. Тўлқинсимон тишли узатмалар ҳақида умумий маълумот	121
7.27-§. Планетар узатмалар ҳақида умумий маълумот	122
7.28-§. Винтга ҳамда гипонд узатмалар ҳақида умумий маълумотлар	123
7.29-§. Винт-гайка узатмалар ҳақида умумий маълумот	123
7.30-§. Узатма резбасини ейлишга ҳисоблаш, мустаҳкамликка текшириш	126
7.31-§. Узатиш сони ўзгарувчан бўлган тишли узатмаларни ҳисоблаш	127
8-боб. Червякли узатмалар	131
8.1-§. Умумий маълумот	131
8.2-§. Червякли узатмаларнинг геометрик ўлчамлари	132
8.3-§. Сирпаниш тезлиги	136
8.4-§. Узатманинг ФИК	136
8.5-§. Червякли узатмаларни контакт кучланиш бўйича ҳисоблаш	138
8.6-§. Червякли узатмаларни эгувчи кучланиш бўйича ҳисоблаш	140
8.7-§. Юқлаиш коэффициенти	140
8.8-§. Червяк танасини мустаҳкамлик ва бикрликка текшириш	142
8.9-§. Червякли узатмалар учун ишлатиладиган материаллар ва жоиз кучланишлар	143
8.10-§. Узатманинг қизиқлини текшириш, советиш ва мойлаш	144
9-боб. Занжир узатмалар	149
9.1-§. Умумий маълумотлар	149
9.2-§. Занжирли узатмаларнинг асосий характеристикалари	153
9.3-§. Узатмада ҳосил бўлган 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 бўйича ҳисоблаш	170
11-боб. Тасмали узатмалар	172
11.1-§. Умумий маълумот	172

11.2-§. Ясси тасмаларни тайёрлаш учун ишлатиладиган материаллар	173
11.3-§. Тасмалар узатмаларни ҳисоблашнинг назарий асослари	175
11.4-§. Тасма тармоқларидаги кучлар ва улар ўртасидаги боғланишлар	176
11.5-§. Тасмадаги кучланишлар	180
11.6-§. Сирпаниш ва фойдали иш коэффициентининг этри чиқиқлари	182
11.7-§. Ясси тасмалар узатмалар учун жонз кучланишлар	184
11.8-§. Ясси тасмалар узатмаларни ҳисоблаш тартиби	186
11.9-§. Понасимон тасмалар	189
11.10-§. Понасимон тасмалар узатмаларни ҳисоблаш	191
11.11-§. Эксиэ понасимон тасмалар	193
11.12-§. Тишлик тасмалар узатмалар	196
11.13-§. Тасмалар узатмаларни таранглаш	201
11.14-§. Тасмалар узатмаларнинг шкивлари	202
11.15-§. Таранглиги ўзгарувчан тасмалар узатмаларни ҳисоблаш	203
12-боб. Вал ва ўқлар	205
12.1-§. Умумий маълумот	205
12.2-§. Валларни мустақамликка ҳисоблаш	206
12.3-§. Валларни мустақамликка ҳисоблашнинг тақрибий усули	207
12.4-§. Валларни мустақамликка ҳисоблашнинг аниқлаштирилган усули	209
12.5-§. Валларни биқрикка ҳисоблаш	212
12.6-§. Валларнинг титрашига чидамлилигини ҳисоблаш	212
13-боб. Подшипниклар	214
13.1-§. Умумий маълумотлар	214
13.2-§. Сирпаниш подшипниклари	215
13.3-§. Подшипник ичқўймалари	216
13.4-§. Подшипник ичқўймалари учун материаллар	217
13.5-§. Подшипникларнинг ишлаш шароити ва смирлини	218
13.6-§. Суюқликда ишқаланш режимида ишлаш шартлари	219
13.7-§. Сирпаниш подшипникларини шартли ҳисоблаш	221
13.8-§. Радикал подшипникларни суюқликда ишқаланш 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 деталларидаги контакт кучланишлар	230
14.6-§. Подшипник кинематикаси	231
14.7-§. Подшипник элементларининг смирлини ва ишдан чиқиши	232
14.8-§. Подшипникларни динамик юк кўтарувчанлик бўйича ҳисоблаш	233
14.9-§. Эквивалент юкланиш қийматини аниқлаш ҳамда подшипникларни танлаш	234
14.10-§. Думалаш подшипникларининг статик юк кўтарувчанлиги	238
14.11-§. Подшипникларни вал ва корпусларга ўрнатил	238
15-боб. Муфтлар	244
15.1-§. Умумий маълумотлар	244
15.2-§. Доимий бириктириладиган муфтлар	246
15.3-§. Шарикли-ричагли муфтларни ҳисоблаш	247
15.4-§. Компенсацияловчи муфта	248
15.5-§. Эластик элементли муфтлар	251
15.6-§. Бошқариладиган уловчи муфтлар	255
15.7-§. Фрикцион муфтлар	257
15.8-§. Автоматик муфтлар	259
Фойдаланилган адабиётлар	261