

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ АВИАЦИЯ ИНСТИТУТИ

НИЗОМИЙ НОМИДАГИ ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ПЕДАГОГИКА
УНИВЕРСИТЕТИ

А.В.ПЯТАЕВ, Б.К.МУХАМЕДЖАНОВ

МАШИНА ДЕТАЛЛАРИ

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
томонидан олий ўқув юртлари 5140900 – «Касбий таълим» бакалаврият
таълим йўналиши талабалари учун ўқув қўлланма сифатида тасвир
этилган

ТОШКЕНТ
«IQGISOD-MOLIYA»
2007

Тақризчилар: т.ф.д, профессор, ТТЕСИ “Машина деталлари”
кафедраси мудири **Р.Тожибоев**
т.ф.н., доцент, ТАЙИ “Машиналарни лойихалаш”
кафедраси **И.Нурматов**

Пятаев А.В.

Машина деталлари. Олий ўқув юртлари учун ўқув қўлланма /
А.В.Пятаев, Б.К.Мухамеджанов; Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта
махсус таълим вазирлиги. – Т.: «IQTISOD-MOLIYA», 2007. 228 б.
Мухамеджанов Б.К.

Мазкур ўқув қўлланма техника ва педагогика олий ўқув юртларининг
ўқув режаларина мос келади.

Тавсия қилинаётган ўқув қўлланма 3 қисмдан иборат:

- механик узатмаларнинг тузилишлари ва мустаҳкамликка ҳисоблаш;
- подшипниклар, валлар ва муфтлар;
- машина деталларининг қўзғалмас бирикмалари.

Мавжуд ўқув адабиётлардан фарклироқ, машина деталларининг
қўзғалмас бирикмалари бўлими (резбали, парчин михли ва пайванд) матни
охирда, механик узатмалар эса, бошланғич қисмига кўчирилган. “Машина
деталлари” фани дастури бўйича ёзилган ўқув қўлланма умуммуҳандислик
курсига етарлига бутунлай мос келади. Шунинг учун бу ўқув қўлланма олий
техника ўқув юртларида “Машина деталлари”, “Амалий механика”,
“Техникавий механика” бўйича маъруза қилишда қўлланилиши мумкин.
Бундай ўрин алмаштиришлар замонавий ўқув режага ва ишчи дастурга мос
келади, чунки машина деталлари машина ва механизмлар назариясининг
давоми бўлиб ҳисобланади. Бундан ташқари, машина деталлари фанидан курс
ишини яхши ўзлаштиришга имкон беради. Маълумки кўпгина ўқув режаларда
бу фанни ўрганиш ва курс ишини бажариш бир семестрга мўлжалланган.

Мундарижа

| | |
|---|----|
| Сўз боши | 7 |
| <u>1-боб. Машина (узел) қисм ва деталларини мустаҳкамликка ҳисоблаш ва лойиҳалашнинг умумий ҳолатлари</u> | 8 |
| 1.1-§. Машина қисм ва деталларига қуйиладиган асосий талаблар | 8 |
| 1.2-§. Машина деталларининг ишлаш қобилиятини белгилловчи мезонлар ва уларни ҳисоблаш | 8 |
| 1.3-§. Машина деталларини мустаҳкамликка ҳисоблаш хусусиятлари | 11 |
| 1.4-§. Назорат саволлари | 13 |
| I ҚИСМ. МЕХАНИК УЗАТМАЛАР | 14 |
| <u>2-боб. Тўғри тишли цилиндрсимон гилдиракли узатмалар</u> | 14 |
| 2.1-§. Лойиҳалаш ҳисоби ва параметрларни аниқлаш учун дастлабки маълумотлар | 14 |
| 2.2-§. Тишли гилдираклар учун материаллар ва термик ишлов бериш | 18 |
| 2.3-§. Узатма иш жараёнида тишлардаги кучланишларни турлари | 19 |
| 2.4-§. Ишлаш қобилиятини мезонлари ва ҳисоби | 20 |
| 2.5-§. Тишларнинг контакт кучланишлар бўйича ҳисоблаш асослари | 23 |
| 2.6-§. Тишларнинг эғувчи кучланишлар бўйича ҳисоблаш асослари | 24 |
| 2.7-§. Ҳисобий юклама ва аникловчи коэффициентлар | 27 |
| 2.8-§. Мустаҳкамликка лойиҳалаш ҳисоби | 29 |
| 2.9-§. Контакт кучланиш бўйича текширув ҳисоблаш | 36 |
| 2.10-§. Эғувчи кучланиш бўйича текширув ҳисоблаш | 37 |
| 2.11-§. Ҳисоблаш тартиби | 39 |
| 2.13-§. Назорат саволлари | 44 |
| <u>3-боб. Қия тишли цилиндрсимон гилдиракли узатмалар</u> | 46 |
| 3.1-§. Қия тишли цилиндрсимон узатмаларнинг геометрик ўлчамлари ва эквивалент тўғри тишли узатма | 46 |
| 3.2-§. Қия тишли узатмаларни эғувчи ва контакт мустаҳкамликка ҳисоблаш | 48 |
| 3.3-§. Тишли узатмага оид масала ечиш | 50 |
| 3.4-§. Назорат саволлари | 54 |
| <u>4-боб. Тўғри тишли конуссимон узатмалар</u> | 55 |
| 4.1-§. Конуссимон узатмаларни геометрик ўлчамлари ва эквивалент цилиндрсимон узатма | 55 |
| 4.2-§. Конуссимон гилдиракли узатмаларни эғувчи ва контакт мустаҳкамликка ҳисоблаш | 58 |
| 4.3-§. Конуссимон узатмани ҳисоблашга доир масала ечиш | 60 |
| 4.4-§. Назорат саволлари | 65 |
| <u>5-боб. Червякли узатмалар</u> | 66 |
| 5.1-§. Червякли узатмани геометрик ўлчамлари | 66 |
| 5.2-§. Червякли узатмада ишқаланиш ўз-ўзидан тўхталиши | 68 |
| 5.3-§. Червякли узатмани ишлатиш соҳаси | 71 |
| 5.4-§. Червякли узатмаларга материаллар | 71 |
| 5.5-§. Червякли узатмани мойлаш ва совитиш | 72 |

| | |
|--|-----|
| 5.6-§. Контакт кучланиш бўйича ҳисоблаш | 72 |
| 5.7-§. Червякли узатмага оид масала | 74 |
| 5.8-§. Назорат саволлари | 77 |
| <u>6-боб. Тишли узатмаларнинг тузилиши</u> | 78 |
| 6.1-§. Цилиндрсимон тишли ғилдирагининг ва цилиндрсимон редукторларнинг тузилиши | 78 |
| 6.2-§. Конуссимон тишли ғилдирагининг ва конуссимон редукторларнинг тузилиши | 82 |
| 6.3-§. Червяк, червяк ғилдирагини ва червякли редукторларни тузилиши | 85 |
| 6.4-§. Назорат саволлари | 87 |
| <u>7 боб. Занжирли узатма</u> | 88 |
| 7.1-§. Занжирли узатма турлари ва тузилиши | 88 |
| 7.2-§. Втулка-роликли узатманинг геометрик, кинематик ва куч параметрлари | 90 |
| 7.3-§. Ишлаш қобилиятини мезонлари ва мустаҳкамликка ҳисоблаш | 91 |
| 7.4-§. Узатмани геометрик, кинематик ва мустаҳкамликка ҳисоблаш йўллари | 94 |
| 7.5-§. Занжирли узатмага доир масала | 95 |
| 7.6-§. Назорат саволлари | 98 |
| <u>8-боб. Тасмали узатмалар</u> | 99 |
| 8.1-§. Тасмали узатмаларнинг турлари ва ишлатиш соҳаси | 99 |
| 8.2-§. Тасмали узатмаларнинг мустаҳкамликка ҳисоблаш асослари ва ишлаш лаёқати | 100 |
| 8.3-§. Тасмали узатмалар сирпаниши ва ФИК | 106 |
| 8.4-§. Понасимон тасмали узатмалар. Понасимон тасма турлари ва ўлчамлари | 107 |
| 8.5-§. Понасимон тасмали узатманинг геометрик ва кинематик параметрлари | 110 |
| 8.6-§. Понасимон тасмали узатмани ҳисоблаш усули | 112 |
| 8.7-§. Ҳисобнинг мисоли | 115 |
| 8.8-§. Назорат саволлари | 117 |
| II ҚИСМ. ПОДШИПНИКЛАР, ВАЛЛАР, ЎҚЛАР ВА МУФТАЛАР | 118 |
| <u>9-боб. Сирпаниш подшипниклари</u> | 118 |
| 9.1-§. Умумий маълумотлар | 118 |
| 9.2-§. Сирпаниш подшипникларининг ишлаш шароити ва емирилиши | 119 |
| 9.3-§. Сирпаниш подшипникларининг ишқаланиши ва мойлаш | 120 |
| 9.4-§. Сирпаниш подшипникларининг тузилиши ва ишлатиладиган материаллар | 124 |
| 9.5-§. Сирпаниш подшипникларининг ҳисоблаш | 125 |
| 9.7-§. Назорат саволлари | 126 |
| <u>10-боб. Думалаш подшипниклари</u> | 127 |
| 10.1-§. Думалаш подшипникларининг турлари ва умумий маълумотлар | 127 |
| 10.2-§. Думалаш подшипникларининг шартли белгилари | 129 |
| 10.3-§. Ишлаш лаёқатини асосий мезонлари ва ҳисоблаш | 130 |
| 10.4-§. Подшипникларнинг динамик юк кўтарувчанлик бўйича танлаш | 131 |

| | |
|---|-----|
| 10.5-§. Подшипникларнинг статик юк кўтарувчанлик бўйича танлаш | 132 |
| 10.6-§. Назорат саволлари | 133 |
| <u>11-боб. Валлар ва ўқлар</u> | 134 |
| 11.1-§. Умумий маълумотлар | 134 |
| 11.2-§. Валларнинг лойиҳалаш ҳисоби | 135 |
| 11.3-§. Валларнинг текшириш ҳисоби | 137 |
| 11.4-§. Назорат саволлари | 140 |
| <u>12-боб. Шпонкали ва шлицли бирикмалар</u> | 141 |
| 12.1-§. Шпонкали бирикмаларнинг тузилишлари | 141 |
| 12.2-§. Шпонкали бирикмаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш | 144 |
| 12.3-§. Шлицли бирикмалар ва уларни турлари | 146 |
| 12.4-§. Шлицли бирикмаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш | 148 |
| 12.5-§. Ҳисоблашга доир мисол | 150 |
| 12.6-§. Назорат саволлари | 150 |
| <u>13-боб. Валларнинг бириктириш муфтлари</u> | 151 |
| 13.1-§. Муфта турлари | 151 |
| 13.2-§. Доимий бириктирилган муфтлар | 151 |
| 13.3-§. Компенсацияловчи қаттиқ муфтлар | 153 |
| 13.4-§. Эластик муфтлар | 158 |
| 13.5-§. Сақлагич муфтлар | 161 |
| 13.6-§. Бошқариладиган ёки илашиш муфтлари | 163 |
| 13.7-§. Эркин ҳаракатлануви ёки ўзувчи муфтлар | 167 |
| 13.8-§. Ҳисоблашга доир мисол | 170 |
| 13.10-§. Назорат саволлари | 171 |
| III ҚИСМ. МАШИНА ДЕТАЛЛАРИНИ ҚЎЗГАЛМАС УСУЛДА БИРИКТИРИШ | 172 |
| <u>14-боб. Резбали бирикмалар</u> | 173 |
| 14.1-§. Резба турлари ва тайёрлаш усуллари | 173 |
| 14.2-§. Бириктирувчи метрик резбанинг геометрик параметрлари | 175 |
| 14.3-§. Деталларнинг бириктириш турлари ва резбали бирикмаларнинг маҳкамлаш усуллари | 177 |
| 14.4-§. Резбали бирикма деталларидаги кучлар ва моментлар | 179 |
| 14.5-§. Резба ўрамлари бўйича бўйлама юкланишни тақсимлиниши | 181 |
| 14.6-§. Бириктирувчи резбаларнинг мустаҳкамликка ҳисоблаш асослари | 182 |
| 14.7-§. Чўзувчи ташки куч таҳсирида зўриктирилмаган ҳолатдаги болтли бирикмаларнинг мустаҳкамликка ҳисоблаш | 184 |
| 14.8-§. Ташки юкланиш таҳсир этилмаган ҳолда сириб тортилган болтли бирикмаларнинг мустаҳкамликка ҳисоблаш | 185 |
| 14.9-§. қўйилган кучлар таҳсиридан деталларни туташган жойидан силжитувчи болтли (винтли) бирикманинг мустаҳкамликка ҳисоблаш | 187 |
| 14.10-§. Сириб тортилган болтли бирикмаларнинг мустаҳкамликка ҳисоблаш, йўналтирилган кучлар туташган сиртларни ажратади | 189 |
| 14.11-§. Ҳисобнинг мисоли | 190 |
| 14.12-§. Назорат саволлари | 192 |

| | |
|---|-----|
| <u>15-боб. Бир нечта болтли бирикмаларни ҳисоблаш</u> | 193 |
| 15.1-§. Юкланиш туташган текисликка тик йўналган бўлиб, унинг марказидан ўтади | 193 |
| 15.2-§. Бирикмани юкланиши деталларни туташган жойидан силжитади | 194 |
| 15.3-§. Бирикмани юкланиши деталларнинг туташган жойини очади ва туташган жойидан силжитади | 196 |
| 15.4-§. Ҳисобнинг мисоли | 199 |
| 15.5-§. Назорат саволлари | 199 |
| <u>16-боб. Парчин миҳли бирикмалар</u> | 200 |
| 16.1-§. Умумий маълумотлар | 200 |
| 16.2-§. Парчин миҳли бирикмаларнинг турлари | 201 |
| 16.3-§. Парчин миҳли бирикмаларнинг мустаҳкамликка ҳисоблаш | 204 |
| 16.5-§ Назорат саволлари | 206 |
| <u>17-боб. Пайванд бирикмаларнинг</u> | 207 |
| 17.1-§. Умумий маълумотлар | 207 |
| 17.2-§. Пайвандлашнинг асосий турлари | 208 |
| 17.3-§. Пайванд бирикмаларнинг ва чокларнинг турлари | 209 |
| 17.4-§. Пайванд бирикмаларнинг мустаҳкамликка ҳисоблаш | 211 |
| 17.6-§. Назорат саволлари | 214 |
| <u>Тавсия этилган адабиётлар</u> | 215 |

Сўз боши

Машина деталлари олий техника ўқув юртлири механик йўналишидаги 3-4 курс талабалари учун ўқитиладиган фанлардан бири ҳисобланади.

ТДПУ да бу фан умумқасбий фанларнинг якуновчиси ҳисобланади. Қасбий йўналишдаги бакалавр ва магистрларни тайёрлашда машина деталлари фанининг аҳамияти ҳеч қанча қамаймайди. Лекин янги ўқув режаларига асосан, унинг ҳажми йилдан-йилга қамайиб бормокда, бу ҳолатни ҳаётий зарурият ҳисобланган гуманитар, иқтисод, информатика, экология фанларининг кириб келиши билан тушунтириш мумкин. Ваҳоланки, ҳозир фан ва техниканинг янгилаши ва ривожланиши машина деталлари фанининг ҳажмини ва мазмунини қайта кўриб чиқиш талаб қилинаётган вақтда ўз аҳамиятини йўқотиб қўймаслиги ва салбий таҳсини кўрсатмаслиги керак.

Машина деталлари шартли равишда 3 қисмга бўлинади:

1. Механик узатмаларнинг тузилмалари ва мустақамликка ҳисоблаш.
2. Подшипниклар, валлар, ўқлар ва муфтлар.
3. Машина деталларининг қўзғалмас бирикмалари.

Машина деталлари фанини анҳанавий усулда ёритилишга нисбатан бобларнинг жойини алмаштириш ҳозирги ўқув режаларининг моҳиятига боғлиқ. Машина деталлари фанини ўзлаштириш талабаларни мустақил фикрлаш, деталларни статик ва динамик юкланишлар таҳсинида мустақамликка ҳисоблаш, ҳисоб усулларини тўғри танлаш ва деталларни лойиҳалашга ўргатади.

Ундан ташқари айрим масалаларни ечишда ва машина деталларининг тузилмаларини яратишда компютер техникасидан тўғри фойдаланишга ўргатади.

Ўқув қўлланма машина деталлари ва бошқа техник фанлардан курс лойиҳасини бажаришда услубий қўлланма сифатида ишлатилиши мумкин.

**1-боб. Машина (узел) қисм ва деталларини
мустваҳкамликка ҳисоблаш ва лойиҳалашнинг
умумий ҳолатлари**

**1.1-§. Машина қисм ва деталларига қўйиладиган
асосий талаблар**

Ишлаш қобилияти – машина, механизм ва қисмлар асосий белгиловчи параметрларининг ҳолати техник ҳужжатларда кўрсатилганга мослигидир. Масалан, машина двигатели зарур бўлган қувватни содир қилмаса ёки редуктор иш жараёнида қизиб кетса, бу ҳолларда машина ишлаш қобилиятини йўқотган ҳисобланади.

Умрбоқийлик – белгиланган вақт ичида машина ва механизмлар ишлаш қобилиятини йўқотмаслик, техник имконияти (ресурс) етарли даражада бўлиши. Шу вақт ичида қисмларда техник хизмат ёки таҳмирлаш ишлари олиб борилади.

Ишонччилик – техник воситаларининг тўхтаб қолмасдан ишлаш эҳтимоллиги. **Бузилиш** (отказ) – ишлаш қобилиятини йўқотиш. **Узилиш** (сбой) – бузилишни енгил усулда тузатиш. Маъсулият юқори бўлган ҳолларда машинани ишлаш қобилиятини кўтариш мақсадида уни захиралаб, эҳтиёт қилиб ишлатилади. Бу усул, асосан, электрик, гидравлик системаларга тегишли бўлиб, айрим ҳолларда механик системаларни захиралаш ҳам қўлланилади.

Таъмирлашга яроқчилик – техник воситалар ёрдамида бузилишларни аниқлаш ва тузатиш, яъни тузилмалар ажратиш ва йиғишга нисбатан оддий бўлиши керак.

Технологик қулайлик – детал қисмларининг ишлаб чиқариш ва фойдаланишга қўйилган талабларга мослиги. Техник воситаларни яратувчи конструктор шу объектни ишлатиш, фойдаланиш жараёнларини ҳисобга олиши лозим.

Тежамчилик ишлаб чиқариш, фойдаланиш, ишлатиш ва материалнинг таннархи билан белгиланади. Шароит қандай бўлишидан қатъий назар бу таннарх минимал қийматга эга бўлиши керак, яъни, агар иккита бир хил тавсифга эга бўлган машинанинг, ишлаш қобилияти, ишонччилиги, таъмирлашга яроқчилиги тенг бўлса, буларнинг ичидан, арзон материалдан тайёрланган, ишлаб чиқариши ва фойдаланиши одий бўлган машина яхши деб топилади.

**1.2-§. Машина деталларининг ишлаш қобилиятини
белгиловчи мезонлар**

Шундай мезонларга мустваҳкамлик, бикрлик, ейилишга чидамчилик, иссиқбардошлик ва титрашга чидамчилик қиради.

Мустваҳкамлик – деталнинг қўйилган юклинишга бардош бериб иш жараёнида синмай ва бенуқсон ишлай олиш хусусияти. Статик мустваҳкамлик ва толиқишга қаршилик хусусиятларини йўқотиши деталларни синишга олиб келади.

Статик мустваҳкамлик шарт:

$$\sigma < \sigma_B,$$

бу ерда: σ – деталдаги кучланишлар;

σ_B – детал материалнинг мустақкамлик чегараси.

Иш жараёнида деталга таъсир қилаётган юкламанинг қиймати ва йўналиши ўзгариб турса, вақт ўтиши билан толиқишга қаршилиқ хусусияти йўқолиб, детални синишига олиб келади. Кучланиш цикллари сони бирор қийматга эга бўлганидан сўнг, деталнинг айрим жойларида тўпланган кучланиш таъсирида майда ёриқчалар пайдо бўлади. Деталларнинг кучланишлар тўпланишлари унинг сиртларининг ўзгаришига олиб келадиган элементлардир, масалан, вал ва ўқдаги ариқчалар ва галтеллар, шпонка учун мўлжалланган ариқчалар. Ундан ташқари, микроёриқлар деталларнинг контакт юктамалар таъсир этаётган силлик сиртларида содир бўлиши мумкин (Шестерня тишларининг сиртлари, думалаш подшипниклари ҳалқаларининг ишчи сиртларида). Бу ҳолларда кучланишлар тўпланишлари материал нуқсонлари ҳисобланиб улар каваклар ёки сиртларга механик ишлов бериш натижасида ҳосил бўладиган чизикчалардир.

Толиқишга қаршилиқ шarti:

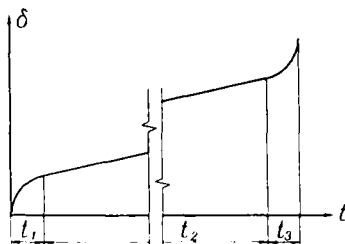
$$\sigma < \sigma_{-1},$$

бу ерда: σ_{-1} – детал материалнинг чидамлилиқ чегараси.

Бикрлик – юклама таъсирида деформацияга қаршилиқ кўрсатиш қобилияти. Бикрликнинг куйидаги ҳолларини учратиш мумкин: статик бикрлик ва титраш бикрлик, яъни юкланиш цикллариининг ўзгарган ҳолда ҳосил бўлган деформацияга қаршилиқ кўрсатиш қобилияти.

Ейилишга чидамлилиқ – ейилишга қаршилиқ кўрсатиш қобилияти. Ейилиш – деталларнинг ўзаро ишқаланиш туфайли содир бўладиган жараён бўлиб, бунинг натижасида деталлар ўз ўлчамларини аста-секин ўзгартиради. Ишқаланиш – бу шак-шубҳасиз юз берадиган шундай жараёнки, машина деталларини замонавий мойлаш системасини ишлатишдан катҳий назар, ҳамма турдаги машиналарда ҳосил бўлади. Бирор муддат орасида деталларда ҳосил бўладиган ейилишни 1.1-расмдаги графикда мисол тарикасида кўрсатиш мумкин, бу ерда: δ – туташган сиртларнинг ейилиш қиймати, t – ишлаш муддати.

t_1 – текислаштириш муддати: машинанинг янги деталларида ишқаланиш жараёни вақтида сиртлардаги кам (оз) микдорга эга бўлган нотекисликлар силликланади.



1.1-расм.

Бу жараёндан кейин машиналар нормал ҳолатда ишлайди. Туташган деталлар сиртида ҳосил бўлган ейилиш жараёни нормаллашиб, t_2 вақтга тенг бўлади (1.1-расм). Бу қиймат (t_2) тўғри лойиҳаланган машинада бир неча ўн минг соатга тенг бўлиши мумкин. Машинадаги деталларнинг умумий иш соати текислаш учун ва нормал ейилишга кетган вақтлар йиғиндиси (t_1+t_2) дан катта бўлмаслиги керак, бундан кейин тикланиш таъмирлари бажарилади ёки деталлар алмаштирилади. Акс ҳолда, деталларда хавfli ейилиш пайдо бўлади, унинг қиймати t_3 – бўлиб, катта қийматга эга эмас, лекин машина деталларининг ишлаш лаёқатини йўқотишга ёки ишдан чиқишига, бутунлай бузилишига олиб келади. Деталларнинг ишлаш муддатини ошириш мақсадида ўзаро ишқаланувчи юзалар орасига чанг, намлик, ҳар хил заррачалар тушишидан сакланиш зарур, чунки, занглаш ейилиш даражасини тезлаштиради.

Иссиқбардошлиқ – белгиланган тартибда қисм ва деталларнинг ишлаш қобилияти. Иссиқликнинг ошиб кетиши қуйидаги салбий оқибатларга олиб келиши мумкин:

1. Мустақкамликни камайтиради ва оқувчанлик пайдо бўлади. Тажриба асосида қуйидаги иссиқлик чегаралари белгиланган:

- конструкцион пўлатлар учун $(300 \text{ с } 400)^\circ t$,
- алюмин қопламалари учун $(150 \text{ с } 200)^\circ t$,
- метал қотишмалар учун $(450 \text{ с } 500)^\circ t$,
- иссиқбардош пўлатлар учун $1000)^\circ t$.

2. Мойланиш тартибининг бузилиши натижасида ейилиш даражаси тезлашади. Мойнинг зичлик даражаси камайиб, ўзаро ишқаланувчи юзаларда контакт кучланиш ҳосил бўлади, натижада деталлар ишлаш қобилиятини йўқота бошлайди.

3. Кинематик жуфтлардаги тиркишнинг кўпайиб ёки камайиб кетиши зарблар ёки ишқаланишнинг катталанишига олиб келади.

4. Иссиқликдан ҳосил бўлган кучланиш рухсат этилган қийматдан ошиб кетиши мумкин.

Титрашга чидамлик – машиналар белгиланган бурчак тезлик ва бурчак частотаси орасида ишлаши учун қисм ва деталларнинг ишлаш қобилияти. Машина ва механизмлар назариясидан маълумки, ҳар қандай машина тебранишни жадаллаштириш манбаи ҳисобланади, яхни ҳар қандай машинанинг ҳаракати тебраниш ҳолатини келтириб чиқаради. Бундай ҳолат деталлар ва уларнинг бирикмаларини лойиҳалашда ҳисобга олинади. Бунга учувчи аппаратлар яққол мисол бўла олади, қайсики алюминийдан тайёрланган корпусни ва уни қопловчи деталлар ажралмас бирикмалар ёрдамида бажарилиб, пайванд усулида эмас, балки, парчин миҳ бирикмаси ишлатилган. Тебраниш вақтида ҳосил бўлган майда ёриқчалар пайванд алюминийли чокда тез ривожланиб бутун чок узунлиги бўйича тарқалиши мумкин. Парчин миҳли бирикма ишончли ишлайди, чунки чокда ҳосил бўлган майда ёриқчалар фақат парчин миҳ атрофидаги чокда бўлади, яхни чокнинг бутун узунлигига таҳсир қилмайди, натижада конструкциянинг ишлаш қобилияти саклаб қолинади

1.3-§. Машина деталларини мустаҳкамликка ҳисоблаш хусусиятлари

Динамикавий ҳисоблашларга ўхшаб ҳақиқий машина уни динамика модули билан алмаштирилганидек, мустаҳкамликка ҳисоблашда деталнинг тузилиши ва унга қўйилган юкланиш деталнинг модели ва ҳисоблаш учун зарур бўлган шакл билан алмаштирилади. Айрим ҳолларда детал тузилишларида шундай элементлар бўлиши мумкинки, у мустаҳкамлик шартига таъсир кўрсатмай, ишлаб чиқариш технологияси, ишлаш жараёни ёки уни ташқи қўрилиши билан боглиқ бўлиши мумкин.

Моделлаштиришда деталларнинг тузилиши ва унга қўйилган юклама шакллари имкон борича соддалаштирилади. Бундай ҳолларда асосий ва иккинчи даражали таъсирларни аниқ ажрата олиб, энг зарурини қолдириб, қолганини ҳисобга олмаслик керак. Бу масалани ечишда орттирилган тажриба машина деталлари адабиётларида келтирилган махсус маслаҳатлар, тавсиялар нормаларини тўғри танлаб олишда ёрдам беради. Лекин қабул қилинган соддалаштиришлар, ихчамлашлар муҳандислик ҳисоблашида тахминий усулга олиб келади ва ҳисоблашда йўл қўйилган ноаниқликлар хавфсизлик коэффиценти билан эҳтиборга олинади (мустаҳкамлик эҳтиёт коэффиценти). Ҳисоблашда бундай коэффицентларни танлаб олиш, айниқса, учувчи аппарат деталларини тузилишини лойиҳалашда маъсул ҳисобланади. Вазифасига кўра мустаҳкамликка ҳисоблашнинг икки усули бор: лойиҳалаш ҳисоби ва текширув ҳисоби.

Лойиҳалаш ҳисобидан мақсад, деталнинг асосий ўлчамларини аниқлаб олишдир. Бунинг учун детал материали ва унга таъсир қилувчи юкланиш киймати маълум бўлиши керак.

Текширув ҳисобидан мақсад, деталда ташқи юкланишдан ҳосил бўлган кучланишни аниқлашдир. Бу ҳолда деталнинг ўлчамлари, материалнинг тури аниқ бўлиши керак, аҳамиятга сазоворлиги шундаки, аниқланган кучланиш рухсат этилгандан катта бўлмаслиги керак. Бундан шундай хулоса қилиш мумкин: лойиҳалаш ҳисоби деталнинг тузилишини келтириб чиқаради, текширув ҳисоби эса детал лойиҳасидан кейин бажарилади.

Текширув ҳисобида деталнинг ҳақиқий ва асосий ўлчамлари инobatта олинади. Чунки, лойиҳадан сўнг уни параметрлари тахлилий усулда топилганидан фарз қилиш мумкин. Мисол тариқасида думалок кесимга эга бўлган стерженг чўзилиш, эгилиш, буралиш ҳолларини текширув ва лойиҳалаш ҳисобида қўриб чиқамиз.

Чўзилиш (1.2- а расм).

Мустаҳкамлик шarti:

$$F \leq s[\sigma] (H),$$

бу ерда: F – чўзувчи куч, H да;

$$s - \text{таёкчанинг қўндаланг кесими, мм}^2; s = \frac{\pi d^2}{4}$$

(d – стерженг диаметри, мм);

$[\sigma]$ – чўзилиш буйича рухсат этилган кучланиш, МПа.

Лойихалаш ҳисоби:

$$d \geq \sqrt{\frac{4F}{\pi[\sigma]}} \text{ (мм)}.$$

Текшириш ҳисоби:

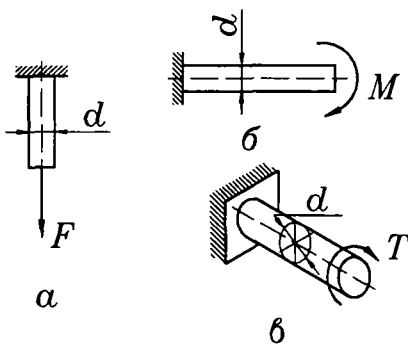
$$\sigma = \frac{4F}{\pi d^2} \leq [\sigma] \text{ (МПа)}.$$

Эгилиш (1.2- б расм).

Мустаҳкамлик шarti:

$$M \leq 10^{-3} W [\sigma_{\text{э}}] \text{ (Нм)},$$

бу ерда: M – эгувчи момент, Нм;



1.2-расм.

W – стержен кесимининг бўйлама қаршилик momenti, мм³.

$$W = \frac{\pi d^3}{32},$$

$[\sigma_{\text{э}}]$ – рухсат этилган эгувчи кучланиш, МПа.

Лойихалаш ҳисоби:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 10^3 M}{\pi [\sigma_{\text{э}}]}} \text{ (мм)}.$$

Текшириш ҳисоби:

$$\sigma = \frac{32 \cdot 10^3 M}{\pi d^3} \leq [\sigma_{\text{э}}] \text{ (МПа)}.$$

Буралиш (1.2- в расм).

Мустаҳкамлик шarti:

$$T \leq 10^{-3} W_0 [\tau] \text{ (Нм)},$$

бу ерда: T – буровчи момент, Нм;

W_0 – стержен кесимини поляр кутбий қаршилик momenti, мм³;

$$W_0 = \frac{\pi d^3}{16},$$

$[\tau]$ – буралиш буйича жоиз кучланиш, МПа.

Лойиҳалаш ҳисоби:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 10^3 T}{\pi [\tau]}} \text{ (мм)}.$$

Текшириш ҳисоби:

$$\tau = \frac{16 \cdot 10^3 T}{\pi d^3} \leq [\tau] \text{ (МПа)}.$$

1.4-§. Назорат саволлари

1. “Машина деталлари” фани нимани ўргатади?
2. Машина деталларига қандай талаблар қўйилган?
3. Машина деталлари ишлаш қобилияти ва ҳисоблаш омиллари нимадан иборат?
4. Мустаҳкамликка ҳисоблашда моделлаштириш ва ҳисобий шаклларни ишлатишдан мақсад нима?
5. Деталларни лойиҳалаш ҳисоби қандай мақсадда бажарилади?
6. Нима учун деталлар текширув ҳисоби олиб борилади?

I ҚИСМ. МЕХАНИК УЗАТМАЛАР

Механик узатмаларни лойиҳалаш ва мустаҳкамликка ҳисоблаш бўлимида техникада энг кўп ишлатиладиган, тишли, занжирли ва тасмали узатмалар тўғрисида сўз боради.

2 - боб. ТЎҒРИ ТИШЛИ ЦИЛИНДРСИМОН УЗАТМАЛАР

2.1-§. Лойиҳалаш ҳисоби ва параметрларни аниқлаш учун дастлабки маълумотлар

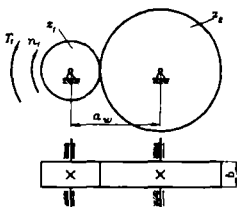
Лойиҳалаш ҳисобини бошланғич маълумотларини тишли узатмаларни белгиловчи ва ҳисоблаб аниқланадиган параметрлар мисолда кўриб чиқиш маъқул бўлади. Бундай бошланғич маълумотлар шартли равишда асосий ва иккинчи даражали бўлиши мумкин. Асосий бошланғич маълумотга етакловчи ғилдиракнинг узатишлар сони, буровчи моменти ва фойдали иш коэффициентлари киради.

Узатишлар нисбати бирдан катта (секинлашувчи узатмалар) ёки бирдан кичик (тезлаштирувчи узатмалар) бўлиши мумкин, лекин узатишлар сони доим бирдан катта бўлиб, ғилдиракнинг етакловчи ёки етакланувчи бўлишидан қатъий назар, катта ғилдирак тишлар сонининг, кичик ғилдирак тишлар сонига нисбати билан аниқланади (2.1-расм). Узатишлар сони u ҳарфи билан белгиланади.

Узатишлар сони u , биринчи ғилдиракдаги буровчи момент T_1 (2.1-расм) ва фойдали иш коэффициентлари η маълум бўлса, иккинчи ғилдиракнинг буровчи моментини аниқлаш мумкин, бу ҳам бошланғич маълумот деб ҳисобланади:

$$T_2 = T_1 u \eta.$$

Иккинчи даражали бошланғич маълумотларга узатманинг ишлаш шароити, етакловчи ғилдиракнинг айланишлар частотаси ва техник имкониятлари киради. Ҳисоблаш орқали топиладиган узатма параметрларига тишли ғилдиракнинг материали, ўлчамларига эса марказлараро масофа a_w (2.1-расм), ғилдирак тишининг эни b ва тишлар модули m киради. Бу параметрлар ва узатмалар нисбати (бошланғич маълумотлардан) орқали тишли ғилдирак диаметрларини аниқлаш мумкин.



2.1-расм.

Иккинчи даражали ʔисобланган бошлангич маълумотларга тўларок тўхталиб ўтамиз, чунки бу кийматлар ҳисоблаш усуллари ва унинг кийматига таъсир кўрсатиши мумкин. Бу ишлаш шароити, айланишлар частотаси ва техник имкониятларидир.

Ишлаш шароити. Ишлаш шароитига қараб узатмалар очик ва ёпик бўлиши мумкин. Очик узатмалар – бу қутичасиз ишлайдиган узатмалардир. Бундай узатмаларни мойлаш асосан вақти вақти билан ёки тасодифандир. Иш жараёни абразив элементлар, муҳитлар (чанглар, мойлар ва бошқа) тушиш эҳтимоли бор. Асосан қишлоқ хўжалик машиналарда, юк кўтариш кранлари ва бошқа секин ҳаракатланувчи механизмларида ишлатилади. Қутичанинг ичига жойлашган ёпик узатмалар бир меъёрда мойланиб турилади. Мойлаш қуйидагича амалга оширилиши мумкин:

– мойли ваннада: иш жараёнида катта ғилдиракнинг тишларига мой сачратилади;

– ёгли туман билан: ёғ форсункаси ёрдамида қутича ичида мой сачратилади;

– босим остида: туташган юзаларга мой қутича ва узатма деталларидаги махсус йўлакчалар орқали юборилади.

Айланишлар частотаси. Тишларнинг айланма тезлиги узатманинг ишлаш жараёнига таъсир кўрсатувчи энг асосий параметрларидан бири ҳисобланади. Унинг киймати ғилдирак тишларининг бўлувчи диаметри орқали топилади. Ҳозирча бу диаметрлар аниқ эмас, шунинг учун айланма тезлик тахминан белгиланиб, текширув ҳисобидан сўнг аниқланади. Лекин шу тахминий усулда топилган кийматни ўзи лойиҳаланаётган узатманинг аниқлик даражасини белгилаб, уни танлашга имкон беради.

Узатманинг аниқлик даражаси айланма тезликка пропорционал, яъни айланма тезлиги қанча катта бўлса, аниқлик даражаси шунча юкори бўлиши керак.

Бу ҳолат узатманинг ишлашида тишларнинг ўзаро қопланиши билан, бир жуфтлик ва икки жуфтлик илашишлар алмашуви билан, тишларнинг контакт юзларининг сирпаниши, динамик юкламалар ва ҳоказо билан боғлиқ.

Узатманинг аниқлик даражаси, унинг ишлаб чиқарилиши, яъни тайёрлаш технологиясига боғлиқдир. Технологияни ҳар қандай усулида доим камчиликлар бўлиши муқаррардир. Тайёрлашда қуйидаги асосий хатоликлар мавжуд: тиш қадами, профили ва тишлар йўналишидаги хатоликлар.

Қадамдаги ва тишлар профилидаги хатоликлар узатманинг кинематика аниқлик даражасини, равон ва шовқинсиз ишлашининг бузилишига, қўшимча динамик юкланишларни келтириб чиқаришга сабаб бўлади. Тишлар йўналишидаги хатолик асосан, тишли ғилдиракларнинг эни (тиш узунлиги) бўйича ўзаро жойланиши билан боғланган: тўғри тишли узатма ғилдирак тишларини туташган юзаларининг параллел эмаслиги ва қия тишли узатманинг қиялик бурчагининг ноаниқлиги натижасида юкланиш тиш узунлиги бўйича нотекис тақсимланади.

Тишли узатманинг ғилдираклари стандартга (ГОСТ 1643-88 ва ГОСТ 1758-88) асосан 12 та аниқлик даражаси билан тайёрланади (1-даража – энг

юкори, 12-даража - энг паст кўрсаткич). Бундан ташқари, ҳар бир аниклик даражаси учун 3 хил кўрсаткич белгиланган:

- кинематик аниклик (бир айланишда узатишлар сонининг хатолиги) нормаси;

- равон ва бир текис ишлаш нормаси (бир марта айланганда узатишлар сонининг хатолиги);

- тиш сиртининг контактда бўладиган нормаси (тайёрлаш ва йиғиш, контакт доғи билан текширилади).

Юқорида келтирилган узатма кўрсаткичлари махсус мосланган стендларда текширилади.

Ҳозирги вақтда машинасозликда асосан 6, 7 ва 8 аниклик даражаси билан тайёрланган ғилдираклар ишлатилади.

2.1-жадвалда рухсат этилган айланма тезликлар ва ҳар хил аниклик даражадаги тишли узатмаларни қўлланиши келтирилган.

“Машина ва механизмлар назарияси” фанида тиркишсиз (ззорсиз) тишли узатмалар ўрганилган эди, яъни битта ғилдирак тишлари туташган ғилдирак ботиқларига ён томонида тиркишсиз илашади.

2.1-жадвал

| Узатманинг аниклик даражаси | Айланма тезлик м/с | | Ишлатилиши |
|-----------------------------|--------------------|----------|--|
| | Тўғри тиш | қия тиш | |
| 4, 5, 6 (юкори аниклик) | 20 4 100 | 30 4 200 | Авиация редукторлари, юкори тезлик ва юкори аникликда узатмалар. |
| 7 (аник) | 10 4 20 | 15 4 30 | Умумий машинасозликда аник юкори юкланишда ишлайдиган узатмалар. |
| 8 (ўрта аник) | 5 4 10 | 6 4 15 | Умумий машинасозликда ишлатиладиган узатмалар. |
| 9 (кам аник) | < 5 | < 6 | Секин ишлайдиган узатмалар. |

Лекин бундай ҳолларда ғилдирак тишларини тайёрлаш вақтида ҳосил бўлган хатоликлар ҳисобига бундай узатмалар нормал ишлай олмайди, чунки тишлар илашиш вақтида сиқилиб қолади. Сиқилиш ҳоллари бўлмаслиги учун ўзаро илашмада бўлган тишлар орасида тиркиш бўлиши шарт.

Бундай тиркишлар, туташган юзаларнинг ҳолатига қараб, стандартга асосланган ҳолда белгиланади. Стандарт бўйича 6 хил тиркиш бор:

H – нолга тенг тиркиш;

E – кичик тиркиш;

C ва D – камайтирилган тиркиш;

B – нормал тиркиш;

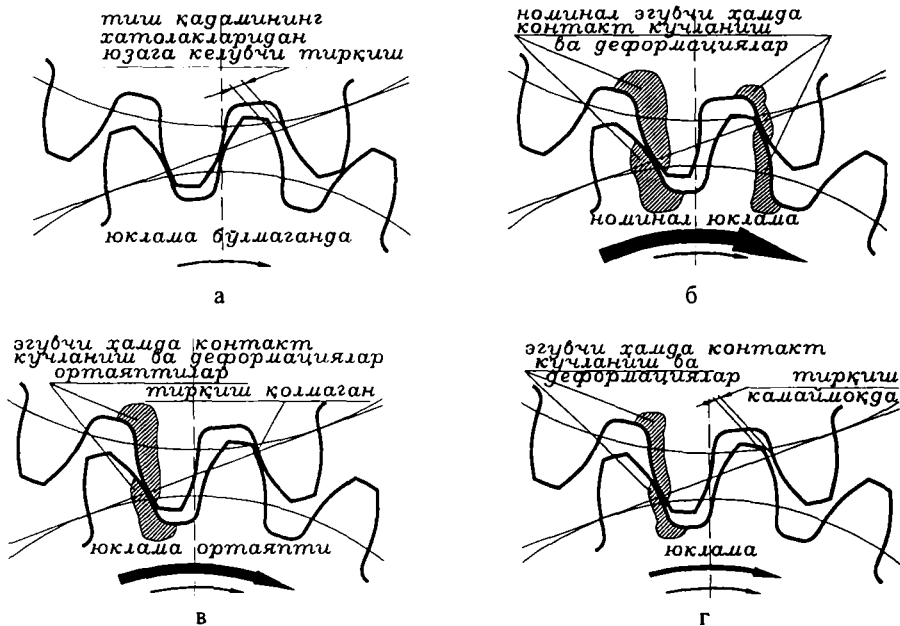
A – қўпайтирилган тиркиш.

Маълумки, узатманинг асосий камчиликларидан бири, тишли ғилдиракни тайёрлашдаги хатоликлар ҳисобланади. Чунончи, тишли илдирак қадами

кийматидаги хатолик икки жуфт бўлиб ҳаракат қилиш меъёрини бузишга олиб келади. Натижада бир жуфтлик илашма ҳукм суриб, икки жуфтлик илашма мавжуд бўлмайди. Лекин назарий нуқта бўйича илашмада икки жуфт илашма бўлиши керак. Бундай хатоликлар, яъни тиш қадамидаги аниксизлик ўзаро жойлашган тишлар орасида бўшлик пайдо бўлишига олиб келади.

Агарда узатмалар етарли даражада аниклик билан тайёрланса, у ҳолда юклама таъсирида ишлаётган узатма гилдирак тишларини деформацияланиш ҳисобига асосан ораликдаги бўшлик танланиб, контактда икки жуфт тиш иштирок этиши мумкин. Бундай узатмалар “юклама таъсиридаги аник узатмалар” дейилади, бунда тайёрлаш камчиликлари, юкламадаги тишлар деформациядан кам бўлади.

Асосан самолётсозликда, конструкцияларнинг оғирлигини енгиллаштириш мақсадида, ҳисоботга ва тайёрлашга юқори аниклик талаб қилинганда, шу билан бирга мустаҳкамлик эҳтиёти катта бўлмаганда ишлатилади. Юклама ортиши билан узатмадаги тишлар ҳолати: кучланишлар, деформация ва бўшликнинг ўзгариши 2.2-расмда кўрсатилган.



2.2-расм.

Техник имконият. 1-бобдан маълумки, техник имконият – бу вақт даври ҳисобланиб, қисм (механизм)лар ишлаш қобилиятини иш даврида сақлаб туриши, яъни механизмларнинг ишлаш муддати ҳисобланади. Масалан, тишли узатмаларнинг имконият бойлиги уларни ишлатилиш соҳаси билан

белгилади. Жумладан, умумий машинасозликда тишли механизмлар (редукторлар, транспорт машиналар узатиш кутичаси, технологик машиналарнинг тезлик кутичалари) манбаси 30000 соатни ташкил қилади, холос. Авиация редукторларининг ишлаш муддати тахминан 10 бирликка камроқ ($3000\frac{1}{4}4000$) соатдир. Ишлаш муддати тишдаги цикллар сони йиғиндисига боғлиқдир:

$$N = t_{\Sigma} 60 n C,$$

бу ерда: t_{Σ} – ишлаш имконияти, соатда;

n – ғилдиракнинг айланма частотаси, айл/мин;

C – бир айланишда тишларнинг илашиш сони (редуктор-ларда ғилдирак ўқлари кўзгалмас бўлган ҳолда $C=1$, планетар редукторларда эса бу сон сателлитлар сонига тенг, яъни $C = k$).

Мустақамлиликка лойиҳалаш ҳисобига кўра, узатманинг асосий параметрлари аниқланди: ўқлар орасидаги масофа a_w , тишли ғилдирак эни b , тишлар модули m ва тишли ғилдирак учун материаллар танланади. Модул ва тишли ғилдиракларнинг тишлар сони орқали узатманинг геометрик ўлчамлари – бўлувчи айлана диаметри d , ташқи d_a ва тиш тубидаги диаметри d_f аниқланади.

2.2-§. Тишли ғилдираклар учун материаллар ва термик ишлов бериш

Машина узатмаларининг тишли ғилдираклари конструкцион материалдан тайёрланади. Ғилдирак тишларининг юзалари етарли даражада қаттиқ бўлиши керак. Ғилдиракларни тайёрлаш учун ишлатиладиган пўлат материаллар қаттиқлиги бўйича икки гуруҳга бўлинади: хоссаларини яхшилаш ҳамда нормаллаш йўли билан термик ишлов берилган қаттиқлиги $HВ>350$ материаллар ва қаттиқлиги $HВ<350$ бўлган юқори частотали ток ёрдамида тоблаш ҳамда азот, углерод билан тўйинтириш йўллари билан қаттиқлиги оширилган пўлат материаллар. Қаттиқлиги $HВ>350$ бўлган ғилдирак тишлари дастлабки ишловдан сўнг (фрезерлаш, ўйиш станогиди) термик ишланади, яъни тиш юзалари ёки тишлар бутун ҳажми бўйича тобланади. Бундай термик ишловдан сўнг тишлар устида яқунловчи тозалаш ишлари бажарилади (қум тошлар ёрдамида жилвирлаш).

Шуни таъкидлаш керакки, узатманинг кичик ғилдираги – шестерня ғилдиракка нисбатан қаттиқроқ материалдан тайёрланади, чунки, кичик ғилдирак тишлари ишлаш муддати даврида катта ғилдирак тишларига нисбатан сон жихатидан илашишда кўпроқ контактда бўлади. Ўилдиракларни ҳар хил қаттиқликка эга бўлган материалдан тайёрлашдан асосий мақсад туташган ҳолда ҳаракатда бўлган юзаларни ейилишини нисбатан текислашдан иборат.

Тишли ғилдиракларни тайёрлаш учун ишлатиладиган пўлат материаллар ва уларга термик ишлов бериш.

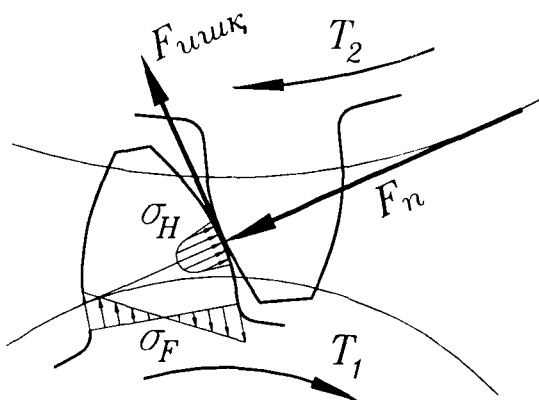
Агар тишли ғилдираклар пўлат 45, 40X, 40XH дан тайёрланган бўлса, уларни ҳажмий тоблаш ёки тишларнинг юзаларини HRC 45455 каттикликка кадар тоблаш зарур.

Агар тишли ғилдиракнинг материали пўлат 15, 20, 12XH3A (камуглеродли пўлат) бўлса, у ҳолда тиш юзалари (0,840,9)% микдорга кадар углерод билан тўйинтирилади, сўнг термик ишлов – цементация қилиниб, HRC 58463 каттикликка кадар тобланади. Авиация редукторининг тишли ғилдираклари учун легирланган 12X2H4A, 38XMЮA, 40XHMA ва шунга ўхшаган пўлатлар ишлатилади.

2.3-§. Узатма иш жараёнида тишлардаги кучланишлар турлари

“Машина ва механизм назарияси” курсидан маълумки, тишли ғилдираклар илашганда, тишлар орасидаги контакт илашиш кутбда бўлади. Яъни назарий мулоҳаза бўйича, бу энг юқори даражали кинематик жуфт ҳисобланади, агарда тишли ғилдиракнинг эни ҳисобига олинса, бу нуқта ёки чизик бўлиши мумкин. 2.3- расмда буровчи моментлар T_1 ва T_2 таъсирида контактдаги тишлар ҳолати кўрсатилган.

Юқори даражали кинематик жуфтли тишлар илашиш вақтида бўғинлар орасидаги ўзаро ҳаракатда бўлган кучлар эвольвента профилининг умумий нормали бўйича йўналган бўлиб, нормал куч деб юритилади 2.3-расмда– F_n . Бу куч таъсирида ва тишлар орасидаги нисбатан сирпаниш ходисаси рўй беришидан ишқаланиш кучи $F_{ишқ}$ ҳосил бўлади. Ишқаланиш кучи тишли ғилдиракларга қўйилган момент кучларни ҳисоблашда фойдали иш коэффиценти ёрдамида амалга оширилади.



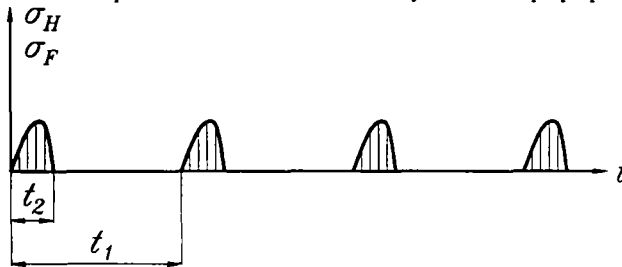
2.3-расм.

Нормал F_n кучнинг ғилдирак тишига таъсирини кўриб чиқамиз. Бу куч таъсирида тишларда ҳар хил кучланишлар пайдо бўлади. Улардан тишларнинг

ишлаш қобилиятини белгиловчи асосий кучланишлар тиш сиртида ҳосил бўладиган контакт кучланиш σ_H бўлиб, у тишларни эластик контакт эзилишга олиб келади. Нормал куч эса, тишни эгилишига олиб келади ва тиш тубида. σ_F – эгувчи кучланиш ҳосил бўлади. Эпюралари 2.3-расмда кўрсатилган. Эслатиш лозимки, контакт кучланишдаги H индекс (белги), контакт кучланиш назариясини яратиш асосчиси ҳисобланган немис олими фамилиясидан Herz (Герц) олинган.

Эгувчи кучланишдаги F белги эгувчи кучнинг шартли белгиси билан боғлиқ. H ва F белгилар контакт ва эгилиш бўйича мустаҳкамликка ҳисоблашда ва ҳисобни аниқлаштирадиган айрим коэффициентларга тааллуқли бўлиб, зарур бўлган параметрларни аниқлашда ишлатилади.

Ҳар бир тиш учун нағрузка ўзгармас муайян қийматга эга бўлмай, вақт оралиғида ўзгариб туради ва вақти-вақти билан узлуқли цикл билан таъсир этади. ғилдирак ўқлари ҳаракатланмайдиган узатмаларда, ғилдиракни бир марта айланишига тишнинг бир марта юкланиши мос келади. Планетар узатмаларда эса тишларни юкланишлар сони марказий ғилдирак бир марта айланган сателлитлар сонига мос келади. Бундай юктамалар контакт ва эгилиш кучланишларни ҳосил қилиб, кучланишларнинг бошланғич цикллари ҳисобланади. 2.4-расмда эҳтимол қилинган кучланишлар графиги кўрсатилган.



2.4-расм.

Маълумки, t_1 – цикл вақти, t_2 – битта тишнинг илашишда бўлган вақти бўлиб, узатманинг айланишлар частотасига ва геометрик параметрларга боғлиқдир.

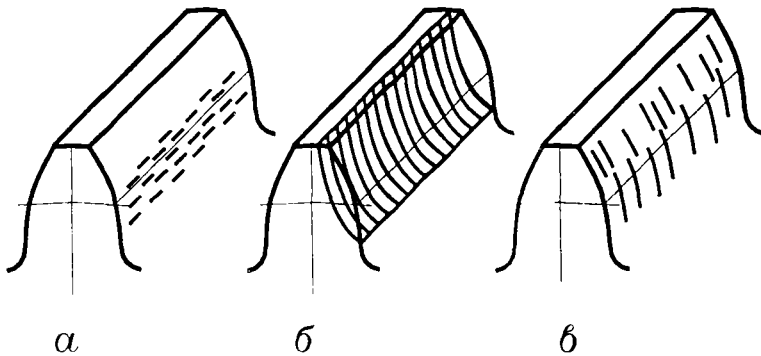
2.4-§. Ишлаш қобилиятининг мезонлари ва ҳисоби

Кучланишларнинг ўзгарувчи цикл билан таъсир этиши, тишларнинг толиқишдан емирилишига олиб келади. Икки хил емирилиш мавжуд: тиш сиртларининг уваланиши ва тишларнинг синиши. Ишга қобилиятли узатманинг ҳамма тишлари бутун ва синмаган бўлишидан ташқари, уларнинг сиртлари ҳам емирилмаган бўлиши шарт. Шундай қилиб, тишли узатмаларнинг ишга қобилиятли бўлишини энг асосий мезонлари ва мустаҳкамликка ҳисоблашда, тиш сиртларининг емирилмаганлиги ва тишлар синишлиги ҳисобланади. Бу омилларни мукамал кўриб чиқамиз.

Тиш сиртларининг емирилишига контакт кучланиш ва ишқаланиш сабаб бўлади.

Тишлар сиртининг емирилиши деганда куйидагилар, яъни толиқиш оқибатида уваланиб кетиши, абразив заррачали мухитда емирилиши ва юлиниб кетиши тушунилади.

Толиқиш оқибатида уваланиб кетиши ёпиқ сермой шароитда ишлайдиган гилдиракларда содир бўлади. Уваланиб кетишнинг асосий сабаби, техник имконияти чегарасидан чиқиб кетиши, узатманинг ишлаш тартиби бузилиши (юкланиш ортиб кетиши ҳоллари, кизиб кетиши) ҳисобланади. Бундай ҳолларда тиш сиртининг айрим нукталарида билинар-билимас дарзлар пайдо бўлади, бора-бора бу дарзлар катталашиб чизикчалар ҳосил қилади (2.5- а расм).

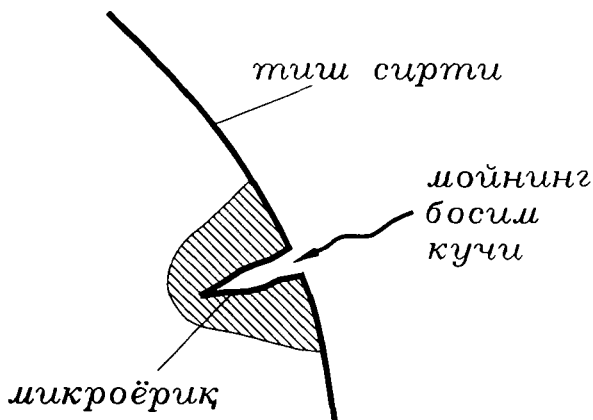


2.5-расм.

Бу, асосан, тишларнинг кутб чизиғи ёнида содир бўлиб, ҳамма юкланиш бир жуфт тишлар орқали узатилади (бир жуфтли илашма), узатма сермой шароитда ишлаганлиги учун бундай дарзлар ичига катта босим остида мой қира бошлайди. Натижада дарзлар катталашиб бориб, тиш сиртидан кичик бўлакчаларнинг ажралишига олиб келади (2.6-расм).

Бундай узатмалар ишлашни давом этгирса, илашиш сиртларида мой катламини ҳосил қилиш шартлари бузилиб, тишлар ўзаро контактда бўлиб, метал металга тега бошлайди, натижада сиртларнинг ейилиши тезлашади ва юлиниб кетиши содир бўлади.

Тишлар сиртининг уваланишига барҳам бериш учун сиртларнинг сиртки қатлами термик ишлов бериш билан мустаҳкамланади ва тишлар юқори даражадаги аниклик билан тайёрланади.



2.6-расм.

Абразив заррачали муҳитда ейилиш старли даражада мойланмайдаган очик тишли узатмаларда кўпроқ учраб, уларнинг ишлаш қобилиятини йўқотишга сабаб бўлади. Тиш кўндаланг кесимининг камайиб кетиши мустаҳкамлилиқ хусусиятини камайтириб юборади (2.5- б расм). Ейилишни камайтириш учун тиш сиртининг мустаҳкамлилигини кўтариш керак, махсус мойларни ишлатиб тишлар орасига чанг ва бошқа майда каттик заррачалар тушишидан сақлаш лозим.

Юлиниб кетиши. Бундай ҳодиса, асосан катта тезлик ва катта юкланиш билан ишлайдиган узатмаларда учрайди. Иссиқлик миқдори кўпайиши тишлар сиртининг айрим жойларида мой қатлами узилиб, металллар бевосита туташади. Бу ҳол бир неча бор такрорлангандан сўнг, иссиқлик шундай даражага етадики, мустаҳкамлиги камроқ бўлган гилдирак тишининг айрим жойлари иккинчи гилдирак тишига ёпишиб чиқади. Ҳосил бўлган металл заррачалар иш давомида шу тиш билан илашишда бўлган тиш сиртини сидириб чика бошлайди (2.5- в расм). Бундай емирилишнинг олдини олиш чоралари: тиш сиртининг қаттиқлик чегарасини ошириш, узатма қизиб кетмаслик учун совитиб туриш ва сидирилишга қаршилиқ кўрсатадиган махсус мой ишлатилади.

Тишларнинг синиши. Тишларнинг синишига 2 хил сабаб бор: юклама ўта катта бўлиши, бунда тишда ҳосил бўлган кучланиш материалнинг рухсат этилган кучланишидан ортиб кетади. Зарбли юкланиш ҳам тишларнинг синишига олиб келади. Синишнинг олдини олиш учун махсус юкланишни чегараловчи мосламалар ишлатилади. Толиқиш натижасида синиш асосан ўзгарувчи кучланишнинг узоқ вақт давомида таъсир этиши билан боғлиқдир.

Умумий ҳолда тишларни синишдан сақлаш учун модулни катталаштириш, тишларни ўзгартириш (коррекциялаш) ва уларни термик ишлаш, тиш кирраларига тушадиган юкланишни камайтириш (тишларнинг

четини маълум бурчак остида кертис) ҳамда бочка шаклидаги тишлардан фойдаланиш тавсия этилади. Тишли узатмаларнинг емирилиши юкорида кўриб чиқилган хилларидан шу вақтгача етарли даражада тўла ўрганилгани тишларнинг синиши ҳамда сиртнинг уваланиб кетишидир. Шу сабабли, узатмаларни лойиҳалашда емирилишга сабаб бўлган σ_F кучланиш ва контакт σ_H кучланишдир. Ҳозирги вақтда тишли узатмани лойиҳалаш ҳисобида, асосан, контакт кучланиш бўйича мустаҳкамлиги белгиланади.

2.5-§. Тишларни контакт кучланишлар бўйича ҳисоблаш

Ҳазро кесишган икки деталнинг юзаси деталга нисбатан кичик бўлса, бундай юзада контакт кучланиш ҳосил бўлади. Тишларни контактга ҳисобланса, гилдирак эини ҳисобга олган ҳолда контакт чизикли бўлади, деган хулосага келиш мумкин бўлади. Лекин материалнинг эластик ҳолатини ҳисобга олсак юкланиш таъсирида чизикли контакт секин-аста катта бўлмаган юзани ҳосил қилади ва шу юза контакт кучланишлар таосирида ишлайди. Контакт кучланиш назарияси “Эластиклик назарияси”да мукамал ўрганилиб чиқилади. Бу ерда контакт кучланиш назариясига доир қисқача маълумотлар келтираимиз.

Контакт кучланиш назариясига немис олими Герц асос солган. Унинг назариясини мисолда кўриб чиқамиз, унинг учун ўқлари параллел бўлган иккита цилиндр олиб, юклама берамиз, натижада дастлабки куч қўйилганга қадар чизикли контакт ўрнига эни кичик қийматга эга бўлган юза ҳосил бўлади (2.7-расм). Максимал контакт кучланиш симметрия ўкининг бўйлама контакт юзасида бўлади.

Бу кучланишнинг қиймати қуйидаги формула билан аниқланади:

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{q(r_1 + r_2)}{r_1 r_2} \frac{2E_1 E_2}{2\pi[E_1(1 - \mu_2^2) + E_2(1 - \mu_1^2)]}}, \quad (2.1)$$

бу ерда: E_1 ва E_2 – контактдаги деталларнинг бўйлама эластик модули (Юнг модули);

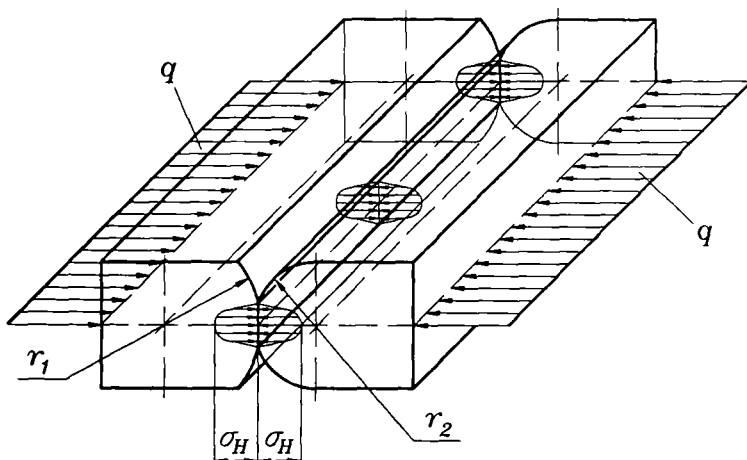
μ_1 ва μ_2 – Пуассон коэффиценти (кўндаланг деформациянинг бўйлама деформацияга нисбати);

r_1 ва r_2 – контактдаги цилиндрларнинг радиуслари;

(2.1) формулани соддалаштириш учун контактдаги сиртларга келтирилган эластиклик модули $E_{кел}$ ва келтирилган радиуси $\rho_{кел}$ белгисини қиритамиз:

$$E_{кел} = \frac{2E_1 E_2}{E_1 + E_2}, \quad (2.2)$$

$$\frac{1}{\rho_{кел}} = \frac{1}{r_1} \pm \frac{1}{r_2}. \quad (2.3)$$



2.7-расм.

Бундан ташқари, (2.1) формулани пўлатдан тайёрланган тишли ғилдирақларга яқинлаштирамиз, чунки 2.2-§ да айтилгандай умумий машинасозликдаги юқори даражали куч таъсирида ишлайдиган узатмалар ҳамда самолётсозликда фақат пўлатдан тайёрланган тишли ғилдирақлар ишлатилади. Пўлатлар учун эластик модули $E_{кел} = E_1 = E_2 = 2,1 \times 10^6 \text{ Н/мм}^2$ (МПа). Пўлатлар учун Пуассон коэффиценти $\chi_1 = \chi_2 = 0,3$. Бу кийматларни ва (2.3) формулани эътиборга олиб (2.1) тенгламага кўйиб, илдиз остидан чиқарилса, қуйидагига эга бўламиз:

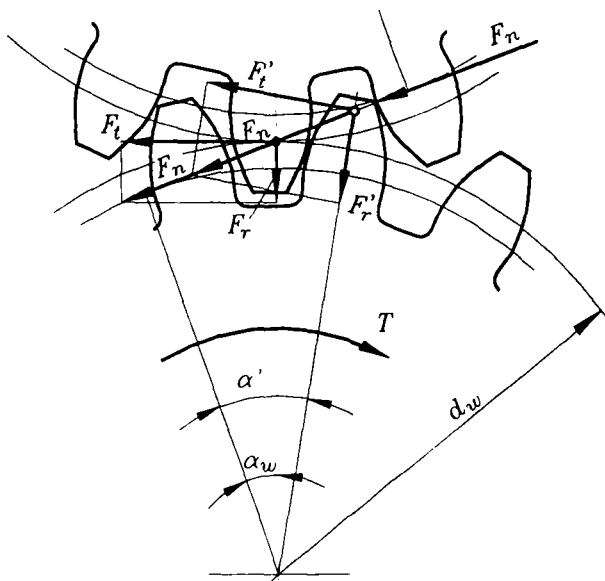
$$\sigma_H = 190 \sqrt{\frac{q}{\rho_{кел}}} . \quad (2.4)$$

Бу тенглама радиуслари ўзгарувчан ёки ўзгармас бўлишидан қатъи назар ҳамма цилиндрлар ва цилиндр асослари эвольвента шаклида бўлган, яъни тиш сиртлари учун ўринлидир. Бу ҳолда, r_1 ва r_2 – контактдаги нуқтада эвольвентларнинг радиуси. (2.3) Тенгламадаги минус белги ички контактли сиртлар учун мос келади.

2.6-§. Тишларни эгувчи кучланишлар бўйича ҳисоблаш

Тиш юклама таъсирида мураккаб кучланишлар ҳолатида бўлиб, энг катта кучланиш тишнинг тубида йигилиб эвольвентани галтелга (радиус орқали) ўтиш зонасида бўлади. Ҳисобларни осонлаштириш ва тишнинг мустаҳкамлигига таъсир этувчи параметрларни белгилаш мақсадида қуйидаги соддалаштиришлар киритамиз.

1. Тишга таъсир этувчи куч унинг учига қўйилган бўлиб, фақат битта жуфт тиш воситасида узатилади. Амалиётда бу тишлар қадами ни нотекислиги натижасида тиш каллагида битта жуфт илашма ҳосил бўлиши мумкин (2.8-расм).



2.8-расм.

2. Юқорида кўрсатилгандек, тиш консоль балка деб қаралади. Бундай ҳолларда тишнинг исталган жойдаги текис кесим тиш деформацияланганда ҳам ўзгармай қолади, деб ҳисобланади. Илашма назариясидан маълумки, ғилдиракнинг илашишида бўлган тишларга таъсир этувчи асосий куч уларнинг сиртига тик бўлиб, илашиш чизиғи бўйича йўналган F_n кучдир (2.8-расм). Одатда, ғилдирак вали ва унинг таянчларини ҳисоблашни осонлаштириш мақсадида бу куч илашиш қутбига кўчирилади. Бу нормал куч F_n кийматини ғилдиракнинг геометрик параметрлари ва унга қўйилган буровчи момент билан боғлаш имконини беради. Энди бу кучни 2 та тенг ташкил этувчиларга ажратамиз: айлана куч F_t ва радиал куч F_r . У ҳолда қуйидаги тенглама адолатли бўлади.

$$F_t = \frac{2T}{d_w}, \quad (2.5)$$

$$F_n = \frac{F_t}{\cos \alpha_w}, \quad (2.6)$$

бу ерда: α_w – илашиш бурчаги.

Энди бу кучни гилдирак тиши симметрия ўкига кўчирамиз (2.8-расм), уни 2 та тенг ташкил этувчилари - тангенциал F_t' тиш ўкига тик йўналган ва радиал F_r' гилдирак маркази бўйича йўналган:

$$F_t' = F_n \cos \alpha' = \frac{F_t \cos \alpha'}{\cos \alpha_w}, \quad (2.7)$$

$$F_r' = F_n \sin \alpha' = \frac{F_t \sin \alpha'}{\cos \alpha_w}, \quad (2.8)$$

бу ерда: α – F_n нормал кучнинг тиш симметрия ўкига йўналишини аникловчи бурчак (2.8-расм).

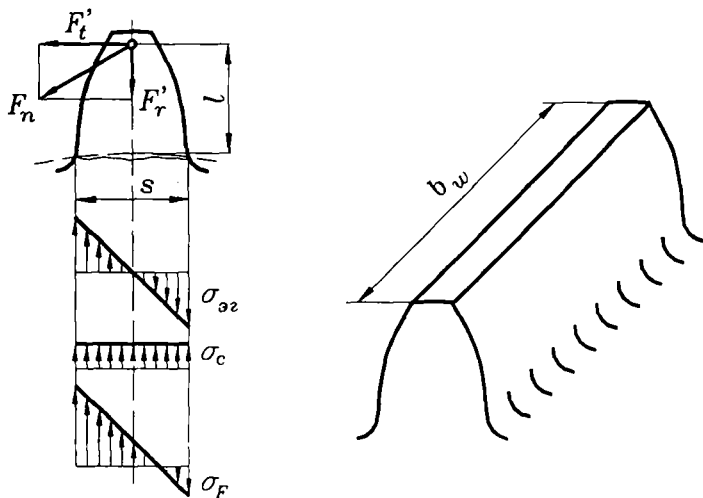
F_t куч тишга таъсир қилиб (2.9-расм), унинг асосида эгувчи кучланиш $\sigma_{\text{эг}}$ ни, F_t куч эса сикилиш кучланиши α_c ни ҳосил қилади.

Эгилиш ва сикилиш кучланишлар эпюрасининг йиғиндисини ҳисобга олиб, эпюранинг умумий кучланишини α_F деб оламиз, бу кучланиш тишнинг хавфли кесимида таъсир қилади (2.9-расм). Тишнинг чўзилган томонидаги (2.9-расмда ўнг томондаги) кучланиш қиймати ҳисобий бирлик учун қабул қилинади, чунки шу кесимда дарзлар пайдо бўлади, толиқиш кучланиши таъсирида (пўлатлар материаллар учун чўзилиш сикилишга нисбатан хавфлидир).

$$\sigma_F = \frac{F_t' l}{W} - \frac{F_r'}{A}, \quad (2.9)$$

бу ерда: W – тиш асоси кесимининг қаршилиқ моменти;

A – тиш асосининг юзаси.



2.9-расм.

$$W = \frac{b_w s^2}{6} \quad (2.10)$$

$$A = b_w s \quad (2.11)$$

Кўрсатилган (2.9), (2.10) ва (2.11) тенгламаларда l , b_w ва s 2.9-расмдан маълум, b_w – тишли ғилдиракларнинг эни, одатда, бу ўлчам ғилдиракни кичикроқ энига тегишлидир.

2.7-§. Ҳисобий юклама ва аниқловчи коэффициентлар

Кинематик, динамик ва геометрик муносабатлари орқали аниқланган, машина деталлари шу билан бирга, тишли ғилдираклар мустаҳкамлигини ва узатма параметрларини аниқлаш учун ишлатиладиган формулага ҳисобий эмпирик коэффициентлар киритилади, яъни ҳисоблаш ва тажриба усули билан топилган коэффициентлар ишлатилади. Бу коэффициентлар машиналарни ҳар хил режимда синаш орқали топилган, улар ҳисоблашга аниқлик киритади, машинани табиий шароитда ишлашга яқинлаштиради. Тишли узатмаларда ҳисобий юкланиш ўрнига контакт чизиғи бўйича тарқалган солиштирма юкланишнинг максимал қиймат қабул қилинади:

$$q = \frac{F_n K}{b_w} \quad (2.12)$$

бу ерда: $K = K_a K_v$ – ҳисобий юкланиш коэффициенти;

K_a – тиш узунлиги бўйича юкланиш коэффициенти.

K_v – динамик юкланиш коэффициенти.

Контакт мустаҳкамликка ҳисоблашда бу коэффициентлар қўшимча белги: H билан ёзилади: K_H , $K_{H\beta}$ ва K_{Hv} , эгилишга ҳисоблашда эса F ёзилади: K_F , $K_{F\beta}$ ва K_{Fv} .

Бу коэффициентларнинг моҳияти билан тўлароқ танишиб чиқамиз. Тўпланган юкланиш коэффициенти K_a юкланишнинг нотекслик коэффициенти деса ҳам бўлади, тўпланган юкланиш бу ҳолларда тиш узунлиги бўйича юкланишнинг нотекс тақсимланишига боғлиқ бўлиб, тишларни тайёрлашда йўл қўйилган ноаниқликлар, йиғиш жараёнидаги хатоликлар ва валлар, корпус ва таянчлар, тишли ғилдиракларнинг эластик деформацияланиши ўзи ҳам мисол бўла олади.

Буни вални эгилишида кўриб чиқамиз. 2.10 - а расмда кўрсатилишича тўғри тишли цилиндрсимон тишли узатма буровчи момент билан юкланган. Шунинг билан бирга илашишда ҳосил бўлган кучлар таъсирида вал деформацияга учрайди, улар эгилиши қарама-қарши томонга йўналади. Туташган тишли ғилдиракнинг ўзаро жойланиши шу ғилдиракларнинг таянчларга нисбатан жойига боғлиқ.

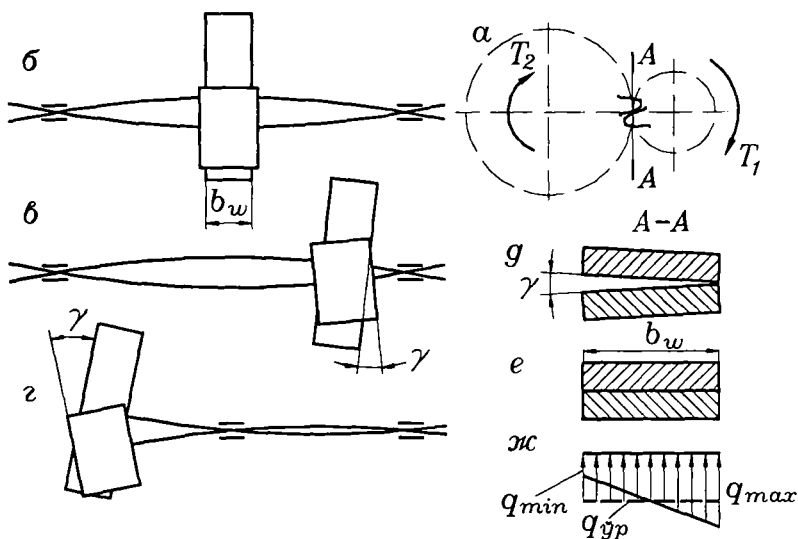
Таянчларга нисбатан ғилдираклар симметрик жойлашса (2.10- б расм) валнинг эгилиши тишли ғилдиракларнинг нотекслигига олиб келмайди,

натижада тиш узунлиги бўйича юкланишнинг тақсимланиши бир текисда бўлади. Бу энг яхши ҳолат ҳисобланади. Айниқса, тишли гилдираклар таянчларга нисбатан асимметрик (2.10-в расм) ёки консол (2.10-г расм) ҳолда жойлашганда таянчларнинг γ бурчакка кийшайиши тишларнинг тўғри таъсири бузилишига олиб келади. Агар тишлар бикрлиги юқори бўлса, бу ҳолларда тишлар чети билан тутшиб, куч бир четида камайиб, иккинчисида кўпаяди (2.10-д расм).

Тишларнинг деформацияланиши нотекис бурилишни камайтиради, тиш узунлиги бўйича тегиб туришни кафолатлайди (2.10-е расм), лекин юкланишнинг тақсимланиши деформацияни нотекис ўтишига боғлиқ бўлиб қолади (2.10-ж расм):

$$\frac{q_{max}}{q_{ур}} = K_{\beta},$$

бу ерда: $q_{ур}$ – юкланишнинг ўртача активлиги.



2.10-расм.

Бошқа ҳолларда тишларнинг кийшайиши юкланиш коэффицентига таъсир этиб, гилдирак тиш эни ортган сари катталаштиради, шунинг учун гилдиракнинг эни b_w , чегараланган бўлади.

Юкланиш концентрацияси эгилиш ва контакт кучланишни кўпайтиради. Юкланиш концентрацияси таъсирини камайтириш учун қуйидаги тадбирлар ўтказилади:

1. Сифатли материаллардан тайёрланган ғилдираклар ишлатилади (қаттиклиги $HV < 350$ бўлган пўлатлар), бунда муддати ва мустаҳкамлик жиҳатдан мос келиши керак.

2. Тиш бурчакларини синиб кетишдан сақлаш мақсадида ғилдиракларнинг бурчаклари киркилади, яъни фаска қилинади.

3. Тиш сиртларининг қаттиклиги жуда юкори, тезлиги эса катта бўлса, ғилдиракларнинг эни нисбатан катта бўлмаслиги керак, тишларнинг профил шакллари эса бочка кўринишидаги формада бўлиши шарт.

4. Валлар, таянчлар ва узатма корпуси максимал бикрлик тузилмага эга бўлиши керак.

Узатманинг тузилмаси ва тиш сиртларининг қаттиклигига қараб K_d коэффициентнинг қиймати куйидагича бўлади: ўзгармас юкланишда $HV < 350$ ва $v < 15$ м/с бўлганда $K_a = 1$, умуман $1 \div 1,9$ ораликда бўлади.

Динамик юкланиш коэффициенти. Узатманинг ишлаш даврида ҳосил бўладиган қушимча динамик юкламалар ғилдирак тишларининг тайёридаги ноаниклигига боғлиқ, шунинг билан бирга, узатиш нисбатининг ўзгаришига сабаб бўлади. Бу дегани, $\omega_1 = \text{const}$, $\omega_2 \neq \text{const}$ ва $d\omega_2/dt \neq 0$ бўлса, илашмада ушбу қушимча динамик момент ҳосил бўлади:

$$M_v = I \frac{d\omega_2}{dt},$$

бу ерда: I – етакловчи массаларнинг инерция моменти.

Тишлар қадамнинг ноаниклиги тишлар контактга кирганда четли зарбалар пайдо бўлишига олиб келади, бу илашиш геометрияси бузилиши демакдир.

K_v коэффициент куйидаги тенглама ёрдамида топилади:

$$K_v = 1 + \frac{q_v}{q},$$

бу ерда: q_v – солиштирма динамик юкланиш;

q – солиштирма ҳисобий юкланиш.

Узатманинг аниқлик даражаси ва тиш сиртларининг қаттиклигига қараб $K_v = 1,01 \div 1,5$ ораликда бўлиши мумкин.

2.8-§. Мустаҳкамликка лойиҳалаш ҳисоби

Цилиндрсимон узатмаларни лойиҳалаш ҳисобида унинг ушбу асосий геометрик параметрлари аниқланиши лозим: ўқлараро масофа, ғилдирак эни ва илашиш модули.

Ўқлараро масофани аниқлаш

Узатманинг энг керакли асосий ўлчами – ўқлараро масофа контакт кучланиш ҳисоби орқали аниқланади. Тишли узатмаларнинг иш жараёнини тажриба асосида текширилганда шу нарса маълум бўладики, қутбга яқин жойлашган зонада тишларнинг сиртлари энг кам контакт толиқишга эга бўлади.

Фақат шу жойда бир жуфтли илашиш содир бўлади. Шунинг учун, илашиш қутбидаги туташган тишларнинг ҳисоби контакт кучланиш бўйича бажарилади (2.11-расм). Бу усулга кўра, тиш сиртлари илашиш қутбида радиуслари ρ_1 ва ρ_2 бўлган цилиндр деб қаралиб, у ердаги контакт кучланиш куйидагича аниқланади 2.5-§ даги (2.4)га қаралсин:

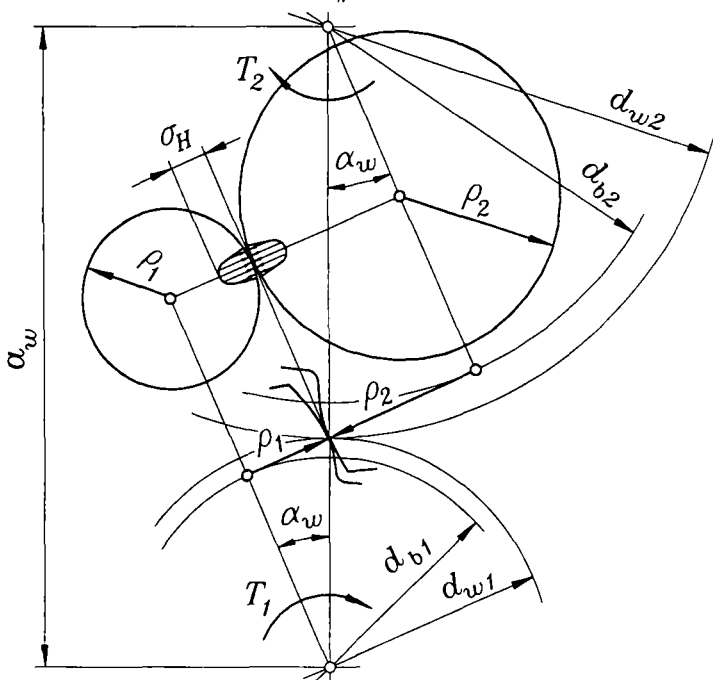
$$\sigma_H = 190 \sqrt{\frac{q}{\rho_{\text{кел}}}}$$

бу ерда: q – тиш узунлиги бўйича тақсимланган юкланиш;

$\rho_{\text{кел}}$ – контактдаги цилиндрларнинг келтирилган эгрилик радиуси.

q ва $\rho_{\text{кел}}$ узатма параметрлари орқали белгилаб, (2.12) формула асосида, тақсимланган (ёки солиштирма) кучланиш q , нормал куч F_n , ҳисобий юкланиш коэффициенти K_H ва илашма эни b_w га боғлиқдир, яъни,

$$q = \frac{F_n K_H}{b_w}$$



2.11-расм.

Нормал куч F_n тангенциал куч F_t ва илашиш бурчаги α_w боғлиқдир ((2.6) формулага қаралсин). Илашиш бурчаги профил бурчагига тахминан тенг деб

олинади, яъни контакт кучланишга ҳисоблашда, ҳамма узатмалар нолли деб олинаши мумкин. У ҳолда

$$F_n = \frac{F_t}{\cos \alpha}. \quad (2.13)$$

Тангенциал куч F_t гилдиракка қўйилган момент T ва гилдиракнинг бошланғич диаметрига боғлиқдир (2.5 формулага қаралсин). Бошланғич диаметр бўлувчи диаметрга тахминан тенг деган ҳолда, биринчи гилдиракка қўйилган момент T_1 га нисбатан тангенциал кучни аниқлаймиз:

$$F_t = \frac{2T_1}{d_1}. \quad (2.14)$$

(2.13) ва (2.14) ни тақсимланган юкланиш формуласига қўйиб, қуйидагини оламиз:

$$q = \frac{2T_1 K_H}{d_1 b_w \cos \alpha}. \quad (2.15)$$

Контакт цилиндрларнинг келтирилган эгрилик радиусини 2.11-расми ҳисобга олган ҳолда қуйидагича топилади:

$$\frac{1}{\rho_{\text{кел}}} = \frac{1}{\rho_1} \pm \frac{1}{\rho_2} = \frac{2}{d_1 \sin \alpha} \pm \frac{2}{d_2 \sin \alpha}.$$

Айтиш керакки, тенгламадаги (-) ички контакт илашмаларга тааллуқлидир. Узатишлар сонини ҳисобга олганда,

$$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_2}{d_1}; \quad (2.16)$$

содалаштиришлар натижасида қуйидаги тенглама ҳосил бўлади:

$$\frac{1}{\rho_{\text{кел}}} = \frac{2}{d_1 \sin \alpha} \left(\frac{u \pm 1}{u} \right) \quad (2.17)$$

(2.15) ва (2.17) ларни контакт кучланишлар формуласига қўйиб,

$$\cos \alpha \sin \alpha = \frac{\sin 2\alpha}{2}$$

билан алмаштирилса, қуйидаги формула ҳосил бўлади:

$$\sigma_H = 190 \sqrt{\frac{8 T_1 K_H}{d_1^2 b_w \sin 2\alpha} \left(\frac{u \pm 1}{u} \right)}. \quad (2.18)$$

Бу формуладан ўқлараро масофа a_w ни келтириб чиқариш учун қуйидаги содалаштиришлар ўтказилади:

1. $\alpha = 20^\circ$, у ҳолда $\sin 2\alpha = 0,6428$.

2. Юқорида айtilганга қараганда ҳисобий юкланиш коэффициентини икки коэффициентнинг қўпайтмасига тенг, яъни тиш узунлиги бўйича нотекис

юкланиш коэффициентни $K_{НВ}$ ва динамик юкланиш коэффициентни $K_{Нв}$. $K_{Нв}$ – айланма тезликка боғлиқдир, лекин бу қиймат ҳозирча маълум эмас, шунинг учун, бу коэффициентни ўртача қийматини оламиз

$K_{Нв} = 1,15$, у ҳолда $K_{Н} = 1,15 K_{НВ}$.

3. T_1 ни T_2 билан алмаштирамиз:

$$T_1 = \frac{T_2}{u}$$

4. d_1 ни ўқлараро масофа ва узатишлар сони орқали топамиз:

$$d_1 = \frac{2a_w}{u \pm 1}$$

5. b_w ни ўқлараро масофага нисбатан белгиловчи коэффициент ψ_a орқали белгилаймиз;

$$b_w = \psi_a a_w$$

6. Ўлчам бирликларни T учун Нмм билан мослаштирилса:

$$\sigma_H = 190 \sqrt{\frac{1,15 \cdot 8 \cdot 10^3 T_2 K_{НВ} (u \pm 1)^3}{2^2 \cdot 0,6428 u^2 \psi_a a_w^3}}$$

Охири тенгламани a_w га нисбатан ечиш мақсадида σ_H ни $[\sigma_H]$ билан алмаштириб иккинчи ғилдирак материални ҳисобга олган ҳолда топамиз:

$$a_w / 490 (u \pm 1) \geq \sqrt{\frac{T_2 K_{НВ}}{u^2 \psi_a [\sigma_H]^2}} \quad (\text{мм}). \quad (2.19)$$

Катта ёки тенг белги шуни курсатадики, ўқлараро масофа лойиҳаланаётган узатмаларда (2.19) формула ёрдамида аниқланган қийматдан кичик бўлмаслиги керак, манфий (–) ишора ички илашмаларга тааллуқлилигини кўрсатади. Келтирилган тўғри тишли цилиндрсимон узатмаларни лойиҳалаш ҳисоби формуласи бошқа кўринишда бўлиши ҳам мумкин, масалан, диаметрларни аниқлаш формуласи. Лекин (2.19) да келтирилган тенглама тишли ғилдираклар стандартлари ГОСТ 21354-85 га мос келади.

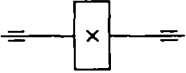
Ўлдиракларни таянчларга нисбатан жойлашишига қараб, махсус маълумотномалардан $K_{НВ}$ коэффициент танлади, бунда тиш сиртларнинг қаттиқлиги ва илашма эни ҳисобга олинади. Бу параметрлар бирлашган бўлиб, жадвалларда ўз аксини топиши мумкин (2.2-жадвал).

Бу жадвалда келтирилган ψ_a катталиқ диаметр бўйича ғилдирак эини аниқловчи коэффициент дейилади, унинг қиймати 0,2 дан 1,6 гача бўлиши мумкин. Лойиҳа ҳисоблашда шуни унутмаслик керакки, коэффициентнинг қиймати қанчалик катта бўлса, тиш узунлиги бўйича юкланиш концентрацияси шунчалик ортади, яни $K_{НВ}$ қиймати ортиб боради. Жадвалдан кўриниб турибдики, консол жайлашган эни катта бўлган ғилдирак тишларининг қаттиқлиги ортиб боради.

ψ_a коэффициент (2.19) формулада ўқлараро масофаси бўйича ғилдирак энини аниқловчи коэффициент:

$$\psi_a = \frac{b_w}{a_w}. \quad (2.20)$$

2.2-жадвал

| К _{НД} коэффициентини танлаш. | | | | | | | |
|---|--------------------|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Вал таянчларга нисбатан ғилдиракларнинг жойланиши | Тиш сирт. катт. НВ | $\psi_a = \frac{b_w}{d}$ | | | | | |
| | | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,2 | 1,6 |
|  | ≤ 350 >350 | 1,01 1,01 | 1,02 1,02 | 1,03 1,04 | 1,04 1,07 | 1,07 1,16 | 1,11 1,26 |
|  | ≤ 350 >350 | 1,03 1,06 | 1,05 1,12 | 1,07 1,2 | 1,12 1,29 | 1,19 1,48 | 1,28 |
|  | ≤ 350 >350 | 1,06 1,11 | 1,12 1,25 | 1,19 1,45 | 1,27 | | |
|  | ≤ 350 >350 | 1,08 1,22 | 1,17 1,44 | 1,28 | | | |

Таянчга нисбатан ғилдираклар жойланганига қараб, бу коэффициент қиймати турлича бўлади:

- симметрик ҳолда: $\psi_a = 0,340,5$;
- симметрик бўлмаганда: $\psi_a = 0,240,4$;
- консол (осма): $\psi_a = 0,240,25$.

[σ_H] – рухсат этилган кучланиш аниқланади:

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H0}}{S_H} K_{HL} \text{ (МПа)}, \quad (2.21)$$

бу ерда: σ_{H0} – тишли ғилдиракнинг чидамлик чегараси, нормаллашган ва яхшиланган пўлатлар учун:

$$\sigma_{H0} = 2 HB + 70 \text{ (МПа);}$$

тобланган пўлатлар учун:

$$\sigma_{H0} = 17 HRC + 200 \text{ (МПа);}$$

s_H – хавфсизлик коэффициенти; нормаллашган, яхшиланган пўлатлар учун (хажми бўйича таркиби бир хил бўлган пўлатлар) $s_H = 1, 1$; сиртлари тобланган пўлатлар учун (таркиби бир хил бўлмаган) $s_H = 1, 2$;

K_{HL} – ишлаш муддати узоклигини билдирувчи коэффициент:

$$K_{HL} = 6 \sqrt{\frac{N_{H0}}{N}},$$

бу ерда: N_{H0} – кучланиш цикллари сони, чидамлик чегарасига мос келади; тиш сиртларининг каттикчилигига боғлиқ; масалан,

$$HB = 350 \text{ учун } N_{H0} = 35 \times 10^6;$$

$$HRC = 50 \text{ учун } N_{H0} = 85 \times 10^6;$$

$$HRC = 55 \text{ учун } N_{H0} = 110 \times 10^6.$$

N – ишлаш муддатида кучланиш цикллари сони. Агар $N > N_{H0}$, бўлса, $K_{H1} =$

1.

(2.19) формула орқали ҳисобланган a_w нинг қиймати стандартдаги қиймати билан таққосланиб, энг яқин қиймати олинади. Тавсия этилган қаторлар: 40 дан 110 гача 5 мм ораликка, кейин 120; 125; 130, сўнг оралиғи 10 мм дан 250 мм гача, кейин оралиғи 20 мм дан 420 мм гача.

Ғилдирак энини ҳисоблаш ва модулни танлаш

Эслатамиз: узатмани лойиҳа усулда контакт кучланишга ҳисоблаш ўқлараро масофа куйи чегарасини белгилашга имкон беради, лекин ғилдирак тиши энини тўғридан тўғри аниқлаб бўлмайди. Шунинг учун (2.19) формуладан тахминий аниқланган ψ_a орқали илашиш энини топамиз (одатда илашиш эни учун узатмани катта тишли ғилдираги олинади):

$$b_w = \psi_a a_w \text{ (мм)}. \quad (2.22)$$

Тишнинг модули лойиҳалаш ҳисобидаги формуласида тўғридан тўғри иштирок этмайди бу формулада контакт нуқтани эволюент эгувчи радиуси асосий ҳисобланади. Бу радиуслар модулга боғлиқ бўлмай, узатма ва ғилдирак ўлчамларига асосланган. Модул лойиҳа ҳисоблаш формуласида бевосита исоблиниб, ўқлараро масофа, узатишлар сони ва ғилдирак тишлар сонига боғлиқдир. Шундан маълумки, контакт кучланиш қиймати модулга боғлиқ бўлмай, узатма ўлчамлари орқали аниқланади, яъни туташган ғилдираклар тишлар сони йиғиндисини модулга кўпайтмасидир. Шундай қилиб, контакт мустаҳкамлик нуқтани назаридан, тишлар модули хоҳлаган қийматда кичик бир ўлчамга эга бўлиши мумкин. Модулни камайтириш билан ғилдирак тишлар сонининг йиғиндисини сақлаб қолиш мумкин. (2.9) формулани ҳисобга олган

холда, тишнинг эгилишдаги мустаҳкамлик шартига асосан, модулни рухсат этилган энг кичик кийматини аниқлаш мумкин. Лекин, ҳисобнинг бу усулини қўллаш узатмадаги тишларнинг модулини жуда кичиклаштириб юборади. Натижада, уларни амалда қўллаш чегараланиб қолади. Шунинг учун тишнинг модули тавсияга асосан танланади ва ғилдирак тишларини эгилиш бўйича мустаҳкамликка текширилади.

Майда модул тишли узатмаларнинг айрим афзалликларига қарамай (қоплаш коэффициентини катталиги ҳисобига юқори раванликда ишлайди), уларни ишлатилиши ўлчов системалари ва бошқарув механизмлари мосламалари билан чегараланган. Катта куч таъсирида ишлайдиган узатмаларда, асосан, катта модулли ғилдираклар ишлатилади, бундай ғилдираклар узок ишлаш қобилиятига эга, тиш сиртларининг емирилиши ва толиқиш натижасида уваланиши кам бўлади. Бундай узатмалар учун $m > 1,5$ мм тавсия этилади.

Тиш модулини аниқлашда, ғилдирак энининг модуллар бўйича коэффициентининг қийматларига амал қилинади:

$$\psi_m = \frac{b_w}{m}, \quad (2.23)$$

ψ_m танлаш 2.3-жадвалда келтирилган.

2.3-жадвал

| Узатма турлари | ψ_m |
|---|----------|
| Юқори юкланган аниқ узатмаларнинг валлари, таянчлари ва корпуслари юқори бикрликка эга бўлган холда. | 30 4 20 |
| Айрим корпусда жойлашган оддий узатмаларнинг редуктор турлари. | 20 4 15 |
| Қўпол узатмаларининг таянчлари пўлатдан ясалган тузилмаларда (масалан, кранли), очик узатмалар, узатмалар валлари консол жойлашган, ҳаракатланувчи ғилдиракларнинг тезлик қутичаси. | 15 4 10 |

Бу коэффициент танлангандан сўнг, модулнинг қиймати (2.22) формуладан қуйидагича ҳисобланади:

$$m = \frac{b_w}{\psi_m} \text{ (мм)}, \quad (2.24)$$

Топилган қиймат стандарт қатори бўйича яхлитлаб олинади. Мана бу қаторга мос келган қийматлар:

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

Аниқланган модул, берилган узатишлар сони ва (2.19) формула бўйича аниқланган ўқлараро масофага нисбатан узатманинг геометрик параметрлари аниқланиб, тавсия қилинган қаторга қараб чегараланади.

Биринчи ғилдиракнинг бўлувчи диаметри (олдиндан):

$$d_1 = \frac{2 a_w}{u \pm l}$$

Биринчи ғилдирак тишлар сони (бутун сонга чегараланади):

$$z_1 = \frac{d_1}{m}$$

Биринчи ғилдиракнинг бўлувчи диаметри (нихояда):

$$d_1 = m z_1$$

Иккинчи ғилдирак тишлар сони (бутун сонга кадар чегараланади):

$$z_2 = z_1 u$$

Иккинчи ғилдиракнинг бўлувчи диаметри:

$$d_2 = m z_2$$

Марказлараро масофа (нихояда):

$$a_w = 0,5(d_2 \pm d_1)$$

Бундай ҳисобларда $z_1 > z_{\min}$ бўлиши керак. ММН дан маълумки, ғилдирак тишлар сонининг минимал қиймати $z_{\min} = 17$, бу тиш шаклига тузатиш киритилмаган ҳолига мос келади. Амалда, равон ишлашни ошириш ва шовкинни камайтириш мақсадида $z_1 > 20$ деб олиш тавсия этилади.

Агарда аниқ усулда топилган ўқлараро масофа қиймати, контакт мустаҳкамлик шarti асосида (2.19) топилган қийматдан кам чиқиб қолса, у ҳолда модул ва тишлар сонини кўпайтириш керак. Ҳисобда қандай йўналиш бўлмасин, бир факторга аъамият бериш керак, яъни ўқлараро масофани аниқ қиймати контакт мустаҳкамлик шartига асосан топилаётган қийматдан катта бўлиши керак.

2.9-§. Контакт кучланиш бўйича текширув ҳисоби

Тишли узатманинг текширув ҳисоби узатманинг лойиҳа ва асосий геометрик ўлчамлари аниқлангандан сўнг бажарилади. Бундан асосий мақсад, ҳақиқий аниқланган контакт кучланиш қийматини руҳсат этилган қиймат билан солиштиришдир. Бундан ташқари, текширув ҳисоблашга эҳтимол қилинган максимал юкламанинг қийматини аниқлаш учун мавжуд узатмалар тавсия қилинади. Текширув ҳисоби формуласи (2.18) асосида, қуйидаги алмаштириш натижасида келтириб чиқарилади:

1. (2.5) формуладан:

$$T_1 = \frac{F_t d_1}{2}$$

2. (2.7) формуладан:

$$d_1 = \frac{d_2}{u}$$

$$3. \sin 2\alpha = 0,6428.$$

Қискартиришдан кейин:

$$\sigma_H = 190 \sqrt{\frac{8 F_t K_H (u \pm 1)}{2 \cdot 0,6428 d_2 b_w}}$$

$K_H = K_{H\beta} K_{H\nu}$ ни ҳисобга олиб, қуйидаги ифодани оламиз:

$$\sigma_H = 436 \sqrt{\frac{F_t (u \pm 1)}{d_2 b_w}} K_{H\beta} K_{H\nu} \leq [\sigma_H]. \quad (2.25)$$

Узатманинг аниқлик даражаси тиш сиртининг қаттиқлиги ва айланма тезликка қараб, маълумот манбааларидан динамик юкланиш коэффициентини танлаб олинади. 2.4-жадвалда тиш сиртининг қаттиқлиги HRC 45 ва ундан ортик бўлган узатмалар учун мисол тарикасида кўрсатилган.

2.4-жадвал

| Динамик юкланиш коэффициенти $K_{H\nu}$ ни танлаш | | | |
|---|---------------------|------|------|
| Узатма аниқлик даражаси | Айланма тезлик, м/с | | |
| | 2 | 6 | 10 |
| 6 | 1,04 | 1,10 | 1,18 |
| 8 | 1,06 | 1,16 | 1,26 |

2.10-§. Эгувчи кучланиш бўйича текширув ҳисоби

Лойиҳаланган узатма контакт кучланиш бўйича қониқарли текширилгандан сўнг, эгувчи кучланиш бўйича текширув ҳисобига тавсия қилиниши мумкин. Бу формулани келтириб чиқаришда 2.6-§ даги (2.9) ифодадан фойдаланилади:

$$\sigma_F = \frac{F_t' l}{W} - \frac{F_r'}{A},$$

бу ерда: W – тиш асосининг қаршилик моменти;

A – тиш асосининг юзаси.

$$W = \frac{b_w s^2}{6},$$

$$A = b_w s.$$

l ва s қийматлар ҳисоблаш учун ноқулай ҳисобланади, шунинг учун уларни модулга боғлиқ бўлган ўлчовсиз коэффициентлар билан алмаштирилади:

$$l' = \frac{l}{m}; \quad s' = \frac{s}{m}$$

F_t' ва F_r' кучлар (2.5) ва (2.6) формуладан аниқланади:

$$F_t' = \frac{F_t \cos \alpha'}{\cos \alpha_w},$$

$$F_r' = \frac{F_t \sin \alpha'}{\cos \alpha_w}.$$

Бошланғич ифодаларга ҳисоблаш коэффициентларини киритиб, қуйидаги тенгламани оламыз:

$$\sigma_F = \frac{F_t K_F}{b_w m} \left[\frac{6l' \cos \alpha'}{(s')^2 \cos \alpha'} - \frac{\sin \alpha'}{s' \cos \alpha_w} \right] K_T,$$

бу ерда: K_F – ҳисоблаш юкланиш коэффициенти;

K_T – кучланишнинг тўпланишини ҳисобга олувчи назарий коэффициент.

Тиш шаклининг коэффициентини киритиб қуйидагини ёзишимиз мумкин:

$$Y_F = \left[\frac{6l' \cos \alpha'}{(s')^2 \cos \alpha'} - \frac{\sin \alpha'}{s' \cos \alpha_w} \right] K_T, \quad (2.26)$$

натижادا текширув ҳисоблаш учун қуйидаги муносабат ҳосил бўлади:

$$\sigma_F = Y_F \frac{F_t}{b_w m} K_F \leq [\sigma_F] \quad (2.27)$$

(2.26) формуладаги Y_F – ўлчовсиз коэффициент ҳисобланиб, унинг қиймати ҳисобланаётган ғилдирак тишларининг сони ва силжитиш коэффициентининг микдорига боғлиқ равишда махсус жадваллардан фойдаланилади. Нормал ʼолатда тайёрланган тиш шаклининг коэффициенти 2.5-жадвалда кўрсатилган.

2.5-жадвал

| | | | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|------|------|
| z | 17 | 20 | 22 | 24 | 25 | 26 | 28 | 30 | 32 | 35 |
| Y_F | 4,27 | 4,07 | 3,98 | 3,92 | 3,9 | 3,88 | 3,81 | 3,8 | 3,78 | 3,75 |

| | | | | | | | | | |
|-------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| z | 40 | 45 | 50 | 60 | 65 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| Y_F | 3,7 | 3,66 | 3,65 | 3,62 | 3,62 | 3,61 | 3,61 | 3,6 | 3,6 |

Мусбат ва манфий ғилдиракларнинг тишлар шакли нормал ҳолатда тайёрланган ғилдираклардан фарқ қилади. Мусбат тайёрланган ғилдирак тишлари кенгрок ва мустаҳкам бўлади. Манфий ғилдираклар тиши эса, нормал ҳолатдагидан мустаҳкамлиги камроқ бўлади. Бу ҳолларда эса тиш шаклининг коэффициент киймати ўзгариб туради [6].

Ҳисобий юкланиш коэффициентлари:

$$K_F = K_{F\beta} K_{Fv}$$

Юкланиш тиш узунлиги бўйича нотекис таксимланишини ҳисобга олувчи коэффициент $K_{F\beta}$, K_{Fv} сингари график ёки маълумотномаларда келтирилган жадваллардан танлаб олинади. Лекин, кўпинча айрим хатоликларни ҳисобга олиб $K_{F\beta} = 1,15K_{Fv}$ қабул қилинади.

Кўшимча динамик юкланишларни ҳисобга олувчи коэффициент K_{Fv} , асосан, узатмани аниқлик даражаси, тиш сиртларининг каттиқлиги ва айланма тезликларига боғлиқдир. 2.6-жадвалда тиш сиртларининг каттиқлиги HRC 45 ва ундан ортик бўлган узатмалар учун коэффициент K_{Fv} кийматлари кўрсатилган.

2.6-жадвал

| Динамик юкланиш коэффициентини танлаш, K_{Fv} | | | |
|---|---------------------|------|------|
| Узатманинг аниқлик даражаси | Айланма тезлик, м/с | | |
| | 2 | 6 | 10 |
| 6 | 1,04 | 1,11 | 1,17 |
| 8 | 1,06 | 1,16 | 1,26 |

Рухсат этилган эгувчи кучланиш МПа ёки Н/мм² да:

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F0}}{S_F} K_{Fc} K_{F1}, \quad (2.28)$$

бу ерда: σ_{F0} – эгувчи кучланишлар бўйича чидамлик:

$$\sigma_{F0} = 0,6\sigma_s. \quad (2.29)$$

Бу формулада σ_s – легирланган конструкцион пўлатларнинг мустаҳкамлиги $\sigma_s = (1000 \div 1200)$ МПа.

S_F – хавфсизлик коэффициенти, нормаллашган, яхшиланган ва тобланган пўлатлар учун $S_F = 1,55$.

K_{Fc} – икки ёқлама юкланиш таъсирини кўрсатувчи коэффициент. Планетар редукторнинг сателлит тишлари икки ёқлама юкланишга учрайди, бунда $K_{Fc} = 0,7 \div 0,8$. Бир томонлама юкланганда эса $K_{Fc} = 1$.

K_{F1} – ишлаш муддатини билдирувчи коэффициент, уни аниқлаш усули K_{H1} га ўхшаш икки ҳолда бўлади.

(2.27) формула бўйича ҳисобланган эгувчи кучланиш σ_F киймати рухсат этилган $[\sigma_F]$ дан бир қанча кам бўлиши мумкин, чунки кўп узатмаларнинг юкланиш қобилияти эгувчи контакт кучланиш билан эмас, балки мустаҳкамлик билан чегараланган.

2.11-§. Ҳисоблаш тартиби

Қуйидаги берилганларга асосан бир поғонали умумий машиносозлик редукторининг тишли узатмаси ҳисоблансин.

Редуктор кириш валининг қуввати $P_1 = 100$ кВт.
 Редуктор кириш валининг айланиш частотаси $n_1 = 710$ айл/мин.
 Редуктор чиқиш валининг айланиш частотаси $n_2 = 355$ айл/мин.
 Редуктор мойли ванна алоҳида корпусга эга.
 Ишлаш муддати $t_{\Sigma} = 30$ минг соат.

Тишли узатма мустаҳкамлигининг лойихавий ҳисоби

1. Марказларо масофани аниқлаш

Узатманинг минимал марказларо масофаси лойихалаш ҳисоби (2.19) формула орқали аниқланади. Бунинг учун валлардаги буровчи моментни аниқлаш, тишли гилдирак учун материал белгилаш ва рухсат этилган контакт кучланиш қийматини ҳамда тузатиш коэффициентини аниқлаш керак.

1. Редукторнинг узатиш сони:

$$u = \frac{n_2}{n_1} = \frac{710}{355} = 2.$$

2. Узатманининг ф.и.к. $\eta = 0,98$ ни ҳисобга олган ҳолда чиқиш валидаги буровчи моментни аниқланади:

$$T_2 = \frac{30000 P_1 \eta}{\pi n_2} = \frac{30000 \cdot 100 \cdot 0,98}{3,14 \cdot 355} = 2637,48 \text{ Нм.}$$

3. Тишли гилдирак учун материал танланади - 40X маркали пўлат; тиш юзасининг қаттиқлиги тоблаш йўли билан $48 \div 52$ HRC га етказилган.

4. Рухсат этилган кучланишни эмпирик формула (2.21) орқали аниқланади, бунинг учун олдиндан чидамлилиқ чегараси, хавфсизлик коэффициенти ва узатманинг ишлаш муддатини ҳисобга олувчи коэффициент аниқланади. Тобланган пўлатнинг чидамлилиқ чегараси тишлар сиртининг ургача қаттиқлиги бўйича аниқланади:

$$\sigma_{H0} = 17 \text{ HRC} + 200 = 17 \cdot 50 + 200 = 1050 \text{ Мпа.}$$

Тобланган пўлат учун тиш сиртининг хавфсизлик коэффициенти $s_H = 1,2$.

K_{HL} – узатманинг ишлаш муддати ва ишлаш тарзини ҳисобга олувчи коэффициентни аниқлашда тиш сиртининг қаттиқлигига тўғри келувчи юкланиш цикллари сони ҳамда чидамлилиқ чегараси ва хизмат муддатидаги цикллари сони аниқланади. Тиш сиртининг қаттиқлиги HRC = 50 га тенг бўлган пўлат 45 учун тўғри келувчи юкланиш цикллари сони:

$$N_{H0} = 85 \cdot 10^6.$$

Узатманинг хизмат муддатидаги юкланиш цикллари сони:

$$N = t_{\Sigma} 60 n_2 = 30000 \cdot 60 \cdot 355 = 63,9 \cdot 10^7.$$

Узатманинг ишлаш муддати ҳамда ишлаш тарзини ҳисобга олувчи коэффициент $K_{HL} = 1$, чунки $N > N_{H0}$.

Рухсат этилган контакт кучланиш (2.21):

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H0}}{s_H} K_{HL} = \frac{1050}{1,2} = 875 \text{ Мпа.}$$

5. 2.2-жадвалдан юкланишнинг тиш сиртида нотекис так симланишини ҳисобга олувчи коэффициент K_{HB} олинади; ҳисобланаётган редуктор учун тишли ғилдиракнинг таянчга нисбатан жойлашиши симметрик ҳолатда. Тишларнинг каттиклиги юкори бўлгани учун, тавсияларга биноан тишли ғилдирак энининг диаметр коэффициентини $\psi_d = 0,6$ танланади. каттиклик $HV > 350$ бўлгандаги $K_{HB} = 1,04$.

6. Тавсияларга биноан ғилдирак энининг коэффициентини маркасларо масофа бўйича қабул қиламиз: ғилдирак таянчга нисбатан симметрик жойлашган бўлса $\psi_a = 0,4$.

Марказларо масофа (2.19):

$$a_w / 490 (u + 1) \sqrt[3]{\frac{T_2 K_{HB}}{u^2 \psi_a [\sigma_H]^2}} =$$

$$= 490 (2 + 1) \sqrt[3]{\frac{2637,48 \cdot 1,04}{2^2 \cdot 0,5 \cdot 875^2}} = 192,31 \text{ мм.}$$

Эслатма: формуладаги буровчи момент H_m да, рухсат этилган кучланиш МПа да ўлчанади; 490 коэффициент эса уларни тенглаштиради.

Олинган натижа контакт мустаҳкамлик бўйича ҳисобланган маркасларо масофанинг рухсат этилган минимал қийматидир. Марказларо масофанинг ҳақиқий қиймати эса тиш модули аниқлангандаги қийматдан катта бўлади, аммо у конструкциянинг минимал ўлчамлар шартини сақлаган ҳолда юкоридаги қийматига яқин ҳам бўлиши мумкин.

2. Тишли ғилдирак энини аниқлаш

Тишли ғилдиракнинг эни қуйидагича, яъни $\psi_d = 0,4$ бўлган ҳолда қуйидагича аниқланади (2.20):

$$b_w = b_2 = \psi_d a_w = 0,4 \cdot 192,31 = 76,92 \text{ мм,}$$

$b = 78$ мм деб қабул қиламиз. Бу қиймат охириги қиймат ҳисобланади.

3. Тишли ғилдирак модулини аниқлаш

Тишли ғилдирак энининг модул бўйича коэффициентини $\psi_m = 17$ деб қабул қилиб, 2.3-жадвалга биноан модул қуйидаги формула оркали топилади:

$$m = \frac{b_w}{\psi_m} = \frac{78}{17} = 4,59 .$$

Олинган қиймат стандарт микдорлар каторидан яқинроқ каттасига яхлитланади ва $m = 5$ мм қабул қилинади.

4. Узатма ғилдирағи тишлари сонини ҳисоблаш

Маълумки, марказлараро масофа

$$a_w = \frac{m(z_1 + z_2)}{2}$$

каби узатма тишлари сонининг йиғиндисиди куйидагича аниқланади:

$$z_{\Sigma} = \frac{2a_w}{m} = \frac{2 \cdot 192,31}{5} = 76,92,$$

$z_{\Sigma} = 77$ деб қабул қиламиз.

Узатиш сонини ҳисобга олиб етакчи ғилдиракнинг тишлари сони:

$$z_1 = \frac{z_{\Sigma}}{u+1} = \frac{77}{2+1} = 25,67,$$

$z_1 = 26$ деб қабул қиламиз.

Етакланувчи ғилдиракнинг тишлари сони:

$$z_2 = z_{\Sigma} - z_1 = 77 - 26 = 51.$$

Редукторнинг ҳақиқий узатиш сони:

$$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{51}{26} = 1,96.$$

Ҳақиқий узатиш сонининг берилганидан фарқи:

$$\Delta = \frac{2 - 1,96}{2} 100 = 2\%.$$

Фарқланиш 5 % гача рухсат этилади.

5. Узатманинг ҳақиқий геометрик параметрлари

Етакчи ғилдирак:

$$d_1 = m z_1 = 5 \cdot 26 = 130 \text{ мм},$$

$$d_{a1} = d_1 + 2m = 130 + 2 \cdot 5 = 140 \text{ мм},$$

$$d_{f1} = d_1 - 2,5m = 130 - 2,5 \cdot 5 = 117,5 \text{ мм}.$$

Етакланувчи ғилдирак:

$$d_2 = m z_2 = 5 \cdot 51 = 255 \text{ мм},$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m = 255 + 2 \cdot 5 = 265 \text{ мм},$$

$$d_{f2} = d_2 - 2,5m = 255 - 2,5 \cdot 5 = 242,5 \text{ мм}.$$

Марказлараро масофа:

$$a_w = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{130 + 255}{2} = 192,5 \text{ мм}.$$

Тишлар мустаҳкамлигини контакт кучланишлар бўйича текширув ҳисоби

Бундай ҳисоблаш айланма куч F_t ва юкланишнинг динамик коэффиенти K_{Hv} ни аниқлашдан бошланади.

Ғилдиракдаги айланма куч (ғилдирак диаметри мм да):

$$F_t = \frac{2 T_2}{d_2} = \frac{2 \cdot 2637,48 \cdot 10^3}{255} = 20686,12 \text{ Н.}$$

Аниқлик даражасига ва айланма тезликка боғлиқ ҳолда 2.4- жадвалдан узатманинг динамикавий юкланиш коэффиенти қиймати аниқланади.

Масаланинг шартига кўра ҳисобланаётган редуктор умумий машинасозлик редуктори бўлгани учун, 8-даражали аниқликда тайёрлашни белгиланади (2.4- жадвал).

Айланма тезлик (ғилдирак диаметри мм да):

$$v = \frac{\pi d_2 n_2}{60} = \frac{3,14 \cdot 255 \cdot 355}{60 \cdot 10^3} = 4,74 \text{ м/с.}$$

2.4-жадвалдан интерполяциялаш йўли билан $K_{Hv} = 1,11$ топилади.

Контакт кучланиш (2.25):

$$\begin{aligned} \sigma_H &= 436 \sqrt{\frac{F_t (u + 1)}{d_2 b_w} K_{H\beta} K_{Hv}} \\ &= 436 \sqrt{\frac{20686,12 (1,96 + 1)}{255 \cdot 78} 1,04 \cdot 1,11} = 821,93 \text{ Мпа.} \end{aligned}$$

Текшириш коникарли, чунки $\sigma_H < [\sigma_H] = 875 \text{ МПа}$.

Эгувчи кучланиш бўйича мустаҳкамликка текширув ҳисоби

Ҳисоблаш (2.27) бўйича бажарилади: олдин тиш шакли коэффицентининг қиймати Y_F ва ҳисобий юклама коэффиенти K_F ҳамда рухсат этилган эгувчи кучланиш қиймати $[\sigma_F]$ аниқланади.

$[\sigma_F]/Y_F$ нисбат қайси ғилдирак учун кичик бўлса, ҳисоблаш ўша ғилдирак учун бажарилади.

2.5-жадвалдан тиш шаклининг коэффиенти танланади: $z_1 = 26$ бўлганда, $Y_{F1} = 3,88$; $z_2 = 51$ бўлганда $Y_{F2} = 3,65$.

Шестерня ва ғилдирак учун рухсат этилган эгувчи кучланишни бир хил деб қабул қиламиз сабаби, улар бир хил русумли пўлатдан тайёрланган бўлиб, эмпирик формула (2.28) бўйича ҳисобланади, бунинг учун аввал эгувчи кучланишлар бўйича чидамлилиқ чегарасининг қиймати ва коэффицентлар қиймати топилади.

Эгувчи кучланишлар бўйича чидамлилиқ чегараси (2.29):

$$\sigma_{F0} = 0,6 \sigma_s = 0,6 \cdot 1100 = 660 \text{ Мпа.}$$

Легирланган конструкцион пўлатлар учун $\sigma_b = (1000 \text{ } 4 \text{ } 1200) \text{ МПа}$.

Сирти тобланган пўлат учун хавфсизлик коэффициенти кийматини тавсияларга биноан $S_F = 1,55$ га тенг қилиб оламиз.

Бир томонлама юкланишда (масала шартига қўра редуктор реверсланмайдиган) $K_{Fc} = 1$.

Узатманинг узок муддат ишлашини ҳисобга олувчи коэффициент ҳам контакт кучланишлар бўйича ҳисоблашдагидек, $K_{FL} = 1$ бўлади.

Рухсат этилган эгувчи кучланиш (2.28):

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F0}}{S_F} K_{Fc} K_{FL} = \frac{660}{1,55} = 425,81 \text{ Мпа.}$$

Узатманинг етакчи гилдираги учун:

$$\frac{[\sigma_F]}{Y_{F1}} = \frac{425,81}{3,88} = 109,75.$$

Узатманинг етакланувчи гилдираги учун:

$$\frac{[\sigma_F]}{Y_{F2}} = \frac{425,81}{3,65} = 116,66.$$

Бу нисбат етакчи гилдирак – шестерня кам бўлгани сабабли ҳисоблаш шу гилдирак учун бажарилади

Ҳисобий юкланиш коэффициенти аниқланади:

$$K_F = K_{F\beta} K_{Fv}.$$

Юкланишнинг тиш узунлиги бўйича тақсимланиш коэффициенти $K_{F\beta}$:

$$K_{F\beta} = 1,15 K_{H\beta} = 1,15 \cdot 1,04 = 1,2.$$

Юкланишнинг динамикавий коэффициенти K_{Fv} 2.6-жадвалдан танланади; 8-даражали аниқликда ва айланма тезлиги 4 м/с бўлганда $K_{Fv} = 1,11$.

Демак,

$$K_F = 1,2 \cdot 1,11 = 1,33.$$

Шестерня тиши асосидаги эгувчи кучланиш (2.28):

$$\sigma_F = Y_{F1} \frac{F_t}{b_w m} K_F = 3,88 \frac{20686,12}{78 \cdot 5} 1,33 = 273,72 \text{ Мпа.}$$

Текшириш қоникарли, чунки $\sigma_F < [\sigma_F] = 425,81 \text{ МПа}$.

2.12-§. Назорат саволлари

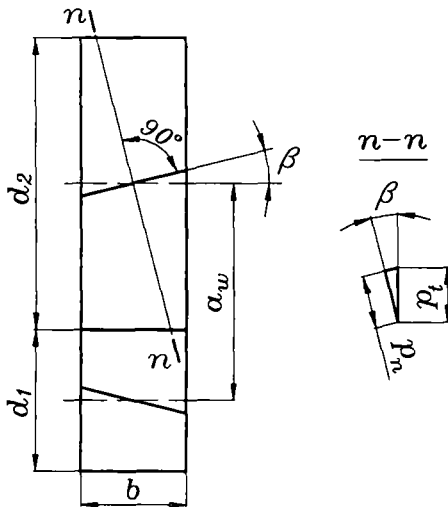
1. Тишли узатмаларнинг лойиҳалаш ҳисобидан мақсад нима?
2. Тишли узатмани ҳисоблашда асосий ва иккинчи даражали маълумотларнинг аҳамияти нимада?
3. Тиш сиртининг емирилиши нима билан баҳоланади?

4. Толиқиш оқибатида уваланиб кетишни қандай тушунтириш мумкин?
5. Узатма тишларининг юлиниб кетиш сабаблари нимада?
6. Толиқиш натижасида тишларнинг синишини қандай изохлаш мумкин?
7. Контакт кучланиш формуласида радиуслар нимани билдиради?
8. Тишларни эгилишга ҳисоблашда қандай соддалаштиришлар киритилган?
9. Эгилишда тишнинг қайси кесими хавfli ҳисобланади?
10. Тишли ғилдиракда қандай куч сиқувчи кучланишни ҳосил қилади?
11. Тишли ғилдиракда қандай куч эгилишдаги кучланишни келтириб чиқаради?
12. Тишли ғилдирак узатмаларда илашма эни нима?
13. Тиш узунлиги кучланиш концентрацияси нима?
14. Узатмани иш жараёнида ҳосил бўлган қўшимча динамик юкланиш сабаблари нимадан иборат?
15. Тишли узатмани ўқлараро масофасини аниқлашда қандай ҳисоблашдан фойдаланилади?
16. Эволвентали тишли узатмани контакт мустаҳкамликка ҳисоблаш нималарга боғлиқ?
17. Тишнинг ғилдирак эни қандай аниқланади?
18. Лойиҳаланаётган узатманинг тиш модулини таълаш нимага боғлиқ?
19. Тишларнинг эгилиш мустаҳкамлиги нималар билан аниқланади?
20. Тишларнинг шакли қандай қилиб ғилдирак тишлар сонига боғлиқ бўлади?

3-боб. Қия тишли цилиндрсимон узатмалар

3.1-§. Қия тишли цилиндрсимон узатмаларнинг геометрик ўлчамлари ва эквивалент тўғри тишли узатма

Қия тишли ғилдирақларда тиш ғилдирак ўки билан маълум бурчак β хосил қилган ҳолда жойлашган бўлиши 3.1-расмда кўрсатилган.



3.1-расм.

Қия тишли ғилдирақларни тайёрлашда тўғри тишли ғилдирак учун ишлатилган қирқувчи асбоб қўлланилади. Шунинг учун қия тишли ғилдирак шакли $n - n$ нормал кесим бўйича тўғри тишли ғилдирақлар каби бўлади. Бу кесим бўйича модул қиймати стандартлашган бўлиши керак. Узатманинг геометрик ўлчамларини аниқлашда ён кесимдан фойдаланилади:

- ён қадам:

$$p_t = \frac{p_n}{\cos \beta},$$

- ён модул:

$$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta},$$

- бўлувчи диаметр:

$$d = m_t z = \frac{m_n z}{\cos \beta}.$$

Бу формулаларда l ва n индекслар ён ва нормал кесимга мос бўлган ўлчамларни ифодалайди. қия тишли узатмаларни ҳисоблаш тўғри тишли узатмаларни ҳисоблаш кабиدير. Ҳисоблаш тенгламаларини келтириб чиқаришда қия тишли узатмани эквивалент тўғри тишли узатма билан алмаштирамиз, яъни қия тишли узатма ўрнига тўғри тишли узатмани кўриб, мустаҳкамлиги эса унга эквивалент деб ҳисоблаймиз. қия тишли узатмани эквивалент тўғри тишли узатмага 3.2-расмда кўрсатилган.

Бошланғич қия тишли узатмани бўлувчи айлана диаметрлар радиуси r_1 ва r_2 контактдаги нормал тишларни $n - n$ текислиғида кесилса, кесимда ярим ўқлари c ва e тенг бўлган иккита эллипс ҳосил бўлади:

$$c = r \quad \text{ва} \quad e = \frac{r}{\cos \beta}.$$

Эллипс геометриясига асосан, кичик ўқда тўғри тишлар илашишда бўлиб, кичик ўқини радиуси кўшимча аниқланади:

$$\rho = \frac{e^2}{c}.$$

Эквивалент тўғри тишли ғилдиракнинг радиуси ҳам худди шу ҳолда бўлади (3.2-расм):

$$r_\beta = \frac{e^2}{c} = \frac{r}{\cos^2 \beta}.$$

У ҳолда, эквивалент тўғри тишли ғилдирак диаметри:

$$d_\beta = \frac{d}{\cos^2 \beta}.$$

Бу ғилдиракнинг тишлар сони:

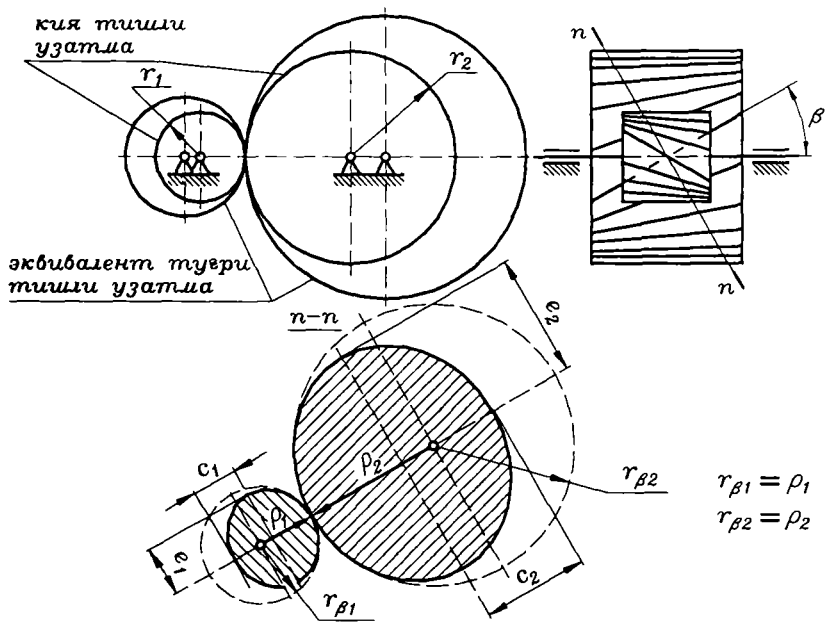
$$z_\beta = \frac{d_\beta}{m_n} = \frac{d}{m_n \cos^2 \beta},$$

ён кесимдаги қия тишли ғилдиракнинг ўлчамларини ҳисобга олиб ва қискартиришлар бажарилиб қуйидаги формулани оламыз:

$$z_\beta = \frac{z}{\cos^3 \beta}.$$

Бу формуладан (ва 3.2-расмдан) кўриниб турибдики, эквивалент тўғри тишли узатманинг параметрлари бошланғич қия тишлиниқидан каттадир. Маълумки, қиялик бурчак β нинг катталашуви эквивалент ўлчамлар d_β ва z_β ни ошишига олиб келади, бу эса қия тишли ғилдиракнинг юкланишини оширади. Хулоса қилиб айтганда, бир хил тавсифга эга бўлган (узатиш қуввати ва бошқалар) қия тишли узатма асосий ўлчамлари тўғри тишлига нисбатан кичик бўлади. β бурчак қанчалик катта бўлса, юкланиш шунчалик катта бўлади. Лекин қиялик бурчагининг ҳаддан ташқари катта бўлиши, бўйлама (ўк бўйлаб)

кучнинг ошишига олиб келади. Бундай кучни камайтириш мақсадида, қиялик бурчак β ни тажриба асосида кўрсатилган тавсияга биноан $\beta = (8 \div 20)$ деб қабул қилинади.



3.2-расм.

Бундан ташқари, қия тишли ғилдирақларда тишлар илашишга бир четдан иккинчи четга томон аста-секин киришади. Натижада, узатма шовкинсиз, текис ва равош ишлайди. Шунинг учун қия тишли узатмалар ҳозирги вақтда кенг қўлланилади.

3.2-§. Қия тишли узатмаларни эгувчи ва контакт мустаҳкамликка ҳисоблаш

Эквивалент тўғри тишли узатмани ҳисоблаймиз. Бунинг учун Герц формуласини асос қилиб оламиз. Маълумки, бу тенгликда, уни ташкил этувчи энг асосий қийматлар - солиштирма юкланиш контактдаги тишлар профилнинг эгрилик радиуслари иштирок этади. қия тишли ва тўғри тишли ғилдирак параметрларини солиштириб, қуйидагиларни оламиз:

$$\left(\frac{q}{\rho_{кел}} \right)_{кия} = \left(\frac{q}{\rho_{кел}} \right)_{туғри} \frac{K_{Ha} \cos^2 \beta}{\epsilon_t}$$

бу ерда: $K_{H\alpha}$ – бир вақтда илашмадаги жуфт тишларда юкланиш тақсимланиши нотекислигини кўрсатувчи коэффициент;

ϵ_t – ён кесим бўйича қоплаш коэффициентини.

$K_{H\alpha}$ коэффициентининг аҳамияти қуйидаги мулоҳазаларда келтирилган. Қия тишли гилдиракларда илашмада фақат битта тиш бўлади, деб қабул қилиб бўлмайди, чунки, қия тишли гилдиракларда ён қоплаш коэффициентини доимо бирдан катта бўлади. Бу деган сўз, илашишда бўладиган тишлар сони ҳамма вақт биттадан ортик бўлади, демакдир. Лекин илашишда иштирок этадиган жуфт кучлар бир хил бўлмайди, юкланишнинг тишлараро тақсимланиши нотекис бўлади, бунга асосий сабаб, тайёрлашдаги нотекисликлар, айланишлар тезлиги ва тишлар орасидаги мажбурий бўшлиқдир (2.1-§ га қаралсин). Худди шундай нотекисликларни ҳисобга олиш учун формулага $K_{H\alpha}$ киритилмаган, бўлиб унинг қиймати 1,03 дан 1,15 гача оралиқда бўлади.

Ён қоплаш коэффициентини ϵ_t қия тишли гилдирак ён кесимига нисбатан аниқланади.

Юқоридаги формулани кучланиш орқали ифодалаб, қуйидагини оламыз:

$$(\sigma_H)_{қия} = (\sigma_H)_{туғри} \sqrt{\frac{K_{H\alpha} \cos^2 \beta}{\epsilon_t}}$$

Қия тишли узатманинг контакт кучланиш бўйича мустаҳкамлиги юқори эканлигини кўрсатувчи коэффициентни киритиб, қуйидагига эга бўламыз:

$$Z_{H\beta} = \sqrt{\frac{K_{H\alpha} \cos^2 \beta}{\epsilon_t}} \quad (3.1)$$

Лойиҳалаш ҳисобида илдиз остидаги параметрлар ноаниқ ҳисобланади. Шунинг учун $Z_{H\beta}$ қиймати тахминий усулда белгиланади. Ўрта қиймат $\beta = 12^\circ$ эга бўлганда, $\epsilon_t = 1,5$ ва $K_{H\alpha} = 1,1$ да $Z_{H\beta} = 0,85$ бўлади. (2.19) формула бўйича тўғри тишли узатма сонли қийматини $\sqrt[3]{0,85^2}$ га кўпайтириб, қия тишли узатманинг контакт кучланиш бўйича лойиҳалаш ҳисоби тенгламасини келтирамыз:

$$a_w / 430 (u \pm 1) \sqrt[3]{\frac{T_2 K_{H\beta}}{u^2 \psi_a [\sigma_H]^2}} \quad (\text{мм}). \quad (3.2)$$

Тўғри тишли узатмани текширув ҳисоблаш формуласи (2.25) га $Z_{H\beta}$ коэффициент ифодасини киритиб, (2.9-§), қия тишли узатманинг контакт кучланиш бўйича текширув ҳисоби ифодасига эга бўламыз:

$$\sigma_H = 436 \sqrt{\frac{F_t (u \pm 1) \cos^2 \beta}{d_2 b_w \epsilon_t}} K_{H\alpha} K_{H\beta} K_{Hv} \leq [\sigma_H] \quad (3.3)$$

Узатмани текширув усулда эгувчи кучланиш бўйича ҳисоблашда, албатта, қия тишли узатмани эгувчи кучланишдаги мустаҳкамлиги юқорилигини билдирувчи коэффициент киритилиши лозим:

$$Z_{F\beta} = \frac{K_{F\alpha} Y_{\beta}}{\varepsilon_t} \quad (3.4)$$

бу ерда: $K_{F\beta}$ – бир вақт оралиғида илашишдаги жуфт тишларга тасир этувчи юкланиш нотекис тақсимланишини билдирувчи коэффициент. Бу коэффициентнинг қиймати контакт кучланиш бўйича ҳисоблашга қараганда бошқачадир. Унинг қиймати махсус қўлланмаларда келтирилган маълумотлардан танлаб олинади. Тавсия этилган қийматлар: $1,07 \div 1,4$;

Y_{β} – қия тишли ғилдиракнинг эгувчи кучланиш бўйича мустаҳкамлиги тўғри тишлига нисбатан юқори

$$Y_{\beta} = 1 - \frac{\beta^{\circ}}{140}$$

(3.4) формулани ҳисобга олиб, қия тишли узатма учун эгувчи кучланиш бўйича текширув ҳисоби ифодасини келтириб чиқарамиз:

$$\sigma_F = Y_F Y_{\beta} \frac{F_t}{b_w m_n \varepsilon_t} K_F K_{F\alpha} \leq [\sigma_F] \quad (3.5)$$

Эквивалент ғилдирак тишлар сонига қараб Y_F коэффициент танлаб олинади.

3.3-§. Тишли узатмага оид масала ечиш

Қуйидаги параметрлар бўйича машинасозликдаги бир оғонали цилиндрик қия тишли нореверсив редукторнинг мустаҳкамликка текширув ҳисоби бажарилсин.

Етакчи валдаги қувват $P_1 = 14$ кВт.

Етакчи валнинг айланиш частотаси $n_1 = 500$ айл/мин.

Марказларо масофа $a_w = 135$ мм.

Тишли ғилдираклар нолавий деб олинсин.

Ўилдираклар тишлари сони $z_1 = 32$; $z_2 = 96$.

Нормал кесимдаги тиш модули $m_n = 2$ мм.

Етакланувчи ғилдирак эни $b_2 = b_w = 50$ мм.

Узатманинг тайёрланиш аниқлиги даражаси – 8.

Ўилдиракларнинг таянчга нисбатан жойлашиши симметрик.

Ўилдирак материали – пўлат 45.

Тиш сиртининг қаттиклиги HRC 48 ÷ 52.

Редуктор мойли ваннаи корпусли қилиб тайёрланган.

Контакт кучланиш бўйича текширув ҳисоби

Текширув ҳисоби (3.3) формул бўйича олиб борилади, бунинг учун олдиндан қуйидаги параметр ва коэффициентлар аниқланади.

Редукторнинг узатиш сони:

$$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{96}{32} = 3.$$

Марказлараро масофанинг формуласи бўйича ғилдирак тишларининг киялик бурчаги β топилади:

$$a_w = \frac{m(z_1 + z_2)}{2 \cos \beta},$$

$$\beta = \arccos \frac{m_n(z_1 + z_2)}{2 a_w} = \arccos \frac{2(32 + 96)}{2 \cdot 135} = 18^\circ 31' 53''.$$

Қиялик бурчагининг косинуси:

$$\cos 18^\circ 31' 53'' = 0,9481.$$

ГОСТ 16532-80 тавсия этган формула асосида ён қопланиш коэффициентини ε_t ни топамиз:

$$\begin{aligned} \varepsilon_t &= \left[1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2} \right) \right] \cos \beta = \\ &= \left[1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{32} + \frac{1}{96} \right) \right] 0,9481 = 1,66 \end{aligned}$$

Етакчи ғилдирак бўлиш айланасининг диаметри:

$$d_1 = \frac{m z_1}{\cos \beta} = \frac{2 \cdot 32}{0,9481} = 67,5 \text{ мм.}$$

Етакланувчи ғилдирак бўлиш айланасининг диаметри:

$$d_2 = \frac{m z_2}{\cos \beta} = \frac{2 \cdot 96}{0,9481} = 202,5 \text{ мм.}$$

Етакчи валдаги буровчи момент:

$$T_1 = \frac{30000 \cdot P_1}{\pi n_1} = \frac{30000 \cdot 14}{3,14 \cdot 500} = 267,52 \text{ Нм.}$$

Айланма куч:

$$F_t = \frac{2 T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 267,52 \cdot 10^3}{67,5} = 7926,51 \text{ Н.}$$

Айланма тезлик:

$$v = \frac{\pi d_1 n_1}{60} = \frac{3,14 \cdot 67,5 \cdot 500}{60 \cdot 10^3} = 1,77 \text{ м/с.}$$

Тегишли жадвалдан $K_{H\alpha}$ коэффициенти танланади. Узатма 8 даража аниқликда ва айланма тезлиги $v < 5$ м/с бўлганда: $K_{H\alpha} = 1,07$.

$K_{H\beta}$ – коэффициент 2.2-жадвалдан танланади. Агар $\psi_d = \frac{b_w}{d_1} = \frac{50}{67,5} = 0,74$

бўлса, $K_{H\alpha} = 1,06$.

2.4-жадвалга биноан: $K_{H\nu} = 1,06$.

Контакт кучланишнинг рухсат этилган қийматини аниқлаш учун фойдаланилган (2.21) формулада олдин чидамлилиқ чегараси, хавфсизлик коэффициентини ва ишлаш муддатини белгиловчи коэффициент топилади. Тобланган пўлат учун чидамлилиқ чегараси тиш сирти каттиклигининг ўртача микдорини эътиборга олган ҳолда ҳисобланади:

$$\sigma_{H0} = 17 HRC + 200 = 17 \cdot 50 + 200 = 1050 \text{ Мпа.}$$

Юзаси тобланган пўлат учун хавфсизлик коэффициентини $s_H = 1,2$.

Узатманинг хизмат муддати коэффициентини K_{HL} ни аниқлаш учун чидамлилиқ чегарасига мос келувчи цикллар сонини ва мўлжалланган ишлаш муддатига тўғри келадиган цикллар сонини аниқлаш талаб қилинади. Чидамлилиқ чегарасига мос келувчи кучланиш циклларининг сони $HRC = 50$ учун:

$$N_{H0} = 85 \cdot 10^6.$$

Умумий машинасозлик узатмалари ишлаш даврининг ресурси 30000 соат учун кучланиш циклларининг сони:

$$N = t_{\Sigma} 60 n_2 = 30000 \cdot 60 \cdot 355 = 63,9 \cdot 10^7.$$

$N > N_{H0}$ бўлгани учун, тажрибавий натижалар асосида узатманинг ишлаш муддатини белгиловчи коэффициент қиймати: $K_{HL} = 1$.

Рухсат этилган контакт кучланиш (2.21):

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H0}}{s_H} K_{HL} = \frac{1050}{1,2} = 875 \text{ Мпа.}$$

Ҳисобий контакт кучланиш (3.3):

$$\begin{aligned} \sigma_H &= 436 \sqrt{\frac{F_t (u + 1) \cos^2 \beta}{d_2 b_w \varepsilon_t} K_{H\alpha} K_{H\beta} K_{H\nu}} = \\ &= 436 \sqrt{\frac{7926,51 (3 + 1) 0,9481^2}{202,5 \cdot 30 \cdot 1,66}} 1,07 \cdot 1,06 \cdot 1,06 = 602,92 \text{ МПа} \end{aligned}$$

Текширув қоникарли, сабаби $\sigma_H < [\sigma_H]$.

Эғувчи кучланиш бўйича мустаҳкамликка текширув ҳисоби

Текширув ҳисоби (3.5) формула бўйича бажарилади, бунинг учун олдин коэффициентларнинг қиймати ва рухсат этилган эғувчи кучланиш аниқланади.

$[\sigma_F]/Y_F$ нисбат кичик бўлган узатма ғилдираги учун ысб бажарилади.

2.5-жадвалдан тўғри тишли ғилдирак тишлар сонига мос равишда тиш шакли коэффициенти танланади.

Қия тишли ғилдиракларнинг эквивалент тишлари сони (етақчи ғилдирак учун):

$$z_{1\beta} = \frac{z_1}{\cos^3 \beta} = \frac{32}{0,9481^3} \approx 38.$$

Етақланувчи ғилдирак учун:

$$z_{2\beta} = \frac{z_2}{\cos^3 \beta} = \frac{96}{0,9481^3} \approx 113$$

Тиш шаклининг коэффициенти (2.5-жадвал): $z_{1\beta} = 38$ учун $Y_{F1} = 3,7$, $z_2 = 113$ бўлганда, $Y_{F2} = 3,6$.

Рухсат этилган эғувчи кучланиш шестерня ва ғилдирак тишлари учун бир хил қабул қилинади, чунки улар бир хил русумли пўлатдан тайёрланган ва эмпирик формула бўйича ҳисобланади. Аввал эғувчи кучланиш бўйича чидамлилиқ чегарасини топамиз.

Эғувчи кучланишлар бўйича чидамлилиқ чегараси:

$$\sigma_{F0} = 0,6 \sigma_s = 0,6 \cdot 1100 = 660 \text{ МПа,}$$

легиранган конструкцион пўлат учун $\sigma_s = (1000 \text{ 4 } 1200) \text{ МПа}$.

Хавфсизлик коэффициентининг қиймати тавсияга биноан: сирти тобланган пўлат учун $S_F = 1,55$.

Бир томонлама юкланишда (масала шартига биноан редуктор нореверсив) $K_{Fc} = 1$.

Ишлаш муддатини белгиловчи коэффициент контакт кучланишларни ҳисоблаш каби аниқланади, шунинг учун $K_{FL} = 1$.

Рухсат этилган эғувчи кучланиш:

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F0}}{S_F} K_{Fc} K_{FL} = \frac{660}{1,55} = 425,81 \text{ Мпа.}$$

Узатманинғ етақчи ғилдираги учун:

$$\frac{[\sigma_F]}{Y_{F1}} = \frac{425,81}{3,7} = 115,08.$$

Узатманинғ етақланувчи ғилдираги учун:

$$\frac{[\sigma_F]}{Y_{F2}} = \frac{425,81}{3,6} = 118,28.$$

Ҳисоблаш етақчи ғилдирак учун бажарилади, чунки унинг учун бу нисбат кичик.

Ҳисобий юкланиш коэффициенти қуйидагича аниқланади:

$$K_F = K_{F\beta} K_{Fv}.$$

Тиш узунлиги бўйича юкланишнинг тақсимланиш коэффициентини $K_{F\beta}$ куйидагича ҳисобланади:

$$K_{F\beta} = 1,15K_{H\beta} = 1,15 \cdot 1,04 = 1,2.$$

4.12-жадвал [6] дан юкланишнинг динамикавий коэффициентини K_F танланади: 8 даражали аниқликда ва айланма тезлиги 2 м/с бўлганда, $K_{Fv} = 1,06$.

Демак,

$$K_F = 1,2 \cdot 1,06 = 1,27.$$

8.7-жадвал [4] дан $K_{F\alpha}$ коэффициент танланади. 8 даражали аниқликдаги узатма ва айланма тезлик $v < 5$ м/с да: $K_{F\alpha} = 1,22$.

Ўилдирак тишлари қиялик бурчагининг эгувчи кучланиш қийматига таъсирини ҳисобга олувчи коэффициентнинг қиймати эмпирик формула бўйича ҳисобланади:

$$Y_\beta = 1 - \frac{\beta}{140} = 1 - \frac{18,5}{140} = 0,868.$$

Шестерня тиши асосидаги эгувчи кучланиш:

$$\sigma_F = Y_{F1} Y_\beta \frac{F_t}{b_w m} K_F K_{F\alpha} =$$

$$3,7 \cdot 0,868 \frac{7926,51}{50 \cdot 2} 1,27 \cdot 1,22 = 394,43 \text{ МПа.}$$

Текшириш қоникарли, чунки $\sigma_F < [\sigma_F] = 425,81$ МПа.

3.5-§. Назорат саволлари

1. Қия тишли узатмани алмаштирувчи эквивалент тўғри тишли узатмани бўлувчи айлана диаметри қандай аниқланади?
2. Қия тишли узатмаларнинг асосий ўлчамлари тўғри тишлига нисбатан кичиклигини қандай тушунтириш мумкин?

4-боб. Тўғри тишли конуссимон узатмалар

4.1-§. Конуссимон узатмаларнинг геометрик ўлчамлари ва эквивалент цилиндрсимон узатма

Конуссимон тишли узатма валларнинг геометрик ўқлари ихтиёрий равишда кесишган ҳолатда фойдаланилади. Кўпинча, валланинг орасидаги бурчак тўғри бўлган ҳолларда ишлатилади, яъни бу ҳол тўғри тишли узатмага мос келади. Конуссимон ғилдиракларни тайёрлаш цилиндр ғилдиракларга нисбатан бирмунча мураккаб бўлиб, тишлар қирқиш учун махсус асбоб ва станоклардан фойдаланилади. Конуссимон ғилдиракларни талаб этилган аниқлик билан йигиш ҳам қийин. Вал ўқини ўзаро кесишуви уларнинг таянчларини жойлаштиришни қийинлаштиради, натижада ғилдиракларнинг бири осма (фақат бир томондан таянчга ўрнатилади) ҳолда бўлади. Бу ҳол узатманинг илашишда тишларга таъсир этувчи юкланишларнинг нотекис тақсимланишига, динамик кучларни ҳосил қилишига сабаб бўлади. Конуссимон узатмаларда вал ўқи бўйлаб йўналган куч қиймати катта бўлиб, таянчларни тузилишини мураккаблаштиради. Бу ҳолларнинг ҳаммаси конуссимон узатманинг юкланиш қобилияти цилиндрсимонга нисбатан 0,85 қийматни ташкил этишига сабаб бўлади, юқорида келтирилган камчиликлар ҳисобига 15 фоиз камайиб кетади.

Бошланғич конуссимон узатмада бўлувчи конуслик бурчаклари δ_1 ва δ_2 бўлганда туташган бўлади (4.1-расм). Конусларни ташкил этувчиси бўлувчи конус ташкил этувчиларига тик бўлса, бундай ҳолларда улар қўшимча конуслар дейилади. Қўшимча конусдаги тиш кесимини тишнинг ён кесими дейилади.

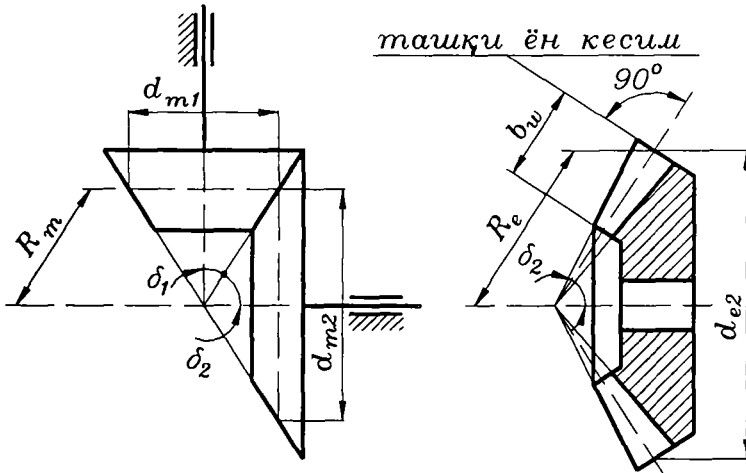
Ўйлдирак тишлари уч ён кесимга бўлинади: ички, ташқи ва ўрта. 4.1-расмдан кўринишича, тишларнинг ўлчами (шу билан бирга модул ҳам) конус оралиғига нисбатан мутаносиб ўзгаради. Ташқи ён кесимни модули стандартга мослаштирилган ҳолда олинади.

Мустақамликка ҳисоблашда ўрта ён кесим асосий ҳисобланади. Ўрта ён кесимга мос келган ўлчамлар индекс m билан белгиланади (4.1-раем):

- d_{m1} ва d_{m2} – ўрта ён кесимга мос келган бўлувчи айлана диаметрлари;
- m_m – ўрта ён кесим модули;
- R_m – ўртача конуслар оралиғи (масофа).

Конуссимон тишли узатмаларнинг узатишлар сони цилиндрсимон узатмалар каби, диаметрлар нисбати ёки тишлар сонини нисбати орқали аниқланади. Тишлар сони учун диаметрлар, конуслар оралиғи, конуслар бурчакларини δ_1 ва δ_2 орқали белгилаб, қуйидаги ифодани оламиз:

$$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{\sin \delta_2}{\sin \delta_1}.$$



4.1-расм.

Агарда валларнинг ўқлари тик бурчак остида яъни $\delta_1 + \delta_2 = 90^\circ$ ва $\sin \delta_1 = \cos \delta_2$ бўлса, у ҳолда $u = \operatorname{tg} \delta_2 = \operatorname{ctg} \delta_1$.

Ташқи конуслар оралиғи (4.1-расм):

$$R_e = \frac{0,5 d_{e2}}{\sin \delta_2} = \frac{0,5 d_{e2}}{\cos \delta_1}.$$

Лекин $\cos \delta_1 = \frac{1}{\sqrt{\operatorname{tg}^2 \delta_1 + 1}}$ ва $\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{1}{\operatorname{tg} \delta_2}$.

Кейин

$$R_e = \frac{0,5 d_{e2} \sqrt{u^2 + 1}}{u}. \quad (4.1)$$

Конуссимон узатмани мустақамликка ҳисоблаш тўғри тишли цилиндрсимон узатма сингари бажарилади. Ҳисобий тенгламани келтириб чиқариш учун конуссимон узатмани эквивалент цилиндрсимон билан алмаштирамиз, яъни конуссимон тишли узатма ўрнига эквивалент мустақамликка эга бўлган тўғри тишли узатма олинади. Конуссимон узатмани эквивалент цилиндрсимонга келтириш 4.2-расм да кўрсатилган.

Қўшимча конуснинг ўртача ён кесимида уринма ҳолда бўлган конуссимон узатмани $n - n$ текислигида кесилса, конуснинг параметрларига қараб бу ерда қуйидагича конуссимон кесмалар пайдо бўлади. Эллипс, парабола ёки

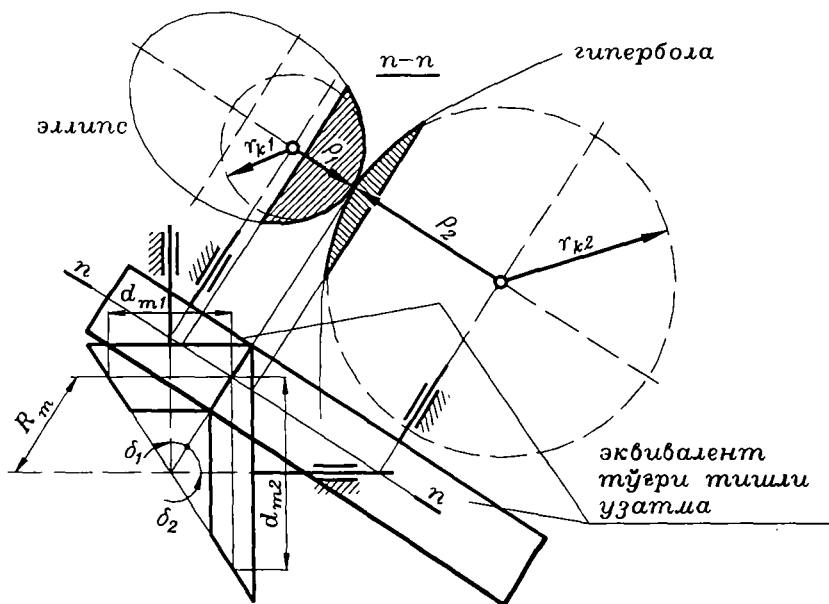
гипербола тахмин қиламиз, 4.2-расмда кўрсатилишича, бу эллис ёки гипербола бўлсин, уларда тўғри тишлар бор (m_m модулга тенг). Улар ёрдамида илашма ҳосил қилинади; улар туташган нуктадаги эгрилик радиуслари қуйидагича топилади.

Эллис учун – катта ўқдаги эгрилик радиуси:

$$\rho_1 = \frac{d_{1m}}{2 \cos \delta_1}.$$

Гипербола учун – хақиқий ўқдаги эгрилик радиуси:

$$\rho_2 = \frac{d_{2m}}{2 \cos \delta_2}.$$



4.2-расм.

Эквивалент цилиндрсимон ғилдираклар учун ҳам шундай бўлади. Диаметрларни аниқлаш формуласи:

$$d_{K1} = \frac{d_{m1}}{\cos \delta_1}; \quad d_{K2} = \frac{d_{m2}}{\cos \delta_2}$$

Эквивалент цилиндрсимон ғилдирақлар учун:

$$z_{K1} = \frac{z_1}{\cos \delta_1}; \quad z_{K2} = \frac{z_2}{\cos \delta_2}.$$

Бу ғилдирақларнинг эни конуссимон ғилдирак тишлари узунлигига тенг ва модули эса ўрта ён кесимиға мос келади. Конуссимон ғилдирак тишининг илашиш модулиға тенглиги келиб чиқади. Шундай қилиб белгилаб қуйидаги

$$u_K = \frac{z_{K2}}{z_{K1}} = \frac{z_2 \cos \delta_1}{z_1 \cos \delta_2}.$$

$$\frac{\cos \delta_1}{\cos \delta_2} = \frac{\sin \delta_2}{\sin \delta_1} = u.$$

Хулоса қилиш мумкин: эквивалент цилиндрсимон узатманинг узатишлар сони дастлабки конуссимон узатманинг узатишлар сони квадратига тенг.

4.2-§. Конуссимон ғилдиракли узатмаларни эгувчи ва контакт мустаҳкамликка ҳисоблаш

Герц формуласидаги тишға тасир қилувчи солиштирма юкланиш ва контактдаги тишларнинг эгрилик радиуси эквивалент тўғри тишли ғилдирак диаметри орқали топилади. Шунинг учун бу параметрлар ўзгармас ҳисобланади, лекин танлаб олинган конуссимон узатмани ҳисоблаш учун кўрсатиладики ҳар хил ён кесимда тишлар эгрилик радиуси ўзгариб туради. Бу ўзгариш конуслар оралигиға нисбатан мутаносиблик ҳолда бўлади, яъни масофа камайса – камайди, кўпайса – кўпаяди. Солиштирма юкланиш q ҳам бу ораликқа нисбатан шундай ҳолда бўлади. Шундай қилиб $\rho_{\text{кеп}}$ нисбат ҳам конуслар оралигиға мутаносиб бўлади. Бу ҳолда тишлар кесимининг ўзгаришидан қатий назар юқорида келтирилган нисбатни қиймати ўзгармай қолади. Бундай тушунча контакт мустаҳкамлик бўйича ҳисоблашда эквивалент цилиндрсимон узатмаларни ишлатиш мумкинлигини билдиради. Юқорида эслатганимиздек, Герц формуласи конуссимон узатмаларни лойиха асосида ҳисоблашда асос бўлиб, зарур бўлган параметрлар шундан келтириб чиқарилади. Шунини ҳисобға олиш керакки, конуссимон узатмалар учун энг асосий ўлчам катта ғилдирак ташки кесими ён томонининг бўлувчи диаметридир. Ташки конус ясовчисининг узунлигини R_e , юкланиш эса буровчи момент T_2 билан белгиланади.

Қийматларни ўрниға қўйиб ва соддалаштиришлар киритиб, конуссимон узатмаларнинг контакт қучланиш бўйича мустаҳкамлиликка ҳисоблашнинг лойиха ифодасини келтириб чиқарамиз:

$$d_{e2}/1000 \sqrt[3]{\frac{T_2 u K_{H\beta}}{\gamma_H [\sigma_H] (1 - K_{\beta c}) K_{\beta c}}} \quad (\text{мм}), \quad (4.2)$$

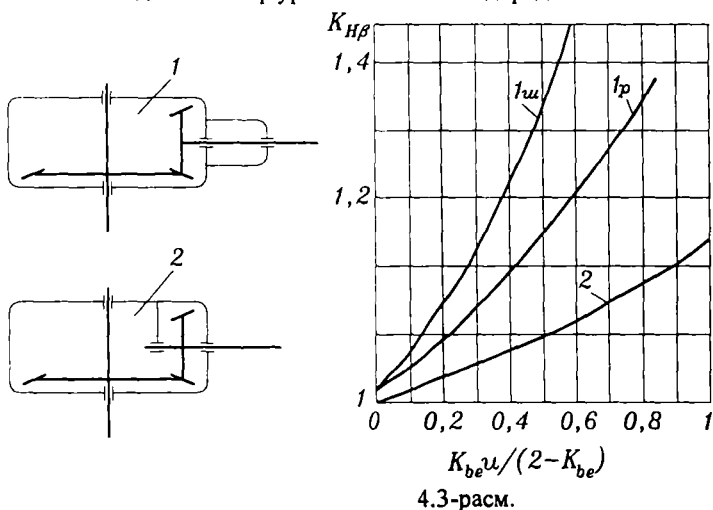
бу ерда: γ_H – конуссимон узатма юкланиш қобилятини камайишини ҳисобғи олувчи коэффицент, $\gamma_H = 0,85$ юқорида келтирилган маълумотға қаралсин.

K_{be} – ташки конус масофага нисбатан гилдирак тиш энини белгиловчи коэффициент:

$$K_{be} = \frac{b_w}{R_e} \quad (4.3)$$

Бу коэффициентни тавсия этилган қийматларини 0,2 ÷ 0,3 оралиқда бўлиб, кичик қиймат $HB > 350$ ёки $v > 15$ м/с бўлганда қабул қилинади.

$K_{H\beta}$ – тиш узунлиги бўйича юкланиш коэффициентини; тиш сиртларининг каттиқлиги $HB > 350$ бўлган узатмалар учун бу коэффициентнинг қийматлари 4.3-расмдаги графикдан аниқланади; бу графикдаги эгри чизикларнинг рақамлари графикнинг чап томонида келтирилган схемаларга тааллуқлидир, 1ш – валлар таянчларига зўлдирли, 1р – роликли подшипниклар ўрнатилганини билдиради.



d_{e2} аниқлангандан кейин конуслик масофа R_e (4.1) ва тишли гардишининг эни (тиш узунлиги) b_w аввал қабул қилинган гилдирак энининг коэффициентини K_{be} (4.3) га асосан аниқланади. Модул қиймати қуйидаги эмпирик формуладан аниқланади:

$$m_e / \frac{b_w}{10} \quad (4.4)$$

ва ўзига яқин каттарок стандарт миқдорга яхлитланади. Шундан сўнг узатма геометрик ўлчамларининг аниқлаштирилган ыисоби бажарилади.

Пўлатдан гайёрланган илашиш бурчаги $\alpha = 20^\circ$ бўлган эвольвента профилли тишли гилдиракларнинг контакт кучланишлар бўйича

мустаҳкамлигини текшириш формуласи цилиндрик узатмалардаги формула (2.25) кабидир. Айрим параметрларга тузатиш киритилган ҳолда қуйидагича бўлади:

$$\sigma_H = 436 \sqrt{\frac{F_i \sqrt{u^2 + 1}}{\gamma d_{m2} b_w}} K_{H\beta} K_{H\alpha} \leq [\sigma_H]. \quad (4.5)$$

Эгучи кучланишлар бўйича текшириш ҳисоби қўйидаги муносабат ёрдамида олиб борилади:

$$\sigma_F = Y_F \frac{F_i}{\gamma b_w m_m} K_{F\beta} K_{F\alpha} \leq [\sigma_F]. \quad (4.6)$$

$K_{F\alpha}$ ни 2.6 жадвалдан олинади, $K_{F\beta}$ ни эса $K_{F\beta} = 1 + 1,5(K_{H\beta} - 1)$ [6] дан ҳисоблаб топилади.

Тиш шаклининг коэффициенти Y_F ни эквивалент ғилдирак тишлари сони учун жадвалдан олинади.

4.3-§. Конуссимон узатмани ҳисоблашга доир масала ечиш

Берилганларга кўра вертолет думидаги редукторнинг тўғри тишли конуссимон узатмаси ҳисоблансин.

Етакчи валдаги қувват $P_1 = 720$ кВт.

Етакчи валнинг айланиш частотаси $n_1 = 2000$ об/мин.

Узатиш сони $u = 2,9$.

Тишли ғилдираклар вал таянчлари орасида жойлашган.

Ғилдирак материали – пўлат ёки 40ХНМА, тишларнинг сирти тобланиб, қаттиқлиги HRC 52 ÷ 58 га етказилган.

Узатма мажбурий мойланиб, редуктор алоҳида корпусда бажарилган.

Редукторнинг техникавий ресурси $t_2 = 3000$ соат.

1. Етакланувчи тишли ғилдирак бўлувчи айланасининг диаметрини аниқлаш

Ҳисоблаш лойиҳа ҳисоби (4.2) формула бўйича олиб борилади ва қуйидаги параметрлар олдиндан топилади.

Етакланувчи валдаги буровчи момент (конуссимон узатмани ф.и.к. $\eta = 0,97$):

$$T_2 = \frac{30000 u P_1 \eta}{\pi n_1} = \frac{30000 \cdot 2,9 \cdot 720 \cdot 0,97}{3,14 \cdot 2000} = 9675,3 \text{ Нм.}$$

$\gamma_H = 0,85$ – конуссимон ғилдиракларнинг юкланиш қобилияти цилиндрик ғилдиракларниқига қараганда камлигини ҳисобга олувчи юқбардошлик коэффициенти.

$K_{\beta e}$ – тиш гардиши энининг конуслик масофасига нисбатини ҳисобга олувчи коэффицент: $K_{\beta e} = 0,25$ деб қабул қиламиз.

$K_{H\beta}$ – тиш узунлиги бўйича кучланиш концентрацияси коэффициенти; шартга кўра тишли ғилдираклар вал таянчлари

орасида жойлашгани учун бу коэффициентни 4.3-расмдаги графикдан топамиз:

$$\frac{K_{be} u}{2 - K_{be}} = \frac{0,25 \cdot 2,9}{2 - 0,25} = 0,41.$$

$$K_{HB} = 1,06 \text{ бўлади.}$$

Рухсат этилган контакт кучланиш $[\sigma_H]$ цилиндрик гилдиракларники каби топилади (2- боб, (2.21) формула).

Тишли гилдирак материалнинг чидамлилиқ чегараси (эмпирик формула бўйича топилади): тобланган пўлат учун қаттиқлик $HRC = 55$ бўлганда:

$$\sigma_{H0} = 17 HRC + 200 = 17 \cdot 55 + 200 = 1135 \text{ (МПа).}$$

Хавфсизлик коэффициентни: сирти тобланган пўлат учун $s_H = 1,2$.

Узатманинг хизмат муддати коэффициентни K_H ни аниқлаш учун чидамлилиқ чегарасига мос келувчи циклар сонини ва мўлжалланган ишлаш муддатига тўғри келадиган циклар сонини аниқлаш талаб қилинади, $HRC = 55$ учун:

$$N_{H0} = 110 \cdot 10^6$$

Узатма етакланувчи гилдирагининг айланиш частотаси:

$$n_2 = \frac{n_1}{u} = \frac{2000}{2,9} = 689,65 \text{ айл/мин}$$

Хизмат муддатидаги кучланиш цикларининг сони:

$$N = t_{\Sigma} 60 n_2 = 3000 \cdot 60 \cdot 689,65 = 12,4 \cdot 10^7.$$

$N > N_{H0}$, бўлгани учун, текширишлар натижасига кўра, хизмат муддатини ҳисобга олувчи коэффициентнинг қиймати: $K_{цд} = 1$.

Рухсат этилган контакт кучланиш (2.21):

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{H0}}{s_H} K_{HL} = \frac{1135}{1,2} = 945,8 \text{ (МПа).}$$

Етакланувчи тишли гилдиракнинг бўлувчи айланаси диаметри (4.2):

$$d_{e2} = 1010 \sqrt[3]{\frac{T_2 u K_{HB}}{\gamma_H [\sigma_H]^2 (1 - K_{be}) K_{be}}} =$$

$$= 1010 \sqrt[3]{\frac{9675,3 \cdot 2,9 \cdot 1,06}{0,85 \cdot 945,8^2 (1 - 0,25) 0,25}} = 599,2 \text{ мм.}$$

2. Тишли гардиш энининг ҳисоби ва модулни танлаш

Конуслик масофасининг бошлангич қиймати (4.1):

$$R_e = \frac{0,5 d_{e2} \sqrt{u^2 + 1}}{u} = \frac{0,5 \cdot 599,2 \sqrt{2,9^2 + 1}}{2,9} = 316,9 \text{ мм.}$$

Эмпирик (4.3) формуладан етакланувчи ғилдирак тишли гардишининг эни $K_{be} = 0,25$ учун қуйидагича бўлади:

$$b_w = b_2 = K_{be} R_e = 0,25 \cdot 316,9 = 79,2 \text{ мм.}$$

$b_2 = 80$ мм деб қабул қиламиз. Бу қиймат ҳисоблашнинг охиригача қолади. (4.4) формулага биноан

$$m_e / \frac{b_w}{10},$$

модулнинг стандарт қиймати $m_e = 8$ мм деб қабул қилинади.

3. Узатманинг ҳақиқий геометрик параметрлари

Етакланувчи ғилдирак тишлари сони:

$$z_2 = \frac{d_{e2}}{m_e} = \frac{599,2}{8} = 74,9$$

$z_2 = 75$ деб қабул қиламиз.

Етакчи ғилдирак тишлари сони:

$$z_1 = \frac{z_2}{u} = \frac{75}{2,9} = 25,7$$

$z_1 = 26$ қабул қиламиз.

Редукторнинг узатиш сони (ҳисоблаш вергулдан кейин тўртинчи белгигача бажарилади, сабаби шу қиймат бўйича бўлувчи конуслик бурчаклари аниқланади):

$$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{75}{26} = 2,8846.$$

Иккинчи ғилдирак бўлувчи конуслик бурчаги (100 гача аниқлик билан):

$$\delta_2 = \arctg u = \arctg 2,8846 = 70^\circ 52' 50''.$$

Ташки ён кесим бўйича ўлчанган иккинчи ғилдирак бўлувчи айланасининг диаметри:

$$d_{e2} = m_e z_2 = 8 \cdot 75 = 600 \text{ мм.}$$

Биринчи ғилдирак бўлувчи конуслик бурчаги:

$$\delta_1 = 90^\circ - \delta_2 = 90^\circ - 70^\circ 52' 50'' = 19^\circ 7' 10''.$$

Ташки ён кесим бўйича ўлчанган биринчи ғилдирак бўлувчи айланаси диаметри:

$$d_{e1} = m_e z_1 = 8 \cdot 26 = 208 \text{ мм.}$$

Ташки конуслик масофаси:

$$R_e = \frac{0,5 d_{e2} \sqrt{u^2 + 1}}{u} = \frac{0,5 \cdot 600 \sqrt{2,8846^2 + 1}}{2,8846} = 317,52 \text{ мм}$$

Контакт кучланишлар бўйича текширув ҳисоби

Текширув (4.5) формуласи бўйича бу ҳисоб бажарилади, бунинг учун дастлаб ўртача кесим d_{m2} даги ҳисобий юкланиш коэффицентининг киймати ва айланма куч F_t топилади. Рухсат этилган контакт кучланиш юқорида аниқланган: $[\sigma_H] = 945,8 \text{ МПа}$.

$K_{H\beta}$ коэффицентни 4.3-расмдаги графикдан топамиз, (сабаби масала шартига кўра тишли гилдираклар вал таянчлари орасида жойлашган) яъни мақсуд графикнинг абсциссасидан талаб қилинган кийматини аниқлаймиз:

$$K_{be} = \frac{b_w}{R_e} = \frac{80}{317,52} = 0,25,$$

$$\frac{K_{be} u}{2 - K_{be}} = \frac{0,25 \cdot 2,8846}{2 - 0,25} = 0,41.$$

Графикдан: $K_{H\beta} = 1,06$.

2.1-жадвалга кўра вертолет редуктори учун узатманинг аниқлик даражасини 6 синф деб белгилаймиз.

Айланма тезликни ўртача конуслик масофасига ва иккинчи гилдирак ўртача бўлувчи айланаси диаметрига мос ҳолда топамиз. Ўртача конуслик масофаси (4.1-расм):

$$R_m = R_e - 0,5 b_w = 317,52 - 40 = 277,52 \text{ мм.}$$

Иккинчи гилдирак бўлувчи айланасининг диаметри:

$$d_{m2} = d_{e2} \frac{R_m}{R_e} = 600 \frac{277,52}{317,52} = 524,41 \text{ мм.}$$

Айланма тезликни аниқлашда гилдирак диаметри мм да олинади:

$$v = \frac{\pi d_{m2} n_1}{60 u} = \frac{3,14 \cdot 524,41 \cdot 2000}{60 \cdot 10^3 \cdot 2,8846} = 19 \text{ м/с.}$$

2.4-жадвал бўйича: $K_{H\alpha} = 1,18$.

Айланма куч:

$$F_t = \frac{2 T_2 10^3}{d_{m2}} = \frac{2 \cdot 9675,3 \cdot 1000}{524,41} = 37840,37 \text{ Н.}$$

Контакт кучланиш (4.5):

$$\sigma_H = 436 \sqrt{\frac{F_t \sqrt{u^2 + 1}}{\gamma d_{m2} b_w}} K_{H\beta} K_{H\alpha} =$$

$$= 436 \sqrt{\frac{37840,37 \cdot \sqrt{2,8846^2 + 1}}{0,85 \cdot 524,41 \cdot 80}} 1,06 \cdot 1,18 = 887,4 \text{ МПа.}$$

Текширув коникарли, чунки $\sigma_H < [\sigma_H] = 945,8 \text{ МПа}$.

Эгувчи кучланиш буйича мустаҳкамликка текширув ҳисоби

Текширув (4.6) формула буйича олиб борилади, бунинг учун дастлаб коэффициентлар ва ўрта кесимдаги модулнинг киймати топилади.

Қайси ғилдирак учун $[\sigma_F]/Y_F$ нисбат кичик бўлса, ҳисоблаш шу ғилдирак буйича бажарилади.

2.5-жадвалдан тўғри тишли ғилдирак тишларига эквивалент бўлган тиш шаклининг коэффициентни танланади.

Етакчи ғилдиракка эквивалент тўғри тишли ғилдирак тишлар сони:

$$z_{K1} = \frac{z_1}{\cos \delta_1} = \frac{26}{\cos 19^\circ 7' 10''} = 27,51,$$

$z_{K1} = 28$ деб қабул қиламиз.

Етакланувчи ғилдиракка эквивалент бўлган тўғри тишли ғилдирак тишлари сони:

$$z_{K2} = \frac{z_2}{\cos \delta_2} = \frac{75}{\cos 70^\circ 52' 50''} = 227,27,$$

$z_{K2} = 227$ деб қабул қиламиз.

2.5-жадвалдан тиш шаклининг коэффициенти: $z_{K1} = 28$ бўлганда $Y_{F1} = 3,81$, $z_{K2} = 227$ бўлганда $Y_{F2} = 3,6$.

Шестерня ва ғилдирак тишлари учун рухсат этилган эгувчи кучланиш бир хил қабул қилинади, сабаби улар бир пўлатдан тайёрланган ва цилиндрик ғилдираклар каби ҳисобланади. Бунинг учун олдин эгувчи кучланишдаги чидамлилиқ чегараси ва коэффициентлар киймати топилади.

Эгувчи кучланишлар таъсир этишидаги чидамлилиқ чегараси (2.29):

$$\sigma_{F0} = 0,6 \sigma_s = 0,6 \cdot 1100 = 660 \text{ МПа,}$$

чунки конструкция легирилган пўлатлар учун $\sigma_s = (1000 \frac{1}{4} 1200) \text{ МПа}$.

Хавфсизлик коэффициентининг кийматини тавсия буйича қабул қилинади: сирги тобланган пўлат учун $S_F = 1,55$.

Бир томонлама юкланишда $K_{Fc} = 1$.

Ишлаш муддатини ҳисобга олувчи коэффициент контакт кучланишдаги ҳисоблаш каби аниқланади, шунинг учун $K_{FL} = 1$.

Рухсат этилган эгувчи кучланиш (2.28):

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F0}}{S_F} K_{Fc} K_{FL} = \frac{660}{1,55} = 425,81 \text{ МПа.}$$

Узатманинг етакчи ғилдираги учун:

$$\frac{[\sigma_F]}{Y_{F1}} = \frac{425,81}{3,81} = 111,76.$$

Узатманинг етакланувчи гилдираги учун:

$$\frac{[\sigma_F]}{Y_{F2}} = \frac{425,81}{3,6} = 118,28.$$

Бу нисбат етакловчи гилдирак шестерня учун кичик бўлгани сабабли ҳисоблашлар етакловчи гилдирак учун бажарилади.

Тиш узунлиги бўйича юкланишнинг тақсимланишини ҳисобга олувчи коэффициент K_{FB} га биноан ҳисобланади:

$$K_{FB} = 1 + 1,5(K_{HB} - 1) = 1 + 1,5(1,06 - 1) = 1,09.$$

Юкланишнинг динамик коэффициентини K_{Fv} 2.6-жадвалдан танланади: олтинчи даражали аниқликдаги ва айланма тезлиги $v > 10$ м/с да: $K_{Fv} = 1,17$.

Ўртача кесимдаги тиш модули:

$$m_m = m_e \frac{R_m}{R_e} = 8 \frac{277,52}{317,52} = 6,99 \text{ мм},$$

$m_m = 7$ мм деб қабул қиламиз.

Шестерня тишларини эгувчи кучланиш (4.6):

$$\begin{aligned} \sigma_F &= Y_F \frac{F_t}{\gamma b_w m_m} K_{FB} K_{Fv} = \\ &= 3,81 \frac{37840,37}{0,85 \cdot 80 \cdot 7} 1,09 \cdot 1,17 = 386,2 \text{ МПа}. \end{aligned}$$

Текширув кониқарли, чунки $\sigma_F < [\sigma_F] = 825,81$ МПа.

4.4-§. Назорат саволлари

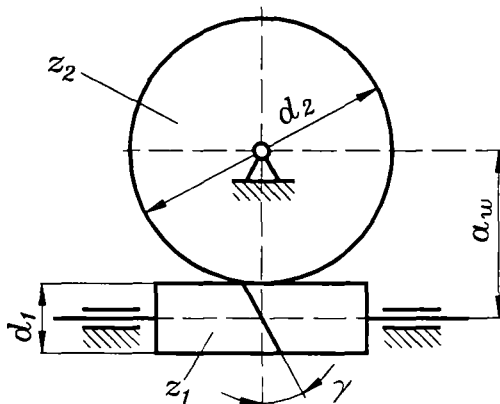
1. Конуссимонга алмашган эквивалент цилиндрсимон узатманинг узатишлар сони нимага тенг?
2. Конуссимон узатмаларнинг юкланиш қобилятини цилиндрсимон узатмаларга нисбатан камчилигини қандай тушунтириш мумкин?

5-боб. Червякли узатмалар

5.1-§. Червякли узатманинг геометрик ўлчамлари

Червякли узатма бу юқори даражали кинематик жуфт бўлиб, червяк ва червякли гилдираклардан тузилган, ўқлари эса ўзаро айқаш ҳолатда жойлашган. Айқашлик бурчаги амалда 90° га тенг.

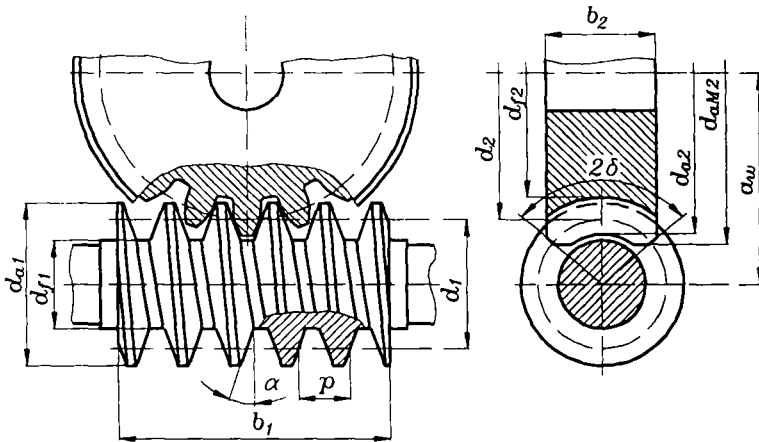
Червякли узатмалар глобоидли [6] ва цилиндрсимон (яъни червяк цилиндрсимон) бўлиши мумкин (5.1-расм).



5.1-расм.

Червяк тузилиши трапецинал резбали винтга ўхшайди ва цилиндрик (архимед), конволюта, эволвента ёки глобоид шаклида бўлиши мумкин. Мисол тариқасида, ҳозирги техникада кўпроқ ишлатиладиган архимед червякдан тузилган червякли узатмани ўрганиб чиқамиз. Агар червяк ўз ўқиға тик текислик билан кесилганда ҳосил бўлган из трапецияға ўхшаш, яъни ён томондан қаралганда, ўрамлар архимед ўрамиға ўхшайдиган бўлса, архимед червяк дейилади. Бундай червякнинг профил бурчаги $\alpha = 20^\circ$ га (5.2-расм) тенг бўлади.

Бундай узатмаларнинг червяк гилдираги червякли фреза (қирқувчи асбоб) ёрдамида механик ишлов бериб тайёрланади. Бунда червякли фреза червякнинг нусхаси бўлиб, қирқиш хусусиятиға эға бўлган, четки қирраларидан иборат ва ташқи диаметри асосий червякниқидан каттароқ бўлади. Червякнинг геометрик ўлчамлари 5.1-расм ва 5.2-расмда кўрсатилган. Червякни қиримлар сони z_1 стандарт бўйича $z_1 = 1; 2; 4$ га тенг.



5.2-расм.

Умуман олганда, бир киримли червяклар кўп ишлатилади, икки ёки тўрт киримли червяклар узатишлар сони кам бўлганда ишлатиш тавсия этилади. Червякнинг бўлувчи диаметри модул ва червяк нисбий диаметри q (червякнинг диаметр коэффициенти) га боғлиқдир:

$$d_1 = qm \quad (5.1)$$

m ва q қийматлар стандартлашган бўлиб, қуйидаги ҳолатларни кўриш мумкин:

$$m = 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5 \text{ мм}$$

$$q = 8; 10; 12,5; 16; 20.$$

$$q / 0,25z_2.$$

$$d_{a1} = d_1 + 2m; d_{f1} = d_1 - 2,4m \quad (5.2)$$

Червякнинг ташқи ва тубидаги диаметри (5.2-расм) червяк ўрамининг узунлиги b_1 бир вақтда контактда бўладиган ғилдирак тишларининг энг кўп сонини белгилаб беришга имкон беради. Дастлабки узатмалар учун қуйидаги тенглик тавсия этилади:

$$b_1 = (11 + 0,06 z_2) m \quad (6.3)$$

Бўлувчи диаметр бўйича винтли чизикни кўтарилиш бурчаги:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\pi m z_1}{\pi d_1} = \frac{m z_1}{d_1} = \frac{z_1}{q} \quad (5.4)$$

Ғилдиракнинг геометрик ўлчамлари (5.2-расм) дастлабки узатмада:

$$d_2 = z_2 m; d_{a2} = d_2 + 2m; d_{f2} = d_2 - 2,4m; \quad (5.5)$$

$$a_w = 0,5(q + z_2)m$$

Одатда $z_2 \geq 28$ бўлиши керак. Кувват узатадиган узатмалар учун червяк билан ғилдирак орасидаги қамров бурчаги $2\delta \approx 100^\circ$ бўлиши керак. Бир қиримли узатма учун ғилдирак эни $b_2 \leq 0,75d_{a1}$. Ғилдиракни максимал диаметри $d_{aM2} \leq d_{a2} + 2m$.

Юкланиш тартибида червяк етакловчи бўғин ҳисобланиб узатишлар нисбати қуйидагича аниқланади:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \quad (5.6)$$

бу ерда: n_1 ва n_2 – червяк ва ғилдиракларнинг айланиш частотаси.

Кўп ҳолларда $z_1 = 1$ бўлгани учун, узатмада катта миқдорга тенг бўлган узатишлар нисбатини олиш мумкин. Умуман $u = 20 \div 60$ узатма кўп ишлатилади.

5.2-§. Червякли узатмада ишқаланиш.

Ўз-ўзидан тўхталиши

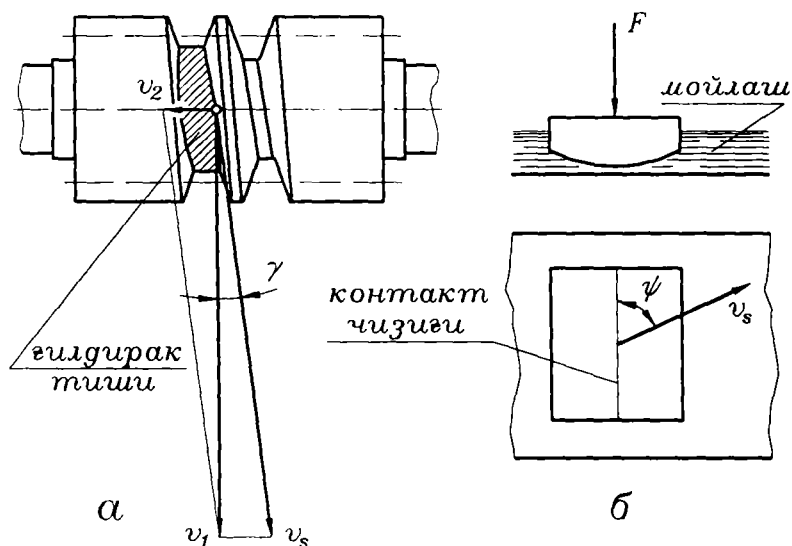
Червякли узатмаларда ҳаракат червяк ўрамларининг червякли ғилдирак бўйича винтли жуфтдек сирпаниш натижасида амалга ошади, («винт-гайка» узатма сингари). Лекин «винт-гайка» узатмадаги энг қуйи кинематик жуфтлар иштирокида бўлса, червякли узатмада эса энг юқори кинематик жуфт орқали амалга оширилади, чунки ғилдирак тишлари червяк тармоқлари билан контакт чизикда юз беради. 5.3-а расмда ғилдирак тишининг қўндаланг кесими червякнинг бўлувчи цилиндр текислигига уринма ҳолда ўтгани кўрсатилган, бунда сирпаниш тезлиги червякнинг винт чизигига уринма равишда йўналган бўлади:

$$v_S = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \frac{v_1}{\cos\gamma} \quad (5.7)$$

бу ерда: v_1 ва v_2 – червяк ва ғилдиракнинг бўлувчи диаметрлари бўйича айланма тезликлари улар қуйидаги формулалар орқали ҳисобланади:

$$v_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60}; \quad v_2 = \frac{\pi d_2 n_2}{60}$$

γ – червяк винт чизигини кўтарилиш бурчаги $\operatorname{tg}\gamma = \frac{v_2}{v_1}$.



5.3-расм.

Юқоридаги формуладан ва 5.3-расмдан кўриниб турибдики, v_1 ва v_2 айланма тезликлар цилиндрсимон ва конуссимон узатмалардан фарқли равишда мос келмайди. Червякнинг айланма тезлиги червяк ғилдирагини айланма тезлигидан анчагина катта, шунинг учун, червякли узатмаларда сирпаниш тезлик катта қийматларга эга бўлиб, ишқаланишни тезлаштиради, ейилишни жадаллаштиради, сиртларни юлиниб чиқишига ва натижада фойдали иш коэффициентининг камайиб кетишига сабаб бўлади.

Сиртларнинг юлиниши контакт чизиғига нисбатан сирпаниш тезлик ноқулай йўналишига боғлиқ. Бу икки жисмнинг бир-бирига нисбатан мойланган жараёнда ҳаракати 5.3-расмда кўрсатилган. Жисмларнинг мойланиш назариясидан маълумки, суюқликда ишқаланишида ҳосил қилиш учун сирпаниш тезлик йўналиши контакт чизиғига тик бўлиши (яъни $\chi = 90^\circ$) имконини яратиб бериш лозим. Бу ҳолда суюқлик ҳаракатланаётган жисм ичига тортилиб, у ерда мой қатлами ҳосил бўлади, натижада курук ишқаланиш суюқ ишқаланиш билан алмашади. Акс ҳолда сирпаниш тезлик контакт чизиғи бўйича йўналган ҳолда $\chi = 0$ контакт зонада мой қатлами юзага келмай, курук ярим курук ишқаланиш ҳукм суради. χ бурчак канчалик кам бўлса, суюқлик ишқаланиш ҳосил бўлиши шунчали кийинлашади. Червякли узатмада тишларнинг сирпаниши шундай даражадаки, кутб зонасига яқин ҳолатда сирпаниш тезлигини йўналиши билан мослашиб қолади. Бу ҳолларда мойлаш жараёнини ҳосил қилиш кийинлаша боради. Катта юкланиш билан ишлаш

вақтида бу зонада сиртларнинг юлиниб чиқиш ҳоллари бўлади, металл заррачалари тиш сиртларига бирлашиб, сўнг улардан ажралиб чиқа бошлайди.

Юлиниб чиқишнинг олдини олиш учун юкланиш қийматлари чегараланади, червяк ва гилдирак учун антифрикцион материаллар ишлатилади. Червякли узатма илашиши натижасида ишқаланишга сарфланган миқдор ФИК билан аниқланади. Бунда червяк етакловчи, червяк гилдираги етакланувчи бўлганда, ФИК куйидагича топилади:

$$\eta_{12} = \frac{tg\gamma}{tg(\gamma + \varphi)}, \quad (5.8)$$

бу ерда: ω – ишқаланиш бурчаги.

(5.8) формуладан кўриниб турибдики, червяк ўрамининг кўтарилиш бурчаги қанчалик катта бўлса, ФИК қиймати шунчалик ошади (q нинг камайиши -(5.4-расм) ёки червяк қиримлар сони ошириш билан) ва ишқаланиш коэффициентини ёки ишқаланиш бурчаги камаяди. Червяк гилдираги етакловчи бўлса, яъни ҳаракат гилдирак 2 дан червяк 1 га узатилса, ҳаракат йўналиши ўзгариши ҳисобига куйидаги ифодани оламиз:

$$\eta_{21} = \frac{tg(\gamma - \varphi)}{tg\gamma} \quad (5.9)$$

Агар винтли чизикнинг кўтарилиш бурчаги кичик ёки ишқаланиш бурчагига тенг бўлса, ($\gamma \leq \omega$), у ҳолда $\eta_{21} \leq 0$ бўлади. Бу деган сўз, ҳаракатни тескари йўналишда, яъни гилдиракдан червяк узатиб бериш мумкин бўлмай қолади. Узатма ўз-ўзидан тўхтаб қолади, бу унинг ишончлилигидан дарак беради. Ўз-ўзини ишончли тўхтатиш учун $\gamma \leq 0,5\omega$ бўлиши керак. Червякли узатмада ўз-ўзини тўхтатиш хусусиятини юк кўтариш механизмлари ва бошқа зарур бўлган жойларда кўриш мумкин.

Назарий томондан (5.8) формулага асосан ФИК қиймати ўз-ўзини тўхтатиш червякли узатмаларда доим 0,5 дан кичик бўлиши керак, лекин бу амалиётда жуда кичик сирпаниш тезликда учратиш мумкин, чунки тезлик ошиши билан ишқаланиш коэффициенти ва ишқаланиш бурчаги камайиб кетади, натижада ўз-ўзини тўхтатиш узатмаларда ФИК қиймати 0,5 дан ошиб кетади. Тажрибага асосланган ҳолда, 5.1-жадвалда сирпаниш тезлигига нисбатан қониқарли мойланиш жараёнидаги ишқаланиш коэффициенти ва бурчаги қийматлари келтирилган (червяк – пўлатдан, гилдирак – бронза қотишмасидан).

5.1-жадвал

| $V_s, \text{ м/с}$ | f | ω |
|--------------------|---------------|---------------|
| 0,1 | 0,08 ÷ 0,09 | 48349 ÷ 58099 |
| 1 | 0,045 ÷ 0,055 | 28359 ÷ 38099 |
| 4 | 0,023 ÷ 0,03 | 18269 ÷ 18439 |
| 15 | 0,014 ÷ 0,02 | 08489 ÷ 18099 |

Бир қиримли червяк учун куйидаги ФИК тавсия этилади: $\eta = 0,7 \div 0,75$.

5.3-§. Червякли узатмани ишлатиш соҳаси

Червякли узатмаларни ишлатиш соҳасини белгилаш билан бир каторда, унинг афзаллик ва камчиликларини билиш ҳам зарур.

Афзалликлари.

1. Узатишлар сони нисбатан катталиги.

2. Шовқинсиз ва равон ишлайди.

3. Кинематик аниқликка эга. Цилиндрсимон ёки конуссимон тишли узатмаларга нисбатан червякли узатманинг юқори даражада кинематик аниқликка эга бўлишини куйидаги факторлар билан боғлаш мумкин: Червяк тиш қадами хато 0 га тенг ёки минимал қийматга эга. Масалан, агарда уни тишли ғилдирак деб фараз қилсак, бир киримли червяк тишли ғилдиракнинг тишлар сони бирга тенг демакдир.

4. Ўз-ўзини тўхтатиш имконияти бор.

Камчиликлари.

1. ФИК кам.

2. Ёйилишнинг юқорилиги ва емирилишга мойиллиги.

3. Ғилдирак учун қимматбаҳо материаллар ишлатилади.

4. Ғилдирак билан червякни йиғиш учун қўйилган юқори талаблар-червяк билан ғилдирак текисликлари мос келиши лозим.

Червякли узатма қиммат ва тишли узатмаларга нисбатан мураккабдир, шунинг учун, уни зарур бўлган ҳолда, валлар ўқи айкаш жойлашган вақтда, катта узатишлар сони керак бўлган механизмларда юқори кинематик аниқлик зарур бўлганда ва ўз-ўзини тўхтатиш лозим бўлганда ишлатилади. Буларга бўлувчи мосламалар механизмларни айлантириш, тўхтатиш воситалари юк кўтариш механизм ва бошқалар кирази. Шунинг бир каторда червякли узатмалар станокларда, автомобилсозликда, юк кўтариш механизмлари ва бошқаларда ўз ўрнини топган.

Червякли узатманинг ФИК камлиги, юлиниб ишлашига ёндошлиги сабабли кам ёки ўрта қувватли цикли алмашиниб ишлайдиган соҳаларда чегараланган. Умуман олганда, узатиб бериш қуввати 50 ÷ 60 кВт дан ошмайди. Катта қувватларда ва тўхтовсиз узок вақт ишлаганда ишқаланиш натижасида кизиб кетиши червякли узатмалардан фойдаланишни чеклаб қўяди.

5.4-§. Червякли узатмалар ясаладиган материаллар

Узатма сирпаниш тезлигининг қиймати нисбатан катталиги сабабли червяк ва унинг ғилдираги учун ишлатиладиган материаллар антифрикцион хусусиятга, чидамлилиқка эга ва емирилишга мойиллиги кам бўлиши керак. Одатда, замонавий узатмаларда червяк углеродли ёки легирланган пўлатлардан тайёрланиб, унинг винтли ўрамларига термик ишлов берилиб, қаттиклиги юқори бўлиши, сиртлари эса силликланиши керак. Червяк учун ишлатиладиган пўлатларнинг айрим механик хусусиятлари 5.2-жадвалда кўрсатилган.

| Пўлат турлари | Мустаҳкамлик чегараси σ_B , МПа | Оқувчанлик чегараси σ_T , МПа |
|---------------|---|---|
| Пўлат 45 | 700 | 400 |
| Пўлат 40ХНМА | 1100 | 900 |

Червякли гилдирак учун, асосан, бронза, камрок чўян ва латун ишлатилади. Энг яхши антифрикцион хусусиятга эга бўлгани қалайли бронза ҳисобланади, унинг механик хусусияти: БрОЦС 6-6- 3 учун мустаҳкамлик чегараси $\sigma_B = 370$ МПа, оқувчанлик чегараси $\sigma_T = 290$ МПа га тенг.

5.5-§. Червякли узатмани мойлаш ва совитиш

Механизмларда иш жараёнида механик энергиянинг бир қисми иссиқлик энергиясига айланиб, узатмани қизитади, агар иссиқликни ташқарига узатиш етарли бўлмаса, у ҳолда узатма қизиб ишдан чиқади. Шундай ҳол юз бермаслиги учун иссиқлик мувозанати керак, яъни узатмадан ажралиб чиқаётган иссиқлик ва муҳитга узатиладиган иссиқлик миқдори бир хил бўлиши керак. Агар ажралиб чиқаётган иссиқлик миқдори катта бўлса, у ҳолда табиий усулда иссиқликни узатиш етарли бўлмай, сунъий йўл билан иссиқлик ташқи муҳитга узатилади ва совитилади.

Совитиш учун қуйидаги сунъий йўллардан фойдаланилади:

1. Вентилятор ёрдамида узатма корпуси ҳаво билан совитилади. Иссиқликни ташқарига узатиб бериш, асосан, редуктор корпуслари орқали бажарилади. Агар юзлар иссиқликни тўла узатиб бера олмаса, у ҳолда редуктор қовурғалар билан таъминланиши лозим.

2. Редуктор корпусларини сув билан совитиш учун махсус қувурлар жойлаштирилади.

3. Ёғни айлантирувчи ва совитувчи насослар ўрнатилади.

Табиий усулда совитиш ёки юқоридаги 1 ва 2 усулларни қўллашда узатмани мойлаш, асосан, гилдиракни ёки червякни мойли ваннага қисман чўктириш орқали бажарилади.

Чўктириш чуқурлиги гилдирак тишларининг ёки червяк ўрамлар баландингидан ошиб кетмаслиги керак, бу ҳол тез харакатланадиган узатмалар учун тааллуқли, секин юрар узатмалар учун эса гилдирак радиусини 3 дан бир қисми ёғга чўктирилиши лозим. Циркуляциялаштириш усулида мойлаш насос ёрдамида контакт сиртларга етқизиб берилади, сўнг ваннага тушириб совитилади. Узатманинг айланма тезлигига қараб ва юқланиш қобилятига қараб мой тури танланади [6], [11].

5.6-§. Контакт кучланиш бўйича ҳисоблаш

Червякли узатмаларда сирпаниш тезлигининг катталиги ейилишни тезлаштиришга олиб келади, бунга асосий сабаб контакт кучланишдир, шунинг учун, контакт кучланиш бўйича ҳисоблаш червякни узатмаларда асосий

хисобланади. Бунинг асосий манбаи тишли узатмаларни контакт кучланишга хисоблаш формуласи бўлади (2.4):

$$\sigma_H = 190 \sqrt{\frac{q}{\rho_{кел}}}$$

Лекин, шуни хисобга олиш керакки, бу формула фақатгина пўлатдан тайёрланган тишли гилдиракларга мос келади. Чунки, Герц формуласидаги келтирилган эластик модул илдиз остидан чиқарилган бўлиб, сонли коэффициент вазифасини бажаради. Чунки червякли гилдирак бронза ёки чўяндан тайёрланган бўлгани учун эластик модул $E_{кел}$ бошқа қийматга эга бўлади, уни илдиз остига киргизиш зарур. Ундан ташқари тишга таъсир қилаётган солиштирма кучланишни червяк диаметри коэффициентдан ажратиш мақсадида q_{ψ} белгиси билан ифода қилаемиз. У ҳолда дастлабки формула куйидаги кўринишда бўлади:

$$\sigma_H = 0,418 \sqrt{\frac{q_{\psi} E_{кел}}{\rho_{кел}}} \quad (5.10)$$

Бу формулани цилиндрик узатмаларга таққослаб, соддаштириш киритсак, ўртача қийматга эга бўлган геометрик, кинематик параметрларни ва юкланиш коэффициентини хисобга олиб, лойихалаш хисобига мослаштирган ҳолда куйидаги ифодани олиш мумкин:

$$a_w \geq 0,625 \left(\frac{q}{z_2} + 1 \right) \sqrt[3]{\frac{E_{np} T_2}{[\sigma_H]^2 \left(\frac{q}{z} \right)}} \quad (\text{мм}), \quad (5.11)$$

бунда: q/z_2 – червяк диаметри коэффициентининг червяк гилдиракгини тишлар сонига нисбати. Қувватли узатмалар учун: $q/z_2 = 0,22 \div 0,4$;

$E_{кел}$ – червяк ва гилдиракларнинг келтирилган эластиклик модули:

$$E_{кел} = \frac{2 E_1 E_2}{E_1 + E_2}$$

пўлат учун эластиклик модули $E_1 = 2,1 \cdot 10^5$ МПа;

бронза ёки чўян учун эластиклик модули $E_2 = 0,9 \cdot 10^5$ МПа;

T_2 – червяк гилдиракни буровчи моменти, Нм;

$[\sigma_H]$ – рухсат этилган контакт кучланиш. Гилдирак материали учун, бронза қотишмаси: $[\sigma_H] = (0,85 \div 0,9) \sigma_B$.

Контакт кучланиш бўйича текширув хисоби формуласи:

$$\sigma_H = 1,18 \sqrt{\frac{E_{np} T_2 K_H \cos^2 \gamma}{d_1 d_2^2 \delta \varepsilon_{\alpha} \xi \cos 2\alpha}} \leq [\sigma_H] \quad (5.12)$$

бу ерда: $K_H = K_v K_{\beta} K_{\alpha}$ – динамик кучланиш коэффициенти; раван ишлагани учун динамик юкланиш катта эмас, $v_2 > 3$ м/с бўлса, $K_{\alpha} = 1 \div 1,2$ бўлади.

K_β – тўпланган юкланиш коэффициенти червякли жуфтларнинг материали яхши ишландиган бўлганда, контакт чизиғи бўйича юкланишни нотекис тақсимланишини камайтиради: $K_\beta = 1 \div 1,2$;

γ – червяк ўрамининг кўтарилиш бурчаги (5.4);

d_1 ва d_2 – червяк ва червяк гилдиргининг бўлувчи диаметрлари;

δ – гилдирак ва червякнинг ярим камров бурчаги;

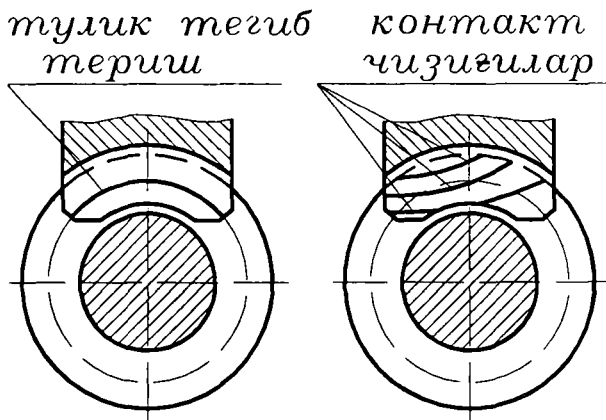
α – профил бурчаги; $\alpha = 208$;

ϵ_α – ўк бўйича олинган камраш коэффициенти, червяк гилдирагининг ўртача текислигига мос келган ҳолда дастлабки нормал узатма учун $\alpha = 20^\circ$,

$$\epsilon_\alpha = \frac{\sqrt{0,03z_2^2 + z_2 + 1 - 0,17z_2 + 2,9}}{2,95},$$

бу ерда: $\xi = 0,75$ – гилдирак тиш сиртининг червяк ўрами сиртига тўлик тегиб турмаслиги натижасида контакт чизиғи узунлиги кичрайишини ҳисобга олувчи коэффициент (5.4-расм). Бунда тўлик тегиб туриш 2 δ га тенг бўлиши керак эди (тишлар копланиши).

Червяк гилдирагининг эғувчи кучланиш бўйича текширув ҳисоби қия тишли узатма сингари тузилишларини ва хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда бажарилади.



5.4-расм.

5.7-§. Червякли узатмага доир масала

Қуйидаги берилганларга асосан доимий юкланишдаги умумий машинасозлик червякли редуктори ҳисоблансин.

Червяк валидаги кувват $P_1 = 25$ кВт.

Червякнинг айланиш частотаси $n_1 = 1200$ айл/мин.

Червяк гилдирагининг айланиш частотаси $n_2 = 30$ айл/мин.

Лойihalаш тартиби

5.4-§ даги тавсияга биноан червяк материали – пўлат 45, червяк гилдирагининг материали – мустаҳкамлик чегараси $\sigma_B = 370$ МПа бўлган қалайли бронза Бр ОЦС 6-6-3.

Узатманинг марказлараро масофасини лойihalаш (5.11) формула бўйича ҳисобланади, шунинг учун олдиндан қуйидаги параметрлар аниқланади.

Червяк диаметри коэффицентининг червяк гилдираги тишлар сонига нисбати: куч узатувчи узатмалар учун $q/z_2 = 0,22$ 4 0,4 ФИК; тавсия этилади; ўртача киймат $q/z_2 = 0,31$ қабул қилинади.

Пўлат учун эластиклик модули $E_1 = 2,1 \cdot 10^5$ МПа.

Бронза учун эластиклик модули $E_2 = 0,9 \cdot 10^5$ МПа.

Келтирилган эластиклик модули (Юнг модули) червяк ва гилдирак материали учун:

$$E_{\text{кел}} = \frac{2E_1E_2}{E_1 + E_2} = \frac{2 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 0,9 \cdot 10^5}{2,1 \cdot 10^5 + 0,9 \cdot 10^5} = 1,26 \cdot 10^5 \text{ МПа.}$$

Узатмани ФИК $\eta = 0,72$ ни ҳисобга олган ҳолда етакланувчи валдаги буровчи момент:

$$T_2 = \frac{30000 \cdot P_1 \cdot \eta}{\pi \cdot n_2} = \frac{30000 \cdot 25 \cdot 0,72}{3,14 \cdot 30} = 5732,48 \text{ Нм.}$$

Гилдирак материали учун $[\sigma_H] = (0,85 \text{ 4 } 0,9)\sigma_B$. Қабул қиламиз:

$$[\sigma_H] = 0,87 \cdot 370 = 321,9 \text{ МПа.}$$

Марказларо масофа (5.11):

$$a_w = 6,25 \left(\frac{q}{z_2} + 1 \right) \sqrt[3]{\frac{E_{\text{кел}} T_2}{[\sigma_H]^2 \left(\frac{q}{z_2} \right)}} =$$
$$= 6,25 (0,31 + 1) \sqrt[3]{\frac{1,26 \cdot 10^5 \cdot 5732,48}{321,9^2 \cdot 0,31}} = 231,09 \text{ мм}$$

Дастлаби аниқланган марказлараро масофанинг киймати бўйича узатманинг геометрик параметрлари аниқланади. Бир киримли червяк қабул қилинади: $z_1 = 1$. Чунки узатиш сони:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1200}{30} = 40.$$

у ҳолда $z_2 = 40$.

Қабул қилинган $q/z_2 = 0,31$ лучун $q = 0,31 \cdot 40 = 12,4$. Тавсия этилаётган қийматни стандартдан $q = 12,5$ деб қабул қиламиз.

(5.5) формуладан модул аниқланади:

$$m = \frac{2 a_W}{(q + z_2)} = \frac{2 \cdot 231,09}{(12,5 + 40)} = 8,8 \text{ мм.}$$

Стандартдан $m = 10$ мм деб қабул қиламиз.

Червякнинг диаметрал ўлчамлари (5.1), (5.2):

$$d_1 = q m = 12,5 \cdot 10 = 125 \text{ мм,}$$

$$d_{a1} = d_1 + 2 m = 125 + 2 \cdot 10 = 145 \text{ мм,}$$

$$d_{f1} = d_1 - 2,4 m = 125 - 2,4 \cdot 10 = 101 \text{ мм.}$$

Червякнинг ўрамлар қирқилган қисми узунлиги (5.3):

$$b_1 = (11 + 0,06 z_2) m = (11 + 0,06 \cdot 40) 10 = 134 \text{ мм.}$$

Червяк гилдирагининг диаметрал ўлчамлари (5.5):

$$d_2 = z_2 m = 40 \cdot 10 = 400 \text{ мм,}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 m = 400 + 2 \cdot 10 = 420 \text{ мм,}$$

$$d_{f2} = d_2 - 2,4 m = 400 - 2,4 \cdot 10 = 376 \text{ мм.}$$

Червяк гилдирагининг энг катта ташқи диаметри:

$$d_{aM2} = d_{a2} + 2 m = 420 + 2 \cdot 10 = 440 \text{ мм}$$

Червяк гилдирагининг эни:

$$b_2 \leq 0,75 d_{a1} = 0,75 \cdot 145 = 108,75 \text{ мм,}$$

$b_2 = 108$ мм деб қабул қиламиз.

Узатманинг марказлараро масофаси (5.5):

$$a_W = 0,5 m (q + z_2) = 0,5 \cdot 10 (12,5 + 40) = 262,5 \text{ мм.}$$

Контакт кучланиш бўйича текширув ҳисоби

Ҳисоблар текширув (5.12) формуласи бўйича бажарилади, бунинг учун дастлаб қуйидаги параметрларни топиш зарур.

Юкланишнинг динамикавий коэффициенти K_v , 84-бетда бу коэффицентнинг қийматлари гилдиракдаги айланма тезликка боғлиқлиги келтирилган. Гилдиракдаги айланма тезлиқни ҳисоблаймиз (гилдиракнинг диаметри m да):

$$v_2 = \frac{\pi d_2 n_2}{60} = \frac{3,14 \cdot 400 \cdot 30}{60 \cdot 10^3} = 0,628 \text{ м/с}$$

Демак, $K_v = 1$.

Юкланишнинг концентрация коэффициенти K_β ; юкланиш ўзгармас бўлганда: $K_\beta = 1$ (84-бет).

Юкланиш коэффициенти:

$$K_H = K_v, K_\beta = 1.$$

Червяк винт чизигининг кўтарилиш бурчаги (5.4):

$$\gamma = \operatorname{arctg} \frac{z_1}{q} = \operatorname{arctg} \frac{1}{12,5} = 4^\circ 34' 26''.$$

Червяк гилдираги камров бурчагининг ярми (78-бет) $\delta = 50^\circ = 0,8727$ рад.

α – тишнинг профил бурчаги: $\alpha = 208$;

ε_α – червяк гилдираги ўртача текислигидги ён қопланиш коэффициентини; узатма нолавий бўлса, $\alpha = 20^\circ$ десак (85-бет):

$$\begin{aligned} \varepsilon_\alpha &= \frac{\sqrt{0,03 z_2^2 + z_2 + 1 - 0,17 z_2 + 2,9}}{2,95} = \\ &= \frac{\sqrt{0,03 \cdot 40^2 + 40 + 1 - 0,17 \cdot 40 + 2,9}}{2,95} = 1,87. \end{aligned}$$

φ – контакт чизиги узунлигининг камайишини ҳисобга олувчи коэффициент, сабаби контакт тўлик ёй бўйича бўлмайди; $\xi = 0,75$.

Узатмадаги контакт кучланиш:

$$\begin{aligned} \sigma_H &= 37,3 \sqrt{\frac{E_{\text{кел}} T_2 K_H \cos^2 \gamma}{d_1 d_2^2 \delta \varepsilon_\alpha \xi \sin 2\alpha}} = \\ &= 37,3 \sqrt{\frac{1,26 \cdot 10^5 \cdot 5732,48 \cos^2 4^\circ 34' 26''}{125 \cdot 400^2 \cdot 0,8727 \cdot 1,87 \cdot 0,75 \sin 40^\circ}} = 251,92 \text{ Нм}. \end{aligned}$$

Текшириш коникарли, чунки $\sigma_H < [\sigma_H] = 321,9$ МПа.

5.9-§. Назорат саволлари

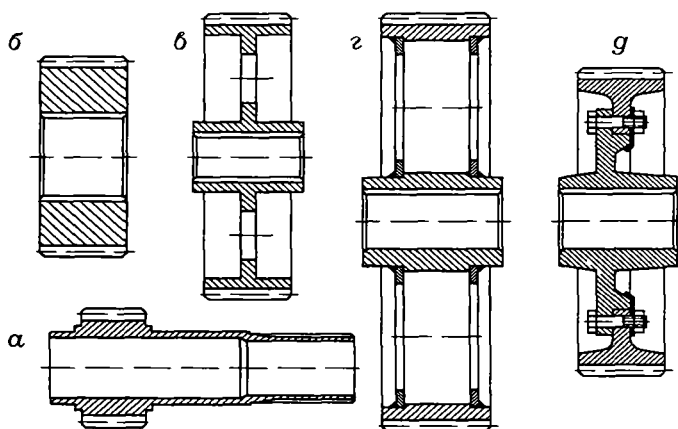
1. Червякли узатма турлари қандай?
2. Архимед червяги деб нимага айтилади?
3. Қувватли узатмаларда червякнинг гилдирак билан қопланиш бурчаги нимага тенг?
4. Червякли узатмаларда ҳаракат қандай узатилади?
5. Ўз-ўзидан тўхтайдиган червякли узатмаларнинг хусусиятлари нимада?
6. Червяк – винт чизигининг кўтарилиш бурчаги ўз-ўзидан тўхтайдиган узатмада нимага тенг?
7. Ўз-ўзидан тўхтайдиган червякли узатмада ФИК нинг назарий қиймати нимага тенг?
8. Нима учун катта қувватли узатмаларда червякли узатма ишлатилмайди?
9. Червякли узатмада сиртларнинг юлиниб кетишини қандай тушунтириш мумкин?
10. Червяк гилдираги учун қандай материал ишлатилади?
11. Червякли узатмаларни сунғий ҳолда совитиш усуллари қандай?

6-боб. Тишли ўзатмаларнинг тузилиши

6.1-§. Цилиндрсимон тишли ғилдиракнинг ва цилиндрсимон редукторларнинг тузилиши

Цилиндрсимон тишли ғилдиракларнинг тузилишига қараб қуйидаги турларга ажратиш мумкин: яхлит, пайвандланган ва йиғилган.

Агарда тишли ғилдиракнинг диаметр ўлчамлари вал диаметридан кам фарқ қилса уни вал билан биргаликда тайёрлаш мумкин, натижада вал-шестерня хосил бўлади. 6.1-а расмда самолётнинг планетар редуктори вал-шестерняси кўрсатилган. Тишли ғилдирак диаметрлари нисбатан катта бўлса, уни муаян ҳолатда маҳкамлаб қўядиган деталлар, мосламалар керак, масалан, шлицлар (6.1-б расм ва 6.1-в раем), шпонкалар (6.1-г расм ва 6.1-д расм) ёки бошқалар.



6.1-расм.

Агар тишли ғилдиракнинг диаметрлари унчалик катта бўлмаса, яъни вал диаметридан икки мартадан ошмаса, оддий цилиндр шаклида тузилади (6.1-б расм); тишли ғилдиракнинг диаметрлари нисбатан катта бўлса, тишли ғилдирак тузилмасига қўшимча тишли гардиш диск (тешикли бўлган) ва гупчакли қилиб ясалади (6.1-в расм).

Гупчак узунлиги тишли гардишни энидан катта ёки унга тенг бўлиши мумкин, лекин албатта, вал диаметридан катта бўлиши керак (бир ярим – икки марта). Бундай тузилмани қилишдан мақсад, йиғиш ва ишлаш вақтида унинг қийшайиб кетмаслиги учун дискнинг қалинлиги тишли гардиш энининг (20÷30)% ни ташқил этиши керак. Тўғин ва гупчак қалинлиги тишли ғилдирак хомашёсини тайёрлаш технологиясига боғлиқ (қуйма, қолиплаш, болғалаб ясаш, йўниш) бўлиб, махсус формулалар билан топилади [4].

Пайванд тишли гилдираклар 6.1-г расмда кўрсатилган. Тузилманинг бикрлигини ошириш мақсадида уни икки дискли қилиб тайёрланган катта габаритга (ўлчамларга) эга бўлган тузилмаларда массани камайтириш ва технологик хусусиятини эътиборга олиб, тишли гардиш гупчак билан кегай (спица) оркали маҳкамланади.

Йиғма тишли гилдирак 6.1-д расмда кўрсатилган, унда тишли гардиш гупчаки дискка кийгизилган ва болтли бирикма оркали маҳкамланган. Шундай технология асосида бажариш қуйидаги мулоҳаза асосида бўлади. Биринчидан, таъмирлашга яроқли қилиш, яъни агарда тишлар қобилятини йўқотса, бутун тишли гилдиракни алмаштирмай, факат тишли гардишни таъмирлашга бериш ёки янгисини қўйиш мумкин. Иккинчидан, конструкция пўлатни тежаш мақсадида, диск гупчагини чўяндан тайёрлаш мумкин.

Редукторлар йиғма бирлик тарикасида айрим тайёрланган бўлиши ёки машина юритма тузилмасига жойлаштирилган бўлиши мумкин. Редукторлар айрим йиғма бирлик ҳолида юк кўтариш кранлари, лентали ёки занжирли конвейерлар, қишлоқ хўжалик машиналари ва бошқа машина юритмаларида ишлатилади. Ҳар хил ўлчамларга эга бўлган стандарт редукторлар тузилмаси мавжуд. Машина юритмасининг тузилмасига жойлаштирилган редукторлар узатишлар нисбатини ўзгартириш учун қўшимча мосламаларга эга бўлиб, уларни тезлик ёки узатма қутчаси дейилади (масалан, тезлик қутчаси, автомобилни узатма қутчаси).

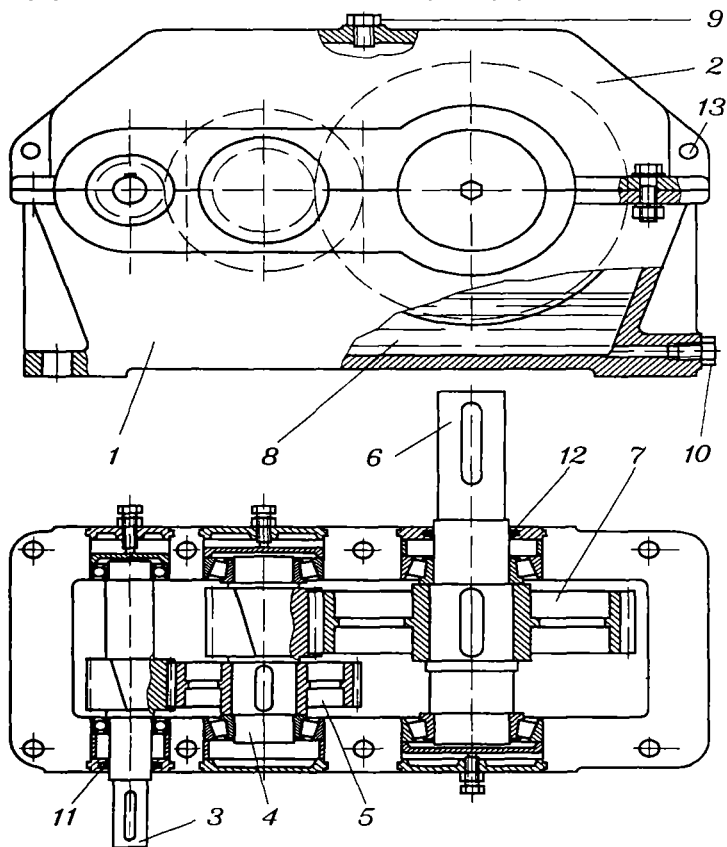
Гилдирак ўқларида кўзгалмас ва планетар редукторлар мавжуд. Узатишлар нисбати қийматини ўзгартиришига қараб, гилдирак ўқлари кўзгалмас редукторлари бир поғонали, икки ва уч поғонали бўлади. Узатишлар нисбатини поғоналараро тақсимлаш тузилма ўлчамларини ҳисобга олган ҳолда бажарилади.

6.2-расмда икки поғонали редукторларнинг тузилиши тасвирланган. Редукторни йиғиш, бошқариш ва унга хизмат қилиш қулай бўлиши учун унинг корпуси ажраладиган қилиб тайёрланган, яъни икки бўлакдан иборат-паст бўлаги корпус ва устки бўлаги копоқдан иборат. Булар, асосан, чўян ёки алюминий бўлиб, қуйма технологияси бўйича тайёрланади. Ажратиш вал ўқини текислигида бажарилади.

Валлар таянчи учун шарикли ва роликли думалаш подшипниклар ишлатилади, улар фақатгина радиал юкланишга эмас, балки ўк бўйлаб йўналган бўйлама юкланишга ҳам яхши ишлайди. Редукторнинг қия тишли узатмалари бўйлама юкланишни ҳам қабул қилади. Етакловчи вал 3 шестерня билан бирга тайёрланади, оралик вал 4 ҳам вал-шестерня ҳисобланади. Бу валга шпонка ёрдамида тезюар погонанинг етакланувчи тишли гилдираги ўрнатилади. Чиқиш вали 6 (етақланувчи вал) га секинюар погонанинг етакланувчи тишли гилдираги 7 жойлаштирилган.

Узатмани ва подшипникларни мойлаш ваннадаги 8 мой билан амалга оширилади. Секинюар погонанинг етакланувчи гилдираги мойга туширилган; айланган ҳолда мойни корпус ичида атрофга сочиб, мойли туман ҳосил қилади. Редуктор ичига мой копоқдаги тикин 9 билан беркитилган тешик оркали қуйилади. Редуктор ишлаш жараёнида ейилишда иштирок этган контактдаги

деталлардан чиккан металл заррачалари ва бошка элементлар таъсирида мой сифати бузилади, мойлаш хусусияти эса ёмонлашади ва уни ўзгартириш керак. Корпуснинг пастки ён қисмида мойни тўкиш учун тикин 10 хизмат қилади.

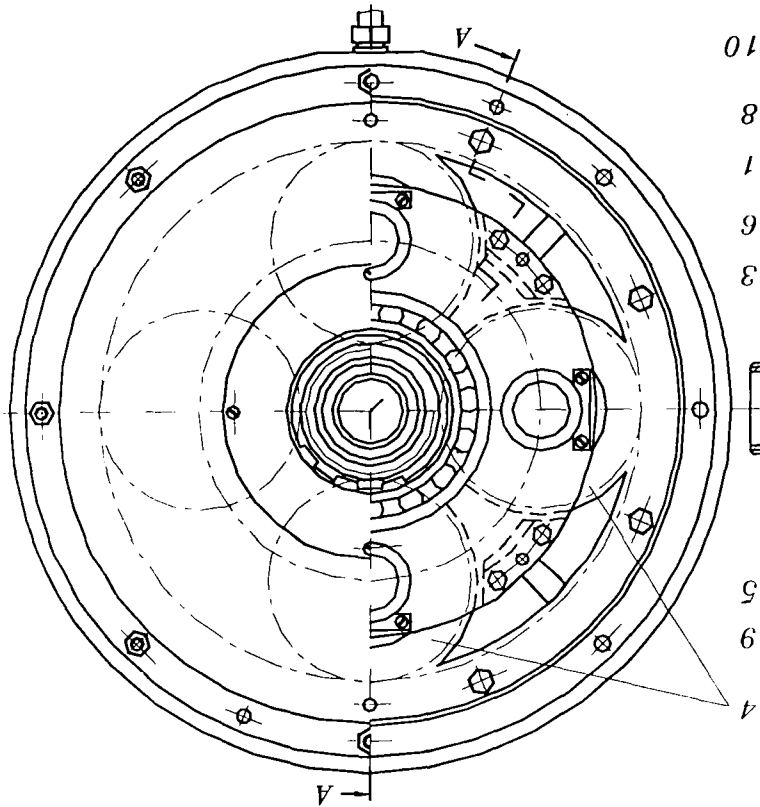


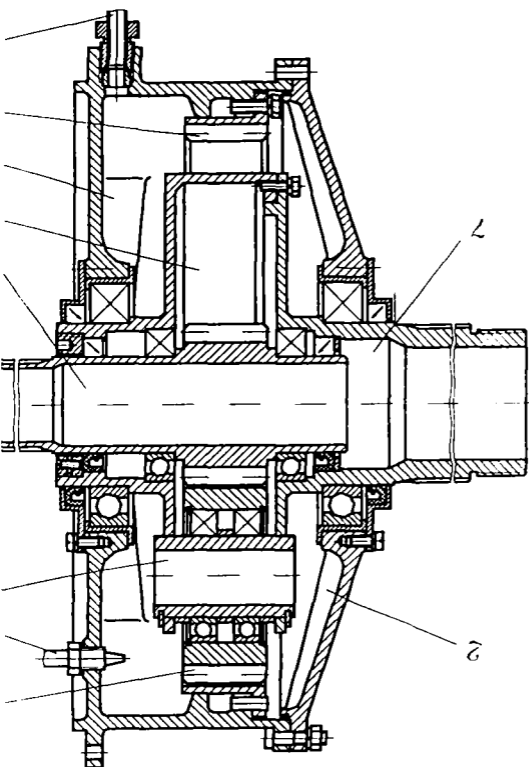
6.2-расм.

Корпус ичига чанг, чиқиндилар тушишидан ва унинг ичидан мой оқиб чиқмаслиги учун подшипникнинг тешик копоқларига зичланишини таъминловчи 11 ва 12 қистирмалар қўйилади. Думалаш подшипникларини созлаб туриш учун тешиксиз копоқ ростловчи винт жойлаштирилган. Редукторларни йиғиш ва ажратишни осонлаштиришда юқори копоқдаги тешик 13 ёрдам беради.

6.3- расмда, самолётнинг цилиндрсимон планетар редуктори тузилиши кўрсатилган, унинг асосий вазифаси- чайқалиш двигателининг айланишлар частотасини камайтириб беришдан иборат. Редуктор қўйма алюмин копоқли 2 корпусга 1 жойлаштирилган. Двигател вали билан бирикувчи етакловчи вал 3 офтоб шестерня билан тайёрланган. Сателлит ушловчи «водило» да қўзғалмас

6.3-парм.





A-A

Ўрнатилган 4 сателлитлар 5 ўқда айланади ҳамда иккита жипс бириккан ўнг ва чап қисмдан иборат бўлиб чиқиш вали 7 билан биргаликда тайёрланиб, унга самолёт винти ўрнатилади, (тож) ғилдирак 8 корпусга маҳкамланган.

Редуктор конструкциясининг концентрик ўқдошлиги унинг элементлари айланишини таянчига махсус жойлаштирилган таянч айланишига олиб келади. Кириш вали (вал-ғилдирак) подшипникларда корпусга ўрнатилмаган, балки «водиловда» айланади; «водилов» таянчи корпусга жойлаштирилган.

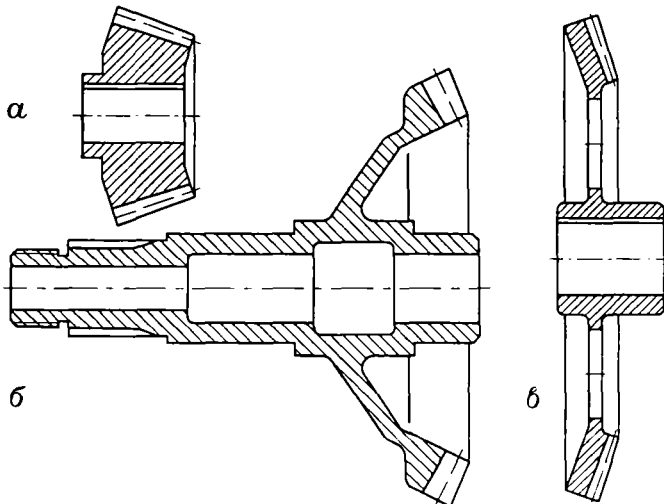
Редукторни мойлаш мойли туман ҳосил қилиб, форсунка 9 орқали мойни сачратиш усули билан бажарилади. Ортиқча мойлар 10 труба ўтказгич орқали тўқилади. Айланайган валларни жипслаш 11 ва 12 манжет орқали бажарилади, армировкаланган резинадан тайёрланиб редукторнинг икки томонидан ўрнатилади.

Турбовинтли самолёт ва вертолётларнинг редукторлари бекик планетар механизм бўлганлиги сабабли, мураккаб конструкцияга эга. Кўпчилик конструкцияларда валлар ва тишли ғилдиракларни босим остида мойлаш махсус каналлар орқали бажарилади.

6.2-§. Конуссимон тишли ғилдиракнинг ва конуссимон редукторларнинг тузилиши

Цилиндрсимон ғилдираклар сингари конуссимон тишли ғилдираклар ҳам яхлит, вал билан бирга тайёрланган, пайвандли ёки йигма бирлик тузилишида бўлиши мумкин.

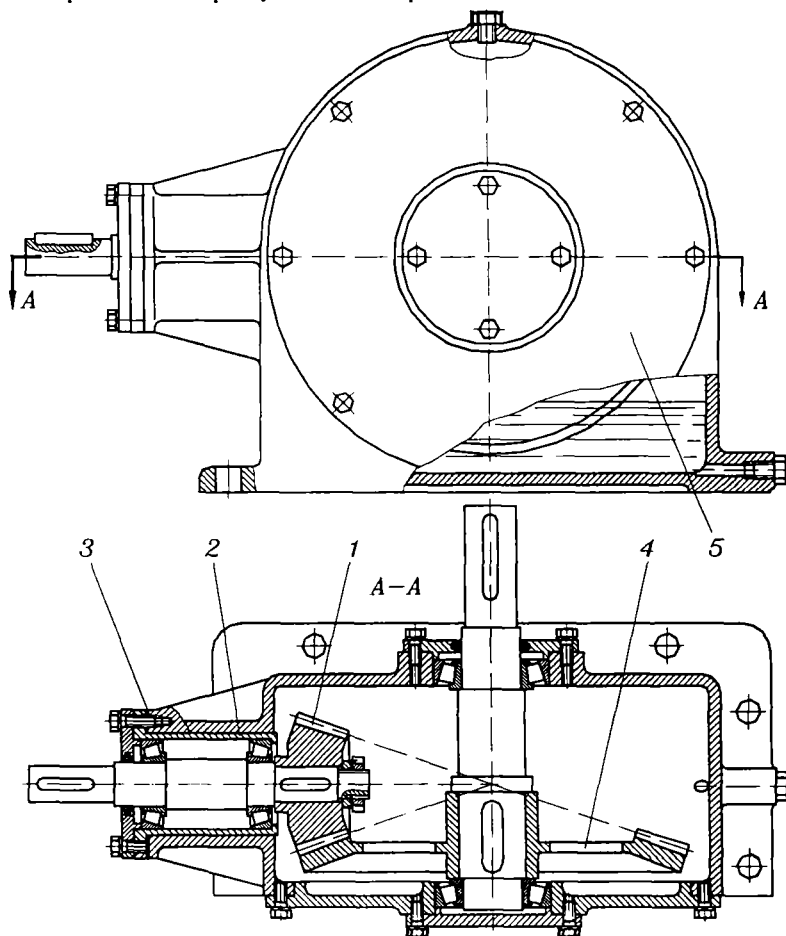
Катта ўлчамга эга бўлмаган конуссимон ғилдирак 6.4-а расмда тасвирланган. Ғилдирак ўртасидаги тешик ва шпонка ариқчаси вални жойлаштириш учун хизмат қилади.



6.4-расм.

Гупчак узунлиги шестерня энидан каттарок килиб тайёрланган. Конуссимон тишли ғилдирак вал билан бирга (вал-шестерня) тайёрланган тузилма 6.4-б расмда кўрсатилган. Бу ғилдирак вертолёт редукторларининг ораликда жойлашган конуссимон ғилдираги, бу ғилдирак диаметр ўлчамлари вал диаметридан нисбатан катта бўлишига қарамай, вал билан яхлит килиб тайёрланган. Бунда вал ичи ковак бўлиб, ичи бўш труба тузилишига ўхшайди. Бундай тузилмани ишлатишдан мақсад бикрикни ошириш, ишончли бўлиш ва тузилмани енгиллаштиришдан иборат.

6.4-в расмда, катта ўлчамга эга бўлган конуссимон ғилдирак кўрсатилган, бу тузилмада тишли гардиш қўшилган, енгиллаштириш учун тешикли диск, гупчак ҳам шпонка орқали йўлакча валига жойлаштирилган. Ўлчамлари эса цилиндрсимон сингари муносабатдадир.

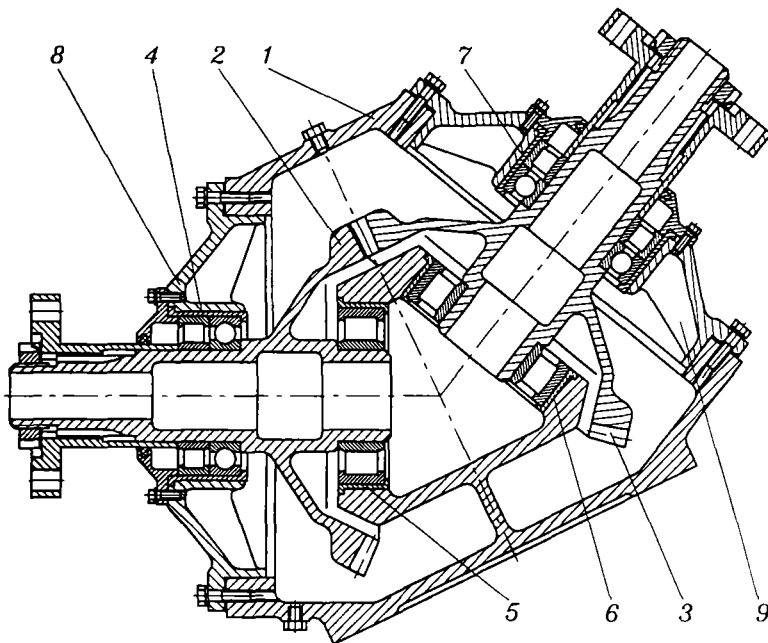


6.5-расм.

Конуссимон редукторлар айланма ҳаракатни бирор бурчак остида узатиб бериш учун хизмат қилади. Бу редукторлар асосан бир погонали бўлади, айрим ҳолларда конуссимон-цилиндрик редуктор ҳам беради. Конуссимон редукторларнинг корпуси ажраладиган ёки ажралмас бўлиши мумкин.

6.5-расмда ажралмас конуссимон редуктор кўрсатилган, у айланма ҳаракатни 90° бурчак остида узатиб беради. Етакловчи шестерня 1 кириш валига кийгазилган, подшипниклари эса стакан 2 га жойлаштирилган. Стаканнинг бўйлама ҳолатини кистирма 3 ёрдамида ўзгартириш мумкин, бу илашмадаги сиртлар орасидаги бўшликни ростлашга имкон беради. Етакланувчи тишли ғилдирак 4 чиқиш вали билан, подшипник ва қопқоқ 5 билан бирга йиғилади, кейин эса тешик орқали редуктор корпусига ўрнатилади.

6.6-расмда кўрсатилган вертолётнинг ораликдаги редуктори, ҳақиқатан редуктор ҳисобланмайди, чунки у орқали кириш валининг тезлигини ўзгартирмайди, балки фақатгина айланма ҳаракатни бурчак остида узатиб беради.



6.6-расм.

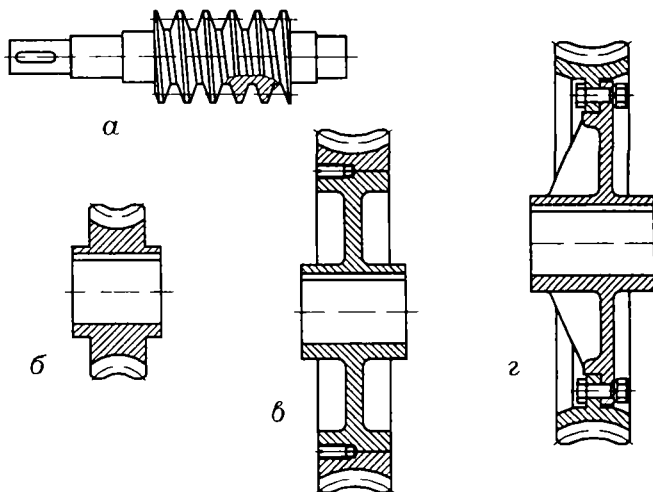
Редуктор валларнинг кесишган бурчаги $(30 \div 50)^\circ$ оралиғида бўлиб, вертолётни турига боғлиқ. Аллюминийдан ясалган ажралмас редуктор 1 корпусига етакловчи 2 ва етакланувчи 3 конуссимон тишли ғилдираклар ўрнатишган. Таянчлар оралиғида жойлашган, кириш ва чиқиш валлари билан бирга яхлит қилиб тайёрланган. Валлар таянчли пўлат стаканлар 4, 5, 6 ва 7

ичига жойлаштирилган. Стаканлар 6 ва 7 корпус тешигига зўриқиш билан прессланган, 4 ва 5 стаканлар эса 8 ва 9 копоқ тешигига прессланган, булар ўз навбатида корпус тешигига ўрнатилади.

6.3-§. Червяк, червяк ғилдирагининг ва червякли редукторларнинг тузилиши

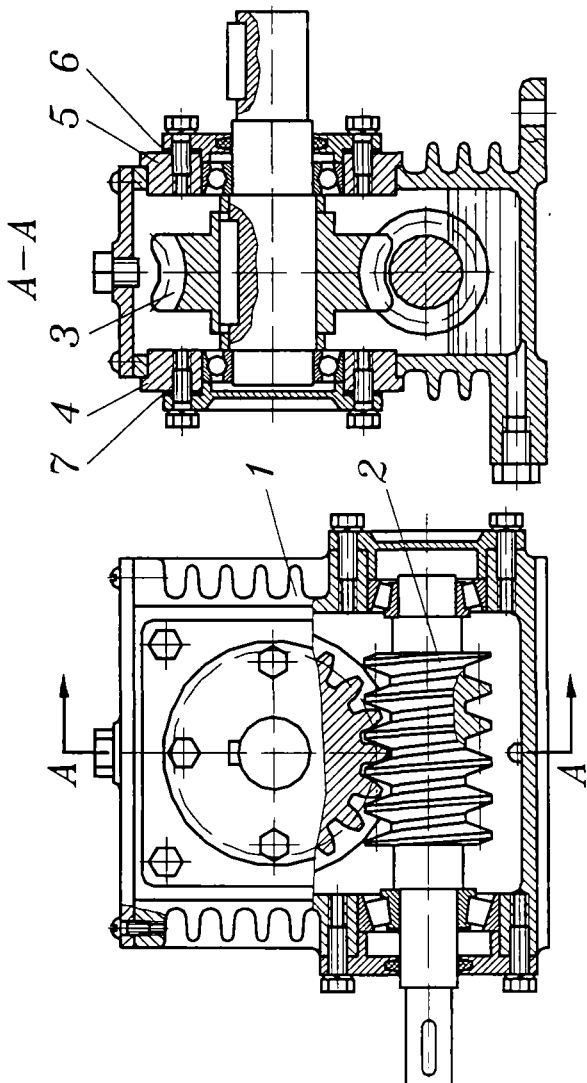
Умумий ҳолда ишлатиладиган архимед червяги ва у билан туташган червяк ғилдирагини батафсил кўриб чиқамиз. Архимед червяги – трапеция шаклига эга бўлган валдир (6.7-а расм). Умуман, у вал билан бирга яхлит қилиб тайёрланади, шунинг учун ҳам лойихалашда аҳамият бериш керакки, червякнинг ички (тубидаги) диаметри ҳар доим валнинг шу қисмидаги ёндошган диаметрдан катта бўлиши керак. Бу ҳол технологик мулоҳазаларга қараганда, червякка механик ишлов беришда киркувчи асбобнинг бемалол чиқишига имкон яратилади. Червяк ғилдираклари ҳам яхлит, йигма бирликда ва бандажли турларга бўлинади. Агар червяк ғилдирагининг диаметр ўлчамлари валнинг диаметрдан нисбатан катта бўлмаса, у яхлит қилиб тайёрланади (6.7-б расм). Червяк ғилдирагининг диаметр ўлчамлари жуда катта бўлса, қиммат бўлган рангли металлни тежаш лозим (ғилдирак тишлари рангли металл қотишмасидан тайёрланади).

Тишли гардиш тўгин ҳолатда чўяндан тайёрланган марказий ғилдирак қисмга прессланиб жойлаштирилади (гупчақли диск) ва муайян ҳолда махсус винт (6.7-в расм) билан маҳкамланиб қўйилади. Шундай мақсадда йигма бирликда червяк ғилдираклари тайёрланади (6.7-г расм). Ғилдирак тўгинининг калинлиги тиш модулидан икки марта катта бўлиши керак.



6.7-расм.

Червякли редукторлар, асосан, бир погонали бўлиб червяк ва червяк гилдирагининг жойлашишига нисбатан икки хилга бўлинади: червяк гилдирак устида ва червяк гилдирак тагида жойлашган узатма ишлатилади. Катта айланма тезлиги кам бўлганда (4÷5) м/с, одатда, червяк гилдирак тагида жойлашган узатма ишлатилади. Катта айланма тезликда эса червяк гилдирак устида жойлашган узатма қўлланилади. Бу редуктор ваннасидаги мойни аралаштириб сепиб бериш, тарқатиш шартига боғлиқдир.



6.8—расм.

6.8-расмда червякли редукторларнинг тузилиши, яъни червяк ғилдирак тагида жойлашган холи кўрсатилган. Редукторнинг ажралмас корпуси 1 яхши совитиш учун қовурғали қилиб тайёрланган.

Червяк 2 иккита подшипникда айланади, йиғиш ва ажратиш имкониятини яратиш учун подшипник ташқи халқасининг диаметри червяк ўрамларининг ташқи диаметрдан катта қилиб олинган (6.8-расм чапда). Червяк ғилдираги 3 чиқиш валига маҳкамланган. Бу вал 4 ва 5 қопқокларга ўрнатилган подшипникларда айланади. Червяк ғилдирагини монтаж қилиш корпусдаги беркитилган тешик орқали бажарилади. Червяк ғилдирагининг червякка нисбатан жойланишини ростлаш (илашмани ростлаш) қистирма 6 ва 7 орқали амалга оширилади.

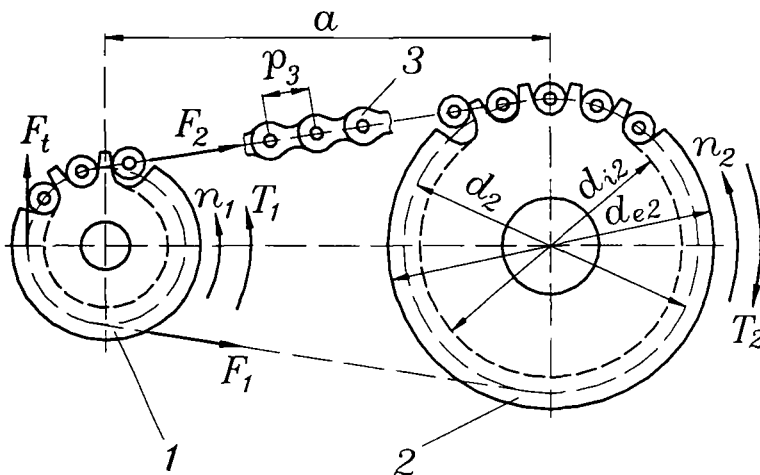
6.4-§. Назорат саволлари

1. Нима учун авиация редукторларининг конуссимон ғилдираклари оғма тарзда жойлаштирилмайди?
2. Нима учун червякли редукторларнинг корпуси қовурғали қилиб ясалади?
3. Вал-шестерня нима?
4. Тишли ғилдиракларнинг тузилиши қандай?

7- боб. Занжирли узатма

7.1-§. Занжирли узатма турлари ва тузилиши

Занжирли узатма махсус тузилишдаги иккита тишли ғилдирак (юлдузча) ва унга кийдирилган чексиз эгилувчан занжирдан иборат (7.1-расм). Етоқловчи 1 ва етақланувчи 2 юлдузча ва занжир 3 ўзаро боғланиб, узатмани ҳосил қилади. Узатма ҳаракати занжирнинг юлдузча тишларига илашишига асосланган.



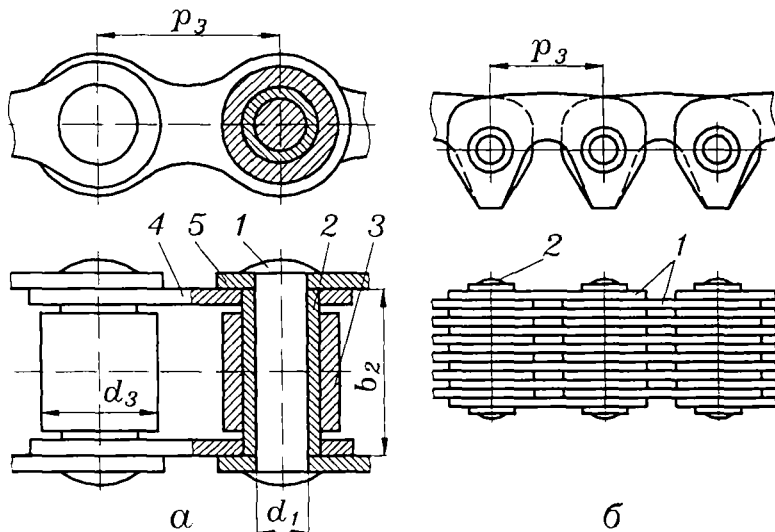
7.1-расм.

Бундай узатмалар занжирнинг турига қараб втулка, втулка-роликли, роликли, тишли ва бошқаларга бўлинади. 7.2-расмда кенг микёсда ишлатиладиган занжир турлари кўрсатилган.

Втулка-роликли занжир (7.2-а расм) ташқи звено 5 га прессланиб ўрнатилган валик 1 ички звено 4 га пресслаб жойлаштирилган втулка 2 ва втулкага унинг атрофида бемалол айланадиган қилиб, кийдирилган ролик 3 дан тузилган. Втулка ва ролик яъни ташқи ва ички звено бир-бирига нисбатан бемалол айланиши мумкин. Роликнинг тишига текканда айланиб кетиши сирпаниб ишқаланишни думалаб ишқаланишга айлантиради. Бу ҳол тишларнинг ейилишини сусайтиради ва узатма ишини яхшилади.

Айланма тезлик 20 м/с гача бўлганда втулка-роликли занжир ишлатилади. Бир қаторлидан ташқари икки, уч ва тўрт қаторли занжирлар тайёрланади.

Втулкали занжирни тузилиши втулка-роликлига ўхшаш бўлади, фақат унда ролик бўлмайди. Занжир ва юлдузчанинг ейилиши ортади, аммо унинг хажми ва қиймати камаяди.



7.2-расм.

Тишли занжир (7.2-б расм) икки учида тишга ўхшаган чизиклари бўлган пластинкалар мажмуидан иборат. Юлдузчанинг тишлари пластинка чизиклари орасида жойлашган ҳолда илашишда бўлиб тортиш қобиляти анча катта бўлади, тишли занжирлар втулка роликлига нисбатан етарли даражада раво ва шовкинсиз ишлайди. Тишли занжирли узатмалар нисбатан катта 35 м/с гача айланма тезликда ишлай олади, лекин уларни тайёрлаш ва йиғишда юқори аниклик талаб этилади.

Бундай узатманинг камчиликларига қуйидагиларни киритиш мумкин: занжир айрим-айрим бикрлиги катта бўлган звенолардан иборат бўлиб, юлдузча айланаси бўйича жойлашмай, балки кўп бурчак ташкил қилади, натижада шарнирларда ейилиш ҳосил бўлади, шовкин билан ишлай бошлайди, қўшимча зарбли юкланиш ҳосил бўлади. Занжирли узатмалар марказлараро масофа нисбат катта бўлганда ҳаракатни бир етакловчи валдан бир неча етакланувчига валларга тишли узатмаларда бажариш мураккаб эмас, тасмада эса етарли даражада ишончли натижа бермайди. Занжирли узатмалар химия, транспорт машинасозлигида, станоксозликда, қишлоқ хўжалик машинасозлигида, тоғ ишлари мосламаларида ва юк кўтариш – ташиш машиналарида ишлатилади.

Бу ерда фақат втулка-роликли узатмани кўриб чиқамиз, сабаби бу узатма энг кўп қўлланиладиган узатмадир.

7.2-§. Втулка-роликли узатманинг геометрик, кинематик ва куч параметрлари

Втулка-роликли занжир ва юлдузча тишлари ўлчамлари стандартлаштирилган (ГОСТ 13568-81). Занжирнинг қадами p_3 ва ролик диаметри d_3 (7.2-расм) асосий ўлчамлари бўлиб ҳисобланади. 7.1-жадвалда стандарт қийматларнинг айримлари кўрсатилган.

7.1-жадвал

| | | | | | | |
|---------------------------|---|-------|------|--------|-------|-------|
| Занжир қадами p_3 , мм | 8 | 9,525 | 12,7 | 15,875 | 19,05 | 25,4 |
| Ролик диаметри d_3 , мм | 5 | 6,35 | 7,75 | 10,16 | 11,91 | 15,88 |

Узатманинг геометрик параметрлари шу асосий ўлчамлар билан боғланган.

Юлдузчанинг бўлувчи диаметри:

$$d = \frac{p_3}{\sin \frac{180}{z}} \quad (7.1)$$

Юлдузчанинг ташки диаметри:

$$d_e = p_3 \left(K + K_z - \frac{0,31}{\lambda} \right), \quad (7.2)$$

бунда: $K = 0,7$ – тиш баландлиги коэффиценти;

K_z – тишлар сони коэффиценти: $K_z = \text{ctg} (180/z)$;

λ – илашманинг геометрик тавсифи: $\lambda = p_3/d_3$.

Юлдузчанинг ички диаметри:

$$d_i = d - (d_3 - 0,175\sqrt{d}). \quad (7.3)$$

Марказлараро масофа:

$$a = 0,25 p_3 \left\{ I_p - 0,5(z_2 + z_1) + \sqrt{[I_p - 0,5(z_2 + z_1)]^2 - 8 \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right\}, \quad (7.4)$$

бунда I_p – занжир звенолар сони.

Узатиш сони юлдузча айланишлар частотаси ва занжир тезлиги узатманинг кинематикаси ҳисобланади.

Занжирли узатмани узатишлар сони:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \quad (7.5)$$

Узатишлар сони u нинг қиймати 5 гача. u катта қийматга эга бўлганда бир поғонали узатмани ишлатиш, габарит ўлчамларни қиймати катталашган сабаби

максадга мувофик бўлмайди. Занжирни тезлиги юлдузча бўлувчи диаметрининг айланма тезлигига тенг бўлади:

$$v = \frac{n z p_3}{60 \cdot 10^3} \text{ (м/с)}. \quad (7.6)$$

Занжир тезлиги ва юлдузча айланма частотаси ейилишга, шовкин чикишига ва юритмада динамик юкланишни ҳосил бўлишига сабаб бўлади. Секинюрар ва ўрта тезлик (15 м/с) бўлганда ва етакчи юлдузчанинг айланиш частотаси 500 айл/мин кенг микёсда қўлланилади. Занжирли узатманинг куч параметрларига буровчи момент T (7.1-расм), айланма куч F_t , занжирнинг етакловчи тармоқдаги F_t тортиш кучлари киради. 7.1-расмда занжирнинг юқори тармоғи етакловчи, қуйи (пастки)си эса етакланувчи ҳисобланади. Бундан ташқари узатмага қуйидаги кучлар таъсир қилади: юлдузчада жойлашган занжир бўлақларидаги марказдан қочма куч, етакловчи тармоқ занжирнинг оғирлик кучи (бу куч занжирни силликликка олиб келади) ва занжирни дастлабки таранглик кучи. Бу кучларнинг қиймати айланма кучга караганда кам бўлганлиги учун ҳисоблашда инobatга олмаслик мумкин. Етакловчи, етакланувчи тармоқлардаги тортиш кучи ва айлана куч орасида қуйидаги муносабат мавжуд:

$$F_t = F_1 - F_2.$$

Етакловчи тармоқни тортиш кучи дастлабки таранглик ва занжирни силликлигига боғлиқ бўлиб, қиймати аксинча кам бўлиб, айлана кучга нисбатан (3 ÷ 4) % ни ташкил қилади. Амалий ҳисоблашда қуйидагича қабул қилиш мумкин:

$$F_1 = F_t; \quad F_2 = 0$$

7.3-§. Ишлаш қобилиятининг мезонлари ва мустаҳкамликка ҳисоблаш

Ишлаш қобилиятининг мезонлари ва ҳисоби.

Занжирли узатма ишлаш жараёнида, втулка ва валик орасида ҳосил бўладиган қўндаланг кучнинг мавжудлигидан занжир звеноларида бир-бирига нисбатан бурилиш ҳосил бўлади. Шунинг учун занжирли узатманинг ишлаш қобилияти ва ҳисоблаш занжир шарнирларидаги босимга асосланади.

Бир қаторли занжир учун мустаҳкамлик шарт:

$$p = \frac{F_t K_3}{d_1 b_2} \leq [p], \quad (7.7)$$

бу ерда: p – занжир шарниридаги ҳисобий босим, МПа;

F_t – юлдузчадаги айланма куч, Н;

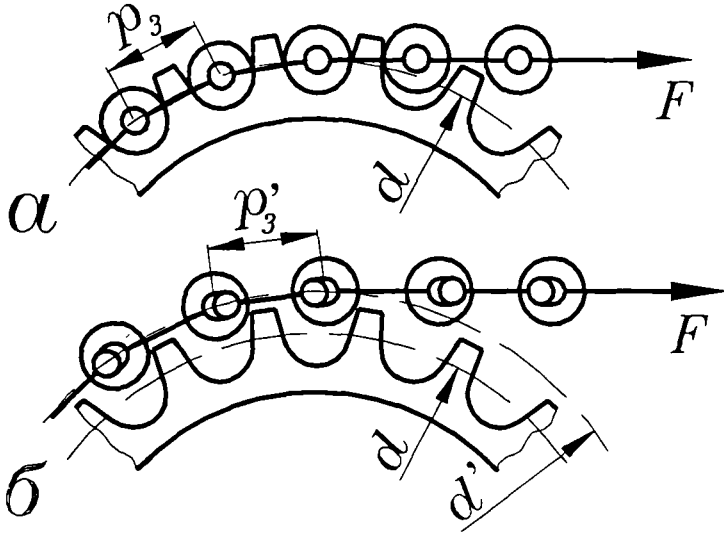
K_3 – ишлаш шароитини ҳисобга олувчи коэффицент (қуйидагига қаралсин);

d_1 – валик диаметри 7.2-а расм), мм;

b_2 – втулка узунлиги (7.2-а расм), мм;

$[p]$ – шарнирдаги рухсат этилган босими, МПа.

Занжирли узатманинг ишлаш қобилияти йўқолишини қуйдагича тушунтириш мумкин: ҳали ейилиб улгурмаган узатмада занжир қадами бўлувчи айланадаги юлдузча тишлар қадамига тенг бўлиб, занжир роликлари юлдузча тишлари орасида жойлашган бўлади (7.3-а расм).



7.3-расм.

Занжир шарнири ейилиб бориши билан уни қадами катталлашиб ($p'_3 > p_3$ 7.3-б расмда) боради, натижада занжир бўлувчи диаметр бўйича эмас, балки катта диаметр бўйича илашади. ($d' > d$ 7.3-б расмда). Занжир шарнирларининг ейилиши ортиши билан, занжирларнинг юлдузча тишлари билан илашишдан чиқиб кетиш хавфи туғилади. Мулоҳаза шуни кўрсатадики, илашишнинг йўқолиши, яъни занжирнинг юлдузча тишларидан тушиб кетиш ёки тушиб кетмаслиги, юлдузча тишларининг сонига боғлиқдир. Демак, юлдузча тишларининг сони қанчалик кўп бўлса, занжир шарнирлари кам ейилади. Илашишдан чиқиб кетиш хавфи бўлмайди. Шуларни ҳисобга олган ҳолда ва ўтказилган тажрибаларга асосан, втулка-роликли узатманинг етакловчи юлдузчасининг оптимал тишлар сони қуйдагича аниқланади:

$$z_1 = 29 - 2u. \quad (7.8)$$

Бунда, занжирнинг максимал ишлаш муддати, мустаҳкамлиги ва илашишдан чиқиб кетиш хавфи йўқлиги ҳисобга олинган. Топилган қиймат тоқ сонга қадар яхлитлаб олинади, юлдузчанинг битта тиши ҳар доим занжирнинг ҳар хил звенолари билан контактда бўлади. Бундай ҳол ейилишни бир текисда боришига имкон беради).

Лойихалаш ҳисоби.

Лойихалаш ҳисобидан мақсад, берилган қийматлар, узатишлар сони, узатиб берувчи қувват ва етакловчи юлдузча айланишлар частотасига қараб занжир қадами ва узатманинг геометрик ўлчамлари (юлдузча тишлар сони, уларнинг диаметр ва марказлараро масофаси) аниқланади. Одатда, мустаҳкамлик шарти бўйича фақат занжир қадами аниқланади, бошқа параметрлар эса геометрик ўлчамларни аниқлаш формуласи ва тавсиялар ёрдамида топилади.

Лойихалаш ҳисоби формуласи бир қаторли занжир мустаҳкамлик шарти (7.7) дан келтирилиб чиқарилади. Буни шарнир рухсат этган босим бўйича, айланма куч F_t га нисбатан ечамиз, шу билан бирга стандарт втулка-роликли занжир ҳағолари қатга эмаслигини ҳисобга олиб, $d_1 b_2 = 0,28 p_3^2$ деб [10] қабул қилиш мумкин:

$$\frac{0,28 p_3^2 [p]}{K_3} = F_t \quad (7.9)$$

Бошқа томондан:

$$F_t = \frac{P}{v} \quad (7.10)$$

бу ерда: P – узатувчи қувват, Вт:

$$P = T_l \omega_l = T_l \frac{\pi n_l}{30} \quad (7.11)$$

бунда: T_l – етакловчи юлдузчадаги айлантирувчи момент, Нм;

ω_l ва n_l – етакловчи юлдузчанинг бурчак тезлиги ва айланишлар частотаси.

v – айланма тезлик, м/с.

(7.6) ва (7.11) ни (7.10)га, кейин (7.10) ни (7.9)га, қўйиб қуйидаги ифодани оламыз:

$$\frac{0,28 p_3^2 [p]}{K_3} = \frac{2 \cdot 10^3 T \pi}{z p_3}.$$

$\pi = 3,14$ деб қабул қилиб ва бу тенгсизликни p_3 га нисбатан ечиб қуйидагини олиш мумкин:

$$p_3 = 283 \sqrt[3]{\frac{T_l K_3}{z_l [p]}} \text{ (мм)}. \quad (7.12)$$

Эксплуатация коэффициенти:

$$K_3 = K_D K_a K_H K_C K_P,$$

бунда: K_D – динамик юкланиш коэффициенти:

- бир текис юкланишда – $K_D = 1$;

- ўзгарувчан юкланишда – $K_D = 1,3$;

K_a – марказлараро масофани ростлаш коэффициенти:

- ҳаракатланувчи таянч – $K_a = 1$;

- босувчи юлдузча – $K_a = 0,8$;

- ростланмайдиган – $K_a = 1,25$;

K_H – марказ чизикнинг текисликка нисбатан киялик коэффициенти:

- 60° гача – $K_H = 1$;

- 60° дан катта – $K_H = 1,25$;

K_C – мойлаш коэффициенти:

- мойли ваннада – $K_C = 0,8$;

- томдириб мойлаш – $K_C = 1$;

- вақти-вақти билан мойлаш – $K_C = 1,5$;

K_P – ишлаш тартибини билдирувчи коэффициент:

- бир сменали иш – $K_P = 1$;

- икки сменали иш – $K_P = 1,25$;

- уч сменали иш – $K_P = 1,5$.

Шарнирлардаги рухсат этилган босим махсус тажрибалар асосида изланишлар натижасида олинган (7.2-жадвал).

7.2-жадвал

| Занжир қадами P_3 , мм | Шарнирлардаги рухсат этилган босим [р] МПа, кичкина юлдузча айланишлар частотаси, n_1 , айл/мин бўлганда | | | | |
|-----------------------------|--|------|------|------|------|
| | ≤ 50 | 200 | 600 | 1000 | 1600 |
| ≤ 15,875 | 35 | 31,5 | 26 | 22,5 | 18,5 |
| 19,05+25,4 | 35 | 30 | 23,5 | 19 | 15 |
| 31,75+38,1 | 35 | 29 | 21 | 16,5 | |
| 44,45+50,8 | 35 | 26 | 15 | | |

(7.12) формула билан аниқланган натижага қараб стандарт занжирнинг энг яқин катталашган қадами қабул қилинади. Агарда ҳисоблаб топилган қадам стандарт қийматидан катта бўлса, ёки бу қадам конструктив хусусияти бўйича юқори бўлса, кўп қаторли занжир қўлланилади.

7.4-§. Узатмани геометрик, кинематик ва мустаҳкамликка ҳисоблаш йўллари

Дастлабки қийматлар.

1. Етакловчи юлдузчани буровчи моменти T_1 , Нм.

2. Узатмани узатишлар сони i .

3. Етакловчи юлдузчанинг айланишлар частотаси.

4. Ишлаш шароити.

Ечим.

1. Етакловчи юлдузчанинг тишлар сони z_1 (7.8). қиймати бутун сонга яхлитланади.

2. Етакланувчи юлдузчанинг z_2 (7.5) тишлар сони энг яқин тоқ сонгача яхлитланади. Занжир чиқиб кетишидан холи бўлиши учун: $z_2 \leq 120$.

3. Узатишлар сонининг ҳақиқий қийматини ҳисоблаш: $u = z_2/z_1$.

4. Занжир қадамини ҳисоблаш (7.12) ҳисоблаб топилган қиймат бўйича ГОСТ13568-81 га мослаштирилган қадам танланади (катталашган қиймати).

5. Марказлараро масофа аниқланади. Назарий томондан марказлараро масофа қанчалик катта бўлса, ишлаш муддати шунчалик узаяди, чунки занжир узунлиги узаяди ва бир вақт оралигида занжирнинг сакраш сони камаяди, бу деган сўз ҳар бир занжир шарнирининг нисбатан бурилиш сони ҳам камаяди. Амалиётда қабул қилиш камаяди:

$$a = (30 \div 50) p_3 \quad (7.13)$$

6. Занжир звенолар сонини аниқлаш:

$$l_p = \frac{2a}{p_3} + \frac{z_2 + z_1}{2} + \frac{p_3}{a} \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \quad (7.14)$$

Аниқланган қиймат бутун жуфт сонгача яхлитланади. Маълумки, занжир жуфт звенолардан ташкил топган – ички ва ташқи, агарда занжир звенолари сони ток бўлса, у ҳолда махсус бириктирувчи звено ишлатишга тўғри келади.

7. Ҳақиқий марказлараро масофа (7.4). Бу қийматлар яхлитланмайди, чунки юкланмаган занжир тармоғини (етақланувчи) силлиқлиги кам бўлса, узатма яхши ишлайди, шунинг учун ҳисобий марказлараро масофани бир озгина камайтириш тавсия этилади. Монтаж вақтида марказлараро масофа куйидагича бўлади:

$$a_m = 0,995 a. \quad (7.15)$$

8. Занжир узунлиги:

$$l = l_p p_3. \quad (7.16)$$

9. Юлдузча диаметри (7.1), (7.2), (7.3).

Занжир узунлиги шарнирларнинг ейилиши сари ортиб боради, шунинг учун занжирли узатма тузилмасида, занжирни таранглаш учун ишлатиладиган махсус мослама бўлиши керак. Одатда бу валларни бирорта таянчини суриш билан ёки махсус тарангловчи юлдузча мосламаси орқали бажарилади.

7.5-§. Занжирли узатмага доир масала

Равон юкланган горизонтал бошқарилмайдиган втулка-роликли узатма куйидагиларга асосан мустаҳкамликка ҳисоблансин. Занжир вақти-вақти билан мойланиб, бир сменада ишлайди.

Етакчи юлдузчадаги қувват: $P_1 = 7,5$ кВт.

Етакчи юлдузчанинг айланишлари частотаси: $n_1 = 460$ айл/мин.

Етақланувчи юлдузчанинг айланишлари частотаси: $n_2 = 200$ айл/мин.

Ечиш.

1. Узатиш сони:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{460}{200} = 2,3$$

2. Етакчи юлдузча тишларининг сони (7.8):

$$z_1 = 29 - 2u = 29 - 2 \cdot 2,3 = 24,4$$

Топилган киймат бутун тоқ сонга яхлитланади: $z_1 = 25$.

3. Етакланувчи юлдузча тишларининг сони (7.5):

$$z_2 = z_1 u = 25 \cdot 2,3 = 57,5.$$

Топилган киймат бутун тоқ сонга яхлитланади: $z_2 = 57$.

4. Ҳақиқий узатиш сони:

$$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{57}{25} = 2,28.$$

5. Етакчи юлдузчаги буровчи момент:

$$T_1 = \frac{30000 \cdot P_1}{\pi \cdot n_1} = \frac{30000 \cdot 7,5}{3,14 \cdot 460} = 155,77 \text{ Нм.}$$

6. Эксплуатация коэффициенти:

K_d – динамик юкланиш коэффициенти; равон юкланишда $K_d = 1$.

K_a – марказлараро масофани бошқариш коэффициенти; бошқарилмайдиган марказлараро масофа учун $K_a = 1,25$.

K_H – узатманинг горизонтга қиялик бурчаги коэффициенти; горизонтал узатма учун $K_H = 1$.

K_C – мойлаш коэффициенти; вақти-вақти билан мойлашда $K_C = 1,5$.

K_p – иш режими коэффициенти; бир сменали ишда $K_p = 1$.

$$K_{\Sigma} = K_d K_a K_H K_C K_p = 1 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 = 1,875.$$

7. Занжир шарнирларидаги рухсат этилган босим 7.2-жадвалдан танланади. Чунки занжир қадами номальтум, у ҳолда қўшимча кийматни қуйидагича аниқлаймиз. Интерполяция усули билан қадамнинг турли киймати учун рухсат этилган босим топилади ($n_1 = 400$ айл/мин учун): $[p] = (20 \div 28)$ МПа. Ўртача киймат қабул қилинади $[p] = 24$ МПа.

5. Занжир қадами (7.12):

$$p_3 = 28 \sqrt[3]{\frac{T_1 K_{\Sigma}}{z_1 [p]}} = 28 \sqrt[3]{\frac{155,77 \cdot 1,875}{25 \cdot 24}} = 22,33 \text{ мм}$$

6. ГОСТ 13568-81 бўйича (7.1-жадвал) занжир танланади; унинг қадами $p_3 = 25,4$ мм, ролик диаметри $d_3 = 15,88$ мм. 7.2-жадвалга биноан занжир шарниридаги рухсат этилган босим танланган занжирдагидан қўп. Шунинг учун, текширув (7.7) формула бўйича олинган натижа кониқарли.

7. Дастлабки марказларо масофа (7.13):

$$a = 40 p_3 = 40 \cdot 25,4 = 1016 \text{ мм.}$$

8. Занжир звенолар сони (7.14):

$$l_p = \frac{2a}{p_3} + \frac{z_2 + z_1}{2} + \frac{p_3}{a} \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 =$$

$$= \frac{2 \cdot 1016}{25,4} + \frac{57 + 25}{2} + \frac{25,4}{1016} \left(\frac{57 - 25}{2 \cdot 3,14} \right)^2 = 121,65.$$

Бутун жуфт сонга яллитланади $l_p = 122$.

9. Ҳақиқий марказларо масофа (7.4):

$$\begin{aligned} a &= 0,25 p_3 \left\{ l_p - 0,5(z_2 + z_1) + \right. \\ &+ \left. \sqrt{[l_p - 0,5(z_2 + z_1)]^2 - 8 \left(\frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right\} = \\ &= 0,25 \cdot 25,4 \left\{ 122 - 0,5(57 + 25) + \right. \\ &+ \left. \sqrt{[122 - 0,5(57 + 25)]^2 - 8 \left(\frac{57 - 25}{2 \cdot 3,14} \right)^2} \right\} = 1020,51. \end{aligned}$$

10. Марказларо масофанинг узатмани йиғишдаги (монтаждаги) қиймати (7.15):

$$a_m = 0,995 a = 0,995 \cdot 1020,51 = 1015 \text{ мм}$$

8. Занжир узунлиги (7.16):

$$l = l_p p_3 = 122 \cdot 25,4 = 3098,8 \text{ мм}$$

9. Етакчи юлдузчанинг ўлчамлари.

Бўлувчи диаметри (7.1):

$$d_1 = \frac{p_3}{\sin \frac{180}{z_1}} = \frac{25,4}{\sin \frac{180}{25}} = 203,2 \text{ мм}$$

Юлдузчанинг ташки айланаси диаметри махсус (7.2) формула бўйича аниқланади, буниги учун олдин коэффицентлар қиймати топилади.

Тиш баландлиги коэффиценти: $K = 0,7$.

Тишлар сони коэффиценти:

$$K_z = \text{ctg} \frac{180}{z_1} = \text{ctg} \frac{180}{25} = 7,94$$

Илашма геометриясининг характеристикаси:

$$\lambda = \frac{p_3}{d_3} = \frac{25,4}{15,88} = 1,6$$

$$d_{e1} = p_3 \left(K + K_z - \frac{0,31}{\lambda} \right) =$$

$$25,4 \left(0,7 + 7,94 - \frac{0,31}{1,6} \right) = 214,5 \text{ мм}$$

Тиш туби айланаси диаметри (7.3):

$$\begin{aligned} d_{i1} &= d_1 - (d_3 - 0,175\sqrt{d_1}) = \\ &= 203,2 - (15,88 - 0,175\sqrt{203,2}) = 189,82 \text{ мм} \end{aligned}$$

10. Етакланувчи юлдузчанинг ўлчамлари.

Бўлувчи диаметри (7.1):

$$d_2 = \frac{p_3}{\sin \frac{180}{z_2}} = \frac{25,4}{\sin \frac{180}{57}} = 461,82 \text{ мм}$$

Юлдузчанинг ташки айланаси диаметри махсус (7.2) формула бўйича аниқланади, бунинг учун олдин коэффицентлар қиймати топилади.

$$K = 0,7; \lambda = 1,6.$$

Тишлар сони коэффиценти:

$$K_z = \text{ctg} \frac{180}{z_2} = \text{ctg} \frac{180}{57} = 18,18$$

$$d_{e2} = p_3 \left(K + K_z - \frac{0,31}{\lambda} \right) =$$

$$25,4 \left(0,7 + 18,18 - \frac{0,31}{1,6} \right) = 474,62 \text{ мм}$$

Тиш туби айланаси диаметри (7.3):

$$\begin{aligned} d_{i2} &= d_2 - (d_3 - 0,175\sqrt{d_2}) = \\ &= 461,82 - (15,88 - 0,175\sqrt{461,82}) = 449,7 \text{ мм.} \end{aligned}$$

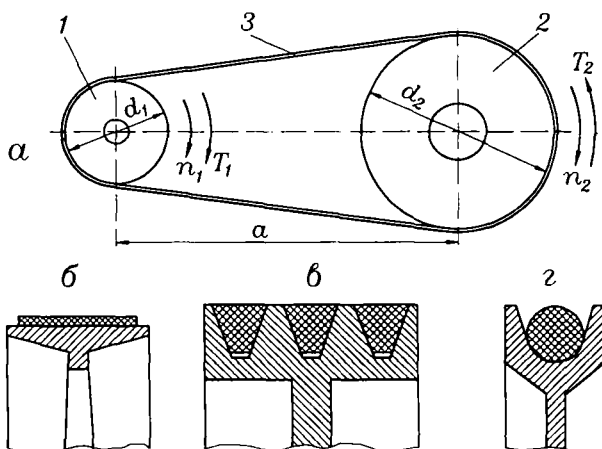
7.7-§. Назорат саволлари

1. Втулка-роликли занжир билан втулкали занжир тузилишининг орасидаги фарқ нимада?
2. Занжир шарнирининг ейилишига сабаб нима?
3. Қандай занжирнинг умри узоқ – узун занжир, калта занжир ва нимага?
4. Втулка-роликли занжир шарнирининг ейилиши нимага олиб келади?
5. Нима учун юлдузча тишлар сони тоқ, занжир звенолар сони жуфт қилиб олиш тавсияланади?
6. Занжир етакловчи ва етакланувчи тармоқларининг тортиш кучи нимага тенг?
7. Нима учун юлдузчанинг максимал тишлар сони чегараланган?

8 - боб. Тасмали узатмалар

8.1-§. Тасмали узатмаларнинг турлари ва қўлланиш соҳаси

Тасмали узатманинг шакли 8.1-а расмда кўрсатилган. Бу икки шкивлар орасидаги узатма: кириш (етақловчи) 1 ва чиқиш (етақланувчи) 2 резиналанган тасма билан қамраб туради. Занжирли узатма сингари тасмали узатмалар ҳам салқилик билан боғланган узатмалар туркумига киради. Лекин, занжирли узатмадан фарқи шуки узатмада ҳаракат юлдузча тишлари билан занжир звенолари орасида илашиш ҳисобига бўлса, тасмали узатмаларда эса ҳаракат тасма билан шкив орасида ҳосил бўладиган ишқаланиш кучи орқали амалга оширилади. Ишқаланиш кучи қиймати тасма таранглиги ҳолатига қараб белгиланади.



8.1-расм.

Тасмалар қўндаланг кесимининг шаклига нисбатан ясси тасмали (8.1-б расм), понасимон тасмали (8.1в-расм) ва доирасимон тасмали (8.1-г раем) бўлиши мумкин. Тасмали узатмаларнинг тишли ва занжирли узатмаларга нисбатан, афзалликлари қуйидагилардан иборат.

1. Шовқинсиз ва раvon ишлайди (илашиш билан ишлайдиган узатмаларда эса, ҳаракат динамик юкланиш таъсирида ишлайди, натижада шовқин чиқади).

2. Катта тезликда ишлаш қобилиятига эга (илашиш билан ишлайдиган узатмаларда бундай ҳолни учратиш қийин).

3. Юкланиш қиймати тўсатдан ортиб, зарб билан ишлай бошласа, машинанинг асосий қисмларини синиб кетишдан саклайди, чунки юкланиш ошиб, тебраниш кўпайса, тасма (эластиклик хусусияти туфайли) шкивда сирпана бошлайди.

4. Юритмада звенолар етарли даражада бикрликка эга бўлмаслиги машиналарни тебраниш зонасига кирмасдан, жуда кам микдорда динамик юкланиш билан ишлашига имкон беради.

5. Оддий тузилган иш жараёнида назорат қилиш қийинлик туғдирмайди (узатмани мойлаш талаб қилинмайди), унча қиммат турмайди.

Тасмали узатманинг камчиликлари:

1. Илашиш ҳисобига ишлайдиган узатмага нисбатан габарит ўлчамларининг катталиги (масалан, узатиб берувчи қувват узатмалар учун бир хил бўлганда, тасмали узатмани шкиви тишли узатмага нисбатан тахминан 5 марта катта бўлади).

2. Юкланиш натижасида тасманинг сирпаниши узатманинг кинематик аниқлигини йўққа чиқаради.

3. Вал ва таянчга тушадиган куч нисбатан катта, тасманинг дастлабки таранглик куч таъсирида тасмали узатмада тишли узатмага нисбатан икки уч марта юкланиш катта бўлиб кетади.

4. Тасманинг ишлаш муддати кам: (1÷5) минг соат.

Афзаллик ва камчиликларини ҳисобга олган ҳолда, тасмали узатмалар машина юритмаларининг куч билан ишлайдиган механизмларида ишлатилади. Ўзаро уйғун ҳолда тишли узатмалар билан бирга тасмали узатмалар ҳам ишлатилади. Бунда тасмали узатма механизмнинг тез юрар қисмга жойлаштирилади, одатда тасмали узатма катта тезлик билан ишлаб, катта юкланишдан озод бўлади (кўпинча етакловчи шкив двигател валига ўтказилади). Одатда, тасмали узатмалар қуввати 50 кВт гача бўлган механизмда валнинг бирдан иккинчисига узатишда ишлатилади. Тасмали узатмалардан автомобилсозликда, станоксозликда, кишлок хўжалик машиналарида кенг қўламда фойдаланилади. Ҳозирги вақтда машинасозликда понасимон тасмали узатмалар кўп ишлатилади, доира шаклидаги тасмали узатмалар кам қувватли мосламаларда, асбоблар ва хизмат кўрсатиш техникаларида фойдаланилади. Шунинг учун понасимон тасмали узатмани чуқурроқ ўрганиб чиқамиз, лекин ҳисоблашда оддий тузилмага эга бўлган ясси тасмали узатмани асос қилиб оламиз, назарий жиҳатдан ҳисоблаш асослари ҳамма тасмали узатмалар учун ҳар хил бўлади.

8.2-§. Тасмали узатмаларнинг мустаҳкамликка ҳисоблаш асослари ва ишлаш лаёқати

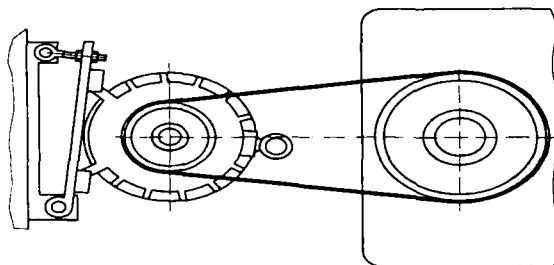
Юқорида айтиб ўтилганидек, тасмали узатмадаги юкланиш етакловчи шкивдан етакланувчи шкивга етарли даражада тарангликка эга бўлган тасма орқали, тасма билан шкив орасида ҳосил бўладиган ишқаланиш кучи ҳобиға узатилади. Юқори юкланишда узатма ишлаш лаёқатини сақлаб қолиш қолмаслиги асосан тасма билан шкивнинг ишончли туташганига боғлиқдир. Агар тасма билан шкив орасидаги ишқаланиш кучи етарли даражада бўлса, узатма ишончли бўлиб ишлаш лаёқатини сақлаб қолади, акс ҳолда тасма шкивда сирпанади, демак, узатма ишлаш лаёқатини йўқотади, бу юкланиш

ортикча бўлади. Вақт ўтиши билан узатма ишлаш лаёқатини йўқотиши мумкин, бунга асосий сабаб тасманинг чарчаши натижасида узилиб кетиши ёки тасма сиртларини ишдан чиқишидир.

Юқоридагиларни ҳисобга олган ҳолда шундай хулосага келиш мумкин: тасмали узатманинг ишлаш лаёқатини белгиловчи мезон- бу узатмани тортиш қобилияти ва тасмани хизмат қилиш вақти (умри); тасмали узатманинг тортиш қобилияти- бу юкланиш жойида жилмай қолмасдан, узатиб беришидир.

Тасма билан шкив оралиғида ишқаланиш кучи ҳосил бўлиши учун тасмада дастлабки таранглик кучи бўлиши керак, бунинг учун ҳисобий марказлараро масофани узайтириш лозим (8.1-а расм), бу махсус мосламалар билан амалга оширилади, шулардан биттаси 8.2-расмда кўрсатилган. Марказлараро масофани узайтириш узатма турига ва тавсия этилган тасманинг дастлабки кучланишларига боғлиқ.

Шунга ўхшаш мосламаларда тасма узунлашгани сари (чўзилиш натижасида) тасма таранглигини ҳар доим бир меъёрда сақлаб туриш лозим. Шу билан бир қаторда тарангликни сақлаб туриш учун, автоматик усуллар, электродвигател оғирлик кучи, пружина кучи билан ёки бошқа шунга ўхшаш воситалар ишлатилади [6].



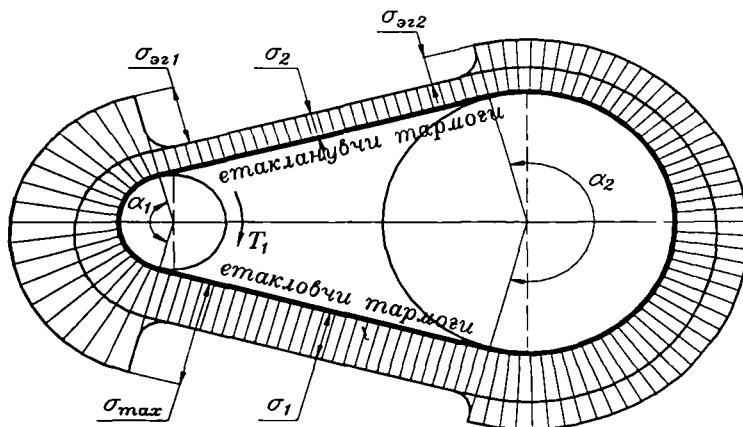
8.2-расм.

Тасманинг дастлабки таранглигини унда чўзилиш кучланиш σ_0 келтириб чиқаради, бундан ташқари, шкив билан қопланган бўлағида тасма эгилади. Натижада эгилиш бўйича кучланиш $\sigma_{\text{ЭГ}}$ ҳосил бўлади.

Узатма ишлайётган вақтда (юкланган ёки юкланмаган ҳолда) бу икки кучланишга янги кучланиш қўшилади. Бу марказдан қочма кучдан ҳосил бўлган кучланиш σ_v ; α_1 ва α_2 қамров бурчаги орасида (8.3-расм) тасманинг ҳар бир элементиغا элементар қочма куч таъсир қилади. Бу кучлар таъсирида тасмада қўшимча таранглик ҳосил бўлиб, тасманинг бутун узунлик кесимида қўшимча кучланиш ҳосил бўлади.

Узатма юкланиш билан ишлаганда, шкив билан тасма орасида ишқаланиш кучи пайдо бўлади, яъни тасманинг ҳар бир қамров бурчаги оралиғидаги элементга ишқаланиш кучи таъсир қилади. Одатда, етакловчи шкив контакт сиртларида бу кучлар тасма ҳаракатланувчи томонга қараб йўналиб, етакланувчи шкив контакт чизикларида эса қарама – қарши томонга йўналган бўлади. Бу шунга олиб келадикки, тасманинг етакловчи тармоғида қўшимча кучланиш чўзилишдан ҳосил бўлади, етакланувчи тармоқда кучланиш

шу кийматгача камаяди. Икки кучланишлар йиғиндиси фойдали (тортиш) кучланиш σ_T хисобланиб, узатилаётган буровчи моментга асосан ифодаланади. Узатма юкланиш билан ишлаганда кучланишларнинг эпюраси 8.3-расмда кўрсатилган.



8.3-расм.

Юқорида айтилганига асосланиб, тасмани етакловчи тармоғидаги кучланиш:

$$\sigma_1 = \sigma_0 + \sigma_V + \frac{\sigma_T}{2}.$$

Тасманинг етакланувчи тармоғидаги кучланиш:

$$\sigma_2 = \sigma_0 + \sigma_V - \frac{\sigma_T}{2}.$$

Тасманинг етакловчи тармоғи кичик шкивга чиқиш қисмида максимал кучланиш ҳосил бўлади:

$$\sigma_{max} = \sigma_0 + \sigma_V + \frac{\sigma_T}{2} + \sigma_{эз1}. \quad (8.1)$$

Тасманинг шкивга раван бир меъёрда чиқиши ва ундан сирпаниб тушиши тасмани эластик экани билан тушунтириш мумкин. Шунинг натижасида тасманинг тўғри чизикли бўлагида эгилиш радиуси $\rho =$: дан шкивни эгилувчан радиуси $\rho = d/2$ ўзгаради, (ёки аксинча) фақат бирданига эмас, балки секин аста.

Бошланғич тарангликдан тасмада ҳосил бўлган кучланиш:

$$\sigma_0 = \frac{F_0}{A}; \quad (8.2)$$

бу ерда : F_0 – тасманинг дастлабки таранглик кучи;

А – тасма кўндаланг кесим юзаси.

Тасманинг дастлабки таранглик кучи тасма бўйича йўналган бўлиб, узатмани монтаж қилиш вақтида ҳисобий марказлараро масофани узатишдан ҳосил бўлади. 8.2-расмда кўрсатилган мослама бунга мисол бўлади. Марказлараро масофанинг узайиши процентда берилади, узатма турига ва тасма материалига боғлиқ бўлиб махсус маълумотнома манбаларидан танлаб олинади (понасимон тасмали узатмалар учун пастга қаралсин). Тасманинг дастлабки таранглиги шкив билан тасма оралиғида ишқаланиш кучини ҳосил қилиб, узатмани юкланишда нормал ишлаши учун шароит яратади. Бошланғич кучланиш қиймати қанча катта бўлса, ишқаланиш кучи шунча катта бўлиб, узатманинг тортиш қобилятини оширади. Лекин, амалиётда тасдиқланишича, тасманинг дастлабки таранглик кучланиши σ_0 ортиғи тасманинг ишлаш муддатини нисбатан камайтириб юборади. Шунинг учун, тавсия этилган σ_0 қиймат чегараланган бўлади. Мисол учун понасимон тасмаларда $\sigma_0 \leq 1,5$ МПа га тенг.

Марказдан қочирма кучдан тасмада ҳосил бўлган кучланиш:

$$\sigma_v = \gamma v^2, \quad (8.3)$$

бунда: γ – тасма материали зичлиги;

v – айланма тезликка тенг бўлган тасма тезлиги.

Бу келтириб чиқарилмаган формула. Тасманинг айланма ҳаракатида унинг ҳар бир элементар юзасига элементар марказдан қочма кучга асосланган. Марказдан қочма куч дастлабки таранглик қийматларини сусайтиради, ишқаланиш кучи қийматини камайтириб, узатманинг ишига салбий таъсир кўрсатади. Тажрибалар шуни кўрсатадики, узатманинг тезлиги $v=20$ м/с бўлганда марказдан қочма куч ўз таъсирини кўрсатади, ўртача тезликда ишлатиладиган тасмали узатмалар учун марказдан қочма кучдан ҳосил бўлган кучланиш унчалик таъсир кўрсатмайди.

Фойдали (тортиш) кучланиш:

$$\sigma_T = \frac{F_t}{A} = \frac{2T_1}{d_1 A}, \quad (8.4)$$

бунда: F_t – узатманинг айланма кучи ;

T_1 – етакловчи шкивдаги буровчи момент;

d_1 – етакловчи шкив диаметри.

Эслатамиз, узатма ишлаш жараёнида бу кучланишнинг ярмиси етакловчи тармоқдаги кучланишни кўпайтиради, қолган ярмиси эса тасмани етакланувчи тармоқдаги кучланишни камайтиради. Шундай қилиб етакловчи тармоқ доим таранг бўлиши керак, яъни ундаги кучланиш 0 га тенг бўлиши мумкин эмас, яъни

$$\sigma_T < 2\sigma_0.$$

Эгилишдаги кучланиш:

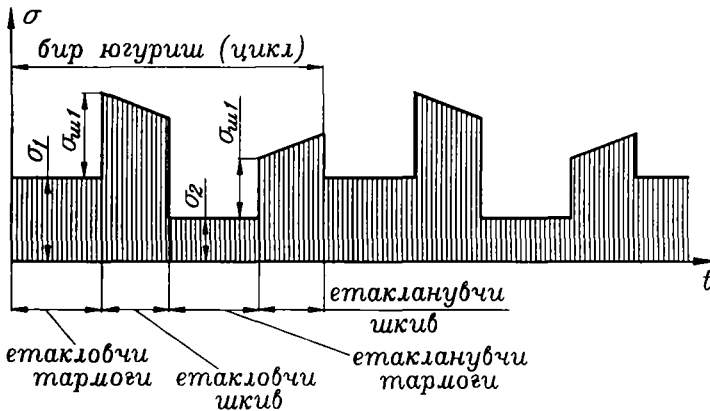
$$\sigma_{\varepsilon 2} = E \frac{\delta}{d}, \quad (8.5)$$

бу ерда: E – тасма материални эластиклик модули (100÷350) МПа;
 δ – тасма қалинлиги;
 d – шкив диаметри.

Формуладан кўриб турибдики, эгилишдаги кучланиш қийматини белгилловчи асосий фактор- тасма қалинлигининг шкив диаметрига нисбати ҳисобланади. Бу нисбат қанчалик кам бўлса, тасманинг эгилишдаги кучланиши ҳам шунчалик кам бўлади. Лекин айрим ҳолларда бу нисбатни камайтиришнинг иложи бўлмайди, чунки бу масала тузилманинг минимал ўлчамларига боғлиқ. Шкив диаметрини камайтиришга ҳаракат қилинса, тасма қалинлигини эса мустаҳкамлик шартига кўра хоҳлаганча камайтириш мумкин эмас. Шунинг учун тасмани эгилишдаги кучланиш қиймати кучланишлар йиғиндисини ташкил қилувчилар орасида кўпинча катта бўлади.

Кўпинча бу кучланиш бошқа кучланишга қараганда бир неча бор катта бўлади ($\delta/d = (0,005 \div 0,04)$ нисбатга), тасманинг эгилишдаги кучланиши ўзгаради: $\sigma_{\varepsilon 2} = (1 \div 8)$ МПа. Амалиётда ясси тасмали узатмани белгиланган вақтдан олдин ишлаш лаёқатини йўқотмаслик учун максимал рухсат этилган қиймат δ/d ясси тасмага чегараланади, понасимон тасмали узатма учун тасманинг ҳар бир турига шкив минимал диаметри чегараланади.

σ_0 ва σ_T га ўхшаб, $\sigma_{\varepsilon 2}$ ортиши узатманинг тортиш қобилиятини орттирмайди, балки тасмани чарчаш даражасига олиб келади. Тасманинг ишлаш муддати фақат кучланишлар қийматига боғлиқ бўлмай, балки кучланиш таъсир этиш характерига ва уларнинг циклар сони ўзгаришига ҳам боғлиқдир (8.4-расм).



8.4-расм.

Кучланиш циклининг частотаси тенг тасмани югуриш (сакраш) частотасига:

$$U = \frac{v}{l}, \quad (8.6)$$

бунда : v – айланма тезлик;

l – тасма узунлиги.

U нинг қиймати қанчалик катта бўлса, тасманинг ишлаш муддати шунча кичик бўлади. Шунинг учун U нинг қийматини маълум катталиқда олиш тавсия этилади. Масалан, ясси тасмалар учун $U \leq (3 \div 5) \text{ с}^{-1}$, понасимон тасмалар учун $U \leq (10 \div 20) \text{ с}^{-1}$.

(8.6) формуладан кўринадики, тасма қанчалик узун бўлса, U шунча кам ва тасманинг ишлаш муддати катта бўлади. Шунинг учун тасманинг минимал узунлиги ва узатманинг марказлараро масофаси чегараланган бўлиши керак. Иш жараёнида тасма қизийди, қизиб кетганда унинг ишлаш қобилияти ва мустаҳкамлиги йўқолади. Бу ҳам узатмани лойиҳалашда ҳисобга олинishi керак. Тажриба шуни кўрсатадики, юқорида тавсия этилганларга риоя қилиб лойиҳаланган узатмаларда тасмаларнинг ўртача чидамлилиги (2000 ÷ 3000) соатдан кўп бўлмайди.

Энди узатманинг тортиш қобилиятига ўтамиз. Маълумки, тасма эгилишидаги кучланиш тортиш қобилиятига таъсир қилмайди, марказдан кочма кучдан ҳосил бўлган кучланиш тортиш қобилиятини камайтириши мумкин, лекин бу кучнинг тортиш қобилиятига таъсири кам бўлгани учун, уни кўп ҳолларда ҳисобга олмаслик мумкин. Узатманинг тортиш қобилиятига таъсир этувчи асосий факторлар тасманинг дастлабки таранглик кучи F_0 ёки дастлабки таранглик кучи, кучланиш σ_0 ва максимал рухсат этилган айланма куч F_t ёки фойдали кучланиш σ_T ҳисобланади. Бу икки фактор бир – бири билан боғланган бўлиб, узатувчи кучнинг ошиши билан тасмани дастлабки таранглик кучи кўпайishi керак. Агар тортиш кучланиши билан тасманинг дастлабки таранглик кучланиш орасидаги мослаштиришлар бузилса, у ҳолда узатмада тўла сирпаниш бўлиши мумкин. Бу муаммо Эйлер томонидан ҳал қилинган:

$$\sigma_T < 2\sigma_0 \frac{e^{f\alpha} - 1}{e^{f\alpha} + 1}, \quad (8.7)$$

бу ерда: e – натурал логарифм асоси;

f – тасма ва шкив орасидаги ишқаланиш коэффиценти;

α – шкивнинг камров бурчаги.

Шундай қилиб, тортиш қобилияти бўйича аниқланган кучланишни (8.1) формулага қўйсақ, қуйидагига эга бўламиз:

$$\sigma_{max} \leq [\sigma]_p = \frac{\sigma_e}{n}, \quad (8.8)$$

бу ерда : $[\sigma]_p$ – тасма чўзилишининг рухсат этилган кучланиши;

σ_e – чўзилиш бўйича мустаҳкамлик чегараси;

n – мустаҳкамлик эҳтиёт коэффиценти.

Одатда, мустаҳкамлик эҳтиёти, коэффициент эластиклик модули, ишқаланиш коэффициентлари ва бошқа кийматларнинг аниқлик даражаси етарли бўлмагани учун, тасма мустаҳкамлиги унинг тортиш қобилиятини белгилай олмайди. Тасмани мустаҳкамликка ҳисоблашдаги хатоликлар амалиётда тасма юкланишини етарли даражада бўлмаслигига ёки хаддан ташқари юкланишга, яъни сирпанишга олиб келади. Шунинг учун тасмадаги кучланишларни аниқлаш ва ҳисоблаш усуллари аниқ бир натижа бермаганлигидан бу усул ишлатилмайди. Ҳар хил шароитда ишлайдиган тасмали узатмаларнинг тортиш қобилияти замонавий ҳисоблашга асосланиб тажрибадан олинган маълумотларга боғлиқдир. Амалиёт шуни кўрсатадики, тортиш қобилияти бўйича тўғри ҳисобланган тасма, одатда, статик мустаҳкамлик шартини бажаради. Тажрибадан олинган маълумотлар ҳар хил юкланишда ишлайдиган тасмали узатманинг тасма ва шкив орасидаги сирпанишини изланишига асосланган.

8.3-§. Тасмали узатмалар сирпаниши ва ФИК

Тасмали узатмаларда эластик сирпаниш ва эластик бўлмаган сирпаниш, яъни тўла сирпаниш содир бўлади. Эластик сирпаниш тасмага тушган юкланишдан ҳосил бўлади, натижада тасма чўзилади, тасманинг шкив билан контактда бўлган айрим бўлақлари шкив сиртига нисбатан ҳаракат қилади. Шунинг учун етакловчи ва етакланувчи шкивларнинг айланма тезликлари тенг бўлмайди ($v_2 < v_1$):

$$v_2 = (1 - \varepsilon) v_1, \quad (8.9)$$

бу ерда: ε – сирпаниш коэффициентлари.

Иш жараёнидаги юкланишда $\varepsilon = 0,01 \div 0,02$ бўлади. Бу тасмали узатманинг кинематик аниқлигини йўқолишига олиб келади. Тасмага ўта юкланиш тушувидан эластик бўлмаган сирпаниш, яъни тўла сирпаниш содир бўлади, натижада узатма ишлаш қобилиятини йўқотади. Узатманинг самарадорлиги ёки ФИК узатиб берилаётган ва йўқолаётган қувватлар миқдорига боғлиқдир. Тасманинг шкивга нисбатан сирпаниши ва тасма ички сиртларини ишқаланиши (эгилиш деформация) қувватини йўқолишига сабаб бўлади. Тасма сирпаниш вақтида энергия йўқолиши эса юкланишга боғлиқ, масалан, узатма юкланмаган ҳолда сирпаниш бўлмайди. Тасманинг эгилиши билан боғлиқ бўлган деформация натижасида йўқолган энергия узатиб берувчи юклага боғлиқ бўлмайди.

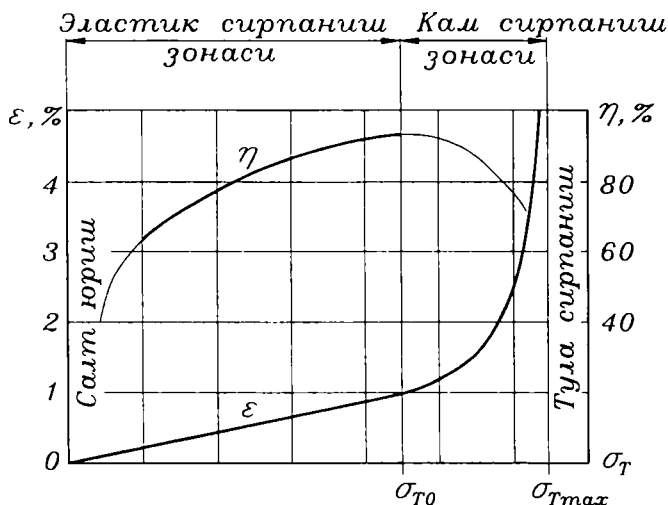
Шундан хулоса қилиш мумкинки, тўла юкланмаган узатманинг самарадорлиги ва унинг ФИК кичикдир. Юкланиши ҳисобга қарин бўлганда, ФИК ўртача киймати ясси тасмали узатмалар учун:

$\eta \approx 0,97$, понасимон тасмали узатмалар учун: $\eta \approx 0,96$.

Тажриба йўли билан турли тасма ва материаллар учун олинган сирпаниш ва ФИК ҳамда тасманинг фойдали кучланиши орасидаги муносабат ФИК ва сирпаниш эгри чизиклари асосида баҳоланиши мисол тариқасида 8.5-расмда кўрсатилган.

Сирпаниш эгри чизигининг бошланғич кисмида (0 дан σ_{T0} гача) эластик сирпаниш юз беради. Чунки тасма эластик деформацияси Гук қонунига асосланиб, тўғри чизикка яқин бўлади. Юқланишни ўта ортиши секин-аста кам сирпанишдан тўла сирпанишга олиб келади.

σ_{T0} дан σ_{Tmax} гача зоналарда ҳам эластик сирпаниш, ҳам тўла сирпаниш бўлади. Иш бажариш учун зарур бўлган юқланиш критик қийматига яқин жойда, яъни σ_{T0} нинг чап томонида бўлиши керак. Бу критик қийматда ФИК максимал қийматга эга бўлади. Кам сирпаниш зонасида узатма тўла юқланишда ишлаши қиска вақт оралиғида бўлиши керак, чунки бу зонада ФИК камайиб кетади, сирпаниш тезлашади, тасма эса тез ейила бошлайди.



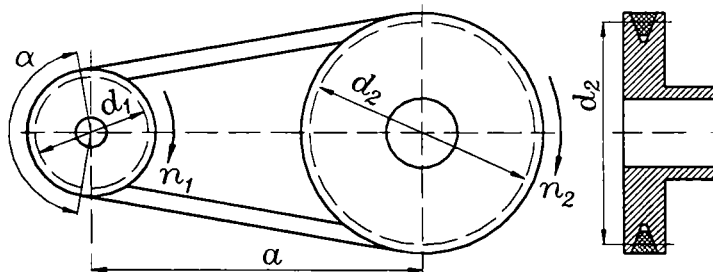
8.5-расм.

Критик кучланишнинг σ_{T0} қиймати турли узатмалар учун уларни параметрлари ва ишлаш шароити махсус маълумотномаларда келтирилган бўлиб, тасмали узатмаларни замонавий ҳисоблаш усулларига асос бўлади.

8.4-§. Понасимон тасмали узатмалар. Понасимон тасма турлари ва ўлчамлари

Понасимон тасмали узатмалар машинасозликда кенг қўлланилади, шунинг учун у билан батафсил танишиб чиқамиз. Бу узатма 8.6-расмда кўрсатилган.

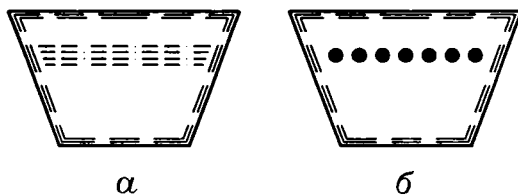
Понасимон тасмали узатма юқори ишқаланиш ҳисобига ясси тасмали узатмага нисбатан тортиш қобилияти каттадир. Тасманинг шакли понасимон бўлгани шкив билан туташувини тахминан



8.6-расм.

3 марта кўпайтиради. Шкив ариқчаларининг бурчак профили тасманинг бурчак профилига мос келиши керак, унинг ўлчамлари стандартлаштирилган. Шунини ҳисобга олиш керакки, тасма қўндаланг кесимининг шакли эгилишда ўзгаради: тортилиш зонасида унинг эни камайди, сикилиш зонасида эса кенгайди. Шкив диаметри қанчалик кичик бўлса, бу ҳолат кўпроқ сезиларли бўлади. У ҳолат шкивларнинг тузилишини яратишда ҳисобга олиниши лозим. Шкив диаметри қанчалик кичик бўлса, тасма тагидаги ариқчанинг профил бурчаги шунча кичик бўлиши керак.

Понасимон тасмалар узлуксиз қилиб тайёрланади. Понасимон резиналанган тасма ГОСТ1284-80 бўйича 2 хилда бўлади: кордгазмали ва кордчийратма ипли (8.7-расм).

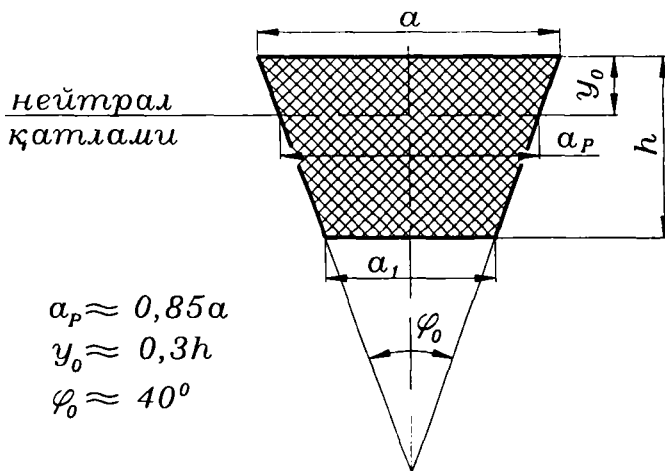


8.7-расм.

Кордгазмали тасмада (8.7-а расм) юкланиш бир неча қатламдан иборат бўлган ип газламали корд қатламлари орқали узатиб берилади. Кордчийратма иплида эса (8.7-б расм) сунъий толалардан иборат бўлган қалин кордди боғичлар орқали узатилади. Корд нейтрал чизиқнинг зонасида жойлашган бўлади. Унинг юқорисида (чўзилиш зонаси) ва пастиди (сикилиш зонаси) резиналанган ёстиқча жойлашган. Тасма ташқи томони резиналанган газлама билан ўралган бўлади. Кордгазмали тасма кенг қўламда ишлатилади, кордчийратма ипли тасма эса оғир шароитда ишланадиган жойларда ишлатилади.

Тасманинг қўндаланг кесими ва унинг узунлиги стандартлаштирилган (8.8-расм) (ГОСТ 1284-82). Понасимон тасманинг ўлчамларига нисбатан 7 тури

ишлаб чиқилган: 0, А, Б, В, Г, Д, Е. Тасма сиртини ички томонда тури ва узунлиги кўрсатилган.



8.8-расм.

8.1-жадвалда тасманинг ҳамма кесими бўйича асосий ўлчамлари ва номинал узунлиги келтирилган.

8.1-жадвал

| Тасман инг кесими | Тасма кесимининг ўлчам-лари | | Тасманинг номинал узунлиги, l мм | Шкивнинг минимал диаметри, d_{\min} , мм |
|-------------------------|-----------------------------------|-------|-------------------------------------|---|
| | a, мм | h, мм | | |
| 0 | 10 | 6 | 500; 530; 560; 600 ... 2500 | 63 |
| А | 13 | 8 | 500; 530; 560; 600 ... 4000 | 90 |
| Б | 17 | 10,5 | 630; 670; 710; 750 ... 6300 | 125 |
| В | 22 | 13,5 | 1800; 1900; 2000 ... 9000 | 200 |
| Г | 32 | 19 | 3150; 3350; 3550 ... 11200 | 315 |
| Д | 38 | 23,5 | 4500; 4750; 5000 ... 14000 | 500 |
| Е | 50 | 30 | 6300; 6700; 7100 ... 14000 | 800 |

Тасманинг ички узунлиги унинг номинал узунлиги ҳисобланади. Тасманинг ҳисобий узунлиги унинг нейтрал қатлами бўйича ўтади. 8.8- расмда кўрсатилишича, тасманинг нейтрал қатламидаги ҳисобий эни a_0 , унинг ташқи томонидан y_0 қийматга орқада қолади. Шунинг учун тасманинг ҳисобий узунлиги бўйича стандарт, нормадан огиши ўлчовдош бўлгани учун, муҳандислик ҳисоблашларида, тасманинг номинал узунлиги ишлатилади.

Таъкидлаш лозимки, жадвалда кўрсатилган қийматлардан ташқари, стандартда турли тасмалар учун a_0 ва y_0 нинг номинал қиймати келтирилган (8.8-расмда, мослаштириш мақсадида, тахминий қийматлар берилган).

Жадвалда шунингдек, турли тасмалар учун шкивнинг минимал диаметри келтирилган бўлиб, тасманинг ишлаш муддатини узайтириш мақсадида эгувчи кучланишни чегаралаш учун тавсия этилади.

8.5-§. Понасимон тасмали узатманинг геометрик ва кинематик параметрлари

Тасма эгилган вақтда унинг нейтрал қатлампдан ўтувчи айлана диаметри, шкив диаметрларининг ҳисобий ўлчами ҳисобланади (8.6-расм). Сирпаниш коэффициентини ҳисобга олганда, узатманинг узатишлар сони қуйдагича аниқланади:

$$u = (1 - \varepsilon) \frac{d_2}{d_1}, \quad (8.10)$$

бунда: $\varepsilon = (0,01 \div 0,02)$ – сирпаниш коэффициентини.

Сирпаниш коэффициентининг қиймати кичик бўлгани учун амалий ҳисобларда уни эътиборга олмас ҳам бўлади.

Понасимон тасмали узатмаларнинг узатиш сони $1 \leq u \leq 7$ оралиқда бўлади.

Шкив диаметрларининг ҳисобий қиймати маълум бўлганда, узатманинг асосий ўлчамлари кичик шкивнинг қамров бурчаги α (8.6-расм), тасма узунлиги l ва марказлараро масофа a ҳисобланади. Тасманинг салқилиги ва таранглиги мавжуд бўлганлиги учун бу параметрлар аниқ қийматга эга бўлмаганлиги сабабли, тахминий усул қўлланилади. Қамров бурчаги $\alpha \geq 120$ юқорида кўрсатилган узатишлар сони оралиғига мос келади. Кичик шкивнинг қамров бурчаги:

$$\alpha = 180 - 60 \frac{d_2 - d_1}{a} \text{ град.} \quad (8.11)$$

Тасма узунлиги:

$$l = 2a + \frac{\pi}{2} (d_2 + d_1) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}, \text{ мм.} \quad (8.12)$$

Марказлараро масофа:

$$a = \frac{\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 8 \Delta^2}}{4}, \text{ мм} \quad (8.13)$$

бунда: $\lambda = l - \frac{\pi}{2} (d_2 + d_1)$; $\Delta = \frac{l}{2} (d_2 - d_1)$

Тасманинг дастлабки таранглик кучини ҳосил қилиш учун марказлараро масофа ҳисобий қийматини катталаштириб олиш керак. Узатманинг тортиш қобилиятини таъминлаш учун, дастлабки тарангликдан ҳосил бўлган, тасмадаги кучланишни 1,5 МПа га етказиш керак. Шунинг учун тажрибага биноан, марказлараро масофа кордиплар учун 0,25% га, кордгазмали тасмалар учун 0,6% га оширилиши лозим.

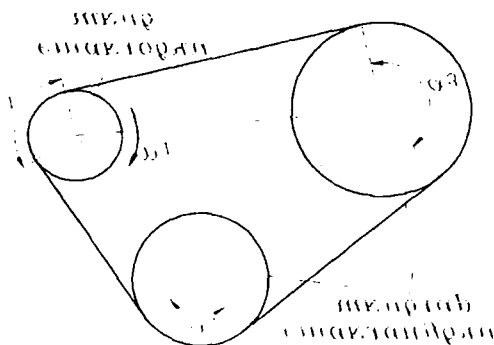
Узатма ишлаш вақтида тасма таранглигини таъминлаб туриш учун, уни доим махсус тарангловчи мосламалар ёрдамида тортиб турилади.

Лекин, тузилма шартига кўра марказлараро масофа муайян ҳолатда маҳкамлаб қўйилган бўлса у ҳолда тасма таранглигини таъминлаб туриш учун махсус роликлар ишлатилади. Роликлар узатманинг ташқи ёки ички томонига ўрнатилиши мумкин. Биринчи ҳолда, тасманинг қайтиш вақтидаги эгилиши, тасманинг ишлаш муддатини сезиларли камайтириб юборади. Шунинг учун тарангловчи ролик узатманинг ички томонига ўрнатилиши тавсия этилади.

Понасимон тасманинг шкив билан яхши ёпишуви айрим ҳолатларда камров бурчагини 70° га қадар камайтиришга имкон беради. Бундай ҳоллар понасимон тасмали узатмани лойиҳалашда марказлараро масофани камайтириб, узатишлар сонини оширишга ва ҳаракатни бир етакловчи шкивдан бир нечта етакланувчига узатиб беришга имкон бўлади (8.9-расм).

Понасимон тасмали узатманинг шкиви тасмалар сонига қараб бир арикчали ва кўп арикчали бўлади (8.10-расм). Бу расмда кўп арикчали ғилдирак тўғинининг кесими кўрсатилган: c , e , t , s ва ϕ ўлчамлар стандартлашган бўлиб, чизикли ўлчамлари тасма турига қараб танлаб олинади, арикча профилнинг бурчаги шкивнинг ҳисобий диаметрига ҳам боғлиқ бўлади. Шкив диаметри d қанчалик кичик бўлса, арикча профил бурчаги ҳам шунча кичик бўлади ($\phi = (34 \div 40)^\circ$).

Ташқи цилиндр арикча эни: $b = a_p + 2etg\frac{\phi}{2}$.



8.9-расм.

Шкивнинг ташки диаметри:

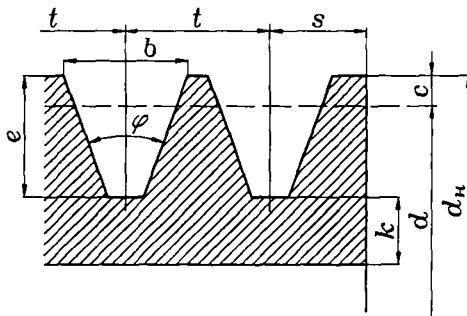
$$d_n = d + 2c.$$

Тасвирланишича: $b \approx a$, $c \approx y_0$ (8.8-расм).

Шкив эни:

$$B = (z - 1)t + 2s,$$

бунда z – комплектдаги тасмалар сони.



8.10-расм.

Тўғиннинг энг кичик қалинлиги k ни (8.10-расм) тавсияга асосан 8.2-жадвалдан танлаб олиш мумкин.

8.2-жадвал

| Тасманинг кесими | 0 | А | Б | В | Г | Д |
|------------------|-----|---|-----|----|----|----|
| k_{\min} , мм | 5,5 | 6 | 7,5 | 10 | 12 | 15 |

8.6-§. Понасимон тасмали узатмани ҳисоблаш усули

Турли ўлчамдаги стандарт понасимон тасмлар сонининг чегаралиниши тавсия қилинган шкивнинг минимал диаметри ва узатишлар сонининг қийматлари тажриба усулида ҳар бир тасма учун, рухсат этилган юқланишни ва узатманинг тортиш қобилиятини аниқлашга имкон бериб, ҳисоблаши эса, стандарт усулида турларини ва сонини танлашга олиб келади.

Дастлабки қийматлар.

1. Узатиш қуввати P , кВт.
2. Етақловчи шкивнинг айланишлар сони n_1 , айл/мин.
3. Узатишлар сони u .
4. Узатманинг ишлаш шароити.

Аниқлаш талаб этилади.

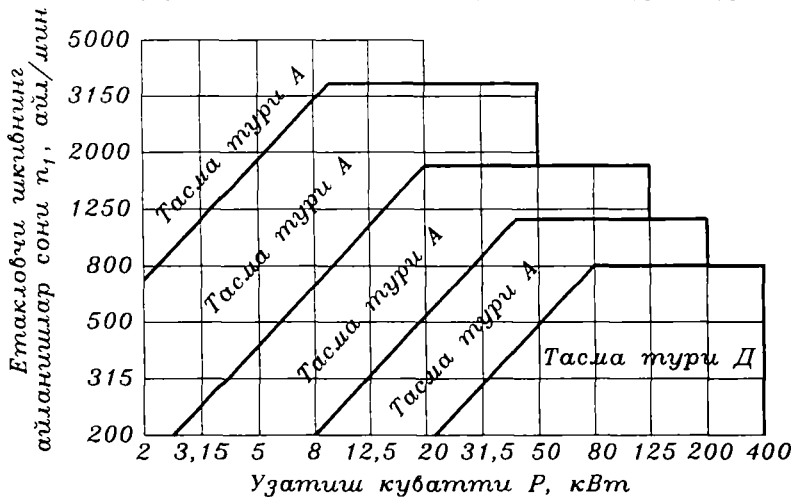
1. Тасма тури (кесими).
2. Тасма узунлиги.
3. Комплектадаги тасмалар сони.
4. Шкив диаметрлари.

5. Марказлараро масофа.

Ечиш.

1. Тасманинг турини (кесимини) график бўйича танланади (8.11- расмда).

Демак, бунинг учун графикдан кичик шкив айланишлар частотаси ва узатиш куввати қийматларига мос келган горизонтал ва вертикал 2 тўғри чизик ўтказилади. Бу тўғри чизикларнинг кесишган нуқтаси тасма турини кўрсатади.



10.6-расм.

2.8.1-жадвални ҳисобга олганда кичик шкивнинг диаметри: $d_1 = d_{min}$

3. Катта ўқивнинг ҳисобий диаметри:

$$d_2 = d_1 u.$$

4. 8.3-жадвал бўйича марказлараро масофа тахминан аниқланади.

8.3-жадвал

| u | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----|----------|----------|-------|-----------|----------|-----------|
| a | $1,5d_2$ | $1,2d_2$ | D_2 | $0,95d_2$ | $0,9d_2$ | $0,85d_2$ |

5. Тасма узунлиги (8.12) формула бўйича топилади. Аниқланган қиймат стандарт бўйича (энг яқин каттаси) тасма узунлигини топишга имкон беради.

6. Марказлараро масофа аниқлаштирилади (8.13).

7. Тасма таранглигини амалга ошириш учун марказлараро масофани монтаж қийматини ҳисобига нисбатан ошириш.

- кордчийратма ипли:

$$a_M = a + 0,0025 a,$$

- кордгазламали:

$$a_M = a + 0,006 a.$$

8. Комплектдаги тасмалар сони аниқланади:

$$z = \frac{P}{P_p C_z}$$

бунда: P_p – битта тасма орқали узатиловчи ҳисобий қувват;

C_z – комплектдаги тасмалар сони коэффициентини.

Битта тасма орқали узатиловчи ҳисобий қувват:

$$P_p = P_0 \frac{C_\alpha C_a}{C_p},$$

бунда: P_0 – битта тасмага рухсат этилган номинал қувват. Бу қувват ГОСТ1284.3-80 бўйича жадвалдан топилади. Шулардан биттаси 8.4-жадвалда кўрсатилган.

C_α – камров бурчаги коэффициентини (8.5-жадвал).

C_a – тасманинг узунлик коэффициентини; стандарт жадвалдан танланади. Шулардан биттаси 8.6-жадвал да кўрсатилган.

C_p – ишлаш тартибини ҳисобга олувчи коэффициент (8.7-жадвал).

Комплектдаги тасмалар сонининг коэффициентини C_z 8.8-жадвалдан танлаб олинади.

8.4-жадвал

| Тасманинг кесими ва узунлиги | d_1 | u | Битта тасмага рухсат этилган номинал қувват P_0 , кВт, кичик шкивнинг айланишлар частотаси, n_1 , айл/мин | | | | | | | |
|------------------------------|-------|-----|---|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | 400 | 800 | 950 | 1200 | 1450 | 2200 | 2400 | 2800 |
| Б 2240 | 180 | 1,5 | 1,76 | 3,11 | 3,56 | 4,25 | 4,85 | 6,1 | 6,27 | 6,36 |
| | | /3 | 1,81 | 3,21 | 3,67 | 4,38 | 5,01 | 6,29 | 6,47 | 6,56 |
| | 224 | 1,5 | 2,4 | 4,27 | 4,89 | 5,81 | 6,6 | 8 | 8,08 | |
| | | /3 | 2,47 | 4,4 | 5,04 | 6 | 6,81 | 8,25 | 8,31 | |

8.5-жадвал

| α , град | 180 | 170 | 160 | 150 | 140 | 130 | 120 |
|-----------------|-----|------|------|------|------|------|------|
| C_α | 1 | 0,98 | 0,95 | 0,92 | 0,89 | 0,86 | 0,82 |

8.6-жадвал

| Тасманинг узунлиги | Тасманинг узунлик коэффициентини C_a тасма турига нисбатан. | | | | | | |
|--------------------|---|------|------|---|---|---|--|
| | 0 | А | Б | Г | Д | Е | |
| 500 | 0,81 | | | | | | |
| 560 | 0,82 | 0,79 | | | | | |
| 630 | 0,84 | 0,81 | | | | | |
| 710 | 0,86 | 0,83 | | | | | |
| 800 | 0,9 | 0,85 | | | | | |
| 900 | 0,92 | 0,87 | 0,82 | | | | |
| 1000 | 0,94 | 0,89 | 0,84 | | | | |

Умуман олганда, тасмалар сони ортиши билан узатманинг ишлаши ёмонлашади, чунки, ҳамма қаторлардаги тасмаларга ҳам бир хил юкланиш тушавермайди. Натижада кўшимча сирпаниш, ейилиш ва қувват микдори йўқолади. Шунинг учун комплекта тасмалар сонини 6 дан оширмаслик тавсия этилади.

8.7-жадвал

| Ишлаш тартиби | Иш тартибининг коэффициенти C_p иш сменага нисбатан | | |
|-------------------------------------|--|----------|----------|
| | 1- смена | 2- смена | 3- смена |
| Енгил (тинч юкланиш) | 1,1 | 1,3 | 1,5 |
| Ўртача (урта миёна юкланиш) | 1,2 | 1,4 | 1,6 |
| Оғир (юкланишга нисбатан тебраниши) | 1,3 | 1,5 | 1,8 |
| Ўта оғир (зарбли юкланиш) | 1,5 | 1,6 | 1,9 |

8.8-жадвал

| | | | |
|-------|------|---------|------|
| z | 2; 3 | 4; 5; 6 | > 6 |
| C_z | 0,95 | 0,9 | 0,85 |

8.7-§. Ҳисобнинг мисоли

Куйида берилганларга асосан кордгазмали понасимон тасмали узатманинг ўлчамлари аниқлансин.

Узатилаётган қувват $P = 11$ кВт.

Етакчи (кичик) шкивнинг айланиш частотаси

$n_1 = 1420$ айл/мин.

Узатиш сони $u = 3$.

Ишлаш режими ўртача, бир сменали.

Ечиш.

1. 8.11-расмдаги график бўйича берилган қувват ва айланишлар частотасига биноан тасманинг Б тури тавсия этилади.

2. Б турдаги тасма учун кичик шкивнинг диаметри стандарт бўйича $d_1 = 125$ мм қилиб тайинланади (8.1-жадвал).

3. Катта шкивнинг ҳисобий диаметри:

$$d_2 = d_1 u = 125 \cdot 3 = 375 \text{ мм}$$

4. Дастлабки марказлараро масофа (8.3-жадвал): $a = d_2 = 375$ мм.

5. Тасма узунлиги (8.12):

$$l = 2a + \frac{\pi}{2}(d_2 + d_1) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}$$

$$= 2 \cdot 375 + \frac{3,14}{2} (375 + 125) + \frac{(375 - 125)^2}{4 \cdot 375} = 1576,67 \text{ мм}$$

Стандартдан топилган узунликка якин узунликнинг каттаси қабул қилинади $l = 1600$ мм.

6. Аниқланган марказлараро масофа аналитик формула (8.13) бўйича аниқланади, бунинг учун қуйидаги қийматлар топилади:

$$\lambda = l - \frac{\pi}{2} (d_2 + d_1) = 1600 - \frac{3,14}{2} (375 + 125) = 815$$

$$\Delta = \frac{1}{2} (d_2 - d_1) = \frac{1}{2} (375 - 125) = 125$$

$$a = \frac{\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 8\Delta^2}}{4} = \frac{815 + \sqrt{815^2 - 8 \cdot 125^2}}{4} = 387,33 \text{ мм}$$

7. Марказлараро масофанинг узатмани йигишдаги (монтаждаги) қиймати:

$$a_M = a + 0,006a = 387,33 + 0,006 \cdot 387,33 = 385 \text{ мм}$$

8. Комплектдаги тасмалар сонини аниқлаш эмпирик формула бўйича бажарилади. Унинг учун олдиндан қуйидаги параметрлар аниқланади.

Битта тасма узатаётган номинал қувват ГОСТ 1284.3-80 бўйича жадвалдан тасманинг тури, узунлиги, узатиш сонига ва кичик шкив диаметрига боғлиқ равишда топилади (бундай топишдан битта қўриниш 9.5-жадвал [6] да кўрсатилган). $P_0 = 4,25$ кВт.

Узатма кичик шкивининг камров бурчаги (8.11):

$$\alpha = 180 - 60 \frac{d_2 - d_1}{a} = 180 - 60 \frac{375 - 125}{385} = 141^\circ.$$

Қамров бурчаги коэффиценти (8.5 жадвал) $C_\alpha = 0,89$.

Тасма узунлиги коэффиценти стандарт жадвалдан олинади; $C_a = 0,94$ [4].

Иш режимини коэффиценти (8.7-жадвал) $C_p = 1,2$.

Битта тасма узатадиган ҳисобий қувват:

$$P_p = P_0 \frac{C_\alpha C_a}{C_p} = 4,25 \frac{0,89 \cdot 0,94}{1,2} = 2,96 \text{ кВт.}$$

Тасмалар сони коэффиценти C_z ни 8.8-жадвалдан ҳисобий қувват P_0 га асосланган ҳолда топилади: $C_z = 0,9$.

Комплектдаги тасмалар сони:

$$z = \frac{P}{P_p C_z} = \frac{11}{2,96 \cdot 0,9} \approx 4.$$

8.8-§. Назорат саволлари

1. Тасмали узатмада ҳаракат узатиб бериш нимага асосланган?
2. Тасмали узатманинг турларини айтинг.
3. Тасмали узатманинг ҳисоблаш ва ишлаш лаёқатини белгиловчи омиллари қандай?
4. Тасмали узатманинг тортиш қобилияти нима?
5. Тасманинг чарчаши натижасида емирилишига сабаб нима?
6. Тасмали узатманинг тортиш қобилияти нималарга боғлиқ?
7. Тасмали узатмада эластик сирпаниш ҳолатига тушунча беринг.
8. Тўла сирпаниш нима?
9. Кам юкланган тасмали узатманинг ФИК кичиклигини қандай тушунтириш мумкин?
10. Понасимон тасмали узатманинг ясси тасмали узатмага нисбатан афзаллиги нимада?
11. Понасимон тасмаларнинг турлари ва хилларини орасидаги фарқ нимада?
12. Понасимон тасманинг номинал узунлиги қайси ердан ўлчанади?
13. Понасимон тасманинг ҳисобий узунлиги нима?
14. Понасимон тасмали узатма шкивининг ҳисобий диаметри нима?
15. Понасимон тасмали узатма шкивининг ариқча профил бурчаги қандай ўлчанади ва бу нима билан боғлиқ?
16. Тарангловчи роликли узатма қандай ҳолларда ишлатилади?
17. Тарангловчи роликни қандай жойга ўрнатиш яхши – узатманинг ички томонигами ёки ташқи томонигами ва нимага?

II ҚИСМ. ПОДШИПНИКЛАР, ВАЛЛАР, ҶҚЛАР ВА МУФТАЛАР

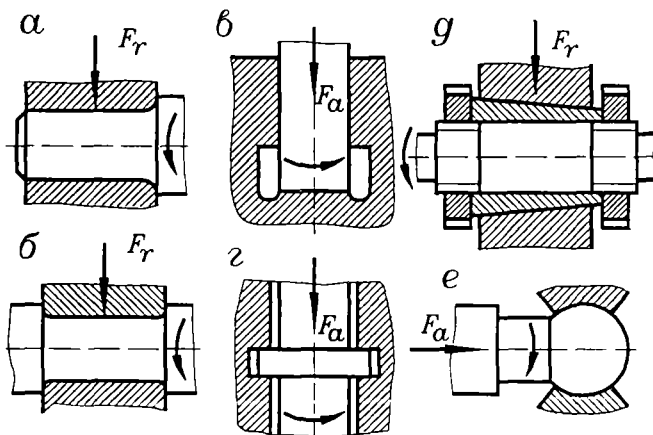
9- боб. Сирпаниш подшипниклари

9.1-§. Умумий маълумотлар

Подшипниклар вал ва айланадиган Ҷқлар учун таянч вази­фасини ўтайдн. Машинанинг ишлаш қобилияти ва чидамлилиги под­шипникларнинг сифатига кўп жиҳатдан боғлиқ. Тўғри ҳисобланган ва тузилиши жиҳатдан аниқ бўлган под­шипниклар берилган юк­ламаларни қабул қилиши ва ишқаланишга сарфланадиган қувватни иложи бори­ча камай­тириши зарур. Ишқаланишнинг турига қараб, под­шипниклар сирпаниш под­шипниклари билан думалаш под­шипникларига бўлинади.

Юкланишни қабул қилишга қараб – радиал, радиал юкланишни қабул қилади, тиракли Ҷқ бўйлаб йўналган юкланишни қабул қилади ва радиал-ти­ракли, бир вақтда радиал ва Ҷқ бўйлаб йўналган юкланишни қабул қилади.

Вал ва Ҷқларнинг таянчларга мўлжалланган қисми цапфа дейилади. Цап­фаларнинг шакли цилиндрсимон, конуссимон, золдирсимон бўлиши мум­кин (9.1-расм). Бу таянчлар вал ёки унинг и­чида жойлашган бўлиб, радиал юкланишни F_r (9.1-а расм) узатиб берса, шип дейилади. Бўйин – цапфа бўлиб, вални ўртасида жойлашиб радиал юкланишни узатиб беради (9.1-б расм). Бир қатор радиал под­шипниклар айрим ҳолларда катта бўлмаган Ҷқ бўйлаб йўналган юкланишларни ҳам қабул қилиши мум­кин. Бунинг учун вал поғонали қилиб, под­шипник қирралари эса тўмтоқ қилиб тайёрланиши лозим.



9.1-расм.

Агар вал ёки ўқнинг цапфаси уларнинг узунлигига тик текисликда жойлашган бўлса, бундай цапфа товон дейилади, подшипник эса – товон таги дейилади. Товон валнинг тагида (9.1-в расм) ёки ўртасида (9.1-г расм) Товон таги радиал подшипниклар билан жуфт бўлиб ишлайди (9.1-в раем).

Конуссимон подшипниклар (9.1-д расм) валнинг марказий ҳолати аниқлигини сақлаб туриш учун ва подшипниклар ейилиши натижасида ҳосил бўлган бўшлиқни йўқотиш ҳолларда ишлатилади. Бунинг учун валга конуссимон втулка ўрнатилиб, унинг ҳолати гайка ёрдамида растлаб турилади.

Валлар ўз ўқларига нисбатан мувозанатни йўқотган ҳолларда золдрсимон подшипниклар (9.1-е расм) ишлатилади. Улар ўзини-ўзи тўғрилаш хусусиятига эга бўлиб, асосан, шарнир тарикасида стерженли механизмларда қўлланилади.

Умуман олганда, сирпаниш подшипникларининг ҳозирги замон машинасозлигида ишлатилиши сўнги йилларда сезиларли даражада камайди, чунки улар ўрнига бир катор афзалклари бўлган думалаш подшипниклари ишлатила бошланди. Лекин сирпаниш подшипникларида куйидаги устунликлар бўлгани учун айрим ҳолларда улардан фойдаланиш маъқул кўрилади.

1. Ажраладиган килиб тайёрлангани учун, уни валнинг исталган қисмига ўрнатиш мумкин. Бу ҳол тирсақли валлар учун қўл келади.

2. Юқори тезликда ишлайдиган подшипниклар ($v \geq 30$ м/с). Юқори айланма тезликда думалаш подшипникларни ишлатилиши амалий ҳолда мутлақо мумкин эмас. Чунки юқори тезликда шовқин чиқади, тебраниш ҳосил бўлади ва ишлаш муддати камайди.

3. Машина подшипниклари, валларнинг фазода турли ҳолатларига ўта аниқлик талаб қилганда ва бўшлиқни ростлашда ишлатилади.

4. Алоҳида шароитда ишлайдиган подшипниклар (сув, агрессив муҳит).

5. Арзон секин юрар механизм подшипниклари.

9.2-§. Сирпаниш подшипникларининг ишлаш шароити ва емирилиши

Цапфанинг подшипникда айланишига ишқаланиш кучи қаршилик кўрсатади. Бундай ишқаланиш подшипник ва цапфани киздиради. Бу иссиқлик подшипник корпуси, вал ҳамда мой воситасида ташқарига олиб кетилади. Подшипникларнинг нормал ишлаши учун, ҳосил бўлаётган иссиқлик миқдори мавжуд имкониятлар воситасида олиб кетилаётган иссиқлик миқдоридан ортиқ бўлмаслиги керак. Акс ҳолда, подшипникнинг қизиши руҳсат этилган даражадан ортинб, мойнинг қовушоқлиги камайиб сувоқлиниб кетади, натижада цапфа сиртларининг подшипникда ишлаши ёмонлашиб, ғажиж процесси ҳосил бўлиши мумкин. Бундай ҳоллар ейилишни камайтиради, подшипникнинг ишлаш қобилиятини йўқотади. Шунинг учун, бундай подшипниклар яширилган деб топилади. Подшипникнинг чидамлилиги, асосан, ейилиш даражаси билан белгиланади.

Подшипник нормал ишлаши учун иссиқлик миқдори тавсия этилган ораликда бўлиши керак. Ана шундай ҳоллардагина ейилиш кам содир бўлади. Ейилиш миқдори ошиб кетса, подшипник ва цапфа орасида бўшлиқ пайдо

бўлади, подшипникнинг ишлаши ёмонлашади, тебраниш ҳосил бўлади, товуш чиқа бошлайди. Подшипник ишга яроқсиз бўлиб қолади. Ейилишнинг жадаллашиш даражаси подшипникларнинг ишлаш муддатини белгилаб беради.

9.3-§. Сирпаниш подшипникларининг ишқаланиши, уларни мойлаш

Юқорида айтиб ўтилганидек, подшипникнинг ишлаши албатта ейилишни келтириб чиқаради, ейилиш эса, ишқаланиш деган сўз. Ишқаланиш суръати кизишни, подшипникнинг ейилишини ва уни ФИКни белгилаб беради. Ишқаланишни камайтириш учун сирпаниш подшипниклари мойланиб турилиши лозим. Подшипникнинг ишлаш шароитига қараб ишқаланиш ним суюқликда ёки суюқликда ишқаланиши мумкин. Ишқаланиш тартиби 9.2-расмда кўрсатилган. Суюқликда ишқаланишда ишқаланаётган сиртлар ўзаро қовушоқ мой билан ажралган ҳолда бўлади.

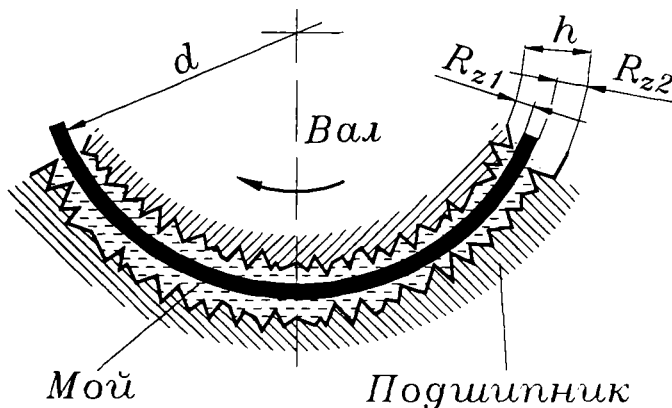
Мой қатламининг қалинлиги h сиртларнинг ишлов беришидан ҳосил бўлган нотексликлар йиғиндисидан катта бўлиши керак:

$$h > R_{z1} + R_{z2}. \quad (9.1)$$

9.2-расмда қалин чизик билан мой қатлами кўрсатилган.

Бу шарт бажарилганида ташқи юкланишнинг мой қатлами қабул қилинади. Натижада иш сиртларининг ейилиш жараёни содир бўлмайди. Сиртлар ўзаро контактда бўлмайди. Ҳаракатга қаршилик кўрсатиш фақатгина қовушоқ мойнинг ички ейилиши билан белгиланади. Суюқлик ишқаланиш коэффициентини $f = 0,001 \div 0,005$ га тенг бўлиб қолади.

Демак, бу қийматлар думалаш подшипникнинг ишқаланиши коэффициентидан кам бўлиши мумкин.

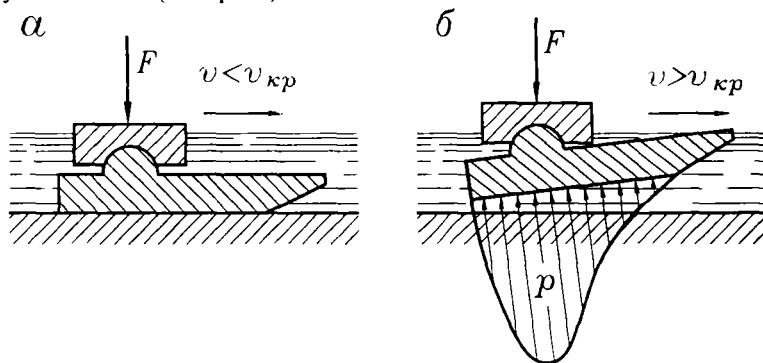


9.2-расм.

Суюкликда ишқаланишни таъминлайдиган шартлардан бирортаси бажарилмай қолганида, подшипник ним суюкликда ишқаланиш билан ишлайди, натижада аралаш ишқаланиш – суюкликда ва чегаравий бўлиб қолиши мумкин. Чегаравий ишқаланишда сирпаниш сиртлари юпка мой қатлами билан ажралган бўлади. Иш жараёнида, бу мой қатлами шунчалик юпка бўладики, босим таъсирида ҳаракатдаги деталлар сирти бир-бирига тегиб қолиши мумкин. У ҳолда сиртларда ейилиш пайдо бўлади. Ним суюкликда ишқаланиш содир бўлганида ишқаланиш коэффиценти мойнинг сифатига ва сирпаниш юзаларининг материалларига ҳам боғлиқ бўлади. Бундай ҳолларда ишқаланиш коэффицентини камайтириш билан ажралган бўлади, $f = 0,01 \div 0,1$ учун антифрикцион материаллар ишлатилади.

Подшипникларнинг қулай шароитда ишлаши учун суюкликда ишқаланиш ҳолатига келтириш зарур, шунинг учун бу сирпаниш подшипникларни ҳисоблаш омилларидан бири ҳисобланади.

Суюкликда ишқаланиш режимига тааллуқли масалаларни ёритиш мойланишнинг гидродинамикавий назариясига асосланган [6], [11]. Бу масалани мукамал ўрганишда умумий тушунчалар ва зарур бўлган ҳулосаларни келтирамиз. Мой билан тўлдирилган муҳитда ясси жисм устма-уст жойлаштирилган бўлиб, ҳаракатланувчи жисм асосига нисбатан тик йўналган F куч таъсир қилади (9.3-расм). Агар ҳаракат тезлиги кичик (9.3-а расм) бўлса, ним суюкликда ишқаланиш ҳосил бўлади, яъни сиртлар юпка қатламга эга бўлган мой билан қопланган бўлади. Тезлиги ошиши билан бу ҳолат ҳаракат тезлиги v киритик тезлик $v_{кр}$ дан кам бўлгунга қадар сақланиб қолади. Агар ҳаракат тезлиги ошса, у ҳолда ҳаракатланувчи жисм мой қатлампидан кўтарила боради ва ўз ҳолатини ўзгартириб, сувда сузаётган глиссерга ёки қайиқчага ўхшаб кетади (9.3б-расм).

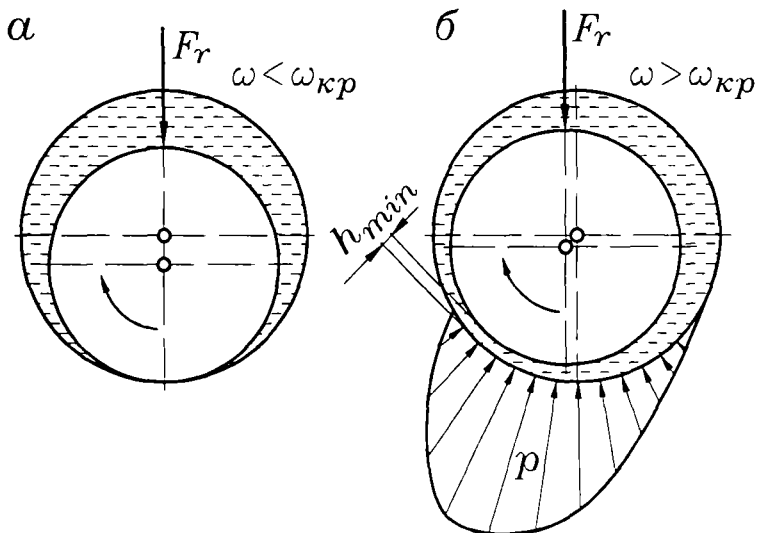


9.3-расм.

Жисмлар орасида тор бўшлиқ ҳосил бўлиб, мой тўхтовсиз ҳолда шу ораликни тўлдириб боради. Мойнинг мана шу тор оралиғидан ўтиши гидродинамик босим p ни ҳосил этади, бу эса ташқи юкланиш F ни мувозанат ҳолига олиб келади. Ҳаракат суюклик ишқаланиш шароитида давом этади.

Гидродинамик босим факатгина тор оралик бўлган холдагина ҳосил бўлиши мумкин. Бундай ораликни понасимон оралик дейилади. 9.3-расмда кўрсатилишича, понасимон ораликни ҳаракатланувчи жисмнинг бошланғич қисмини бирор бурчак остида тўмток қилиб кесиш орқали ҳосил қилиш мумкин.

Радиал подшипникда понасимон оралик шарли цапфа диаметри подшипник диаметридан кичик бўлиши ҳисобига ҳосил бўлади. Хулоса қилиб айтганда, нисбатан айланма ҳаракатдаги сиртлар орасида зарур оралик ҳосил қилиш учун уларнинг диаметрлари бир-биридан фарқ қилишлари керак. Ҳаракатсиз турган вал ўз оғирлиги билан подшипникка босиб туради, яъни бундай ҳолда паст томонда улар орасида ҳеч қандай оралик бўлмайди (9.4-а расм). Агар валнинг бурчак тезлиги маълум критик қийматдан кичик бўлса, у ҳолда контакт сиртлар орасида ним суюқлик ишқаланиш ҳукм суради. Валнинг бурчак тезлиги маълум критик қийматдан ошиб ($\omega > \omega_{кр}$) ораликдаги мойнинг гидродинамикавий босими p валнинг оралиғини енгадиган даражага етгач, цапфа билан подшипник орасида мой қатлами ҳосил бўлиб, иш сиртлари бир-биридан батамом ажралади (9.4-б расм). Мой қатламининг минимал қалинлиги h_{min} бурчак тезлик ошган сари катталашиб, цапфанинг маркази подшипник марказига яқинлашиб боради. Бирок, уларнинг маркази ҳеч вақт бир нуқтага тўғри келиб қолмайди, чунки бундай ҳолда понасимон оралик буниг натижасида гидродинамик босим йўқолади, яъни суюқликда ишқаланиш шarti бажарилмайди.



9.4-расм.

Кучлар ва тезлик параметрлари билан мой сифати орасидаги изланишлар куйидагича хулоса қилишга имкон беради. Мойнинг қовушоклиги ва бурчак тезлик кўпайган сари мой қатламининг қалинлиги ортиб боради, лекин, юкланиш ортиши билан камаяди. Подшипникда ишлатиладиган аниқ қовушокликка эга бўлган мойнинг сирти мойнинг айланиш тезлигига боғлиқ бўлиб, тезлик канчалик катта бўлса, мойнинг қовушоклиги шунчалик кам бўлиши керак.

Шундай қилиб суюқликда ишқаланиш режимини ҳосил қилиш учун куйидаги уч шарт бажарилиши зарур:

1. Ўзаро ишқаланадиган сиртлар орасидаги оралик (зазор) понасимон шаклда бўлиши керак.

2. Маълум қовушокликда мой етарли даражада бўлиб, узлуксиз бўшлиқни тўлдириб туриши лозим.

3. Жисмларнинг ўзаро ҳаракатланиш тезлиги мой қатламида ташқи юкланишга тенг келадиган гидродинамик босим ҳосил қила оладиган бўлиши керак.

Айрим шароитларда подшипникларни мойлаш учун фақатгина мой эмас, балки сув ҳам, ҳаво ҳам ишлатилади, чунки сув ва ҳаво қовушоклик хусусиятига эга.

Понасимон бўшлиққа суюқлик ёки газ ўз-ўзидан тортилиб узлуксиз бориб туриши керак. Юқори ишончликка эга бўлиши учун айрим ҳолларда (автомобил ва самолёт двигателлари, турбогенераторлар, центрифугалар ва бошқа) суюқлик ёки газ подшипникларга гидронасос ёки компрессор ёрдамида босим билан етказиб берилади.

Подшипник ва цапфа орасидаги понасимон бўшлиққа суюқлик ёки газ ўзидан-ўзи тортилиб, подшипникларнинг суюқлик ёки газли ишқаланишнинг таъминланиши гидродинамикавий ёки аэродинамикавий дейилади.

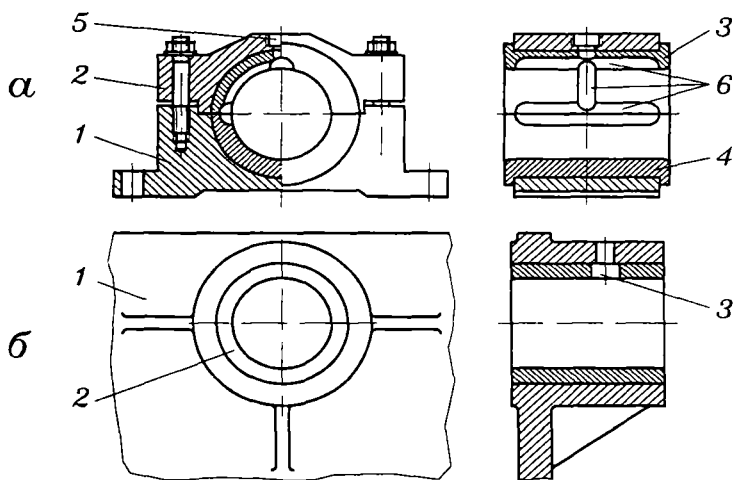
Агарда валнинг айланиш тезлиги катта бўлмай радиал юкланиш сезиларли бўлса, гидродинамик шарт бажарилмай, ним суюқлик ишқаланиш давом этади. Суюқ ишқаланишни ҳосил қилиш учун гидронасос ёрдамида подшипник билан цапфа орасига зарур миқдорда мой босим орқали юборилади. Гидронасос ҳосил қилган босим цапфани мойда сузишига имкон яратиши керак. Бундай подшипникларни гидростатикавий дейилади. Агар цапфани подшипник ҳаво ёстиқчаси узлуксиз юборилаётган сикик ҳаво билан ушлаб турса, бундай подшипниклар аэростатикавий дейилади.

Аэродинамик ва аэростатик подшипниклар юкланишлари катта бўлмаган тезорар валларда ($n > 10000$ айл/мин) ёки юқори иссиқлик шароитда мой ўзининг хусусиятини йўқотадиган жойларда ишлатилади. Хулоса қилиб, куйидаги мулоҳазага келамиз.

Суюқлик ишқаланишда вал билан подшипник сиртлари бевосита контактда бўлмайди, шунинг учун, ўзаро сирпанишдаги сиртларни хоҳлаган материалдан тайёрлаш мумкин, деган хулоса асоссиздир. Уни куйидагича тушунтириш мумкин, машина ишлаш вақтида суюқлик ишқаланиш режим ўзгариши билан ҳолатини ўзгартириши мумкин, яъни бурчак тезлик ва юкланиш қийматлари руҳсат этилган чегарадан чиқиб кетиши мумкин, мисол учун, ўта юкланиш, юргизиш, тўхтатиш. Шунинг учун, сирпаниш сиртлари антифрикцион материаллардан тайёрланиши лозим.

9.4-§. Сирпаниш подшипникларининг тузилиши ва ишлатиладиган материаллар

Сирпаниш подшипниклари тузилиши жихатидан ва машинанинг вазифасига караб хар хил бўлиши мумкин. Чунончи, подшипниклар махсус корпусли ёки усиз тайёрланиши мумкин. Корпусли подшипник 9.5-а расмда кўрсатилган. Бундай подшипник ажраладиган дейилади, у корпус 1 ва қопкок 2 дан иборат бўлиб, булар ўзаро резбали бирикмалар (бу ҳолда – шпилка, гайка ва шайба) ёрдамида маҳкамланган. Зарурият бўлган ҳолда қопкок ажратиб олинади, бундай ҳол, монтаж, хизмат кўрсатиш ва таъмирлаш ишларини енгиллаштиради. Корпус ва қопкок, одатда, чўян ёки пўлатдан тайёрланади. Подшипникнинг энг муҳим ички қисми – икки палладан иборат вкладишлар 3 ва 4 антифрикцион материаллардан тайёрланган. Қопкокдаги 5 тешикча орқали мойланиб турилади. Вал билан подшипник орасидаги мой яхши тақсимланиши учун вкладиш 6 ариқчалари хизмат қилади.



9.5-расм.

Агар подшипник махсус корпусга эга бўлмаса, у ҳолда корпус 1 га жойлаштирилади (9.5-б расм). Бу ерда подшипникнинг энг асосий элементи втулка 2 ҳисобланиб, у антифрикцион материалдан тайёрланган. Мой келтириш учун тешик 3 хизмат қилади.

Подшипник вкладиши ва втулкаларнинг материаллари вал сиртига мослашувчан, ишқаланиш коэффициенти кичик, иссиқни яхши ўтказадиган, ейилишга чидамли ва ўзида мойни сақлай олиш хусусиятига эга бўлиши керак. Бу ҳолда вкладиш ва втулкани ейилишга чидамлилиги вал цапфасининг чидамлилигидан кам бўлиши керак, чунки, валнинг таннархи қиммат.

алмаштириш эса кийин, подшипникни алмаштириш эса осон. Валлар, асосан, пулат материаллардан тайёрланади, подшипник вкладыши ва втулкалар эса куйидаги келтирилган антифрикцион материаллардан тайёрланади.

1. Бронзалар – кенг микёсида катта ва ўта катта серия бўйича ишлаб чиқариш машиналарида ишлатилади.

2. Латунлар – бронзага нисбатан кам юкланишда ишлатилади.

3. Чўянлар – секин юрар ва ўртамиёна юкланган подшипникларда.

4. Баббитлар – сирпаниш подшипниклари учун энг яхши материал ҳисобланади. Баббитларнинг таннархи нисбатан қиммат бўлгани учун, подшипникларнинг ўлчамларига қараб вкладышнинг ишчи юзаларига 1÷10 мм калинликда куйилади. Бу ҳолда вкладышни ўзи эса хоҳланган материалдан тайёрлаш мумкин.

5. Металлокерамика (юкори иссиқлик даражасида прессланган бронза, графит, мис, кўргошин порошоклар) – ғовақлик хусусиятига эга. Ғовақ мойни ўзидан яхши ўтказиши ва узоқ вақт ушлаб тура олади, шунинг учун, металл керамика подшипниклари шимилган мой билан ёки мойсиз ҳам узоқ вақт ишлаши мумкин.

6. Пластмассалар – сувли мойланишда ишлаши мумкин. Шунинг учун уни гидротрубиналарда ва кимё машинасозлик насосларида ишлатилади.

9.5-§. Сирпаниш подшипникларини ҳисоблаш

Ним суюқлик ишқаланишда ишлатиладиган подшипниклар ҳисоби.

Бундай подшипникларга секинюрар машина механизмлар ва ўрта тезликда тез-тез юритиш, тўхтатиш ва мослаштирилмаган юкланиш режимида ишлайдиган машина подшипниклари киради. Қисқа, вақти вақти билан ишлайдиган секинюрар подшипниклар шартли босим бўйича куйидагича ҳисобланади:

$$p = \frac{F_r}{ld} \leq [p], \quad (9.2)$$

бунда: p – цапфани подшипникка шартли босими, МПа;

F_r – радиал юкланиш, Н;

l – подшипник узунлиги, мм;

b – цапфа диаметри, мм;

$[p]$ – рухсат этилган шартли босим, МПа.

Ўрта тезликда ҳаракатланадиган подшипниклар босимни тезликка кўпайтмаси билан ҳисобланади:

$$p v \leq [p v], \quad (9.3)$$

бу ерда: v – цапфанинг айланма тезлиги.

Подшипникларни тажриба усулида аниқланган рухсат этилган $[p]$ ва $[p v]$ қийматлари 9.1-жадвалда келтирилган:

| Вкладиш материали | $\leq v$, м/с | [p], МПа | [pv], МПа·м/с |
|--------------------------------|-------------------|-------------|---------------|
| Бронза БрАЖ9-4 | 4 | 15 | 12 |
| Латун ЛКС80-3-3 | 2 | 12 | 10 |
| Антифрикцион чўян АВЧ-2 | 1 | 12 | 12 |
| Баббит Б16 | 12 | 15 | 10 |
| Металлокерамика – бронзографит | 2 | 4 | – |
| Пластмасса – капрон АК-7 | 4 | 15 | 15 |

Суюклик ишқаланишдаги подшипникларнинг ҳисоби.

Ним суюклик ишқаланишда ишлайдиган подшипникларнинг ҳисоби сингари, бу ерда ҳам подшипникни ўлчами, айланма тезлиги ва рухсат этилган босим қийматлари инобатга олинади. Бундан ташқари подшипникдаги бўшлик ва ишчи иссиқликда мойнинг сифати ҳам ҳисобга олинади. Ҳисоблаш оқибатида подшипникнинг зарур бўшлиги мой сифати, мойлаш усули ва иссиқлик тенглигини сақлаш учун совиштиш аниқланади. Ҳисоблаш тахминий [6] ва эмпирик бўлиб, графиклардаги тенгликлардан фойдаланишга асосланган. Тахминий ҳисобдаги аниқсизликлар мой қатламини қалинлиги бўйича, подшипникнинг ишончли эҳтиёт коэффициенти ва мойлаш усулини танлашда таъриба тавсиялари билан тўлдирилади.

9.7-§. Назорат саволлари

1. Подшипник нима?
2. Қандай подшипниклар турини биласиз?
3. Цапфа, шип, бўғин, товон ва товон таги нима?
4. Сирпаниш подшипнигининг ишчи иссиқлиги нима?
5. Суюклик ишқаланиш ним суюклик ишқаланишдан нима билан фарк қилади?
6. Гидродинамик подшипник гидростатик подшипникдан нима билан фарк қилади?
7. Аэростатик подшипник ва аэродинамик подшипниклар каерда ишлатилади?
8. Сирпаниш подшипникларини ҳисоблаш омилларига нима қиради?
9. Сирпаниш подшипникларини емирилиш сабаблари нимада?
10. Суюкликда ишқаланиш подшипникларини ҳисоблаш моҳияти нимада?

10- боб. Думалаш подшипниклари

10.1-§. Думалаш подшипникларининг турлари

Думалаш подшипниклари иккита халкадан иборат – ички ва ташки, халкалар орасидаги сепараторда думалаш элементлари (сепараторсиз бўлиши ҳам мумкин) жойлашган. Улар ҳамма соҳаларда кенг микёсда ишлатилади. Улар ўзига хос афзаллик ва камчиликларига эга.

Думалаш подшипникларининг афзалликлари.

1. Думалаб ишқаланиши кичик ишқаланиш коэффициентига эга, унинг киймати суюқликдаги ишқаланиш коэффициентига жуда яқин ($f = 0,0015 \div 0,006$).

2. Хизмат кўрсатиш ва мойлаш системаси содалаштирилган. Ён томонлари бириктирилган подшипниклар фақат мойланган ҳолда ишлатилиши мумкин. Бундай подшипниклар тайёрлаш вақтида мойланган бўлиб, ишлаш муддати давомида кўшимча мойлаш талаб этилмайди.

3. Стандартлаштириш имконияти кўплаб ишлаб чиқаришни ва махсулотнинг таннархини камайтиради.

Думалаш подшипникларининг камчиликлари.

1. Ажраладиган конструкцияга эга эмас. Шунинг учун уни тирсақли валларга ўрнатиш имкони йўқ.

2. Сирпаниш подшипникларига нисбатан радиал ўлчамлари катта.

3. Тезюрарлиги чегараланган, думалаш элементлари катта тезликда ишлаганда ноқулайликлар келтириб чиқаради.

4. Тебранма ва зарбли юкланишларда ишлаш қобилияти камаяди.

5. Сувда ва хавфли муҳитларда ишлаш имконияти йўқ. Подшипник халқалари ва думалаш элементлари пўлатдан тайёрланган бўлиб, занглаш эҳтимоллиги юқори.

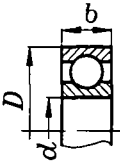
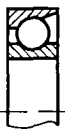
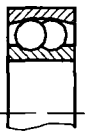
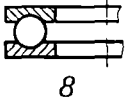
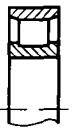

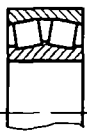
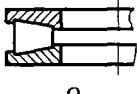
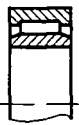
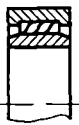
Подшипниклар номланиши икки қисмдан иборат. Думалаш элементи бўйича ва юкланишни қабул қила оладиган йўналиши бўйича. Жадвалда кўрсатилишича подшипникни асосий ўлчамлари: халқанинг ташқи диаметри D (корпус тешигини диаметри), халқанинг ички диаметри d (вал диаметри) ва эни b .

Радиал шарикли подшипник кўп тарқалган. Подшипник хал-қаларининг арикчаларига золдирлар жойлашади. Арикчаларнинг эгилиувчан радиуслари золдир радиусидан каттарок бўлиб, тоза чайқалиш имконияти бўлади. Золдирнинг халқа билан контакти нуктада бўлади, шунга қарамасдан, бундай подшипник радиал юкланиш билан бир қаторда ўзгармас бўйлама юкланишни ҳам қабул қилади (тахминан 80% радиал кучдан). Подшипник ажралмайди, ҳар хил кўринишда бўлиши мумкин: очик, беркитилган (думалаш элементлари пластинка ёрдамида беркитилган бўлади), ташқи халқада арикча билан ва бошқалар. Валнинг қийшиклиги $0,25^\circ$ га қадар рухсат этилган. Белгиси 0 (белгилар тўғрисида кейинроқ).

Шарикли радиал-тирак подшипник радиал золдирликка нисбатан катта юкланиш таъсирида ишлаши мумкин. Ўқ бўйлаб йўналган ва ўзгарувчан

юкланишларни қабул қилади. Бу подшипник ҳам ажралмайди ва вални катта бўлмаган қийшқклигини қабул қилади. 6 сон билан белгиланади.

10.1-жадвал

| | <i>радиал</i> | <i>радиал-тирак</i> | <i>сферик</i> | <i>тирак</i> |
|-------------------|---|---|---|---|
| <i>шарикли</i> |  0 |  6 |  1 |  8 |
| <i>роликли</i> |  2 |  7 |  3 |  9 |
| <i>игнассимон</i> |  4 |  5 | | |

Золдирли сферик подшипник валнинг қийшқклигини 3° га қадар рухсат этади. Ташқи контакт сиртлари сферик шаклида ва шариклари шахмат тартибида 2 қаторда жойлашган. Катта бўлмаган ўк бўйлаб йўналган юкланишни қабул қилади. 1 сон билан белгиланади.

Зорикли тирак подшипник ажраладиган ҳисобланади, фа-қатгина ўк бўйлаб йўналган юкланишни қабул қилади. Белгиси 8.

Роликли радиал подшипник, цилиндрсимон роликдан иборат, катта радиал юкланишни қабул қилади, чунки ролик ва ҳалқа нуқтада эмас, балки чизик бўйича контактда бўлади, вал буралишини ва бўйлама юкланишни мутлақо қабул қилмайди, ажраладиган, яъни ташқи ҳалқани бемалол олиш мумкин. Белгиси 2.

Роликли радиал-тирак (конуссимон подшипник) конуссимон роликдан иборат бўлиб, етарли даражада радиал ва бўйлама юкланишни қабул қилади, конус бурчаги қанчалик катта бўлса, шунчалик катта юкланишда ишлай олади. Ички ҳалқаларнинг диаметрлари тенг бўлса, роликли конуссимон подшипник шарикли дефистирак подшипникка нисбатан катта миқдорга эга бўлган бўйлама юкланишни қабул қилади. Подшипникни ажратиш қийин эмас, ташқи ҳалқа енгил чиқади. Белгиси 7.

Роликли сферик подшипник роликлари бочка шаклида бўлиб катта юкланишни қабул қилади. Ташкил этувчи роликни эгучанлик радиуси, золдир

радиусидан катта бўлганлиги учун юкланиш қобилияти ҳам катта бўлади. Бошқа хусусиятлари эса шарикли сферикниккига ўхшашдир. Белгиси 3.

Роликли тирак подшипник конуссимон роликдан иборат, шунинг учун катта бўйлама юкланишда ишлай олади. Белгиси 9.

Игнасимон подшипниклар фақат радиал юкланишга мўлжалланган. Думалаш элементи—игна, яъни цилиндрсимон ролик бўлиб, диаметри узунлигидан 5÷8 марта кичик. Бу подшипник қисмларининг ўлчамларини нисбатан кичиклаштиради. Подшипник ажраладиган, тезлиги чегараланган, монтаж қилиш қийин, шунинг учун кам ишлатилади. Белгиси 4.

Игнасимон подшипникларни ўйикли игналирида винтли ариқчалар мавжуд, бу эса уларнинг мойланишини яхшилади. 5 сон билан белгиланади. (10.1-жадвал га кўра, бу подшипник ўқ бўлиб йўналган кучни узатмайди).

Подшипникларнинг ҳалқа ва думалаш элементлари махсус юқори мустаҳкамликка эга бўлган ШХ6, ШХ9 ва ШХ15 (хромли шарикподшипник) пўлатлардан тайёрланади. Дастлабки механик ишловдан сўнг уларга термик ишлов берилиб, юқори қаттиқликка эришгач жилвирланади.

Подшипниклардаги сеператорлар думалаш элементини йўналтириш ва ажратиш учун хизмат қилади. Кўп сепараторлар лентали пўлатлардан штампланган усулида тайёрланади. Юқори айланма тезликда (> 15 м/с) ишлайдиган подшипникларни сепараторлари солмоқли қилиб бронзадан, латундан, дюралюмин ёки пластмассадан тайёрланади. Игнасимон подшипникларнинг кўпинча сепараторлари бўлмайди.

Юкланиш қобилияти ва ўлчамларига қараб, подшипникларни диаметр ва энига кўра 7 серияга бўлинади: ўта енгил (0), жуда енгил (1), енгил (2), енгил энли (3), ўрта (4), ўрта энли (5) ва оғир (6).

Аниқлик даражасига қараб подшипниклар 5 синфга бўлинади: 0 – нормал синф, 6 – жуда юқори синф, 5 – юқори синф, 4 – ўта юқори синф ва 2 – ўта юқори даражали синф. Аниқлик синфи уни таннархига жуда катта таъсир кўрсатади (10.2-жадвал). Подшипникларни танлашда 10.2-жадвалга катта аҳамият билан қараб керак.

10.2-жадвал

| | | | | | |
|------------------|---|-----|---|---|----|
| Аниқлик синфи | 0 | 6 | 5 | 4 | 2 |
| Нисбатан қиймати | 1 | 1,3 | 2 | 4 | 10 |

10.2-§. Думалаш подшипникларининг шартли белгилари

Подшипникларнинг ҳамма турлари стандартлашган, уларнинг шартли белгиларини ГОСТ 3189-75 аниқлайди. Думалаш подшипникларининг шартли белгилари сон ва ҳарфдан ташкил топган. Сонлар қуйидаги қийматларга эга.

Ўнг томондаги икки рақам подшипникнинг ички диаметрини аниқлайди (подшипникка жойлаштирилладиган вал диаметри):

- агар $d = (20÷495)$ мм бўлса, у ҳолда бу икки рақамни 5 га кўпайтирилса, d диаметрининг қийматини беради.

- агар $d < 20$ мм бўлса, у ҳолда охириги икки рақам билан диаметр d орасидаги боғланиш 10.3-жадвалда кўрсатилгандек бўлади.

| | | | | |
|-----------------------|----|----|----|----|
| Охириги икки ракам | 00 | 01 | 02 | 03 |
| Ички диаметр d , мм | 10 | 12 | 15 | 17 |

- агар $d \leq 9$ мм бўлса, у ҳолда диаметр d ни ўнг томондаги охириги битта ракам белгилаб, подшипник ички диаметрининг ҳақиқий ўлчамини билдиради, мм да.

- агар $d \geq 500$ мм бўлса, у ҳолда подшипник белгиси касрли: махражи ички диаметрининг ҳақиқий ўлчами бўлади, мм да, сурати эса подшипник тури ва сериясини кўрсатади.

Ўнг томондан учинчи ракам радиал шарикли подшипниклар учун ($d \leq 9$ – иккинчи ракам) подшипникнинг диаметр ва эни бўйича сериясини кўрсатади.

Ўнг томондан тўртинчи ракам подшипникнинг турини кўрсатади. Турларнинг белгилари 10.1-жадвалда берилган. Белгилаш лозим бўлган радиал шарикли подшипник белгисида 0 раками кўрсатилмаган.

Ўнг томонида 4 та ракам подшипникни таърифлаб берадиган асосий ракамлар ҳисобланади. Кейинги чапроқдаги ракам ва ҳарфлар (агар бўлса) подшипникнинг тузилиш хусусиятларини (подшипникнинг даражасини, конуссимон подшипник контакт бурчаги, ташқи ҳалқада ариқча ва уюм борлигини ҳисобга олиш) ва аниклик сифатини (агар подшипник нормал аниклик синф билан тайёрланган бўлса, 0 қўшилмайди) ифодалайди.

Подшипникларнинг белгиларини мисолда кўрамыз.

17 – радиал шарикли, аниклик синфи нормал, юқори энгил серия, тешик диаметри 7 мм.

203 – радиал шарикли, нормал аникликка эга, ўрта серияли, тешик диаметри 17 мм.

314 – радиал шарикли, нормал аникликда, ўрта серияли, тешик диаметри 70.

7512 – конуссимон роликли, аниклик нормал, энгил энли серия, тешик диаметри 60 мм.

1320 – шарикли сферик, аниклик нормал, ўрта серияли, тешик диаметри 100 мм.

10.3-§. Ишлаш лаёқатининг асосий мезонлари ва ҳисоблаш

Подшипник ҳалқалари билан думалаш элементлари орасидаги контакт юқори кинематик жуфтда содир бўлади, назарий томондан бу контакт нукта ёки чизиқ бўйича, амалиётда эса, эластик деформация ҳисобига контакт айрим юзачаларда бўлади.

Контактдаги ҳалқа ва думалаш жисмлар юзасининг ҳар бир нуктасидаги контакт кучланиш циклини бошлангич қиймат билан ўзгаради. Ўзгарувчан кучланиш контактдаги юзаларнинг толиқишидан емирилишига сабаб бўлади. Ишга қобилиятли подшипникнинг ҳалқа ва думалаш жисми контакт юзалари шикастланганига ўхшаб кетади, шунинг учун, подшипникнинг ишлаш

лаёқатини белгиловчи асосий омил ҳалқа билан думалаш элементининг эзилиши, яъни толиқишдан ейилиш ҳисобланади.

Подшипникларнинг ишлашини статик ва динамик изланишлари шуни кўрсатадики, думалаш подшипникларини мустаҳкамликка ҳисоблашда, таъсир этувчи ташқи юкланиш билан ишлаш шароитни формаллаштириш зарур экан. Шунинг учун, думалаш подшипникларининг замонавий ҳисоби икки омилга асосланган:

- қолдик деформация бўйича, юк кўтарувчанликка ҳисоблашда;
- толиқишдан емирилиш бўйича, динамик юк кўтарувчанликка ҳисоблаш.

Лекин машиналарни лойиҳалашда подшипниклар ҳисобланмайди, балки, шартли формула асосида танлаб олинади. Бу нарса подшипникларнинг стандартлашган, турларининг сони ва ўлчамлари чегараланмаган бўлишига боғлиқ. Ҳар қандай подшипник тури ва ўлчамлари учун юк кўтарувчанлик ҳисобланган ва тажриба бўйича асосланган. Стандартга мос келган подшипник параметрлари 10.4-жадвалда кўрсатилган.

10.4-жадвал

| Белгиси | Ўлчамлари, мм | | | Динамик юк кўтарувчанлик C, Н | Статик юк кўтарувчанлик C ₀ , Н | Чегаравий айланишлар частотаси, айл/мин |
|---------|------------------|-----|----|-------------------------------------|--|--|
| | d | D | b | | | |
| 301 | 12 | 37 | 12 | 7630 | 4730 | 16000 |
| 312 | 60 | 130 | 31 | 64100 | 49400 | 5000 |

10.4-§. Подшипникларни динамик юк кўтарувчанлик бўйича танлаш

Динамик юк кўтарувчанлик шундай бир доимий юкланишки, бунда подшипник 1 млн. марта айланганда ҳам, 90% текширилган подшипниклар элементларида уваланиш ҳодисаси бўлмайди.

Подшипник ўрнатилган валнинг айланиш сони $n \geq 10$ айл/мин бўлганда, динамик юк кўтарувчанлик бўйича подшипник танланади.

Подшипникнинг паспорт (каталог) бўйича юк кўтарувчанлиги C ташқи юкланиш ва подшипникни ишлаш муддати (ресурси) билан боғланган бўлиб, қуйидаги эмпирик тенглама билан ифодаланади:

$$C = P^p \sqrt{L}, \quad (10.1)$$

бунда: P – эквивалент динамик юкланиш, Н;

$p = 3$ золдирли подшипниклар учун ва $p = 3,33$ роликли подшипниклар учун;

L ишлаш муддати, млн. айлана:

$$L = 60 \cdot 10^{-6} t_{\Sigma} n, \quad (10.2)$$

бунда: t_{Σ} – ишлаш муддати соатда;

n – айланишлар частотаси, айл/мин.

Эквивалент динамик юкланиш – бу шундай шартли юкланишки, подшипникнинг ҳақиқий ишлаш шароитини ҳисобга олиб, унинг чидамлилигини ва ишлаш муддатини таъминлаб беради.

$$P = (X V F_r + Y F_a) K_\delta K_m, \quad (10.3)$$

бунда: F_r ва F_a – радиал ва бўйлама юкланиш;

X ва Y – радиал ва бўйлама юкланиш коэффициентлари, каталогдан подшипник турига, радиал ва бўйлама юкланиш нисбати билан танлаб олинади.

V – айланиш коэффициенти, подшипник халқаларининг айланишига боғлиқ: ички халқа айланганда $V = 1$, ташқи халқа айланганда – $V = 1,2$.

K_δ – хавфсизлик коэффициенти, юкланишни характерига боғлиқ бўлиб, маълумотномалардан юкланишларни узок таъсир этишига қараб 1 дан 2 гача қабул қилинади.

K_m – иссиқлик коэффициенти; ишчи иссиқлик $t = 100^\circ$ $K_m = 1$; $t = (125 \div 250)^\circ$ $K_m = 1,04 \div 1,4$.

Тенгламининг ўнг томонидаги қийматга қараб каталогдан подшипникка мос бўлган (юқори қийматли) динамик юк кўтарувчанликнинг энг яқин қиймати танлаб олинади. Танланган подшипник тезжорарлиги билан стандартлардан чегараланган, яъни айланишлар частотаси чегаравий қиймати айл/мин бўлганда (10.4-жадвал) айланишлар частотаси бу чегарадан ўтиб кетса, подшипникларнинг ишлаш муддатига қафолат берилмайди.

10.5-§. Подшипникларни статик юк кўтарувчанлик бўйича танлаш

Статик юк кўтарувчанлик – бу шундай статик юкланишки, бунда думалаш жисми диаметрига тенг бўлган 0,0001 қиймат, думалаш элемент ва халқанинг умумий қолдиқ деформацияларига мос келади. Айланишлар частотаси $n < 10$ айл/мин бўлганда, статик юк кўтарувчанлик бўйича подшипниклар қуйидаги шарт асосида танланади:

$$C_0 = P_0, \quad (10.4)$$

бунда: C_0 – паспортли (каталогли) статик юк кўтарувчанлик;

P_0 – эквивалент статик юкланиш, Н:

$$P_0 = X_0 F_r + Y_0 F_a, \quad (10.5)$$

бунда: F_r ва F_a – радиал ва бўйлама юкланиш;

X_0 ва Y_0 – радиал ва бўйлама юкланиш коэффициенти, каталогдан подшипник турига, радиал ва бўйлама юкланиш нисбатига қараб танлаб олинади.

Эквивалент юкланишни (10.5) тенглама билан ҳисоблаб, каталогдан статик юк кўтарувчанлик бўйича, энг яқин катта қийматга эга бўлган подшипник танланади.

10.6-§. Назорат саволлари

1. Думалаш подшипникларининг қандай турларини биласиз?
2. Қандай подшипниклар радиал ва бўйлама юкланишларни қабул қилади?
3. Қандай подшипниклар ажралган турларга бўлинади?
4. Думалаш подшипникларининг ички диаметри қандай белгиларга қараб аниқланади?
5. Подшипникнинг статик ва динамик юк кўтарувчанлиги нима?
6. Думалаш подшипникларининг ишлаш қобилиятини қандай мезонлар белгилайди?

11- боб. Валлар ва ўқлар

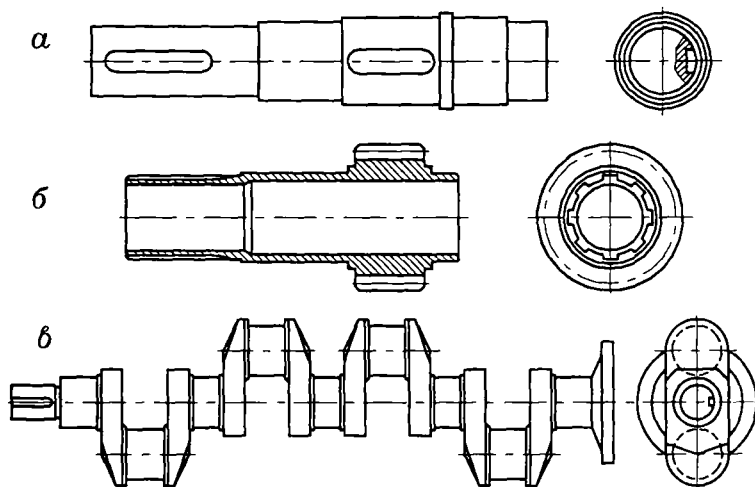
11.1-§. Умумий маълумотлар

Вал айланадиган деталлар: тишли ғилдираклар, шкивлар, барабанлар ва бошка турдаги деталларни ўрнатиш учун ўзаро буровчи момент узатиб бериш учун хизмат қилади.

Ўқ айланувчи деталларни жойлаштириш учун хизмат қилади, лекин буровчи момент узатиб бермайди.

Вал ҳар доим айланади, ўқ эса айланадиган ёки айланмайдиган қўзғалмас бўлиши мумкин.

Валлар тўғри, тирсақли ва эгилувчан бўлади. Энг кўп ишлатиладиган тўғри валлардир. Улар, асосан, силлиқ ва поғонали бўлади. 11.1-а расм да тўғри поғонали вал кўрсатилган, ундаги



11.1-расм.

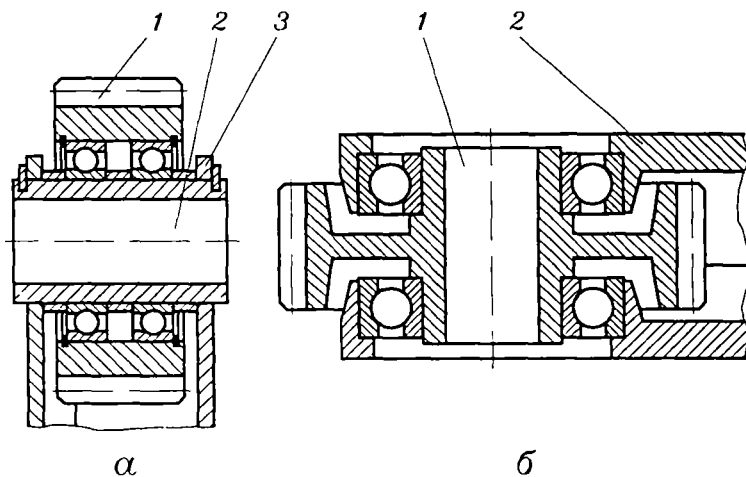
Шпонка ёрдамида деталларни жойлаштириш ва маҳкамлаш учун хизмат қилади. 11.1-б расмда самолёт редукторининг вал-шестерняси кўрсатилган. Вал енгил бўлиши учун ковак қилиб тайёрланган. Валнинг охири шлицали бўлиб, муфтани бириктириш учун хизмат қилади.

Тирсақли валлар поршенли машиналарда (двигател, компрессорлар ва хоказо) қўлланилади. Дизел М-17 нинг тирсақли вали 11.1-в расмда кўрсатилган. Бу валга деталларни маҳкамлаш чап томондаги шпонка ва ўнг томондаги фланец ёрдамида амалга оширилади.

Эгилувчан валлар айланма харакатини буралган холатда, (масалан, стоматология ковлаш машинасида, автомобилларда) айлана ҳаракатни узатиш қутича валидан тезликни ўлчаш мосламасига узатиб беради.

Тирсақли ва эгилувчан валлар махсус деталлар туркумига киргани учун бу фанда ўрганилмайди.

11.2-а расмда самолёт планетар редукторининг кўзғалмас сателлит ўқи кўрсатилган. Ўқ 2 сателлит ушловчи 3 га кўзғалмас қилиб биркитилган.



11.2-расм.

Кўзғалувчан ўқ 11.2-б расмда кўрсатилган. Бу ўқ вертолёт планетар редукторининг сателлити билан тайёрланган бўлиб, сателлит ушловчи 2 га жойлаштирилган подшипникда айланади. Вал ва ўқлар конструкцион пўлатлардан тайёрланган бўлиб, зарурият туғилган пайтда сиртлар қаттиқлигини ошириш учун термик ишлов ўтказилади.

11.2-§. Валларни ҳисоблаш

Валлар мустаҳкамликка, бикрликка ва титрашга чидамликка ҳисобланади. Валларни мустаҳкамликка ҳисоблаш пластик деформация ҳосил бўлишининг ва вақтдан олдин синиб кетишининг олдини олиш учун бажарилади. Маълумки, бундай ҳоллар валлар ўта юкланиш билан ҳаракатда бўлганида содир бўлади. Бунга асосий сабаб, тасодифий факторлар ва ишга тушириш даври ҳисобланади. Бикрликка ҳисоблашдан мақсад, юкланиш таъсирида эластик деформацияни аниқлаш ва рухсат этилган қиймат билан солиштиришдан иборат. Титрашга чидамликка ҳисоблашдан мақсад, валларнинг даврий юкланиш натижасида тебранишга бардошлилигини аниқлаш. Валларнинг бикрликка ва тебранишга ҳисоби бу ерда кўрсатилмаган, чунки

улар махсус холларга кирази (металлга ишлов берувчи станокларни шпинделлари, узун трансмиссион валлар ва хоказо).

Валларни мустахкамликка ҳисоблашда қуйидаги босқичлар эътиборга олинган:

- валнинг тузилишини яратишдан олдин лойиҳа ҳисоблаш асосида вал диаметри тахминий аниқланади;
- вал тузилишини яратиш;
- валнинг хавфли кесимидаги кучланиш текшириш учун аниқланади;
- заруриятда вал тузилишига аниқлик киритилади.

Лойиҳалаш ҳисобини кўрамиз. Валнинг тахминий диаметрини ҳисоблаш учун, буровчи момент ва унинг материални билиш етарли. Бунда рухсат этилган кучланиш киймати камайтирилган кийматда олинади. Тўғри текис валлар учун вал диаметри қуйидаги формула билан топилади:

$$\tau = \frac{T}{W_p} \text{ (МПа)}, \quad (11.1)$$

бунда: T – вал узатаётган буровчи момент.

W_p – вал кесимининг кутбий (поляр) қаршилиқ моменти:

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16}, \quad (11.2)$$

(11.2) ни (11.1) га қўйиб, вал диаметрига нисбатан ечамиз. Шуни ҳисобга олиш керакки, бунда буровчи момент N_m да берилган, вал диаметри эса мм да, шунинг учун, ўлчам бирликларни мослаштириб олиш зарур. Бундан ташқари, τ ўрнига вал материали рухсат этилган уринма кучланишнинг кийматини $[\tau]$ қўйсақ, қуйидаги тенглик келиб чиқади. (Бунда $\pi/16 = 0,2$):

$$d = \sqrt[3]{\frac{1000T}{0,2[\tau]}} \text{ (мм)}. \quad (11.3)$$

Буралиш бўйича рухсат этилган кучланиш:

$[\tau] = (20 \div 30)$ МПа – трансмиссион валлар учун;

$[\tau] = (12 \div 15)$ МПа – редуктор валлари, тезлик қутичалари ва шунга ўхшаш валлар учун.

Трансмиссион валлар – оддий секинқорар узун ёки машина юритмасининг кам юкланган валлари ҳамда машиналарнинг бир- бири билан боғлайдиган валлардир. Қишлоқ хўжалигида кўп ишлатилади (мисол учун трактордан ҳаракат олувчи машина юритмалари: Авиация саноатида ишлатиладиган ичи ковак валлар диаметри):

$$d = \sqrt[3]{\frac{1000T}{0,2 Q - \beta^4 [\tau]}} \quad (11.4)$$

бунда β – вал ички диаметрининг ташки диаметрига нисбати; одатда, $\beta = (0,6 \div 0,8)$.

Лойиҳалаш ҳисобидан сўнг валнинг тузилмаси яратилади, бунинг учун ҳисобий диаметр, валга жойлаштирилган детал ўлчамлари ва улар орасидаги

масофадан фойдаланилади. Кўп ҳолларда валлар поғонали килиб тайёрланади, холбуки шундай экан, поғонали валларни лойихалашда тўпланиб қоладиган кучланишларни таркатиб юбориш учун поғонали сиртларнинг ўтиш ерлари радиусли ёки фаска килиб тузилиши лозим.

11.3-§. Валларни текшириш ҳисоби

Валларни ҳисоблашнинг бу усули материаллар қаршилиги фанида ўтилган маълумотларга асосланган бўлиб, валнинг ҳақиқий тузилмаси ва ишлаш шароитини ҳисобий шакл билан алмаштириш кўзда тутилган. Бу ҳолда юкланишлар, таянчлар ва валнинг кўриниши шакллантирилган ҳолга келтирилади.

11.3-расмда бу ўзгаришлар ва ҳисоблаш учун зарур бўлган кучланишлар эпюраси кўрсатилган. Вал 1 (11.3-а расм) иккита конуссимон подшипникда айланади ва ҳаракатни қия тишли цилиндрсимон тишли ғилдирак 2 дан муфта 3 га узатиб беради. Буровчи ва эгувчи моментлар билан юкланган. Бунда муфтанing ярим палласи ўқдош жойлашган вални бириктириш учун хизмат қилади. 11.3-б расм да бу тузилманинг ҳисобий шакли келтирилган. Вал 2 таянчли кўндаланг кесими дўнг балка сингари тасвирланган, унинг шу кесимдаги ўлчами ғилдиракнинг бўлувчи айлана радиусига ($d/2$) га тенг бўлиб, шу ғилдирак ўки бўйлаб жойлашган валнинг подшипниклари шарнирли кўзгалмас таянчлар билан алмаштирилган, амалиётда эса, думалаш подшипниклари (роликли конуссимон ҳам) ҳалқа ва думалаш жисмининг эластик деформациясини жуда кам миқдорда қабул қилади.

Илашманинг ғилдирак гупчаги подшипник ва муфтани ярим палласига тақсимланган ҳақиқий юкланиш умумлаштирилган кучлар билан, илашмадаги юкланиш эса илашиш кутубидаги кучлар билан алмаштирилади.

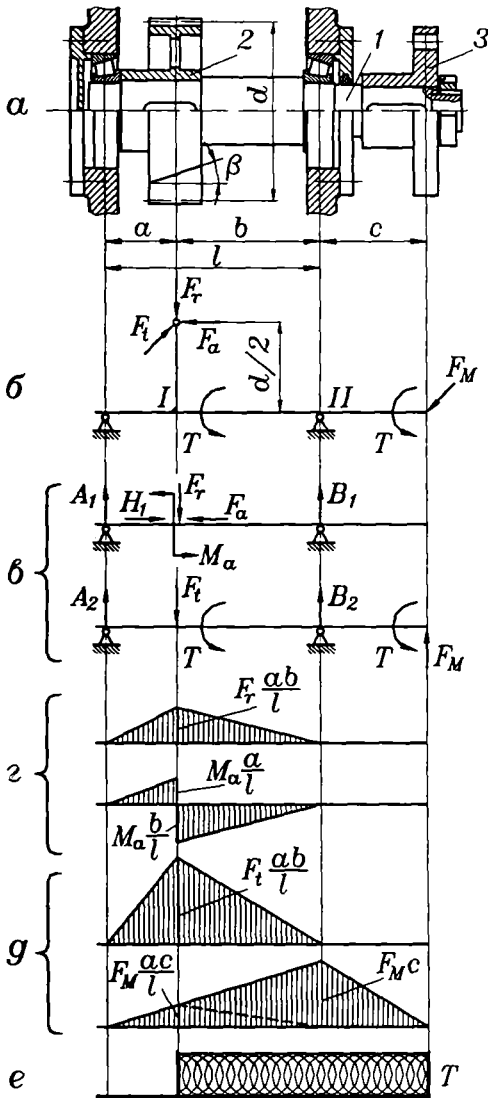
F_r – айланма куч, F_t – радиал куч ва F_a – бўйлама куч. Буровчи момент T муфтани ярим палласига таъсир қилади. Валларни мукаррар ўқдошлиги бўлмай қолганда, ундан ҳосил бўлган куч муфта орқали валнинг кўндаланг кучи F_M га айланади.

11.3-в расмда кўндаланг дўнг четига таъсир қилган кучлар F_r , F_t ва F_a вал ўкига келтирилган (балка) бўлиб, вертикал ва го- ризонтал текисликларда айрим-айрим кўрсатилган.

Радиал F_r кучни кўчириш ҳеч қандай ўзгартириш киритмайди. Бўйлама F_a кучни кўчириш эса вертикал кўчиришда моментни $M_a = 0,5F_a d$ ҳосил қилади. Айланма F_t кучни кўчириш горизонтал текисликда $T = 0,5F_t d$ момент ҳосил бўлишига сабаб бўлади.

Куч ва моментлар таъсирдан таянчлардаги реакцияларни аниқлаймиз. Бўйлама F_a куч чап томондаги подшипникда бўйлама H_1 реакцияларни келтиради.

Эгилувчан моментларнинг эпюрасини қуриш ва кесиш усули бўйича моментлар қийматини аниқлаш учун ҳар бир куч ва моментдан ҳосил бўлган таянч радиал реакцияларнинг ташкил этувчиларини аниқлаш лозим.



бундан:

$$A_{12} = \frac{M_a}{l}$$

Момент M_a (11.3-г расм) таъсирида ҳосил бўлган эпюраларнинг максимал мусбат қиймати елка a нинг A_{12} реакцияга таъсиридан топилади:

Олдин вертикал текислик-ни кўриб чиқамиз. Вертикал текислик чап томондаги таънч A_1 реакциясининг (11.3-в расм) таъкил этувчилари: A_{11} радиал F_r кучдан, A_{12} эса момент M_a таъсиридан ҳосил бўлган реакцияларнинг йиғиндисидан иборат:

$$A_1 = A_{11} + A_{12}$$

Таъкил этувчиларни A_{11} нинг статика шартига кўра топамиз: B нуктага нисбатан моментлар йиғиндиси 0 га тенг, одатда, соат кўрсаткичи йўналишига тескари бўлса, момент мусбат, соат кўрсаткичи бўйича бўлса — манфий ҳисобланади (фақат F_r кучни ҳисобга олган ҳолда):

$$\sum M_B = F_r b - A_{11} l = 0$$

Бундан:

$$A_{11} = F_r \frac{b}{l}$$

Радиал кучдан ҳосил бўлган момент эпюраларининг максимал қийматини (11.3-г расм) елка a нинг A_{11} реакцияга таъсиридан топилади:

$$M_r = A_{11} a = F_r \frac{ab}{l}$$

Таъкил этувчи A_{12} ҳам статиканинг шундай шартига кўра, фақат вертикал текисликдаги M_a ни ҳисобга олган ҳолда топилади:

$$\sum M_B = M_a - A_{12} l = 0$$

$$M_a^{мус} = M_a \frac{a}{l}$$

Момент M_a (11.3-г расм) таъсирида ҳосил бўлган эпюраларнинг максимал манфий қиймати елка a нинг B_{12} реакцияга таъсирдан топилади:

$$M_a^{ман} = M_a \frac{b}{l}$$

Горизонтал текисликнинг чап томонидаги таянчи A_2 реакцияси айланма куч F_r дан ташкил топган A_{21} ва кўндаланг куч F_M дан ташкил топган A_{22} кучлар йиғиндисидан иборат:

$$A_2 = A_{21} + A_{22}$$

Ташкил этувчи A_{21} ни статика шартига кўра топамиз: В нуктага нисбатан моментлар йиғиндиси 0 га тенг, одатда, соат кўрсаткичи йўналишига тескари момент мусбат, соат кўрсаткичи бўйича бўлса – манфий (факат F_r кучни ҳисобга олган ҳолда):

$$\sum M_B = F_r b - A_{21} l = 0 .$$

Бундан:

$$A_{21} = F_r \frac{b}{l}$$

Айлана кучдан ҳосил бўлган (11.3-д расм) момент эпюрасининг максимал қиймати елка a нинг A_{21} реакцияга таъсири оркали топилади:

$$M_t = A_{21} a = F_r \frac{ab}{l}$$

Кўндаланг кучдан (11.3-д расм) ҳосил бўлган момент эпюрасининг максимал қиймати елка c нинг F_M кучга таъсири оркали топилади:

$$M_M = F_M c$$

11.3-е расмда буровчи момент T эпюраси кўрсатилган. Эгувчи момент эпюралари валнинг ҳар бир кесимига таъсир этадиган моментларнинг йиғиндисини аниқлашга имкон беради. Мустаҳкамликка ҳисоблаш учун максимал юкланишга эга бўлган валнинг энг хавфли кесимининг эгувчи моментлари аниқланиши лозим. Эпюрани тузилишига қараганда, валнинг хавфли кесимлари I ва II (11.3-б расм) ҳисобланади. I кесим учун максимал эгувчи моментни аниқлаймиз. Бунинг учун 11.3-г даги эгувчи момент эпюралари вертикал текисликда, 11.3-д дагиси эса, горизонтал текисликда кўрсатилганлиги ҳисобга олиниши лозим. I кесимдаги кўндаланг кучдан F_M ҳосил бўлган момент қиймати 11.3-д да яққол кўрсатилган мосликдан аниқланилади. Натижада, I – кесимни эгувчи момент йиғиндиси:

$$M = \sqrt{\left(F_r \frac{ab}{l} + M_a \frac{a}{l} \right)^2 + \left(F_t \frac{ab}{l} + F_M \frac{ac}{l} \right)^2} \text{ (Нм).}$$

Ундан кейин II кесимни эгувчи момент йиғиндиси топилади. I ва II кесимдаги моментлар қиймати солиштирилади, агар бу кесимда валлар диаметри бир хил бўлса, у ҳолда кейинги ҳисоблашларди максимал момент инобатга олинади. Агар диаметрлар бир хил бўлса, у ҳолда кейинги ҳисоблашлар 2 хавфли кесим учун бажарилиши лозим. Буровчи моментни ҳисобга олган ҳолда I кесимни эквивалент эгувчи моменти аниқланади:

$$M_{\text{эқв}} = \sqrt{M^2 + T^2}.$$

I кесимни эгувчи кучланиш:

$$\sigma_{\text{эқв}} = \frac{M_{\text{эқв}}}{W}, \quad (11.5)$$

бунда: W – I кесимнинг ўқ бўйлаб йўналган қаршилик моменти:

$$W = \frac{\pi d^3}{32}. \quad (11.6)$$

(11.6) ни (11.5) га қўямиз. Мустаҳкамлик шarti формуласини ёзишдан олдин, эквивалент момент M_m да, вал диаметри мм эканлигини ҳисобга олиб, ўлчам бирликларни мослаштирилади. Бундан ташқари $\pi/32 = 0,1$ деб қабул қилинади. У ҳолда мустаҳкамлик шarti қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\sigma_{\text{эқв}} = \frac{1000 M_{\text{эқв}}}{0,1 d^3} \leq [\sigma_{\text{эз}}]. \quad (11.7)$$

Рухсат этилган кучланиш оқувчанлик чегарасига яқин қилиб олинади:

$$[\sigma_{\text{эз}}] \approx 0,8 \sigma_{\text{ок}}.$$

Конструкциян углеродли ва легирланган пўлатлар учун рухсат этилган кучланиш қиймати қуйидаги ораликда бўлади:

$$[\sigma_{\text{эз}}] = (250 \div 600) \text{ МПа}.$$

Валнинг диаметри ва пўлат турига қараб, бу қийматлар маълумотномаларидан ([4], [10]) танлаб олинади. Агар мустаҳкамлик шarti (11.7) бажарилмаса, унинг тузилишига зарур ўзгартишлар киритилиб, мустаҳкамлик қайта ҳисобланади.

11.4-§. Назорат саволлари

1. Вал билан ўқ орасидаги фарқ нимада?
2. Машинасозликда қандай валлар ишлатилади?
3. Ковак валлар қаерда ишлатилади?
4. Тирсақли валлар қандай машиналарда ишлатилади?
5. Валларни мустаҳкамликка ҳисоблашдан мақсад нима?
6. Валларни мустаҳкамликка ҳисоблаш кетма – кетлиги қандай изоҳланади?
7. Валларни бикрликка ҳисоблашда нима аниқланади?
8. Қандай ҳолларда валлар тебранишга ҳисобланади?

12- боб. Шпонкали ва шлицали бирикмалар

12.1-§. Шпонкали бирикмаларнинг тузилишлари

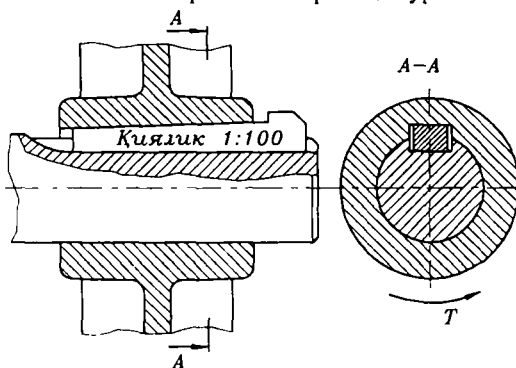
Шпонкали ва шлицли бирикмалар деталларни айланадиган вал ёки ўқларга марказлаштириб ўрнатиш ва буровчи моментни узатиш учун хизмат қилади. Деталлар билан айланадиган ўқларда шпонкали ёки шлицли бирикмани буровчи моменти катта бўлмайди. Шпонкали ёки шлицли бирикмаларда вал билан деталларнинг орасида буровчи моментлари катта қийматга эга бўлиши мумкин, шунинг учун бирикмалар мустаҳкамликка ҳисобланади.

Кўпгина шпонкали ва шлицли бирикмалар кўзгалмасдир, лекин кўзгалувчилари ҳам бор, улар, асосан, деталларни нисбатан ўқ бўйлаб силжиши учун хизмат қилади.

Шпонкали бирикмаларни зўриктирилган ва зўриктирилмаган хилларга бўлиш мумкин.

Зўриктирилган шпонкали бирикмаларда юкланиш кўйилганига қадар эзувчи кучланиш ҳосил бўлади. Бундай бирикмаларга понасимон ва цилиндрсимон шпонкали бирикмалар мисол бўла олади.

Понасимон шпонкали бирикма 12.1-расмда кўрсатилган.



12.1-расм.

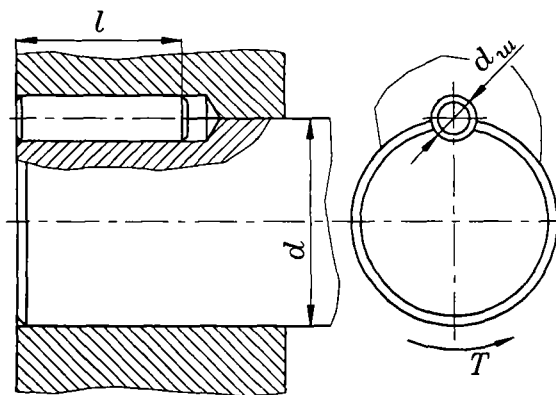
Шпонканинг юкори юзаси қия қилиб бажарилган. Валга ўрнатиладиган детал гупчагига ўйиқ ҳам шундай қияликда бажарилиши керак. Гупчак валининг ўйиқлар эни шпонка энидан каттарок бўлади. Шпонкалар ўйиққа бир қадар куч билан уриб жойлаштирилади. Буровчи момент шпонканинг устки ва остки сиртларидаги тигизликдан ҳосил бўлган ишқаланиш кучи ҳисобига узатилади. Шпонка ўлчамлари стандартлашган.

Бундай бирикмаларнинг афзалликлари: етарли даражада бикриликка эга, иш жараёнида бўшлиқ, оралик ҳосил бўлмайди. Лекин уни кенг қўламда ишлатилишига понасимон шпонкали бирикмаларнинг тузилиши чегараланганлиги ва айрим бошқа камчиликлар тўсқинлик қилади: деталларни жойлаштириш учун вални факатгина чети мўлжалланган (12.1-расм), шпонкани

тиғизлик билан ўрнатиш, вал ва гупчак юзаларида бир томонлама деформация бўлишига олиб келади, бу ҳол уларнинг марказлари силжишига сабаб бўлади, натижада дисбаланс бўлиб, юкори тезликларда ишлашига имкон яратмайди. Ундан ташқари понасимон шаклдаги шпонка валдаги деталларни қийшайишига олиб келади, деталнинг гупчаги қанчалик катта бўлса, қийшиқлик шунча катта бўлади. Қия шпонка ва қия ўйикли гупчак тайёрлаш технологияси осон эмас, чунки деталларнинг қиялик бурчақлари бир-бирига мос келиши керак.

Шунинг учун улар, асосан, секин юрар оғир юкланган механизмларда ишлатилади (қўшалок локомотивлар, прокат станлари барабанлари).

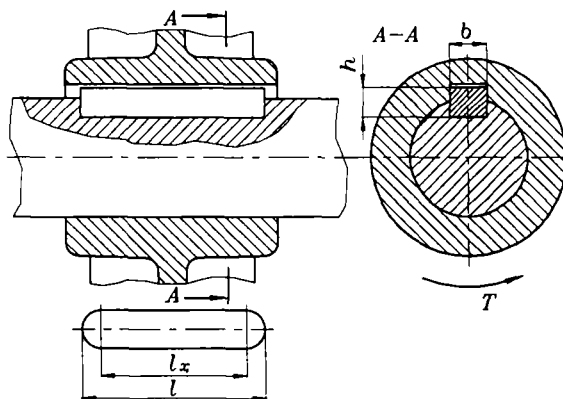
Деталлар валларнинг учига ўрнатиладиган ҳолларда цилиндрик шпонкалардан фойдаланилади (12.2-расм). Улар ҳам, олдинги шпонкаларга ўхшаш, маълум даражада тиғизлик билан ўрнатилади. Шпонка учун керак бўлган тешиқ валга детал жойлаштирилгандан кейин пармалаш йўли билан тайёрланади. Шундан кейин цилиндрсимон штифт тайёрланган тешиқка киритилади. Шунини айтиш керакки, катта юкланишларда иккита ёки учта цилиндрсимон шпонка, оралик бурчаги 120° ёки 180° да қилиб ўрнатилади. Назарий томондан понасимон ва цилиндрсимон шпонкали бирикмалар ажраладиган ҳисобланади, лекин уларни ажратиб олиш қийинроқ, шунинг учун, шпонкани танлашда, унинг тузилишига ҳам аҳамият берилиши лозим.



12.2-расм.

Зўриқтирилмаган шпонкали бирикмаларда эзувчи кучланиш юкланиш буровчи момент узатиб беришдан сўнг пайдо бўлади. Бундай бирикмаларга призматик ва сегментли шпонка бирикмалар киради. Призматик ва сегментли шпонкалар воситасида ҳосил қилинган бирикмалар зўриқтирилмаган бўлганлиги учун шпонкани ҳам, валдаги ўйикни ҳам юкори даражадаги аниқлик билан тайёрлаш талаб этилади, чунки шпонка буровчи моментни ён сиртлари орқали узатади.

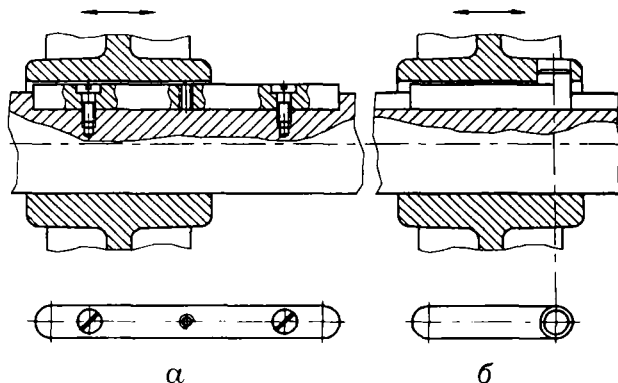
Призматик шпонкали бирикмалар қўзғалувчан ва қўзғалмас бўлиши мумкин. 12.3-расмда қўзғалмас шпонкали бирикма кўрсатилган.



12.3-расм.

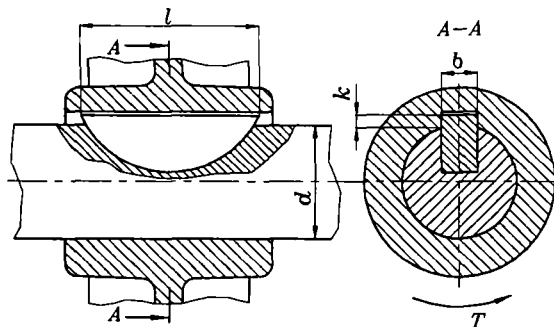
Призматик шпонка, вал ва гупчак ўйикларининг ўлчамлари стандартлашган. Детал гупчагидаги ўйикнинг чуқурлиги вал сиртидан чиқиб турган шпонка баланлигидан ошиқрок бўлади, натижада шпонканинг устки ва ўйикнинг пастки сирти орасида бўшлиқ пайдо бўлади.

Қўзғалувчан шпонкали бирикмалар вал ўқи бўйлаб деталнинг силжишини таъминлайди. Бундай бирикмалар, тезлик қутисидagi тишли ғилдиракларни ва муфтани ярим паллаларини вал ўқи бўйлаб ҳаракатлишини таъминлаб беради. Бундай ҳолларда шпонкалар валга ёки деталга маҳкамланиб қўйилиши лозим, чунки деталлар вал бўйлаб ҳаракатланганда ҳосил бўлган ишқаланиш кучи шпонканинг тўғри жойлашган ҳолатини бузмаслиги керак. 12.4-а раем да қўзғалувчан шпонкали бирикманинг тузилиши кўрсатилган, бунда шпонка винтлар ёрдамида валга маҳкамланган.



12.4-расм.

Шпонка узунлиги детал босиб ўтадиган йўлига мос келиши керак. Бириктирувчи винтлар орасидаги резбали тешик шпонкали ўйикдан чиқариб олишда тортувчи винтни ўрнатиш учун мўлжалланган (алмаштиришда). 12.4-б расмда қўзгалувчан шпонкали бирикманинг тузилиши кўрсатилган, бунда шпонка деталга бириктирилган. Деталнинг йўли валдаги ўйикнинг узунлигига мос келиши лозим.



12.5-расм.

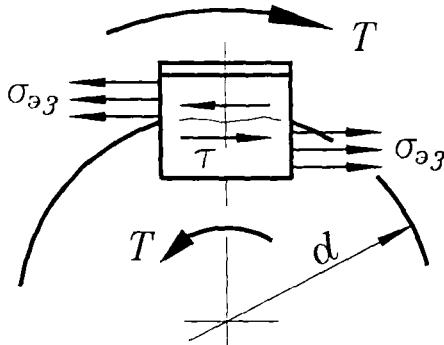
Сегментсимон шпонкали бирикманинг тузилиши 12.5-расмда кўрсатилган. Сегментсимон шпонка ва ўйиклик ўлчамлари ҳам стандартлаштирилган. Шпонкани чуқур ўйикка жойлаштириш уни призматик шпонкага нисбатан турғун мувозанатда бўлишини таъминлайди. Шпонканинг сегментсимон шаклда бўлиши уни ажратиш вақтида ўйикдан чиқариб олишни енгиллаштиради. Аммо ўйик чуқур бўлганлиги учун, валнинг мустаҳкамлиги камаяди, шу сабабли, сегментсимон шпонкалар кичик буровчи моментларни узатиш лозим бўлган ҳоллардагина ишлатилади.

12.2-§. Шпонкали бирикмаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш

Стандарт шпонкалар мустаҳкамлиги чегараси $\sigma_B = 500$ МПа дан кам бўлмаган углеродли ёки легирилган пўлатлардан тайёрланади. Кўпгина шпонкалар эзлишга ва кесилишга ишлайди. Буровчи момент валдан деталга (ёки тескариси) ён ёқлари орқали узатиб берилади. Бунда эзувчи кучланиш $\sigma_{ЭЗ}$ ва кесувчи кучланиш ҳосил бўлади τ (12.6-расм).

Шпонкали бирикмаларни конструкциялашда уларнинг ўлчамларини вал диаметри ва детал гупчаги узунлигига мослаштирилган ҳолда стандарт бўйича танланади. Ундан кейин шпонка мустаҳкамликка текширилади.

Призматик шпонкаларнинг ҳисобини соддалаштириш мақсадида, шпонка баландлигини ярми вал сиртидан чиқиб туради деб фараз қилинади. Лекин стандарт бўйича ҳар доим бундай бўла бермайди. Ундан ташқари, тенг таъсир этувчи элементар эзувчи кучнинг елкаси вал диаметрини ярмисига тенг, деган мулоҳаза ҳам қилинади.



12.6-расм.

Шу соддалаштиришлар асосида вални мувозанат (ёки детални) лигини инобатга олиб, эзувчи кучланиш бўйича мустаҳкамлик шарти кўйидагича:

$$\frac{2T}{d} = [\sigma_{эз}] \frac{hl_x}{2},$$

бунда: T – валнинг буровчи моменти;

d – валнинг диаметри;

h – шпонка баландлиги (12.3-расм);

l_x – шпонканинг ҳисобий узунлиги (12.3-расм);

$[\sigma_{эз}]$ – рухсат этилган эзувчи кучланиш: кўзгалмас бирикмалар учун

$[\sigma_{эз}] = (100 \text{ 4 } 180) \text{ МПа}$, кўзгалувчан бирикмалар учун $[\sigma_{эз}] = (20 \text{ 4 } 30) \text{ МПа}$.

Мустаҳкамлик шартига асосан, эзувчи кучланиш бўйича текширув ҳисоблаш формуласи:

$$\sigma_{эз} = \frac{4T}{dhl_x} \leq [\sigma_{эз}]. \quad (12.1)$$

Кесувчи кучланиш бўйича мустаҳкамлик шарти:

$$\frac{2T}{d} = [\tau]bl_x,$$

бунда: b – шпонка эни.

Бундан кесувчи кучланиш бўйича текширув ҳисоблаш формуласи кўйидагича бўлади:

$$\tau = \frac{4T}{dbl_x} \leq [\tau]. \quad (12.2)$$

Стандарт шпонкаларнинг ўлчамлари шундай қилиб танланганки, бирикманинг юкланиши кесувчи юкланиш билан эмас, балки эзувчи кучланиш

билан белгиланади (кўп ҳолларда $b > h$). Шунинг учун, ҳисоблашларда асосан (12.1) формула ишлатилади.

Сегментсимон шпонкаларни текширув ҳисоблаш формуласи:

$$\sigma_{\text{ЭЗ}} = \frac{2T}{dkl} \leq [\sigma_{\text{ЭЗ}}], \quad (12.3)$$

бунда: k – валнинг сиртидан чикиб турган шпонка баландлиги (12.5-расм).

Цилиндрсимон шпонкали бирикмалар учун текширув ҳисоблаш формуласи:

$$\sigma_{\text{ЭЗ}} = \frac{4T}{dl d_{\text{ш}}} \leq [\sigma_{\text{ЭЗ}}], \quad (12.4)$$

бунда: $d_{\text{ш}}$ – шпонка диаметри (12.2-расм).

12.3-§. Шлицли бирикмалар ва уларнинг турлари

Шпонкали бирикмалар кенг қўламда ишлатилишига қарамасдан (арзон, тузилиши содда), айрим ҳолларда уларни қўллаш тавсия этилмайди. Хусусан, тезюрар, динамикавий юкланган валларнинг шпонка ўйиғи зонасида тўпланган кучланишлар концентрацияси бирикманинг ишлаш қобилиятини пасайтиради. Бундан ташқари, айрим ҳолларда, битта шпонка буровчи моментни узатиб беролмайди, натижада иккита ёки учта шпонка ўрнатиш талаб этилади, бу эса технологик жиҳатдан қийинчиликларни келтириб чиқаради, юкланиш тенг тақсимланмайди ва тузилманинг мустаҳкамлиги камаяди.

Бундай ҳолларда шлицли бирикмаларни қўллаш мақсадга мувофиқ бўлади.

Шлицли бирикмаларни тишли деб ҳам айтилади, чунки валнинг ташки ва детал тешигидаги ички тишлар мавжудлиги тишли бирикмани ҳосил қилади. Шлицли (тишли) бирикмаларни ўлчамлари тикилган.

Шлицли бирикмалар шпонкали бирикмаларга нисбатан қуйидаги афзалликларга эга:

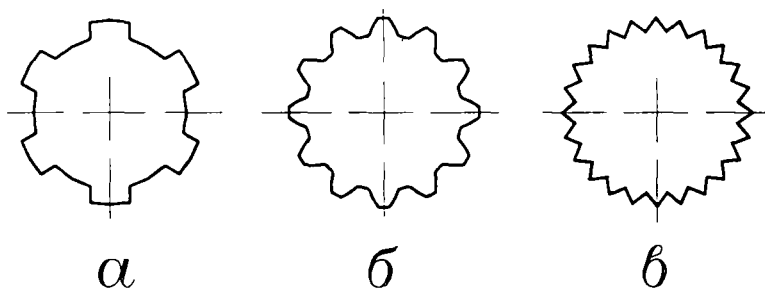
- деталлар валда яхши марказлашади, керак бўлганда, уларни вал бўйлаб суриладиган қилиб ўрнатиш ҳам мумкин;

- шлицнинг (тишнинг) ён ёқларидаги эзувчи кучланиш, шпонканикига қараганда кам;

- шлицли валларнинг динамик юкланишдаги мустаҳкамлиги шпонкали валларга нисбатан юқори.

Шлицларни шакллариغا кўра, тўғри тўртбурчакли (12.7-а расм), эволвентали (12.7-б расм) ва учбурчакли (12.7-в расм) профилларда бўлиши мумкин. Бир хил диаметрдаги валларда шлицларнинг ўлчамлари ва уларнинг сояи орасидаги тахминий муносабат қуйидаги расмда кўрсатилган.

Машинасозликда, асосан, тўғри тўртбурчакли ва эволвентали шлицли бирикмалар кенг қўламда ишлатилади, унинг ўлчамлари стандартлаштирилган.



12.7-расм.

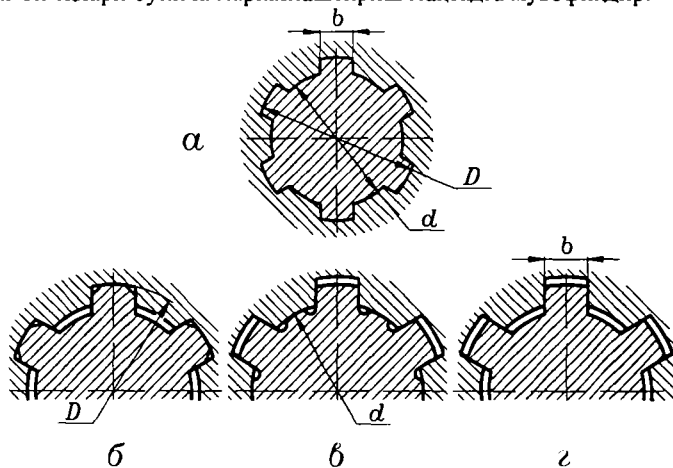
Тўғри тўртбурчакли шлицли узатмалар 12.2-а расмда кўрсатилган. Ҳар хил шароитда ишлайдиган бирикмалар учун, стандартда учта серия мавжуд: енгил, ўрта ва оғир, улар бир-биридан шлицлар сони ва ўлчамлар билан фарк қилади. Тўғри тўртбурчакли бирикмаларда деталлар валга нисбатан қуйидаги усуллар бўйича марказлаштирилади:

Марказлаштиришни учта усули мавжуд:

- ташқи диаметр бўйича (12.8 расм);
- ички диаметр бўйича (12.8-в расм);
- ён ёқлари бўйича (12.8-г расм).

Марказлаштириш усулини танлаш шу жараёнга қўйиладиган талаблар ва бирикма деталларини тайёрлаш технологиясига боғлиқдир.

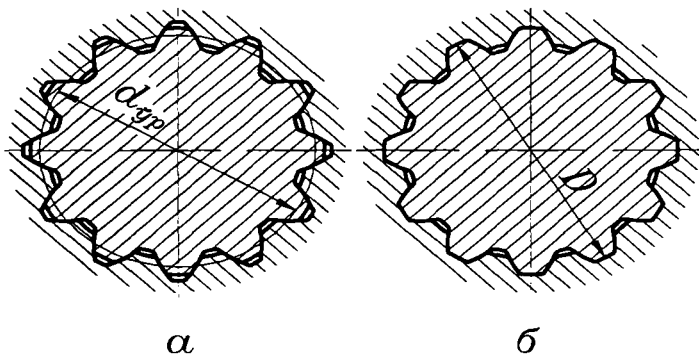
Агар вал ва гупчакнинг ўқдош бўлишини яхши таъминлаш талаб этилса, деталлар шлицнинг диаметрлари бўйича марказлаштирилади. Иш жараёнида зарбли ёки реверс (йўналиш ўзгариши натижасида) юкланиш ҳосил бўлса, шлицнинг ён ёқлари бўйича марказлаштириш мақсадга мувофиқдир.



12.8-расм.

Диаметрлараро марказлаштирилганда, ташқи ёки ички марказлаштирилган диаметр технологик талаблар асосида белгиланади. Агар втулка унчалик қаттиқ бўлмаган материалдан ($< 350\text{НВ}$) тайёрланган бўлиб, шлицнинг тешигига сидириш (протяжка) билан ишлов берилган бўлса, марказлаштириш ташқи диаметр бўйича амалга оширилиши тавсия қилинади. Бунда вални марказланадиган юзаси жилвирланади. Агар втулка қаттиқ бўлиб, шлицнинг тешигига сидириш билан ишлов бериб бўлмаса, у ҳолда марказланишга ички диаметр танланади. Вал ва втулкаларнинг марказланадиган юзалари жилвирланади.

Шлицларнинг ён ёқлари бўйича марказлаштириш технологик нуқтаи назардан бир мунча қийинроқ, чунки уларнинг ён ёқлар юзаларини жилвирлаш учун махсус станоклар керак бўлади. Валларнинг диаметрлари катта бўлганда, асосан, самолётсозлик ва вертолётсозликда эволвента профилли шлицли бирикмалар ишлаталади. Бу бирикмаларни тўғри тўртбурчакли сингари қўзгалувчан шлицли бирикмаларда ҳам ишлатиш мумкин. Эволвента профилли шлицли бирикмалар ён ёқлари (12.9-а расм) ва ташқи диаметри бўйича (12.9-б расм) марказланадиган қилиб тайёрланади. Энг кўп қўлланадигани- бу шлицларнинг ён ёқлар усулидир.



12.9-расм.

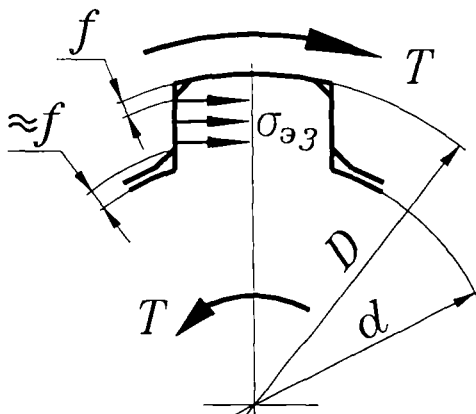
Валлардаги ва ички шлицларни тайёрлаш учун тишли ғилдиракларда ишлатиладиган замонавий технологик усуллар қўлланилади. Лекин, тишли ғилдиракдан фарқли ўлароқ, эволвентали шлицларнинг профил бурчаги 30° га қадар катталаштирилган бўлиб, баландлиги эса модул кийматига камайтирилган бўлади. Эволвента профилли шлицлар (тишлар), валнинг тишлари орасидаги ботик юзани тўмтоқлаш ҳисобига вални бўшаштиришини камайтиради.

12.4-§. Шлицли бирикмаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш

Иш жараёнидаги эгилиш ва буралиш деформациялари вал ва втулкани нисбатан тебранма силжишга олиб келади, натижада шлицларнинг ишчи

юзалари ейилади ва эзилади. Юкорида келтирилган факторлар шлицли бирикмаларнинг ишлаш қобилиятини белгилашда ва ҳисоблашда энг асосий омил ҳисобланади. Яъни, тўғри ҳисобланган шлицли бирикмалар юзаларини эзилиш ва ейилишдан муҳофаза қилиш керак. Юзаларнинг ейилишига чидам-лиги бўйича ҳисоблаш анча мураккаб ва етарли даражада ўрганилмаган.

Шунинг учун текширув эзилишга ҳисоблаш билан чекланади. Соддалаштирилган моделда таъсир этувчи юкланиш шлицларни баландлиги ва узунлиги бўйича бир меъёрда тарқалади деб қабул қилинади (12.10-расм).



12.10-расм.

Шлицларнинг ён ёқларидаги эзувчи кучланиш:

$$\sigma_{33} = \frac{T}{\frac{d_{yp}}{2} z h l K} \leq [\tau_{yp}], \quad (12.5)$$

бу ерда: T – валнинг буровчи моменти;

d_{yp} – бирикмаларнинг ўртача диаметри;

z – шлицлар сони;

h – тишнинг ички баландлиги;

l – шлицнинг ички узунлиги;

K – шлицларо нагрузканинг нотекис тақсимланишини ҳисобга олувчи коэффициент.

Ўртача диаметр d_{yp} ва шлицлар баландлиги h тўғри тўртбурчакли ва эволвентавий бирикмалар учун ҳар хил аниқланади.

Тўғри тўртбурчакли шлицлар учун:

$$d_{yp} = \frac{D + d}{2}; \quad h = \frac{D - d}{2} - 2f.$$

бунда: f – фаска ўлчами (12.10-расм).

Эволвентали шлицлар учун:

$$d_{yp} = z m; h = m,$$

бунда: m – тишлар модули.

Рухсат этилган эзувчи кучланиш:

- қўзғалмас бирикмалар учун $[\sigma_{\text{ЭЭ}}] = 50\ 4\ 150$ МПа;

- қўзғалувчан бирикмалар учун $[\sigma_{\text{ЭЭ}}] = 10\ 4\ 20$ МПа.

Буларнинг аниқроқ қийматлари, шлиц материалининг қаттиқлигига ва шлицли барикмаларнинг ишлаш шароитига қараб маълумотномалардан танлаб олинади.

12.5-§. Ҳисобга доир мисол

Тишли гилдиракдан валга ($d = 30$ мм) $T = 500$ Нм буровчи момент узатувчи призматик шпонканинг узунлиги ҳисоблансин.

Ечиш.

Диаметри 30 мм бўлган вал учун призматик шпонканинг стандарт ўлчамлари: эни $b = 8$, баландлиги $h = 7$.

$b > h$ бўлгани учун, ҳисоблаш эзилишдаги кучланиш шарти бўйича бажарилади. Шпонка материали учун тавсия этилаётган рухсат этилган кучланиш миқдорининг ўртача қиймати қабул қилинади: $[\sigma_{\text{ЭЭ}}] = 140$ МПа.

Шпонканинг ҳисобий узунлиги (12.3-расм):

$$l_x = \frac{4 T}{d h [\sigma_{\text{ЭЭ}}]} = \frac{4 \cdot 500 \cdot 1000}{30 \cdot 7 \cdot 140} = 67,8 \text{ мм.}$$

Шпонка узунлигини $l_y = 70$ мм деб қабул қиламиз.

12.6-§. Назорат саволлари

1. Шпонкали бирикмаларни ишлатишдан мақсад нима?
2. Зўриктирилган ва зўриктирилмаган шпонкали бирикмаларнинг фарқи нимада?
3. Қўзғалувчан шпонкали бирикма қандай ҳаракатни йўл қўяди?
4. Қандай шпонкали бирикмалар зўриктирилмаган дейилади?
5. Нима учун стандарт шпонкали бирикмалар кесилишга эмас, эзилишга ҳисобланади?
6. Шлицли бирикмаларнинг вазифаси нима?
7. Қўзғалувчан шлицли бирикмалар қандай ҳаракатни беради?
8. Шлицли бирикмалар шпонкали бирикмаларга нисбатан қандай афзалликларга эга?
9. Тўғри тўртбурчаклик ва эволвента профилли шлицли бирикмаларни марказлаштириш қандай бажарилади?
10. Шлицли бирикмаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш қандай бажарилади?

13- боб. Валларнинг бириктириш муфтлари

13.1-§. Муфта турлари

Техникада вал, стержен, электр симлари ва шу каби деталларнинг учларини бир-бирига улаш учун хизмат қиладиган воситаларни муфтлар дейилади. Бунда факат валлар учини бир-бири билан улайдиган муфтлар билан танишиб чиқамиз. Худди шу муфтларнинг ўзи тишли ғилдирақлар, шкивлар ва шу каби деталларни валга ўрнатилган ҳолида уларнинг учини бир-бири билан улашга хизмат қилади.

Муфтлар куйидаги турларга бўлинади: бошқарилмайдиган, бошқариладиган ва ўз-ўзини бошқарувчи (автоматик).

Бошқарилмайдиган муфтлар ўз навбатида, доимий бириктирилган, компенсацияловчи (нотекисликларни тўғриловчи) ва саклагич муфтларга бўлинади. Доимий бириктирилган муфтлар марказланиб, ўқдош ҳолига келтирилган, валларнинг учларини ўзаро улаш учун ишлатилади. Одатда, валларни учлари бундай марказланиб, ўқдош ҳолда бўлмайди, бунга асосий сабаб, деталларни тайёрлашдаги йиғма бирликини ҳосил қилиш учун монтаж ишларини бажаришдаги нотекисликлардир. Бундай нотекисликларни иш жараёнида тўғрилаш учун компенсацияловчи муфтлар ишлатилади, улар ўз навбатида кўзгалувчан ва эластик муфтларга бўлинади. Эластик муфтлар ўз элеменлари билан ҳам бикрликка эга бўлган бўгин вазифасини бажаради, натижада машиналарни резонанс зонага кирмасдан ишлашини таъминлайди ва тебранишдан саклаб қолади.

Саклагич муфтлар ўта юкланиш ва авария ҳоллари рўй берганда, машина механизмларини синиб кетишдан саклайди.

Бошқарилувчи муфтлар валларни ёки валларга жойлаштирилган деталларни ўзаро бирлаштириш ёки ажратиш учун хизмат қилади. Бундай жараёнлар кўзгалмас валларда ёки айланиб турган вақтда бажарилиши мумкин. Бошқариладиган элемент турига қараб, бундай муфтлар механикли, электромагнитли, гидравлик ёки пневматик (сиқилган ҳаво)ли бўлиши мумкин.

Ўз-ўзини бошқарувчи (автоматик) муфтлар валларни ёки валларга жойлаштирилган деталларни ишлаш жараёнига – тезлигига ёки айланиш йўналишига қараб ўзаро бириктириш ёки ажратиш учун хизмат қилади.

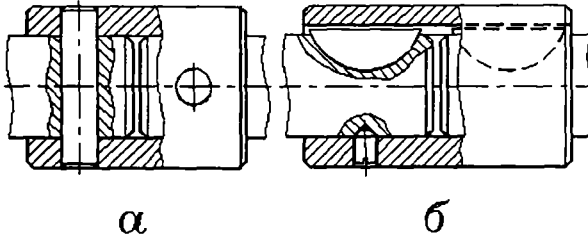
13.2-§. Доимий бириктирилган муфтлар

Доимий бириктирилган муфтлар кўзгалмас муфтлар туркимига кириб, валларни ўзаро бириктириш (кўзгалмас бирикмалар) ёрдамида бажарилади, бунинг учун уларни юқори аниқлик билан марказлаштириш лозим.

Доимий бириктирилган муфтларнинг энг оддийси втулка қўринишидаги муфта бўлиб, валлар учига втулка киритилади ва муфта (13.1-а расм), шпонка (13.1-б расм) ёки шлицлар воситасида кўзгалмас қилиб маҳкамлаб қўйилади.

Бундай муфтлар тузилишининг оддийлиги ва ўлчамлари катта бўлмаслиги билан ажралиб туради, лекин втулкани ўрнатиш учун вални ўқи

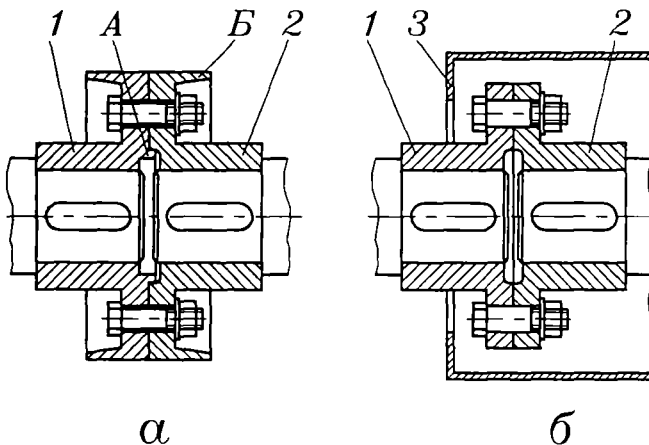
бўйлаб силжитишига тўғри келади. Шунинг учун уланадиган валлар диаметри 50 мм га эга бўлган катта ўлчамларга эга бўлмаган машина механизмларида ишлатилади. Муфтларнинг мустаҳкамлиги, асосан, шпонкали, штифли ёки шлицли бирикмаларнинг чидамлилиги ҳамда втулканинг мустаҳкамлиги билан белгиланади.



13.1-расм.

Гардишсимон япалок муфтлар (13.2-расм) иккита ярим паллали муфтадан иборат, улар ўзаро бирикувчи валларга олдиндан ўрнатилган бўлиши мумкин.

Шунинг учун, улар машинасозликда валлар диаметри чегараланмаган ҳолда кенг қўламда ишлатилади. Бундай муфтлар тузилишининг бир тури 13.2-а расмда кўрасатилган. Бу муфта болтлар ёрдамида бўшлик билан ўрнатилган бўлиб, буровчи момент эса икала ярим муфтанинг 1 ва 2 болтлар воситасида бир-бирига сиқиб қўйилишидан уларнинг ажратиш сиртида ҳосил бўлган ишқаланиш кучи ҳисобига узатилади. Валларнинг ўқдошлиги чапдаги ярим муфтани марказлаштирувчи буртикга А ўнг томондаги ярим муфтани тешигига жойлаштириши билан таъминланади. Техник хавфсизликни инobatга олган ҳолда болтли бирикмани бошқариб турган қисми буртик Б ёрдамида бириктирилган.



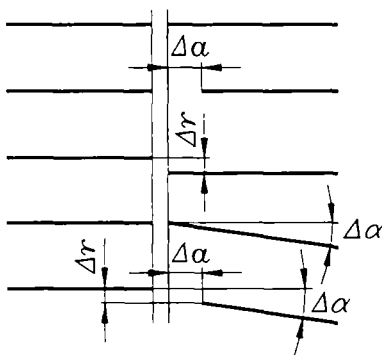
13.2-расм.

13.2-б расмда кўрсатилган гардишли ялпок муфтани иккита ярим паллали муфталар 1 ва 2 бўшликсиз ўрнатилагн болтлар ҳисобига маркавланиши мумкин. Бундай муфталарда буровчи момент, асосан, кесилиш ва эгилишга ишлайдиган болт стерженлари ҳисобига узатилади. Муфталарнинг хавфсизлиги умумий ҳолатда ўраш воситаси 3 билан таъминланади.

Тортилган ва тортилмаган болтли бирикмаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш ҳақидаги маълумотлар 15.2- § да келтирилган.

13.3-§. Компенсацияловчи қаттиқ муфталар

Кўпгина шароитларда, бирлашадиган валлар ўқининг ўзаро жойланиши жуда аниқ бўлмай, механизмларни йиғиш ва тайёрлашдаги нотекистиклар ва уларнинг монтаж ишларидаги хатоликларга ҳам боғлиқ бўлади. Валларни номинал жойлашишига қараб, уч хил оғишлар мавжуд (13.3-расм): бўйланма силжиш $\Delta\alpha$, радиал силжиш ёки эксцентриситет Δr , бурчакли силжиш ёки бурилиш $\Delta\alpha$.



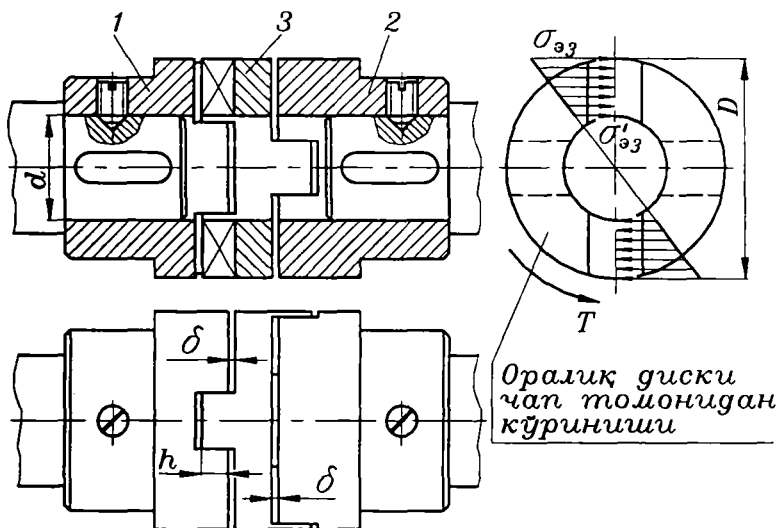
13.3-расм.

Кўпинча, юқорида кўрсатилган оғишлар биргаликда иштирок этиши мумкин, у ҳолда умумий ном билан «ўқдош бўлмаган (жойлашмаган) валлар» дейилади. Имконияти борича ўқдош жойлашмаган валларни бириктириш учун компенсацияланувчи муфталар ишлатилади.

Ўқдош жойлашмаган валлар оғишини компенсация қилиш ярим паллали муфталар орасидаги элементлар ёрдамида амалга оширилади. Оралиқдаги қаттиқ элементлар компенсацияловчи муфталарда ишлатилади, оралиқдаги деформацияланадиган элементлар эса эластик муфталарда қўлланилади. Эластик муфталар машинанинг юритма звеносини бикрлик хусусиятини камайтириш функциясини ҳам бажаради.

Машинасозликда кўп ишлатиладиган муфталардан яна бири муштсимон диски муфталардир, айрим ҳолларда уни айқашсимон-қулисали деб ҳам юритилади. Бундай муфталарнинг тузилиши 13.4-расмда кўрсатилган. Муфта иккита ярим паллали 1 ва 2 муфтадан ҳамда оралиқда жойлашган диск 3 дан иборат

Муфта ажратиш сиртида призматик ўйиклари бўлган иккита ярим муфтадан ва улар орасидаги ўрнатиладиган ҳамда икки томонида ярим ўйикларга жойлашадиган ўзаро перпендикуляр қилиб тайёрланган чизиклари бўлган дискдан тузилган.



13.4-расм.

Перпендикуляр текисликда жойлашган диск ва яриммуфталар орасидаги бўшлик (13.4-расмда) эса валларнинг ўқ бўйлаб, радиал ва бурчак силжишига олиб келади, натижада бу силжишлар муфта ёрдамида текисланади. Айланма ҳаракатни узатиш жараёнида дискдаги чиқикларнинг ярим муфта сиртидаги ўйикларда сирпаниши сиртларнинг ейилишига сабаб бўлади, бундай ҳолатда узатилаётган қувватнинг тахминан бир процентга яқини йўқолади, шунинг учун ейилишни камайтириш мақсадида сиртлар вақти – вақти билан мойланиб туриши лозим. Одатда, ўқдош бўлмаган валларнинг радиал силжиши $\Delta r \leq 0,04d$, бурчак силжиши эса $\Delta \alpha \leq 0^\circ 30'$ орасида чегараланиши керак.

Айқашсимон-кулисали муфталарни мустаҳкамликка ҳисоблашда оралиқдаги диск чизиклари яриммуфта ўйиги сиртлари билан бир текисда муайян тегиб туради, деб фараз қилиш керак. Бундай ҳолда ҳар бир ўзаро контактда бўлган нуқталарнинг деформацияси ва кучланиши муфта ўкига нисбатан шу нуқталар оралиғига пропорционалдир. 13.4-расмда кўрсатилган эзувчи кучланиш эпюроси шартли равишда ён ёқлардаги ўйикдан диаметр томон сурилган. Мустаҳкамлик максимал эзувчи кучланиш σ_{33} бўйича аниқланади.

Оралиқ дискининг мувозанат шarti:

$$Tk = FR_{yp}z,$$

бунда: T – узатиш буровчи моменти;

k – юкланишнинг динамикавий таъсирини эътиборга олувчи коэффицент: тинч ҳолатда ишлайдиган бир меъёрли юкланган механизмлар учун $k = 1$; меъёрсиз юкланган ҳолда ишлайдиган механизмлар учун $k = 1,1 \div 1,3$; оғир шароитда зарб билан ишлайдиган меъёрсиз юкланган ва ҳаракат йўналиши ўзгариб турадиган механизмлар учун $k = 1,3 \div 1,5$.

F – чиқикқа таъсир этувчи куч: $F = hl\sigma_{yp}$;

h – дискдаги чиқикнинг баландлиги (13.4-расм);

l – чиқикнинг узунлиги: $l = \frac{D-d}{2}$;

D – муфтанинг ташқи диаметри;

d – муфтанинг ички диаметри (одатда вал диаметрига тенг);

σ_{yp} – эзувчи кучланишнинг ўртача киймати (16.4-расм);

$$\sigma_{yp} = \frac{\sigma_{\text{эз}} + \sigma'_{\text{эз}}}{2}.$$

Адолатли мутаносиблик бўлганда, $\sigma_{\text{эз}} / \sigma'_{\text{эз}} = D/d$, $\sigma'_{\text{эз}} = \sigma_{\text{эз}} d / D$ бўлади. Унда:

$$\sigma_{yp} = \frac{D\sigma_{\text{эз}} + d\sigma_{\text{эз}}}{2D} = \sigma_{\text{эз}} \frac{D+d}{2D}.$$

R_{yp} – чиқикнинг ўртача радиуси (ўртача диаметри ярмиси):

$$R_{yp} = \frac{D+d}{4},$$

z – чиқиклар сони: $z = 2$.

Бу кийматларни дастлабки ифодага қўйиб, мувозанат шарти асосида содалаштириб, қуйидаги тенгликни оламиз:

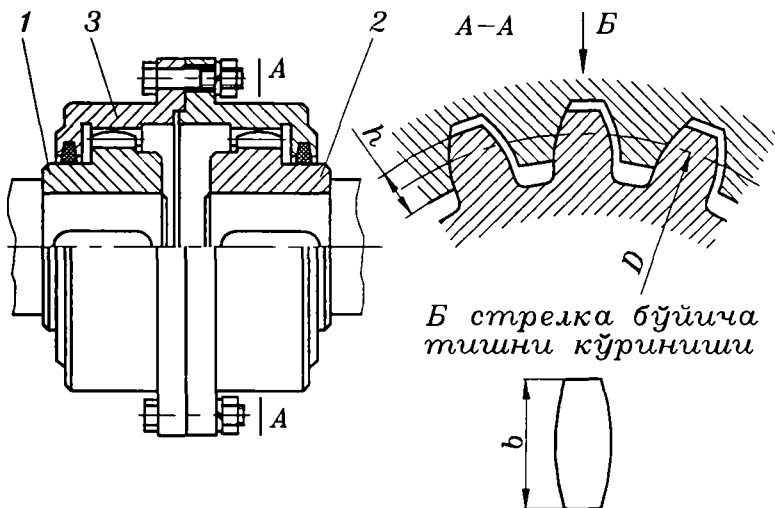
$$Tk = \sigma_{\text{эз}} h \frac{(D+d)^2 (D-d)}{8D}.$$

Бу шартдан айқашсимон-кулисали муфтларни текширишга ҳисоблаш формуласини келтириб чиқарамиз:

$$\sigma_{\text{эз}} = \frac{8kTD}{h(D+d)^2 (D-d)} \leq [\sigma_{\text{эз}}]. \quad (13.1)$$

Айқашсимон-кулисали муфтларнинг деталлари конструкцион ва легирилган пўлатлардан тайёрланади. Бу ҳолда $[\sigma_{\text{эз}}] = (15 \div 20)$ МПа қабул қилинади.

Ҳар хил кўринишда бўлган ўқдош жойлашмаган валларни компенсациялашда кўп ишлатиладиган муфталардан яна бири тишли муфтalar хисобланади (13.5-расм).



13.5-расм.

Шундай муфта 1 ва 2 ярим муфтадан иборат бўлиб, ташки тишлар ва ажралувчи ҳалқа 3 ҳамда икки қаторли ички тишлардан ташкил топган. Тишлар эволвентавий бўлиб, каллагининг юқори қисми камайтирилган. Валларни ўқдош эмаслигини компенсациялаш учун муфта ўқлараро δ бўшлиққа эга ва илашигида оширилган радиал ва ёнбош бўшлиқ бўлиши керак. Ундан ташқари, ярим муфта тишларининг гардишлари цилиндрсимон қилинмай, сферик шаклида, тишлари эса бочкасимон бўлади.

Момент узатиб бўлиш жараёнида ўқдош жойлашмаган валлар ораллигидаги ишчи муфтalarнинг момент узатиб бериши тишларни ўзаро сирпанишига олиб келади. Ейилиш миқдорини камайтириш учун қискич ҳалқа ичига суяк мой қуйилади.

Ярим муфтани бочкасимон шаклдаги тишлари қискич ҳалқани тўғри тишлари билан контактда бўлиши юқори кинематик жуфтликда бўлади, шундай экан, тишли узатмалар сингари, муфта тишларини мустаҳкамликка ҳисоблаш контакт қучланиш бўйича бажарилади. Лекин, ҳақиқий контакт қучланишни аниқлаш бирмунча қийин, чунки тишларга таъсир этаётган қучларнинг қиймати, йўналиши ҳамда ўрни шароитга қараб ўзгариб туради. Ундан ташқари, тишлар контактда ишлангандан сўнг, унинг юзалари сезиларли даражада катталашади. Шунинг учун, бу муфтalarга ҳисоблашни шартли усули билан алмаштирилади, ҳисоблашдаги аниқсизликлар руҳсат этилган қучланишларни амалиёт жараёнига асосланган ҳолда танлаш билан қифояланилади.

Бу ҳолда мустаҳкамлик шарти қуйидаги кўринишда бўлади:

$$T k = \sigma_{\text{ЭЗ}} b h z \frac{D}{2}.$$

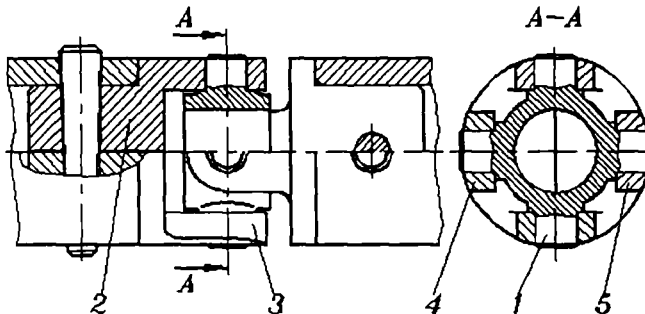
Бунда: T – узатиладиган буровчи момент;
 k – динамик юкланиш коэффициентини;
 b – тиш узунлиги (13.5-расм);
 z – тишлар сони;
 D – тишларни бўлувчи диаметри.

$D = mz$ ни ҳисобга олган ҳолда ва тишнинг фойдали баландлиги ҳақиқий тузилмаларда $h = 1,8 m$ бўлганда, мустаҳкамликнинг шартли формуласи қуйидаги шаклда бўлади:

$$\sigma_{\text{ЭЗ}} = \frac{T k}{0,9 D^2 b} \leq [\sigma_{\text{ЭЗ}}]. \quad (13.2)$$

Тишли муфталарнинг деталлари конструкцион ва легирланган пўлатлардан тайёрланади. Бунда $[\sigma_{\text{ЭЗ}}] = (12 \text{ } 15) \text{ МПа}$ қабул қилинади.

Юқорида танишиб чиқилган компенсацияловчи муфталардан ташқари техникада кенг қўламда ишлатиладиган муфталардан яна биттаси бутсимон-шарнирли муфталар бўлиб, тузилиши кардон шарнирга асосланган (Гук шарнири). Монтаж камчиликларини компенсацияловчи муфталардан фарқи, бутсимон-шарнирли муфталар машинани тузилмасида инобатга олинган бурчак ўқдошлиги $(30+40)^\circ$ га мос келмаган валларни бириктириш учун ишлатилади. Бутсимон-шарнирли муфталар транспорт ва технологик машиналарда ишлатилади, уларнинг айрим тузилмалари стандартлаштирилган. Бундай муфталарнинг тузилиш имкониятларидан биттаси 13.6-расмда кўрсатилган.



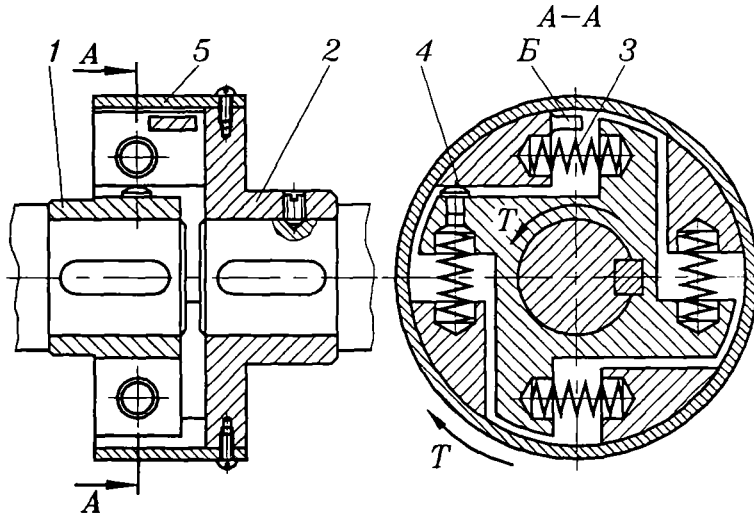
13.6-расм.

Бутсимон палла / ўзаро перпендикуляр (тик) текисликдаги ярим муфта билан шарнирли боғланган. Бутсимон паллани ярим муфталар билан бириктиришни ярим муфталарнинг иккита ярим бўлақлардан 2, 3 ва 4, 5 ярим муфталар валга штифтлар ёрдамида бириктирилган.

13.4-§. Эластик муфталар

Агар компенсацияловчи муфталарнинг ораликдаги элементи эластик бўлса, бундай муфталарни эластик муфталар дейилади. Улар валлар ўқдошлиги қатъий бўлиш ёки бўлмаслигига қарамасдан, ҳамма нотексликларни тўғрилайди (компенсациялайди). Эластик муфталар ўз элементлари билан юритмада кам бикирликка эга бўлган бўгин вазифасини ҳам бажариб, машиналарнинг имконияти борича резонанс шароитда ишламаслигини таъминлайди, тебранишдан сақлайди. Бунинг учун муфталарни эластик элементи етарли даражада бикирликка эга бўлиши керак. Бу тўғрида ҳисоблашга зарур бўлган маълумотлар «Машина ва механизмлар назарияси» курсида берилган.

Эластик муфталарнинг тузилиши ҳар хил кўринишда учрайди. Эластик элемент материалларига қараб бу муфталар икки турга бўлинади: эластик элементлари металл ва металлмас.



13.7-расм.

Эластик элементи металл симдан ўраб тайёрланган цилиндр-симон пружинали эластик муфта 13.7-расмда кўрсатилган. Муфта етакловчи 1 ва етакловчи 2 ярим муфталардан иборат бўлиб, шпонка ёрдамида валга маҳкамланган (Бошқа вариантда бўлиши ҳам мумкин: етакловчи 2, етакловчи 1). Ярим муфталар шундай тайёрланганки, улар орасидаги махсус тешикка олдиндан сикилишга ишлайдиган қилиб, деформацияланган тўртта пружиналар 3 жойлаштирилади.

Бирор бурчакда жойлашган ярим муфтанинг дастлабки ҳолати чеклагич 4 билан аниқланади. Пружина деформациялангандан кейин ярим муфтанинг нисбатан бурилиш имконияти ярим муфта 2 га ўрнатилган чеклагич 5 билан

белгиланади. Муфта ташқи томондан саклагич 5 билан беркитилган. Пружина дастлабки сиқувчи куч F_1 таъсирида T_1 момент билан юклангунга қадар бу муфта старли бикрликдаги компенсацияловчи муфталар сингари ишлайди. T_1 момент қуйидагича аниқланади:

$$T_1 = F_1 R z, \quad (13.3)$$

бунда: R – пружина жойлашган тешик радиуси.

z – пружиналар сони.

Агар узатиладиган буровчи T момент T_1 дан катта бўлса, у ҳолда муфта доимий ўзгармас бикрликда эластик муфта сингари ишлайди. Пружина ўрамлари буралишга, шу билан бирга, пружина елкасидаги бўйлама куч билан пружина диаметрини ярмини тенглиги буровчи моментга мос келади, шунинг учун, пружинанинг мустаҳкамлик шарти қуйидагича ифодаланади:

$$F \frac{D}{2} = \frac{\tau W_p}{k_B}, \quad (13.4)$$

бунда: F – пружинани сиқувчи бўйлама куч:

$$F = \frac{T_{max}}{R}, \quad (13.5)$$

бунда: T_{max} – муфта орқали узатиладиган момент;

D – пружина ўрта диаметри;

τ – пружина ўрамларидаги буровчи кучланиш;

W – пружина ўрамининг қўндаланг кесим қаршилиқ momenti.

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16}, \quad (13.6)$$

бунда: d – пружина симининг диаметри.

k_B – ўрамлар эгилувчанлик таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент. Бу коэффициент 13.1-жадвалда кўрсатилган.

13.1-жадвал

| $4D/d$ | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 |
|--------|------|------|------|------|------|------|
| k_B | 1,37 | 1,29 | 1,24 | 1,17 | 1,14 | 1,11 |

(13.5) ва (13.6) ни (13.4) га қўйиб ва T га нисбатан ечилса, пружиналар сони z га тенг бўлган муфталар учун пружинани текширишга ҳисоблаш формуласи келиб чиқади:

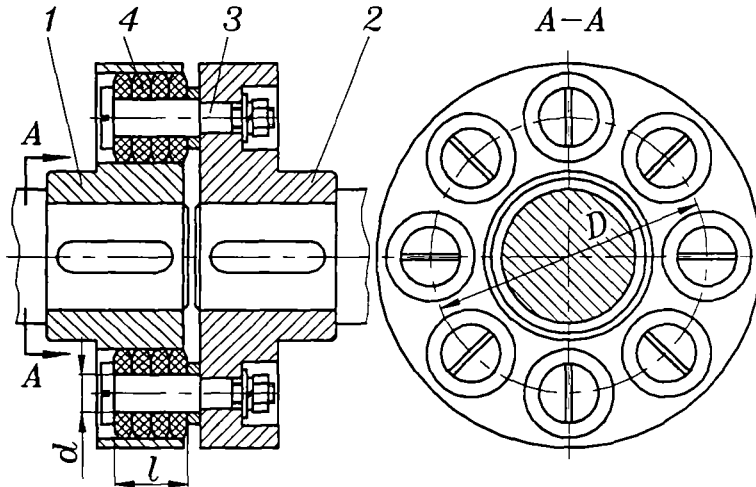
$$\tau = \frac{8 D T_{max} k_B}{\pi d^3 R z} \leq [\tau]. \quad (13.7)$$

Пружинани тайёрлаш учун махсус пружинали пўлатлар (пўлат 65Г) ишлатилади. Уларнинг турларига қараб рухсат этилган кучланиш $[\tau] = (500-900)$ МПа ораликда олинади.

Эластик элементли металлмас материаллардан тайёрланган компенсацияловчи муфталардан нисбатан кўп ишлатиладигани втулка

бармокли муфтадир (13.8-расм). Бундай муфталар, тайёрлаш соддалиги ва резина элементларини алмаштириш кийин эмаслиги ҳисобига, кўпинча электр двигателнинг вали билан юритма валини бириктириш учун ишлатилади. Кичик ва ўрта кийматли бурувчи моментларни узатиб бериш учун мўлжалланган. Валларнинг диаметри 150 мм гача ва узатиб бериш моментлари 15000 Нм гача бўлган муфта ўлчамлари стандартлаштирилган.

Кесими трапеция 4 шаклида бўлган бир неча резинали ҳалқа бармоқ 3 га жойлаштирилиб, ярим муфта 2 га маҳкамланган бўлади (13.8-расм). Бу ҳалқалар ярим муфта 1 тешигига киритилади. Бундай муфталар юритманинг кам бикрлик бўғини сифатида хизмат қилади ва ўқдош жойлашмаган валларни қуйидаги ораликда компенсация қилади: ўқ бўйлаб силжиш $\Delta\alpha \leq 18$, буралиш $\Delta\alpha=(1\div 5)$ мм, $\Delta\gamma=(0,3\div 0,6)$ мм.



13.8-расм.

Танлаб олинган муфталарнинг мустаҳкамлигини текшириб кўришда резина ҳалқанинг бармоққа тегиб турган юзаси бўйича эгилишга ҳисобланади. Бунда шунини ҳисобга олиш керакки, бармоқлар текис юкланган, эгувчи кучланиш эса втулка узунлиги бўйича бир меъёрида тақсимланган. Текширув формуласи қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\sigma_{33} = \frac{2Tk}{Dzdl} \leq [\sigma_{33}] \quad (13.8)$$

бунда: T – узатиладиган бурувчи момент;

k – динамик юкланиш режимини ҳисобга олувчи коэффициент;

D – бармоқлар жойлашган айлананинг диаметри;

z – бармоқлар сони;

d – бармоқлар диаметри (13.8 - расм);

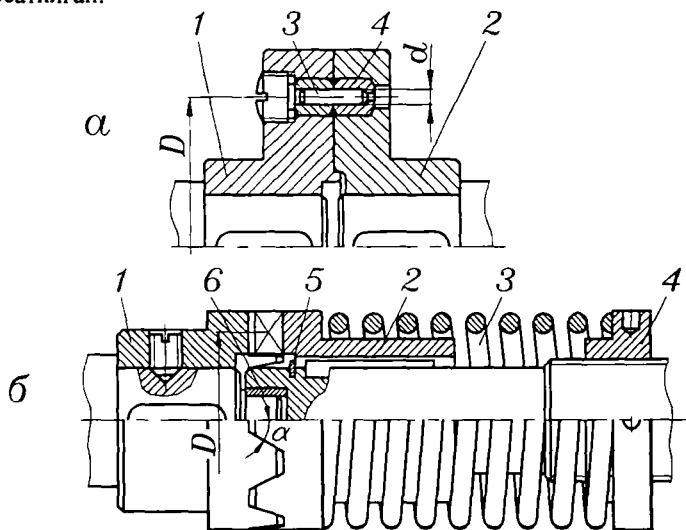
l – бармоқлар узунлиги (13.8-расм).

Резиналар учун рухсат этилган кучланишнинг қиймати учун $[\sigma_{\Sigma 3}] = (1,8 \div 2)$ МПа ни қабул қилиш тавсия этилади.

13.5-§. Сақлагич муфтлар

Сақлагич муфтлар, ўта юкланиш натижасида авария (бузилиш) ҳолатига тушиб қолган механизмларнинг кинематик занжирларини ҳимоя қилиш учун хизмат қилади, яъни бу муфтлар, валларни бир-бирдан (автоматик) ажралишига имкон яратади. Бундай муфтлар икки турга бўлинади. Кесувчи элементли сақлагич муфтлар ва синиб кетадиган элементи бўлмаган сақлагич муфтлар. Сақлагич муфтлар фақат ўқдош валларга ўрнатилиши мумкин, бунда валлар муфта ўрнатилишидан олдин ёки шу муфтлар орқали марказлаштирилади.

13.9-а расмда, синиб кетадиган элементи бор муфтанинг тузилиши кўрсатилган.



13.9-расм.

Буровчи момент ярим муфтлар 1 ва 2 аро штифт 3 орқали узатиб берилади. Бу штифт ўта юкланишда синиб кетади. Авария ҳолатидан сўнг муфтани ишга тушириш учун штифт алмаштирилиши лозим. Тобланган втулка 4 штифтларнинг алмаштирилишини енгиллаштиради.

Штифтнинг мустаҳкамлик шarti:

$$Tk = \frac{z}{K_z} \frac{D}{2} \frac{\pi d^2}{4} \tau, \quad (13.9)$$

бунда: T – узатиладиган момент;

k – динамик юкланиш коэффициенти;

z – штифт сонлари; амалиётда $z=1$ ёки $z=2$ килиб олинади;

K_z – штифтлараро юкланишнинг тенг таксимланмаганини билдирувчи коэффициент; $z=1$ бўлганда $K_z=1$;

$z=2$ бўлганда $K_z = 1,2$;

D – штифтларни жойлашиш диаметри;

d – штифт диаметри;

τ – штифтнинг кесувчи кучланиши.

(13.9) формуладаги узатилаётган момент T ни чегаравий момент T_{\max} билан (бу ҳолда штифт ҳали бузилмаган) ва кесувчи кучланиш τ ни рухсат этилган кучланиш $[\tau]$ билан алмаштирсак, штифт диаметрини аниқлаш ишчи формуласини оламиз:

$$d = \frac{8TkK_z}{\pi z D [\tau]} . \quad (13.10)$$

Рухсат этилган кучланиш $[\tau]$ кийматини штифт материални кесилишдаги мустаҳкамлик чегарасига тенг деб ҳисобланади. Нормаллашган конструкцион пўлатдан тайёрланган штифтлар учун $[\tau]=(300÷400)$ МПа.

Сикмайдиغان элементлик сақлагич муфталар авария ҳолатидан кейин ўзининг ишлаш қобилиятини тиклаш учун вақт талаб қилмайди, улар ҳар доим ишга тайёр. Кулачокли сақлагич муфтанинг тузилиши 13.9-б расмда кўрсатилган.

1 ва 2 ярим муфталар трапеция шаклдаги кулачоклар билан таъминланган. 1 ярим муфта валга жипс маҳкамланган, 2 ярим муфта эса кўзгалувчан шпонкали бирикма бирикма ҳисобига вал ўқи бўйлаб силжиши мумкин. Ярим муфталар кулачокларини ўзаро илашиши пружина 3 билан таъминланади ва 4 гайка орқали бу куч ростланади. Ярим муфта 2 нинг чапга силжиши тўхтатгич ҳалқа 5 билан чегараланган, бу чегараланиш ярим муфтани олдиндан валдаги монтажи учун зарур. Валларнинг ўқдошлиги марказлаштирувчи втулка 6 орқали амалга оширилади.

Буровчи момент узатишда кулачокли илашмада ўк бўйлаб йўналган куч пайдо бўлади, бу куч ярим муфтани ажратишга ва илашмадан чиқаришга ҳаракат қилади. Бунда кулачок сиртларидаги пружина ва ишқаланиш кучи ва кўзгалувчан шпонкали бирикма ҳаракати қаршилик кўрсатади. Муҳандислик ҳисоблашларида ишқаланиш кучини ҳисобга олмаслик мумкин, чунки тебраниш бу кучларни сусайтиради. Унда пружиналаштирилган ярим муфтаннинг мувозанат шарти қуйидаги кўринишда бўлади:

$$F = \frac{2Tk}{D} \operatorname{tg} \alpha , \quad (13.11)$$

бунда: F – пружина кучи;

T – узатиладиган буровчи момент;

k – динамик юкланиш коэффициенти;

D – муфталарнинг ўртача диаметри;

α – муштарнинг тўмтоқлашган бурчаги.

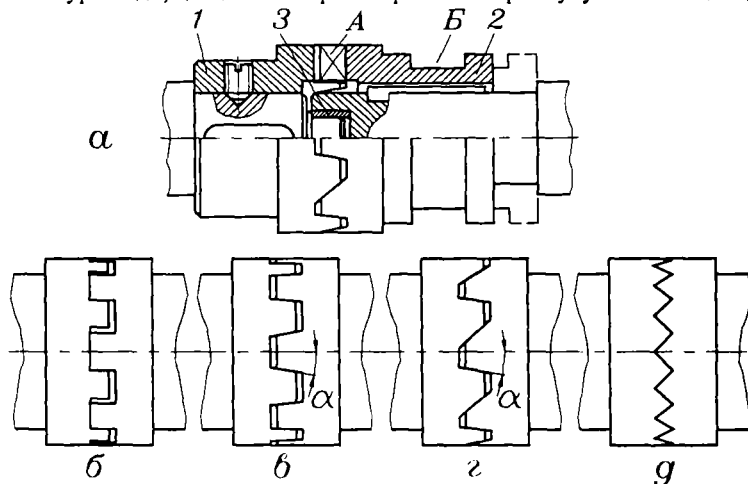
(13.11) шарт максимал узатиб бериладиган моментга қараб пружина танлаш учун хизмат қилади. Муштли саклагич муфталарни ишлатишда куйидаги факторларни ҳисобга олиб қўйиш зарур деб ҳисобланади. Маълумки, ўта юкланишда муфталарнинг ишга тушиши кулачокларни ўзаро зарб билан ҳаракатланишига ва ишқаланишини жадаллаштиришга олиб келади, шунинг учун, бундай муфталарни конструкциясига қўшимча равишда юритма двигателини ўчириш учун мосламалар мўлжалланиши керак.

Фрикцион саклагич муфталар (дискли ёки конуссимон) шовкинсиз сийқаланиб боради. Лекин ейилиш даражасини камайтириш учун вақт-вақти билан юритма двигателни ўчириб туриш керак. Дискли саклагич муфталарнинг ҳисоби бошқариладиган уловчи муфталарга ўхшаш бўлганлиги учун, у билан куйидаги мавзуда танишамиз.

13.6-§. Бошқариладиган ёки илашиш муфталари

Бошқариладиган муфталар бошқариш механизми ёрдамида валларни улаш ёки ажратиш учун ишлатилади. Бундай муфталар ишлаш принципига қараб икки гуруҳга бўлинади: илашиш асосида ишлайдиган (кулачокли, тишли) муфталар; ишқаланиш асосида ишлайдиган (фрикцион) муфталар.

Кулачокли муфталар (13.10-а расм) нинг ярим муфталари 1 ва 2 қўндаланг сиртида чизиклар А ясалган. Иш жараёнида ярим муфталардан бирининг чизиклари иккинчидаги ботиклар орасига киради. Муфталарнинг имкониятига қараб, улаш ёки ўчириш учун ярим муфта 2 вал ўки бўйлаб бемалол сурила оладиган қилиб, йўналтирувчи шпонка қилиб ўрнатилган ярим муфта махсус курилма воситасида сурилади. Унинг ишчи элементи ариқча Б га кириб туради. Расмда штрихланган чизиклар муфталарнинг ажратилган ҳолатини кўрсатади, ҳалқа 3 валларни марказлаштириш учун хизмат қилади.



13.10-расм.

Кулачокли муфталарни улаш ёки учуриш статик ҳолатда ёки айланиши даврида содир бўлади. Катта динамик юкланишининг олдини олиш учун улаш даврида кулачокнинг айланма тезлигини камайтириш талаб этилади: $v \leq 1$ м/с.

Кулачокларнинг ҳар хил шакллари 13.10-б,в,г,д расмларда кўрсатилган. Кулачок тўғри бурчак профилли шаклида (13.10-б расм) бўлса, статик ҳолатда уланадиган ярим муфталарнинг ўзаро жойлашувига жуда катта аниқлик талаб этилади.

Бундай муфталарнинг ён ёқларида албатта бўшлик пайдо бўлади (тайёрлаш технологияси натижасида ёки айланаётган вақтида валларни улаш имконияти учун) ва шу билан бирга йўналиши ўзгарган вақтда зарб билан ишлайдиган бўлади. Шунинг учун бундай муфталар билан механизмларни лойиҳалашда юқоридаги факторларни ҳисобга олиш лозим.

Ярим муфталар трапеция шаклидаги симметрик (13.10-в расм) ва носимметрик профилли (13.10-г расм) бўлса, бу муфталарнинг ён ёқларида бўшлик бўлмайди ва уларни уланиши учун ўзаро жойлашувига катта аниқлик талаб этилмайди. Етакчи вал гоҳ бир томонга, гоҳ иккинчи томонга айланадиган бўлса, трапеция шаклидаги тишлар симметрик профилни, агар вални айланиши доимо бир томонга бўлса носимметрик профилли бўлгани маъқул. Буровчи момент таъсирида трапеция профилли нукталарда ўк бўйлаб йўналган куч ҳосил бўлиб, ярим муфта ўзаро кенгайтиришга ҳаракат қилади.

Шунинг учун, муфталар ўз-ўзидан ажралиб кетмаслиги учун кулачокларнинг тўмтоқлик α бурчагини (13.10-б расм) шундай танлаш керакки, у ўз-ўзини тормозлаш хусусиятига эга бўлсин: $\alpha = (3 \text{ } 4 \text{ } 5)8$.

Кўндаланг сиртда учбурчакли тишлар жойлашган ярим муфталар (13.10-д расм) катта қийматга эга бўлмаган буровчи моментларни узатиб бериши учун имконияти борича ярим муфталар доимо уланган ҳолда бўлиши керак. Унинг учун улар ўзгармас куч билан (масалан, пружина кучи) таъминланиши зарур.

Кулачокли муфталарнинг мустаҳкамликка ҳисоблаш эзувчи кучланишининг тақриби бўйича, юкланиш кулачоклар аро тенг тақсимланган деб, қуйидагича ҳисобланади:

$$\sigma_{\text{эз}} = \frac{2Tk}{Dzbh} \leq [\sigma_{\text{эз}}], \quad (13.12)$$

бунда: D – кулачокнинг ўртача диаметри;

z – ярим муфтадаги муштлар сони;

b – кулачок узунлиги;

h – кулачок баландлиги.

Кулачокларнинг юзаси каттик бўлсин учун ейилишни камайтириш мақсадида ярим муфталар пўлат 45 ёки 40Х дан тайёрланиб, ҳажмий табланади ёки сталь 15Х, 20Х цементланиб, юқори қисми тобланади. Бунда эзилишдаги ружсат этилган кучланишининг қуйидаги қийматлари белгиланади:

$[\sigma_{\text{эз}}] = (90 \div 120)$ МПа – тинч турганда уланадиган;

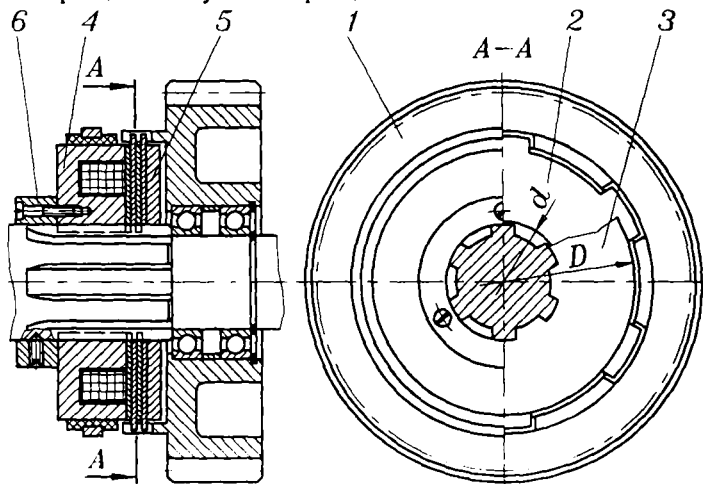
$[\sigma_{\text{эз}}] = (50 \div 70)$ МПа – секин айланганда уланадиган;

$[\sigma_{\text{эз}}] = (35 \div 45)$ МПа – катта тезликда айланганда уланадиган

Бошқариладиган уловчи муфтлар сифатида фриクション муфтлардан кўпроқ фойдаланилади. улардаги момент ишқаланиш кучи ҳисобига узатилади. Бу муфтларда буровчи моментнинг қиймати контакт сиртлардаги сиқувчи кучга боғлиқ бўлиб ярим муфтларни сиқадиган куч ошган сари оша боради. Бу ҳолат ярим муфтлар нисбатан тез айланганда ва катта юкланиш бўлган ҳолларда валларни ўзаро бириктириш имконини беради. Фриクション уловчи муфтанинг чегаравий буровчи моменти узатмага ростланган бўлиб, машина мустаҳкамлиги учун хавфсиз бўлса, бундай муфтлар сақлагич муфтлар функциясини ҳам бажариш мумкин. Фриクション муфтлар иш сиртларининг шаклига кўра қуйидаги уч гуруҳга бўлиниши мумкин: диски муфтлар (иш сирти текис); конуссимон муфтлар (иш сирти конуссимон); колоткали, лентали ва бошқа муфтлар (иш сирти цилиндр шаклида).

Электромагнит диски муфта тузилиши 13.11-расмда кўрсатилган. Бу бошқариладиган фриクション диски муфта ҳисобланиб, бошқариш воситаси электромагнит ҳисобланади. Бу муфта айланадиган валларни ўзаро бириктириш учун эмас, балки тишли ғилдирак билан вални бириктириш учун хизмат қилади. Тишли ғилдирак 1 валдаги шарикли подшипникда эркин айланади. Бу ғилдирак билан иккита етакловчи 2 дисklarнинг ташки чизиклари ғилдиракнинг махсус ботиклар (арикчалар) ига киритиб турган ҳолда боғланган. Иккита етакланувчи диск 3 эса ички чизиклари ёрдамида вал билан боғланган.

Бу икки жуфт дисklar фриクション муфтани ташкил қилади. Бошқариладиган механизм сифатида ҳалқали электромагнит ишлатилади. Бу электромагнит асосан ярмо 4 (сиртмоқ, хомут) ва якор 5 дан иборат. Ярмо 4 кимирламайдиган ҳалқа 6 ёрдамида вални шлицли қисмига маҳкамлаб қўйилган. Электромагнит уланган вақтда етакловчи ва етакланувчи дисklar ярмо билан якор орасида ўзаро бир бирига сиқилган ҳолда бўлиб, ҳаракат тишли ғилдиракдан валга узатиб берилади.



13.11-расм

Халқали электромагнитни ҳисоблаш учун керакли бўлган дискларни сиқувчи куч қуйидагича аниқланади:

$$F = \frac{T k}{r_{yp} f z}, \quad (13.13)$$

бунда: r_{yp} – дисклар иш сиртларининг ўртача радиуси:

$$r_{yp} = \frac{D + d}{4},$$

бу ерда: D ва d ташки ва ички дискларнинг иш сиртларининг диаметри (13.11-расм);

f – диск сиртларининг ишқаланиш коэффициенти;

z – ишқаланадиган сиртлар жуфтлари сони; $z = n - 1$; n – дисклар сони (13.11-расмдаги муфта учун $n = 4$).

(13.13) формуладан кўриниб турибдики, сиқилувчи куч ва дисклар диаметрини ўзгартирмай, муфтанинг дисклар сонини кўпайтирилса, буровчи моментни оширишга эришилади. Фрикцион муфтларнинг ишлаш қобилиятини белгиловчи омил сиртларнинг ишқаланиши ҳисобланади, шунинг учун дискларни сиқувчи куч рухсат этилган солиштира босим $[P]$ билан чегараланади. Текширув ҳисоблаш формуласи қуйидаги кўринишда бўлади:

$$P = \frac{4 F}{\pi (D^2 - d^2)} \leq [P]. \quad (13.14)$$

Харакатга келтириш принципларига кўра юқорида келтирилган ташки диски муфтлар пневматик, гидравлик ва механик бўлиши мумкин. Улар мойланган ва мойланмайдиган ҳолда ишлаши мумкин. Дисклар пўлат, чўян, металл, керамика копланган ёки металл эмас фрикцион материаллардан тайёрланиши мумкин.

Рухсат этилган солиштира босим ва ишқаланиш коэффициентини 13.2-жадвалда келтирилган. Ишлаш қобилиятига кўпроқ таъсир кўрсатувчилардан бири иссиқлик режими ҳисобланади. Муфтларни исиб кетиши сиртларнинг сирпанишига боғлиқдир. Қисқа вақт ичида уланган муфтларда катта иссиқлик пайдо бўлиши мумкин.

13.2-жадвал

| Материал | f | $[P]$, МПа |
|---|------|-------------|
| Мойланган ҳолда | | |
| Тобланган пўлат тобланган пўлат устида | 0,06 | 0,6 4 0,8 |
| Металлокерамика тобланган пўлат устида | 0,1 | 0,8 |
| Текстолит пўлат устида | 0,12 | 0,4 4 0,6 |
| Мойланмаган ҳолда | | |
| Чўян тобланган пўлат ёки чўян устида | 0,15 | 0,2 4 0,3 |
| Асбест ёки ферродо тобланган пўлат устида | 0,3 | 0,2 4 0,3 |
| Металлокерамика тобланган пўлат устида | 0,4 | 0,3 |

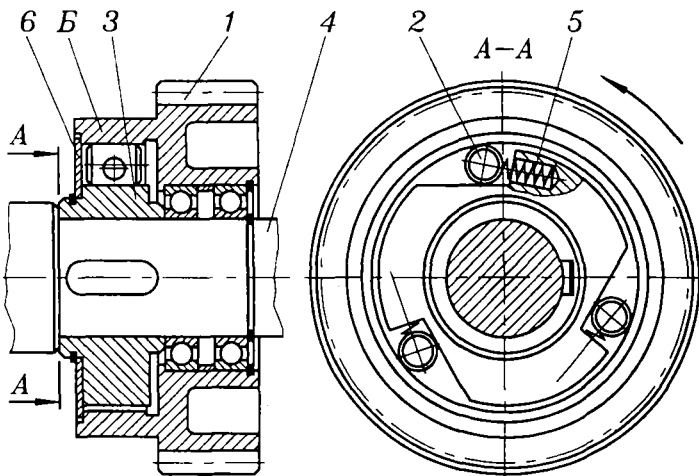
Иссиклик муфта деталларини қиздиради ва ташқи муҳитга таркатади. Бир соат ичида доимий уланиб ишлайдиган муфталарнинг деталларини мойлаб туриш тавсия этилади.

13.7-§. Эркин ҳаракатлануви ёки ўсувчи муфталар

Эркин ҳаракатланувчи ёки ўсувчи муфталар автоматик муфталар турига киради. Эслатиб ўтиш лозимки, автоматик муфталар валларни ўзаро бириктириш ажратиш ёки валларни жойлаштирилган деталларни ишлаш шароитига қараб улаш учун хизмат қилади.

Бундай муфталар фақатгина бир томонлама ишлайди, яъни моментни бир йўналиш бўйича узатиб беради. Бундай муфталар транспорт ва технолгик машиналарда қўлланилади. Ўсувчи муфталарни велосипедларда ишлатилиши кенг тарқалган бўлиб, яқунловчи моментни педал ғилдиракка узатиб беради. Шу билан бирга педал қўзғалмас бўлган ҳолатда бўлганда ҳам ғилдирак айланма аракатда бўлади. Ўсувчи муфталар тузилиши жиҳатидан: роликли, пружинали, колодкали ва бошқа қўринишларда бўлиши мумкин. Лекин машинасозликда кўпгина қулайликларга эга бўлган роликли эркин ҳаракатланувчи муфталардан кенг фойдаланилади.

Роликли эркин ҳаракатланувчи муфта тузилиши 13.12-расмда кўрсатилган. Ярим муфта *Б* обойма дейилади. Бу ҳолатда обойма вал 4 да эркин айланадиган тишли ғилдирак *1* нинг бўлаги деса ҳам бўлади. Ярим муфта *3* валга маҳкамланиб жойлаштирилган. Ярим муфталар орасидаги ўйикда ролик *2* жойлашган бўлиб, пружина *5* таъсирида улар билан доим контактда бўлади. Ярим муфтанинг ён ёқларини ясси детал *6* беркитиб туради.



13.12-расм.

Агар тишли ғилдирак соат кўрсаткичига қарши айланадиган бўлса (13.12-расм), у ҳолда роликлар ўйикнинг тор ерига думалаб ўрнашган ҳолда вал ўқидаги ярим муфта билан обойма орасида айланмайдиган бўлиб тишлашиб қолади. Натижада, тишли ғилдирак билан вал қўзғалмас бирикмага айланиб, буровчи момент ғилдиракдан валга узатилади. Ғилдирак қарама-қарши томонга айланса, роликлар ўйикнинг кенг жойига ўтиб олади ва ғилдирак валдан ажралган ҳолда бўлиб эркин айлана бошлайди.

Буровчи момент T узатилаётганда роликка нормал куч F_n ва ишқаланиш кучи F таъсир қилади (13.13-расм). Симметрия шартига асосан, ролик билан обойма ва вал устидаги ярим муфтани контакт нукталарида ҳосил бўлган нормал ва ишқаланиш кучлар жуфт ҳолида бир-бирига тенгдир.

Нормал кучлар F_n роликни α бурчак биссектриса йўналиши бўйича ўйикдан чиқаришга ҳаракат қилади. Бунга эса ишқаланиш кучи $F = F_n f$ (f – ишқаланиш коэффиценти) қаршилик қилади. Ролик ўйикдан чиқиб кетмаслиги учун ишқаланиш кучларининг α бурчак биссектрисасига проекциялари нормал кучларнинг мослашган проекцияларидан катта бўлиши керак:

$$F \cos \frac{\alpha}{2} = F_n \sin \frac{\alpha}{2}$$

$F = F_n f$ ни ҳисобга олган ҳолда ва қисқартириб, ўзгартиришлар натижасида қуйидаги қийматга эга бўламиз:

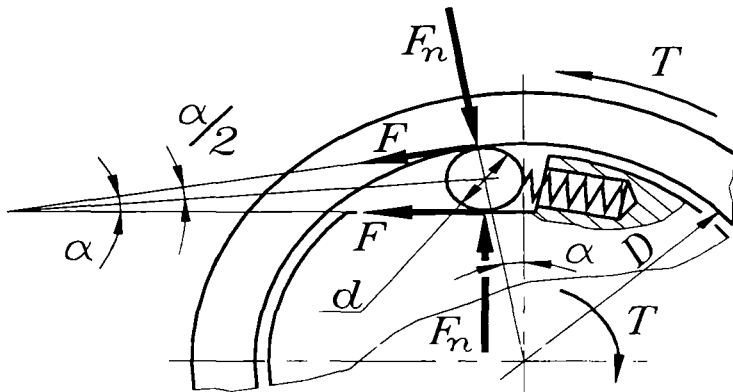
$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \leq f = \operatorname{tg} \rho$$

бу ерда: ρ – ишқаланиш бурчаги.

Шундай қилиб, ролик ўйикнинг тор ерида ҳаракатланмай тишлашиб қолиши учун ишқаланиш бурчагининг иккиланган қийматидан муфтанинг α бурчаги ҳам кичик бўлиши керак:

$$\alpha \leq 2\rho \quad (13.15)$$

Тобланган пўлатлар учун $\alpha = (7 \ 4 \ 8)^\circ$.



13.13-расм.

Ролик ва обойманинг ишлайдиган юзалари ҳамда валдаги ярим муфта контакт кучланиш бўйича ҳисобланади. Тегишли формулани келтириб чиқариш учун обойманинг мувозанат шартини келтираемиз:

$$T k = F \frac{D}{2} z = F_n \frac{D}{2} z \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \quad (13.16)$$

бунда: D – обойманинг ички диаметри (13.13-расм);

z – роликлар сони;

Контакт кучланиш бўйича ҳисоблаш учун келтирилган ҳолда Герц формуласининг дастлабки кўринишидан фойдаланилади, бунинг учун ўсувчи муфтанинг деталлари конструкцион пўлатлардан тайёрланган деб куйидаги формулани ёзамиз:

$$\sigma_H = 190 \sqrt{\frac{q}{\rho_{\text{кел}}}}.$$

Эслатамиз: q – контактдаги солиштирма юкланиш, $\rho_{\text{кел}}$ – контактдаги жисмларнинг келтирилган эгрилик радиуси.

Бизнинг ҳолда солиштирма юкланиш:

$$q = \frac{F_n}{l},$$

бунда: l – ролик узунлиги.

Контактдаги ролик билан обойманинг ёки валдаги ярим муфтанинг келтирилган эгрилик радиус қийматлари ҳар хил бўлади. Биринчи ҳолда ролик ботик юзада, иккинчи ҳолда эса текис юза билан контактда бўлади. Иккинчи ҳолат хавфли ҳисобланади. Чунки, роликнинг текис сиртдаги контакт юзаси обойманинг ботик юзасидан камдир. Бу ҳолда:

$$\rho_{\text{кел}} = \frac{d}{2}$$

бунда: d – ролик диаметри.

(13.16) тенгликда бурчакнинг кичиклигини ҳисобга олган ҳолда

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{\alpha}{2},$$

куйидаги ишлатиладиган формулани оламиз:

$$\sigma_H = 540 \sqrt{\frac{T k}{D d l z \alpha}} \leq [\sigma_H]. \quad (13.17)$$

Ўсувчи муфталарда, одатда, сиртларининг қаттиқлиги (45 4 50) HRC га тенг бўлган стандарт думалаш подшипникларнинг роликлари ишлатилади, муфта деталлари эса, цементация (углерод билан бойитилган) ва тобланиб қаттиқлиги ШХ15 га қадар етказилган 60 HRC пўлатлардан тайёрланади. Бу ҳолда $[\sigma_H] = (1200 \div 1500)$ МПа деб қабул қилиш мумкин.

13.8-§. Ҳисоблашга доир мисол

Пўлат дисклардан тузилган диаметри $d = 40$ мм бўлган валга ўрнатилиб, $T = 100$ Нм бўлган буровчи момент узатувчи кўп дискли мойда ишлайдиган фриксион муфта ҳисоблансин (13.11-расм).

Ечиш. Ҳисоблаш ва лойиҳалаш дискларнинг сонини, ташки диаметри D ва сонини аниқлаш, сиқувчи кучнинг ҳисоби ва рухсат этилган ҳисобий босимга тикширув ҳисобидан иборат.

Дискларни сиқувчи куч қуйидагича аниқланади (13.13):

$$F = \frac{4T k}{(D + d)f(n - 1)},$$

бу ерда: k – динамик юкланиш шароити тартиб коэффиенти реверсли шароит

учун $k = 1,3 + 1,5$; $k = 1,4$ ни қабул қиламиз;

f – ишқаланиш коэффиенти; $f = 0,06$ (13.2-жадвал);

n – дисклар сони.

Дискларни сиқувчи кучнинг рухсат этилган қийматини рухсат этилган босим бўйича ҳисоблашнинг текширув (13.14) формуласидан топамиз:

$$F \leq \frac{1}{4} \pi (D^2 - d^2) [p]$$

бу ерда: $[p]$ – дискдаги ҳисобий рухсат этилган босим; пўлат

дисклар учун $[p] = 0,7$ МПа (13.2-жадвал).

(13.13) ва (13.14) формулаларни тенглаштираемиз:

$$\frac{4T k}{(D + d)f(n - 1)} \leq \frac{1}{4} \pi (D^2 - d^2) [p].$$

Топилган тенгсизликда иккита номаълум бор: дискнинг ташки диаметри D ва дисклар сони n . Техник адабиётларда шунга ўхшаш муфтларни ўрганиш натижасида $D = 120$ мм қабул қилинган. У ҳолда дисклар сони:

$$\begin{aligned} n &= \frac{16 T k}{(D + d)(D^2 - d^2)\pi [p] f} + 1 = \\ &= \frac{16 \cdot 100 \cdot 1000 \cdot 1,4}{(120 + 40)(120^2 - 40^2)3,14 \cdot 0,7 \cdot 0,06} + 1 = 9,29. \end{aligned}$$

Дисклар сонини $n = 10$ деб қабул қиламиз.

Дискларни сиқувчи кучнинг талаб қилинган қийматини аниқлаймиз:

$$F = \frac{4T k}{(D + d)f(n - 1)} = \frac{4 \cdot 100 \cdot 1000 \cdot 1,4}{(120 + 40)0,06(10 - 1)} = 6481,5 \text{ Н.}$$

Дискдаги солиштирма босим (13.14):

$$p = \frac{4F}{\pi (D^2 - d^2)} = \frac{4 \cdot 6481,5}{3,14 (120^2 - 40^2)} = 0,65 \text{ МПа.}$$

Текширув коникарли, чунки $p < [p] = 0,7 \text{ МПа}$.

13.9-§. Назорат саволлари

1. Муфталар нима учун керак?
2. Машинасозликда ишлатиладиган муфталар турига изоҳ беринг.
3. Доимий бириктирилган муфталарнинг афзалликлари ва камчиликлари нималардан иборат?
4. Ўқдош жойлашмаган валларнинг турлари қандай?
5. Эластик муфтанинг функцияси нимадан иборат?
6. Кардан шарнирли муфта нима учун ишлатилади?
7. Кўпгина муфталарни ҳисоблашда қандай кучланишлар асосий белгиловчи ҳисобланади?
8. Саклагич муфталарнинг турларига изоҳ беринг.
9. Саклагич муфталарни ишлатилишида валларнинг ўқдошлигига қандай талаблар қўйилган?
10. Кесилувчи элементли саклагич муфталарни ҳисоблашда қандай кучланиш асосий ҳисобланади?
11. Бошқариладиган муфта турларига изоҳ беринг.
12. Бошқариладиган кулочокли муфталарнинг афзаллиги ва камчилиги нимада?
13. Ўсувчи муфталарнинг вазифаси нимадан иборат?
14. Роликли ўсувчи муфталарнинг ишлаш қобилятини белгиловчи мезон нимада?
15. Роликли ўсувчи муфталарни мустаҳкамликка ҳисоблаш қандай бажарилади?

III - ҚИСМ. МАШИНА ДЕТАЛЛАРИНИ ҚЎЗҒАЛМАС УСУЛДА БИРИКТИРИШ

«Машина ва механизмлар назарияси» фанидан маълумки, машина ёки механизм бўғини – бу битта детал ёки деталлар билан ўзаро боғланган қаттиқ система бўлиб, бир қабилада ҳаракат қила олиш қобилиятига эгадир. Бундай бирикликда боғланиш техникада қўзғалмас бирикма дейилади.

Изоҳдан тушунарлики, машинада деталларни қўзғалмас бирикма ҳолида ишлатиш зарурдир, чунки уларнинг айрим бўғинларини конструкция хусусиятларига қараб бир бутун қилиб тайёрлашнинг иложи бўлмайди, улар бир неча қисмлардан иборат бўлади.

Қўзғалмас бирикмалар ажралиш турига қараб ажраладиган ва ажралмайдиган турларга бўлинади.

Резбали, штифтли, клеммали, шпонкали, шлицли ва профилли бирикмалар ажраладиган бирикмалар бўлиб, бунда узеллар деталларга ажратилганда деталларга шикаст етказилмайди. Техникада энг кўп қўлланиладиган резбали бирикмадир. Бундай бирикмалар болт, винт ва гайка ёрдамида амалга оширилади. Штифтли бирикмаларни ҳосил қилиш учун конуссимон ёки цилиндр шаклдаги штифтларни бирикувчи деталлар тешигига зўриқиб ҳолатда жойлаштирилади. Шунга ўхшаш бирикмаларнинг бир хили келтирилган (валларни ўзаро бириктириш муфтлари). Клеммали бирикмада махсус сикувчи восита ишлатилади. Уларни тузилмаси ва ҳисоби [6] да келтирилган. Шпонкали ва шлицли бирикмаларнинг тузилиши ва ҳисоблаш усуллари келтирилган. Профилли бирикмалар махсус ҳолатларда деталларни вал ва ўқларга ўрнатишда ишлатилади. Вал ва гупчакнинг туташадиган жойини кўндаланг кесими думалоқ шаклда бўлмай, текисланган учбурчак ёки тўғри тўртбурчак (квадрат) кўринишида бўлади.

Ажралмайдиган бирикмалар бу шундай бирикмаларки, бирикувчи ва бириктирувчи деталларни айрим қисмларга ажратиш учун, бирикма элементларини синдириш ёки шикастлантиришга тўғри келади. Бундай бирикмаларга парчин михли, пайванд ҳамда клей ёрдамида бириктириш киради.

Ажраладиган ва ажралмайдиган бирикмалар орасида деталлари ўзаро тигизлик билан ўтказилган бирикмалар ҳам мавжуд. Айрим ҳолларда, вал ва ўқларга деталларни ўрнатишда қўлланилади. Бундай бирикмалар, деталларни қайта ўрнатиш ва ажратиш имконини беради. Лекин қисман қийинчиликларга дуч келган ҳолда ёки сиртларни камроқ шикастлантириш эвазига амалга оширилади.

Ажралмайдиган бирикмалар техникада жуда кўп ишлатилади, бирорта машина усиз яратилмайди. Айрим машиналарда қўзғалмас бирикмаларни юзлаб, минглаб учратиш мумкин. Мисол учун, Ил-76 самолётида 800 мингга яқин болтли бирикмалар ва 1,5 миллионга яқин парчин михни учратиш мумкин.

Қўзғалмас бирикмаларнинг ишлаш қобилиятини белгилловчи мезон мустаҳкамлик ҳисобланади.

Бирикмалар бирикувчи деталлар каторида тенг мустахкамликка эга бўлиши керак. Масалан, пайванд чокнинг ва пайвандланадиган деталларни мустахкамлик тавсифлари ўхшаш, бир-бирига яқин бўлиши керак.

14- боб. Резбали бирикмалар

Резбали бирикма – бу резба воситасида бириктирувчи деталлар: болт, винт, шпилка ва гайкалар орқали бирикма ҳосил қилишдир. Резба – бу маълум шаклдаги текислик чиқиғи бўлиб, винт чизиги бўйлаб винтнинг ташқи ёки гайканинг ички сиртларида жойлашган бўлади.

14.1-§. Резба турлари ва тайёрлаш усуллари

Резбалар тузилишига кўра:

1. Текисликнинг шаклига қараб, цилиндрсимон ва конуссимон сиртларда кесилган резбаларга бўлинади. Асосан, цилиндрсимон сиртда кесилган резба ишлатилади. Жипс бирикмалар ҳосил қилиш учун эса резба конуссимон сиртда (масалан, қувор тикин ва бошқалар) кесилади.

2. Резба ўқи бўйлаб жойлашган кесим шаклига қараб, учбурчакли, трапеция, доиравий ва ҳоказоларга бўлинади.

3. Винт чизигининг йўналишига қараб, ўнг ва чап резбаларга бўлинади. Резба ўрами винт чизиги бўйлаб чапдан ўнгга қараб йўналса, чап резба дейилади. Ўнг резба кўп ишлатилади, чап резба эса зарурат бўлган ҳоллардагина қўлланилади.

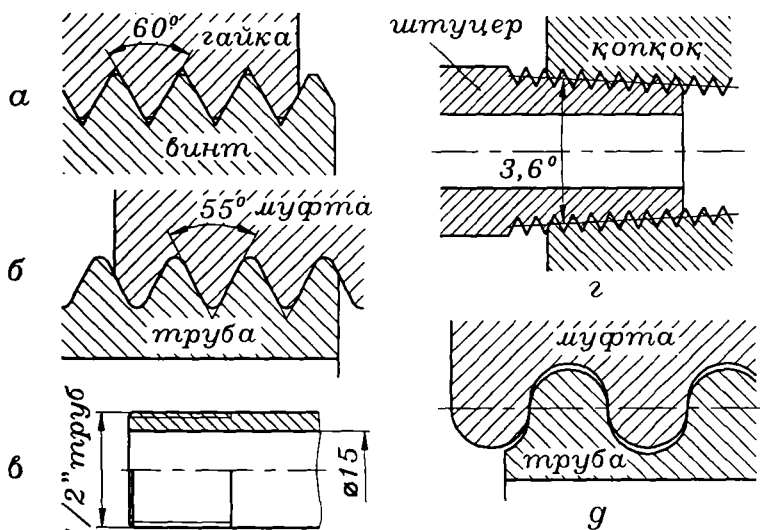
4. Киримлилар сониغا қараб, резбалар бир киримли, икки киримли ва ҳоказо бўлади. Резба битта чизикли винт сиртида жойлашган бўлса, бир киримли, иккита параллел жойлашган винт чизиги текислигида резба қирқилган бўлса, икки киримли, учта бўлса, уч киримли дейилади. Агар киримлилар сони иккита ва ундан ортик бўлса, бундай резбаларни умумий ҳолда – кўп киримли дейилади.

Бир киримли резбалар кўп ишлатилади. Ишлатилиш соҳасига қараб, маҳкамлаш учун ишлатиладиган резбалар ва узатиш учун мўлжалланган «винт-гайка» резбаларга бўлинади. Буларнинг тузилиш хусусиятларини юқорида келтирилган классификация асосида тўлароқ ўрганиб чиқамиз.

Бириктирувчи резбалар деталларни маҳкамлаш учун ишлатилади, уларнинг ёрдамида машина деталлари маҳкамлаб қўзғалмас бирикмалар ҳосил қилади. Бириктирувчи резбалар бирикмаларнинг мустахкамлигини таъминлаш билан бир қаторда бириктирилган деталлар ўз-ўзидан бўшашиб кетмаслиги учун етарли даражада ишқаланиш кучини ҳосил қилиши лозим.

Маҳкамлаш учун мўлжалланган резбалар қуйидаги хилларга бўлинади: метрик, қувор ва доиравий. Бундан ташқари бошқа кўринишда бўлган бириктирувчи резбалар ҳам бор, масалан, геология соҳасида ишлатиладиган қовлаш станокларининг қуворлари учун, ўзи резба кесувчи винтлар ва ҳоказо. Буларни махсус резбалар ҳисоблаб, бу ерда кўриб чиқилмайди.

Кенг қўламда, асосан, метрик резбалар ишлатилади. Агар резбанинг ўлчамлари миллиметр ҳисобида ифодаланса, метрик резба деб, дюйм билан ифодаланганда эса дюйм резба деб аталади. Дюймли резбалар ҳозирги вақтда умуман ишлатилмайди. Метрик резбалар учбурчак шаклда бўлиб, унинг профил бурчаги 60° га тенг (14.1-а расм). Унинг геометрик ўлчамлари стандартлаштирилган. Тўпланган кучланишларни камайтириш мақсадида резба ўрамларининг баландлиги тўқмоклаштирилади, бу резбани иш жараёнида сикилиб ёки емирилиб кетишидан сақлайди.

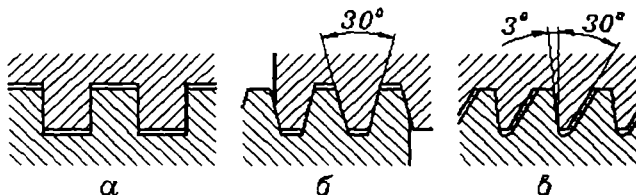


14.1-расм.

Кувурларда ишлатиладиган резбалар цилиндрсимон ва конуссимон бўлади. Асосан, кувурларда доиравий резбалар ишлатилади. Улар кувурларни бир-бирига улашда қўлланилади. Профил бурчаги 55° бўлган ва учи тўмтоқ қилинмаган учбурчакли резбанинг профили (14.1-б расм) да кўрсатилган. Трубанинг резба ўлчамлари дюйм ҳисобида берилса ҳам, аслида унинг ўлчамлари шартли бўлиб, резба ўлчамини билдирпмайди, балки бу ўлчам кувурни ички диаметрига мос келади. Масалан, ярим дюймли кувурли резба (1/2 труба) – бу резба газ ўтказиш учун мўлжалланган стандарт трубани ички диаметри ярим дюймга яқинлигини кўрсатади (14.1-в расм). Трубанинг конуссимон резбаси, конус бурчаги $3,6^\circ$ бўлган конуссимон сиртга қирқилган (14.1-г расм). Бирикманинг жипслигини ошириш мақсадида катта суюқлик босимида эга бўлган гидросистемаларда, масалан, труба штуцерини гидроцилиндр корпусига улашда ишлатилади.

Доиравий резба (14.1-д расм) юк кўтариш кранларининг илмоқларида, темир йўл вагонларини бир-бири билан уловчи стерженларида ва қалинлиги катта бўлмаган, юпка қувурларда ишлатилади.

«Винт-гайка» узатиш резбаси ёки юрувчи резбалар тўғри тўртбурчакли трапецияли ва тиракли бўлади. Тўғри тўртбурчакли резба (14.2-а расм) кам ишлатилади, сабаби тайёрлаш қийин ва стандартлашмаган.



14.2-расм.

Симметрик трапецияли резба юкланган ҳолда ҳаракатни иккала йўналиш бўйича узатиш учун хизмат қилади, яъни резбанинг иккала томони юкланган ҳолда ишлатилади. Тиракли резба эса ҳаракатни фақатгина бир томонга узатиб беради. Бундай резбалар домкратларда, прессларда ва ҳақозоларда ишлатилади. Резба ботиғининг сиртларини тўмтоқлаш тўпланган кучланишни камайтиришга ёрдам беради. Ўрамлар профилининг тирак томонидаги кичкина қиялик бурчак (3°) тортиш режасида ишлаётган резбанинг ишқаланишини камайтиради.

Резбаларни тайёрлаш усуллари ичида энг кўп тараққийлашгани қуйидаги ҳисобланади.

1. Дастлабки юритма усулида метчик ва плашка асбоблар орқали резба қирқилади. Бу ўлчагич восита кўпгина стандарт резбалар ўлчамларига мос келади. Метчик ёрдамида гайканинг ички сиртига, плашка билан эса винтнинг ташқи сиртига резба қир- қилади. Бу усул кам маҳсулотли ҳисобланиб, деталларни тиклаш бўлимларида ишлатилади.

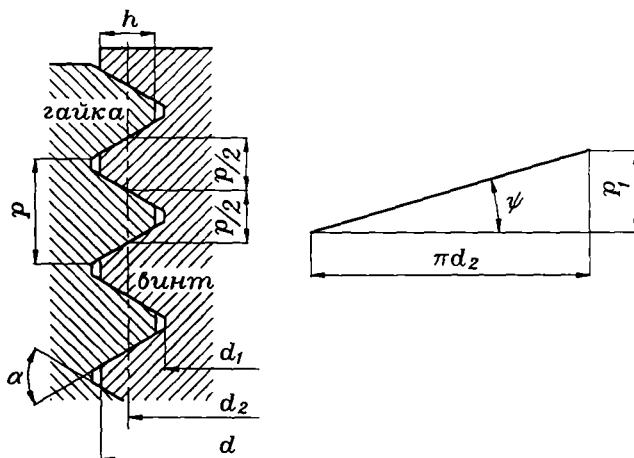
2. Токарлик винт-қирқиш ёки махсус станокларда кескичлар ёрдамида олиш. Майда серияли (майда маҳсулотли) ишлаб чиқаришда ишлатилади.

3. Резбафрезалаш станокларида фрезалаш. Катта диаметрли винтлар резбасига катта аниқлик даражаси талаб қилинганда ишлатилади (валларга қирқилган резбалар ёки «винт-гайка» узатмаларида, масалан, токарлик винт-қирқиш станогининг ҳаракатланувчи винти).

4. Болт стержени сиртига босилган заранг йўл махсус резбанакатли автомат-станокларда олинади. Босим усули резбали деталларнинг мустаҳкамлигини оширади.

14.2-§. Бириктирувчи метрик резбанинг геометрик параметрлари

Бириктирувчи метрик резбанинг геометрик ўлчамлари 14.3-расмда кўрсатилган.



14.3-расм.

Геометрик параметрлар стандартлаштирилган:

d – резбанинг ташки диаметри; диаметрнинг бу ўлчови мм да бўлиб, резбанинг белгисида кўрсатилади;

d_1 – резбанинг ички диаметри; d ва d_1 винт ва гайка учун бир хил, ботикдаги бўшлиқ диаметрларнинг чегарадан чиқиш хисобига ҳосил бўлади;

d_2 – ўрта диаметр; ўрта диаметрда чизик эни билан ўйигининг эни тенг бўлади;

h – резба шаклининг баландлиги; гайка ва винтнинг ён ёқлари ўзаро тегиб турадиган сирти баландлиги;

p – резбанинг қадами; винтнинг иккки қўшни ўрама орасида ўқ бўйлаб ўлчанган масофа;

p_1 – резба йўли; бир марта тўла айланган винтнинг ўқ бўйлаб силжиган масофаси;

Бир қиримли резбалар учун $p_1 = p$, кўп қиримли резбалар учун эса $p_1 = np$, бунда n – қиримлар сони; маҳкамлаш учун мўлжалланган резбалар асосан бир қиримли бўлади;

α – резба шаклини бурчаги;

ψ – винт чизигининг ўрта диаметри бўйича кўтарилиш бурчаги (14.3-расм);

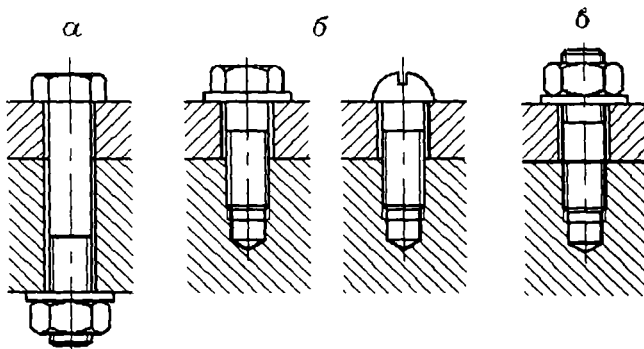
$$\operatorname{tg} \psi = \frac{p_1}{\pi d_2} = \frac{n p}{\pi d_2} \quad (14.1)$$

Кенг қўламда деталларни маҳкамлаш учун йирик метрик резба, яъни йирик қадамли резба ишлатилади. Резбани ҳар қандай диаметрига белгиланган қадам мос келади. Масалан, ташки диаметри 10 мм бўлган резбанинг қадами 1,5 мм, ташки диаметри 16 мм бўлган резбанинг қадами 2 мм га тенг ва х.к. Йирик резба «М» ҳарфи ва унинг диаметри билан белгиланади. Масалан, М10, М16, ва х.к.

Авиасозлик, автомобилсозлик ва машинасозликнинг айрим бошка сохаларида резбали бирикмаларнинг ишончли ишлашига кўйилган талаб жуда юкори бўлса, майда кадамли метрик резбалар ишлатилади, яъни резбанинг кадамлари йирик метрик резба кадамларига қараганда кам бўлади. Масалан, ташки диаметри 16 мм бўлган резбага стандарт тўртта майда кадамли резбани 1,5; 1; 0,75 ва 0,5 мм инobatга олган. Йирик кадамли резбаларга нисбатан майда кадамли резбаларнинг кўтарилиш бурчаги кичиклиги ҳисобига ўз-ўзини тўхтатиш (тормозлаш) хусусияти бирмунча юкори, бундай хусусият бириктирилган деталларни ўз-ўзидан бўшаб кетишига ишқаланиш кучининг катталигига қаршилик кўрсатади. Майда кадамли резбалар белгисиде кадам киймати кўрсатилган бўлади: M10x0,75; M16x1,25.

14.3-§. Деталларни бириктириш турлари ва резбали бирикмаларни маҳкамлаш усуллари

Резбали бирикмаларни ҳосил қилиш учун, асосан, болтлар, винтлар, шпилькалар, гайка ва шайбалар ишлатилади. Бу деталларнинг ҳаммаси стандартлаштирилган бўлиб, сотиб олинадиган маҳсулот ҳисобланади, чунки улар ишлаб чиқариш заводларида кўп миқдорда тайёрланади. Бириктирувчи деталларнинг шакли жиҳатидан тузилиши ва унинг ўлчамлари ҳар хил бўлиб маълумотномаларда келтирилган. Болтли бирикма билан (14.4-а расм) иккита ва ундан ортик нисбатан катта қалинликка эга бўлмаган деталларни болт ва гайка билан бириктиришни кўзда тутилган. Қўзғалмас бирикма бўлиши учун, улардан биттаси катта қалинликка эга бўлиши керак (редуктор корпуси, станок станинаси ва бошқалар), бундай ҳолатдаги деталларни бириктириш учун болт билан гайкани ишлатиш мумкин эмас ёки ўйламасдан танланган усул ҳисобланади.



14.4-расм.

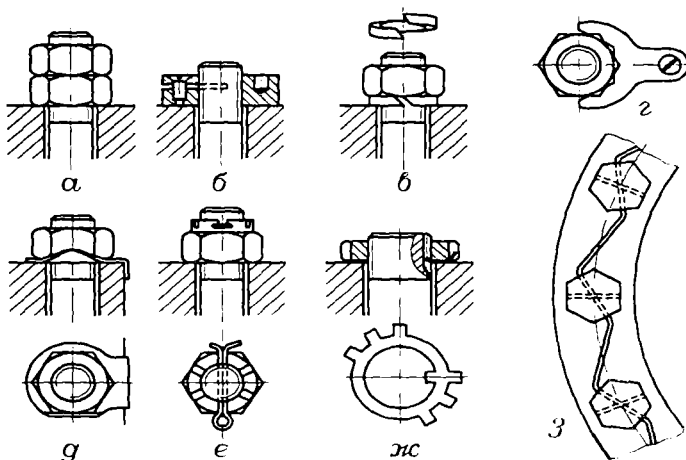
Бундай ҳолларда винтли бирикмани винтлар ёрдамида (14.4- б расм) ёки шпилька билан гайкани (14.4-в расм) танлаш лозим. Иш жараёнида детални олиш ва қўйиш тез-тез такрорланадиган бўлса, шпилькали бирикмани қўллаш

маъкул бўлади. Одатда, бундай ҳолларда винтли бирикмани ишлатиш тавсия этилмайди, чунки жараёнининг тез-тез такрорланиши резбани шикастланишига олиб келади. Маълумки, шайбалар гайка ёки винт каллагининг тагига жойлаштирилади, бундан асосий максал: детал сиртларини гайка билан суриб тортиш натижасида шикастланишидан саклаш, детални эзилишини камайтириш ва бирикма орасидаги бўшлиқни бартараф этишдан иборатдир.

Оддий шайбалардан ташқари маҳкамлайдиган тўсиқ ёки саклагич шайбалар ҳам ишлатилади. Бундай шайбалар бирикмаларни ўз-ўзидан бўшаб кетишидан саклайди. Бириктирувчи резбалар ўз-ўзидан бўшаб кетиши мутлако мумкин эмас, чунки, бирикманинг мустаҳкамлиги йўқолиб, авария ҳолатига олиб келиши мумкин. Ўз-ўзидан бўшаб кетишнинг олдини олиш, бўшадан химоя қилиш бирикмаларнинг иш жараёнида ишончини оширади ва тебранишда ўзгарувчан ва зарбли юкланишларда мутлако зарур деб ҳисобланади. Тебраниш ишқаланишни камайтиради ва резбани ўз-ўзини тўхтатиш шартини бузади. Бу тўла ҳолатда авиасозлик ва автомомбилсозлик соҳаларига мос келади.

Тўсиқ воситалари орқали маҳкамлашнинг тўртта холини кўриб чиқамиз.

1. Резбанинг ишқаланишини контур гайка ёрдамида ошириш (14.5-а расм) ёки назорат винти ва қирқилган гайкани кўллаш (14.5-б расм). Бу гайканинг ён ёғи қирқилган бўлиб, назорат винти уни эластик ҳолида сиқиб боради, натижада гайка ўрамлари болт ўрамларига қўшимча куч билан сиқилиб, ёндошади. Резбанинг ишқаланишини кўпайтиришнинг бошқа усули махсус босувчи винтлар ёрдамида резбани тигизли қилиб жойлаштиришдир.



14.5-расм.

2. Гайка ёки винт каллаги билан корпусни ўзаро фиксация қилиш Пружинали шайбанинг (14.5в-расм) ўткир қирралари гайка билан корпус сиртларига ботиб, ўз-ўзидан буралиб кетишига тўсиқ бўлади. Эни ишончли

усулларидан бири махсус шаклга эга бўлган планка (14.5г-расм) ёки тўсик ҳосил қилувчи шайба (14.5 д-расм) ҳисобланади. Бу шайбанинг бир томони гайка ён ёқларига, иккинчи томони эса корпус қиррасига букилади.

3. Гайка ва болтларни ўзаро фиксация қилиш энг кўп тарқалган усул ҳисобланади. Бу, асосан, гайка ва болтни шплинтлашдан иборат. Бунинг учун гайканинг ёндош томонида қирқилган ариқчалар бўлиб, болт стерженида эса, симнинг ёки штифтнинг диаметрига мос келган тешикча очилган бўлади (тешикча диаметри сим ёки штифт диаметридан бир оз каттароқ бўлиши керак). Гайка сириб тортилгандан сўнг, гайка ариқчаси билан болтдаги тешик мослаштирилиб, сим ёки шплинт жойлаштирилиб, маҳкамлаб қўйилади (14.5-е расм). Думалок шаклдаги ён ёқларида қалит жойлаштириш учун ариқчалари бўлган гайкалар ишлатилганда, уларни маҳкамлаш учун кўп ботикли планкасимон шайбалар (14.5-ж расм) қўлланилади, болтда эса, ўки бўйлаб йўналган ариқчалар бўлади. Мана шу ариқчага шайбани ички чизиги қиради, гайка сириб тортилгандан сўнг, шайбанинг ташқи чизикларидан бири гайка йўлагига қайириб қўйилади.

4. Бир нечта гайка ёки винт қаллагини маҳкамлаш. Бундай усулда маҳкамлаш гуруҳ ҳолатидаги бирикмаларда бўлиб, бириктирувчи деталлар бир-биридан катта бўлмаган масофада жойлашган бўлади. Буларни ўзаро маҳкамлаш учун, умумий тўсикловчи қирралари қайиладиган шайба ёки болт қаллагиди тешикчалар орқали ўтказилган юмшоқ симлар ишлатилади (14.5з-расм).

14.4-§. Резбали бирикма деталларидаги кучлар ва моментлар

Резба бирикмадаги куч ва момент орасидаги боғлиқлик тенгламасини келтириб чиқарамиз, бунинг учун, болтга ўк бўйлаб F куч таъсир этаётган бўлса, гайкани бураб қиритиш учун қалитга буровчи T момент қўйилса етарли бўлади. 14.6-расмда гайкани бураб қиритиш учун қалитга қўйилган буровчи момент кўрсатилган.

Гайкани бураб қиритиш натижасида ўк бўйлаб йўналган кучдан ҳосил бўлган резбадаги ва гайканинг ён ёғидаги ишқаланиш кучларини энгиш зарур. Ўк бўйлаб йўналган куч кўп ҳолларда, сиртиб тортилган куч ҳисобланиб, қўзғалмас бирикма ҳосил қилишни таъминлайди. Мувозанат шарти қуйидаги кўринишда бўлади:

$$T_{бур} = T_{ишк} + T_p, \quad (14.2)$$

бу ерда: $T_{ишк}$ – гайканинг ён ёғидаги ишқаланиш momenti;

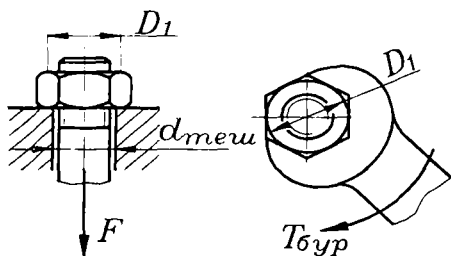
T_p – резбадаги ишқаланиш momenti;

Агар гайканинг деталга тегиб турган юзаси келтирилган радиусига тенг деб ҳисобланса, унда:

$$T_{ишк} = 0,5 F f D_{вр}, \quad (14.3)$$

бунда: $D_{вр}$ – гайканинг таянч юзасининг ўртача радиуси,

$$D_{вр} = \frac{D_l + d_{меш}}{2}$$



14.6-расм.

f – таянч юзасининг ишқаланиш коэффициенти.

Резбадаги ишқаланиш моментини аниқлаш учун гайкани ўрамлари бўйлаб қия текислик бўйича кўтариладиган ползун деб ҳисоблаймиз:

$$T_p = 0,5 F d_2 \operatorname{tg}(\psi + \varphi). \quad (14.4)$$

бунда: d_2 – резбанинг ўрта диаметри;

ψ – ўрта диаметр бўйича винт чизиғининг кўтарилиш бурчаги (14.3-расм).

φ – резбанинг ишқаланиш бурчаги:

$$\varphi = \operatorname{arctg} f_{\text{кел}},$$

бунда: $f_{\text{кел}}$ – резбанинг келтирилган ишқаланиш коэффициенти;

$f_{\text{кел}} = f/\cos\gamma$ (γ – резба профил бурчагининг ярми; маҳкамловчи метрик резба учун $\gamma = 30^\circ$).

(14.3) ва (14.4) ни (14.2) га қўйиб, бураш учун зарур бўлган момент формуласини ҳосил қиламиз:

$$T_{\text{бур}} = 0,5 F d_2 \left[\frac{D_{\text{ур}}}{d_2} f + \operatorname{tg}(\psi + \varphi) \right]. \quad (14.5)$$

Бу формула ёрдамида винт ўқи бўйлаб йўналган куч (сириб тортилган куч) F ни, қалит дастасига қўйилган F_k га нисбатан олиб, кучдан қайси даражада ютганликни аниқлаш мумкин. Стандарт метрик резбалар учун, қалит узунлиги стандартга мос келганда $l_e \approx 15d$ ва $f \approx 0,15$ $F/F_k = 70 \div 80$ кучдан ютилади.

Гайкани бўшатиш вақтида гайкадаги моментлар ўз йўналишини ўзгартириб, энди гайка – ползун бўлиб, гайка ўрамлари орқали қия текислик бўйича пастга қараб ҳаракат қилади. Гайкани бўшатиш учун керакли момент қуйидагича аниқланади.

$$T_{\text{буш}} = 0,5 F d_2 \left[\frac{D_{\text{ур}}}{d_2} f + \operatorname{tg}(\varphi - \psi) \right] \quad (14.6)$$

Гайкали бирикмалар буралиб бўшамаслиги учун уларни ўз-ўзидан тормозланиш хусусияти бўлиши керак. Бу хусусиятни гаминловчи асосий

шарт: $\Gamma_{\text{ўш}} > 0$ дир. Факат резбани ўз-ўзидан тормозланишини гайканинг ён-ёғидаги ишқаланишни ҳисобга олмаган ҳолда кўриб чиқилса (14.6) дан $\text{tg}(\omega - \psi) > 0$ хосил бўлади ёки:

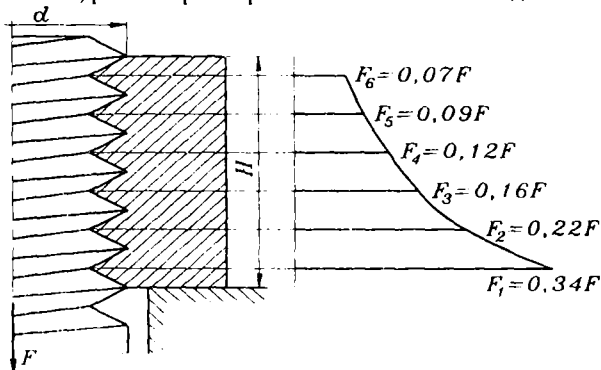
$$\psi < \varphi \quad (14.7)$$

Бириктирилувчи резбалар учун ўз-ўзидан тормозланиш (14.7) бўйича доим бажарилади, шундай қилиб, кўтарилиш бурчаги ψ $2^\circ 30'$ дан $3^\circ 30'$ гача ораликда, ишқаланиш бурчаги φ эса, ишқаланиш коэффициентига нисбатан 6° дан ($f \approx 0,1$) 16° гача ($f \approx 0,3$) ораликда бўлади. Майда резбаларда кўтарилиш бурчаги йирик резбаларга қараганда кичик бўлгани учун, ўз-ўзидан тормозланиш хусусияти юқори даражада бажарилади, шунинг учун, ишончли ишлайди.

Шуни белгилаш ўринлики, ўзгарувчан юкланишларда ва тебраниш мавжуд бўлганда ўз-ўзини тормозлаш шarti бузилиши мумкин, шундай қилиб ишқаланиш коэффициенти ишқаланувчи юзаларнинг ўзаро силжиши натижасида сезиларли даражада камаяди. Бу ҳолларда бириктирувчи деталлар ўз-ўзидан бўшаб кетади, бундай вазиятда ишлайдиган бирикмаларни химоя қилиш мақсадида юқорида келтирилган маҳкамлаб тўсиқлаш усулларидан бирортаси ишлатилиши лозим.

14.5-§. Резба ўрамлари бўйича бўйлама юкланишнинг тақсимланиши

Винтнинг ўк бўйлаб йўналган кучи F (14.7-расм) гайка резбаси орқали узатилиб, уларнинг таянчдаги реакциялари билан мувозанатлашади. Резбанинг ҳар бир кирими F_i куч билан юкланиб, гайка ва винтнинг ўрамларига таъсир қилувчи кучлар йигиндиси ўк бўйлаб йўналган кучга тенг бўлади: $\sum F_i = F$. Умумий ҳолда F_i кучлар ўзаро бир-бирига тенг эмас. Агарда винт ва гайканинг эластиклигини ҳисобга олсак, 14.7-расмга қараб, шуни айтиш мумкинки, ўк бўйлаб йўналган куч таъсирида винт чўзилиши бўйича деформацияланади, гайка эса, эзилишга, резба қиримлари эса кесилишга ишлайди.



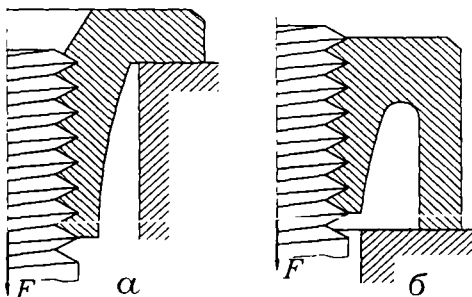
14 7-расм

Назорат ва тажриба асосида изланишлар шуни кўрсатадики, таянч юзадан деформациялаш у билан бир қаторда нагрузка ҳам таянч юзадан гайканинг биринчи қиримида иккинчи қиримига нисбатан катта, иккинчидан учинчидан катта ва ҳ.к. 14.7-расм учун юкланишнинг қиримлараро тақсимланиши гиперболик косинус қонуни бўйича бўлади [10].

Юкланишнинг тақсимланиш графиги шуни кўрсатадики, ўрамларнинг юкланиши пастки қатордан юқорига силжиган сари пасайиб боради ва ниҳоят, олтинчи ўрамга келган ҳолда унинг қиймати биринчи қиримга нисбатан беш баробар кам бўлади. Шунинг учун, кўп қиримли гайкаларни ишлатиш мақсадга мувофиқ бўлмайди. Стандарт гайкалар олти ўрамдан иборат, уларни баландлиги $H = 0,8d$. Бириктирувчи резбанинг ўрамлараро юкланишнинг нотекис тақсимланиши амалий ҳисоблашларда махсус коэффициентлар орқали амалга оширилади.

Жавобгарлиги юқори бўлган айрим ҳолларда, резбали ўзгарувчи юкланиш таъсирида бўлган бирикмаларнинг ишлаш ишончини юқори даражага кўтариш ва ўлчамларини камайтириш мақсадида махсус тузилишга эга бўлган гайкалар қўлланилади. Бу гайкалар юкланиш қиримлараро тенг тақсимланишига имкон беради. Осма гайкаларнинг бир тури 14.8-расмда кўрсатилган.

Бунда резбадаги юкланишнинг тақсимланиши бир меҳёрга келтирилади, чунки, винт билан гайка бир хил деформацияланиб фақат чўзилишга ишлайди. Ундан ташқари, осма гайканинг кўпроқ юкланган қисми калинлиги катта бўлмай, юқори юмшоқлик хусусиятига эга бўлгани ҳам юкланишни тенглаштиришга олиб келади. 14.8-б расмда осма гайканинг бошқа бир тузилиши кўрсатилган. Бундай гайкани ариқчали халқасимон гайка дейилади.



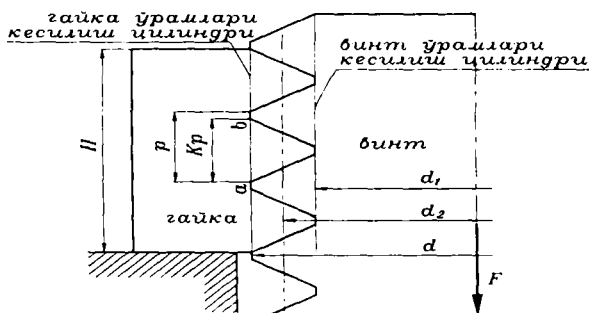
14.8-расм.

Тажриба шуни кўрсатадики, резбали бирикмалар учун махсус гайкаларни қўллаш уларнинг динамик мустаҳкамлик хусусиятини $(20 \div 30)\%$ оширади.

14.6-§. Бириктирувчи резбаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш асослари

Бириктирувчи резбаларнинг ишлаш лаёқати резба ўрамларининг кесилиш даражаси билан белгиланади. Шуни ҳисобга олганда бириктирувчи резбаларни

ҳисоблаш ва ишлаш қобилиятини белгиловчи мезони мустаҳкамлик бўлиб, кесувчи кучланиш билан боғлангандир (14.9-расм).



14.9-расм

Ўрамлар резба профилининг асослари бўйича кесилади. Шундай қилиб, винт резбаси цилиндрни ташқи сиртига кесилган, гайка резбаси эса, ички сиртига, шундай экан, кесилувчи сиртлар цилиндрсимон ҳисобланади. 14.9-расмда винт ва гайка резбаларининг ўрамлари цилиндр сиртида кесилганлиги кўрсатилган. Винт ўрамлар цилиндрнинг кесилиш диаметри резбанинг ички диаметрига тенг, гайка ўрамларининг кесилиш диаметри эса резбанинг ташқи диаметрига тенгдир. Бундан винт ўрамларининг кесилиш сиртлари гайканикдан кучли эканлиги келиб чиқади. Шунинг учун гайка ва винт материаллари бир хил бўлса, кесувчи кучланиш бўйича фақат винт резбаси ҳисобланади. Винт резбасининг кесувчи кучланиш бўйича мустаҳкамлик шарти:

$$\tau = \frac{F}{\pi d_1 H K K_m} \leq [\tau], \quad (14.8)$$

бу ерда: τ – резба ўрамларининг кесувчи кучланиши, МПа;

F – винтнинг ўқи бўйича йўналган куч, Н;

d_1 – резбанинг ички диаметри, мм;

H – гайка баландлиги, мм;

K – гайканинг тўлдириш коэффиценти, винт ўрамларининг калинлиги; резба қадамидан неча марта кичиклигини кўрсатади (14.9-расм):

$$K = \frac{ab}{p},$$

бириктирувчи резбалар учун $K = 0,87$;

K_m – резба қиримларини нотекис юкланганлиги билдирувчи коэффиценти; одатда $K_m = 0,6$.

$[\tau]$ – резба тармоқларидаги руҳсат этилган кесувчи кучланиш, МПа.

(14.8) формулада кўрасатилишича, резбадаги кесувчи кучланиш гайка баландлигига боғлиқдир. Гайкани баландлигини стандарт бўйича белгилаш учун, резба ва болт таёқчасини ўзаро мустаҳкамлаш шартини кўриб чиқамиз.

Болт таёқчасидаги чўзувчи кучланиш:

$$\sigma = \frac{4F}{\pi d_1^2}. \quad (14.9)$$

Кесувчи ва чўзувчи кучланишлар ўзаро материалларни оқувчанлик чегарасига силжиш τ_T ва чўзилиш σ_T бўйича ҳам мос келганда:

$$\frac{\tau}{\sigma} = \frac{\tau_T}{\sigma_T} \approx 0,6. \quad (14.10)$$

Резба ва болт таёқчасини ўзаро мустаҳкамлик шартини таминлаш учун (14.8) ифоданинг ўртача қисмини ва (14.9) ни ўнг томонини тенглаштириб, (14.10) ни ҳисобга олган ҳолда куйидагига эга бўламиз:

$$\frac{F}{\pi d_1 H K K_m} \approx \frac{0,6 \cdot 4F}{\pi d_1^2}.$$

Бу тенгламада $K = 0,87$ ва $K_m = 0,6$ деб, уни H га нисбатан ечилса, куйидагини оламиз:

$$H \approx 0,8 d_1.$$

Шуни ҳисобга олган ҳолда стандартга мос келган гайканинг нормал баландлиги (эҳтиётлик шarti билан) шундай белгиланади:

$$H \approx 0,8 d.$$

Келтирилган ҳисоблаш шуни кўрсатадики, стандарт нормал гайка резбасини мустаҳкамлиги болт таёқчасини мустаҳкамлигига мос келади, шунинг учун резбани ҳисоблаш шарт эмас. Бириктирувчи деталларни ҳисоблаш болт таёқчасини мустаҳкамлигини аниқлашга олиб келади. Ҳар хил юкланишда бўлган болт (винт) ларни ҳисобини кўриб чиқамиз.

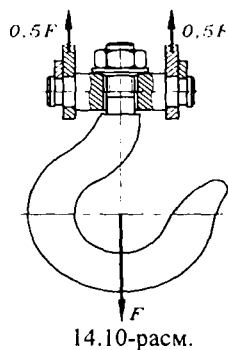
14.7-§. Чўзувчи ташқи куч таъсирида зўриқтирилмаган ҳолатдаги болтли бирикмаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш

Бундай бирикмага кўтарма кранни зўриқтирилмаган ҳолатда осиб кўйилган резбали илгак мисол бўла олади (14.10-расм).

Илгакнинг резба кесилган кесими хавфли ҳисобланади. Бу кесимнинг юзаси резбани ички диаметри бўйича аниқланади. Мустаҳкамлик шarti таёқчани чўзилишдаги кучланиши бўйича белгиланади:

$$\sigma = \frac{4F}{\pi d_1^2} \leq [\sigma]. \quad (14.11)$$

Пўлат болтлар учун чўзилишдаги рухсат этилган кучланиши тортилмаган ҳолатдаги бирикмалар учун қиймати $[\sigma] = 0,6\sigma_T$ бўйича ҳисобланиб, 14.1-жадвалда келтирилган.

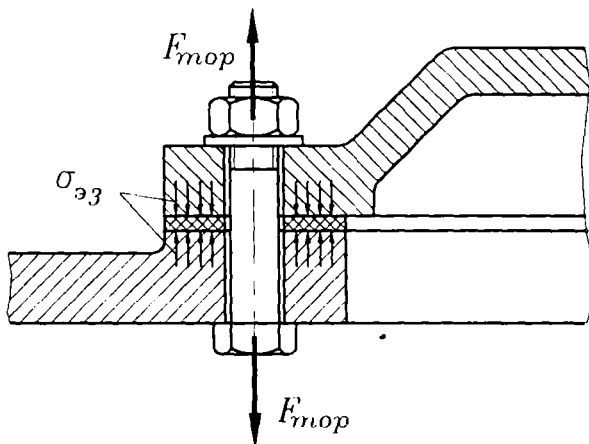


14.1-жадвал

| Пўлат маркаси | Пўлат 3 ва пўлат10 | Пўлат 20 | Пўлат 35 | Пўлат 45 | Пўлат 30Х | Пўлат 30ХГСА |
|-------------------|-----------------------|----------|-------------|-------------|--------------|-----------------|
| [σ], МПа | 120 | 140 | 180 | 210 | 380 | 540 |

14.8-§. Ташки юкланиш таъсир этмаганда сириб тортилган болтли бирикмаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш

Бундай бирикмаларга жипслигига катта талаб этиладиган машиналарни копкок ва корпусларини сириб маҳкамлаш мисол бўла олади (14.11-расм). Бундай болтнинг таёкчасига сириб тортиш натижасида ҳосил бўладиган чўзувчи F_T ҳамда резбалардаги буровчи момент T_r таъсир этади.



F_{TOP} кучи таъсиридан ҳосил бўлган кучланиш:

$$\sigma = \frac{4 F_{TOP}}{\pi d_1^2}.$$

Резбанинг ишқаланиш моментидан ҳосил бўлган буровчи кучланиш:

$$\tau = \frac{T_P}{W_P},$$

бу ерда: T_P – резбанинг ишқаланиш momenti (14.1-§ даги (14.4) формулага қаранг).

W_P – болт кесимининг поляр қаршилик momenti:

$$W_P = \frac{\pi d_1^3}{16} = 0,2 d_1^3.$$

Бу ифодаларни дастлабки формулага қўйилса, қуйидагини оламиз:

$$\tau = \frac{0,5 F_{TOP} d_2 \operatorname{tg}(\psi + \varphi)}{0,2 d_1^3}.$$

Зарур бўлган сирт тортишиш кучи:

$$F_{TOP} = A \sigma_{\text{ЭЗ}},$$

бунда: A – бир болтга тўғри келган туташган деталлар юзаси;

$\sigma_{\text{ЭЗ}}$ – туташган деталлардаги эзувчи кучланиш, бунинг қиймати жипсли ёки бошқа бирор конструктив шартга асосан танлаб олинади.

Болт мустаҳкамлиги эквивалент кучланиш билан баҳоланади:

$$\sigma_{\text{ЭК}} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma].$$

Бу тенглик кўрсатадики, стандарт метрик резбалар учун:

$$\sigma_{\text{ЭК}} \approx 1,3\sigma.$$

Бу болтларнинг мустаҳкамлигини соддалаштирилган усулда ҳисоблаш имконини беради:

$$\sigma_{\text{ЭК}} = \frac{1,3 \cdot 4 F_{TOP}}{\pi d_1^2} \leq [\sigma] \quad (14.12)$$

Тажриба М8 дан кичик резбали болтни назорат қилинмай сириб тортилса, узилиб кетишини кўрсатади. Масалан, М6 резбали болтни сириб тортишда қалитга 45Н куч қўйилса бас, у узилиб кетади. Шунинг учун, ўрта ва оғир машинасозликда кичик диаметрдаги болтларни ишлатиш тавсия этилмайди. Катта жавобгарлик талаб қилинган ҳолларда махсус қалитлар ёрдамида сириб тортиш кучи назорат қилиб турилади. Бундай қалитлар ортиқча момент қўйишга имкон бермайди.

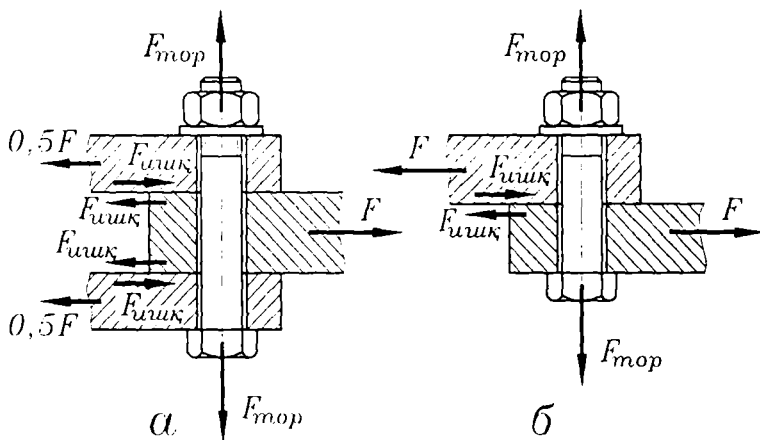
Рухсат этилган кучланишларнинг қиймати 14.1-жадвалда келтирилган

14.9-§. Кўйилган кучлар таъсиридан деталарни туташган жойидан силжитувчи болтли (винтли) бирикмани мустаҳкамликка ҳисоблаш

Бундай бирикмаларнинг ишончли ишлаш шартларидан бири- деталарни туташган жойидан силжитмаслигидир. Бирикманинг тузилиши хар хил бўлади: болт бирикмага оралик мавжуд ҳолда ёки оралик бўлмаган ҳолда жойлаштирилади. Иккала усулни ҳам кўриб чиқамиз.

Болт бўшлиқ мавжуд бўлган ҳолда жойлаштирилган (14.12-расм).

Бундай ҳолда бирикмага таъсир этувчи ташки F куч деталларнинг туташ жойида болтнинг сириб тортилганлиги туфайли хосил бўлган ишқаланиш кучи $F_{ишқ}$ ҳисобига мувозанатга келтирилади. Агар сириб тортилган куч етарли бўлмаса, унда деталлар бўшлиқдаги масофага силжийди, бундай ҳол бўлмаслиги керак.



14.12-расм.

Силжиш бўлмаслик шарти шундай кўринишга эга:

$$F \leq i F_{ишқ} = i F_{top} f, \quad (14.13)$$

бунда: i - туташган сиртлар сони; 14.12-а расмда учта детал бириктирилган $i=2$, 14.12-б расмда эса иккита детал бириктирилган $i=1$;

f - деталларнинг туташ жойидаги силжимаган ҳолдаги ишқаланиш коэффициенти; курук ҳолатдаги пўлат ва чўянларнинг сиртлари учун: $f=0,15$ 4 0,2.

Сириб тортиш учун зарур бўлган куч (14.13) ни ҳисобга олган ҳолда:

$$F_{top} = \frac{K F}{i f} \quad (14.14)$$

бунда: K – эҳтиётлик коэффициентлари; статик юкланганда $K = 1,3 \div 1,5$; юкланиш ўзгарувчан бўлса, $K = 1,8 \div 2$.

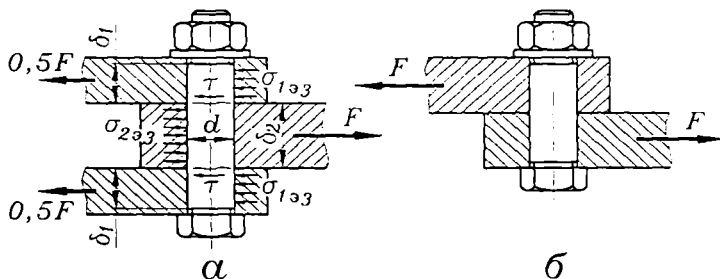
Болт мустаҳкамлиги (14.12) формула бўйича ҳисобланади.

Болт бўшлиқ бўлмаган ҳолда жойлаштирилган (14.13-расм).

Бундай ҳолларда болт ўрнатиладиган тешиқлар ва болт танаси катта аниқликда тайёрланиб, у тиғизлик билан тешиқка жойлаштирилади. Демак, бунда ташқаридан кўйилган куч детал орқали тўғридан тўғри болт стерженига таъсир қилади. Бунда болтни сириб тортишга ҳожат ҳам қолмайди, шу билан бирга деталларни туташган жойидаги ишқаланиш кучига эътибор берилмайди. Болт таёкчаси эзилиш ва кесилиш кучланиши бўйича ҳисобланади. Кесувчи кучланиш бўйича мустаҳкамлик шарт:

$$\tau = \frac{4F}{\pi d^2 i} \leq [\tau], \quad (14.15)$$

бунда: i – туташган сиртлар сони; 14.13-а расмда бирикмадаги деталлар сони учтага тенг $i = 2$, 14.13-б расмда иккита детал бириктирилган: $i = 1$;
14.13-расм.



Пўлат болтлар учун, кесилишдаги рухсат этилган кучланиш статик юкланганда $[\tau] = 0,4\sigma_T$ формула орқали, юкланиш ўзгарувчан бўлганда $[\tau] = 0,25\sigma_T$ формула бўйича аниқланган қиймати 14.2-жадвалда кўрсатилган.

14.2-жадвал

| Пўлат маркаси | | Пўлат 20 | Пўлат 35 | Пўлат 45 | Пўлат 30Х | Пўлат 30ХГСА |
|-----------------|--------------------|----------|----------|----------|-----------|--------------|
| [τ], Мпа | Статик юкланиш | 100 | 120 | 140 | 250 | 360 |
| | Ўзгарувчан юкланиш | 60 | 75 | 90 | 160 | 225 |

Болт ва деталларнинг юзалари эзилишга ишлайди. Мустаҳкамликка ҳисоблашда шартли равишда таъсир этувчи кучдан ҳосил бўлган кучланишлар болт билан детал юзалари бўйича тенг тарқалган деб ҳисобланади. Эзувчи кучланиш қиймати бирикувчи деталларнинг калинлигига боғлиқ. Агар деталлар ҳар хил калинликка эга бўлса, ҳар бир детал учун алоҳида кучланиш аниқланади.

Ўртада жойлашган детал учун (14.13-а расм):

$$\sigma_{\sigma\sigma} = \frac{F}{d \delta_2} \leq [\sigma_{\sigma\sigma}] \quad (14.16)$$

Четдаги детал учун:

$$\sigma_{\sigma\sigma} = \frac{F}{d \delta_1} \leq [\sigma_{\sigma\sigma}] \quad (14.17)$$

бунда δ_1 ва δ_2 бирикувчи деталлар қалинлиги.

(14.16) ва (14.17) формулаларда деталлар ва болт учун тааллуқлидир. Мустаҳкамликка ҳисоблаш $\sigma_{\sigma\sigma}$ ифоданинг иккала қийматидан энг каттаси бўйича бажарилади, рухсат этилган кучланиш эса, энг кам мустаҳкамликка эга бўлган болт ёки детал материали бўйича аниқланади. Пўлат болтлар ва бирикувчи деталлар пўлатдан бўлганда, эзилишдаги рухсат этилган кучланиш болтлар учун $[\sigma_{\sigma\sigma}] = 0,8\sigma_T$ ва деталлар учун $[\sigma_{\sigma\sigma}] = 0,8\sigma_B$ формула бўйича аниқланган қиймати 14.3-жадвалда кўрсатилган.

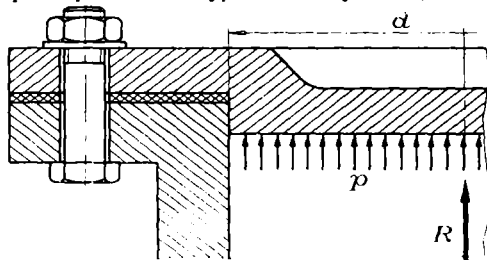
14.3- жадвал

| Пўлат маркаси | Пўлат | Пўлат | Пўлат | Пўлат | Пўлат | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|--------|-----|
| | 20 | 35 | 45 | 30X | 30XГСА | |
| $[\sigma_{cm}]$ | Болт | 190 | 240 | 290 | 510 | 720 |
| МПа | Детал | 320 | 400 | 480 | 640 | 800 |

Агар силжитадиган куч мавжуд бўлса, ишончлироқ нуқтан назардан бўшлиқ бўлмаган тешикка болт жойлаштирилган маъқул, чунки бундай ҳолдаги бирикмалар авиасозликда, чунончи, самолёт канотларини бириктиришда кўп ишлатилади. Умрини узайтириш мақсадида прессланган яъни зўриктирилган тигизлик билан болт тешикка жойлаштирилиб ҳосил қилинган бирикмалар кўпроқ ишлатилади.

14.10-§. Сириб тортилган болтли бирикмаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш

Мисол тарикасида суюқлик ёки газ босими p остида бўлган резервуар копкағини маҳкамлашда ёки гидро ёки пневмоцилиндрларнинг копкағини болтлар ёрдамида бириктирилганини кўришимиз мумкин (14.14-расм).



14.14-расм

Сириб тортилган болтли бирикма жипслигини ёки юкланиш таъсирида туташган сиртларнинг ажралмаслигини тامينлаш лозим. Бирикмага иккита куч таъсир қилади, деб фараз қилайлик: болтларни дастлабки сириб тортилган куч ва ташки юкланиш. Ташки юкланиш болтларни қўшимча равишда чўзади ва сириб тортилган кучни камайтиради. Агар дастлабки сириб тортилган куч етрали даражада бўлмаса, айрим шароитларда ташки юкланиш зўриктирилган кучни камайтириб нол ҳолатига келтиради ва натижада сиртларнинг туташган жойи очила боради, бундай ҳолатга келиб қолиши мумкин эмас. Бундай бирикмаларни иш жараёнида текширилиши, юкори даражада сириб тортилиши мақсадга мувофиқ эканлиги кўрсатилади.

Битта болтнинг зўриктирилган кучи қуйидагича аниқланиши мумкин:

$$F_{\text{тор}} = K_{\text{тор}} F, \quad (14.18)$$

бунда: F – бирикмага тасир қилувчи R ташки юкланишдан, битта болтга мос келган куч (14.14-расм):

$$F = \frac{R}{z},$$

бунда: z – бирикмадаги болтлар сони;

$K_{\text{тор}}$ – таранглик коэффициентини; жипслик шarti бажарилиб доимий ўзгармас юкланишда бўлганда $K_{\text{тор}} = 1,25 \div 2$, ўзгарувчан юкланишда эса $K_{\text{тор}} = 1,25 \div 4$.

Ташки юкланиш инобатга олинганда болтнинг ҳисобий юкланиши:

$$F_X = F_{\text{тор}} + \varepsilon F, \quad (14.19)$$

бунда: ε ташки юкланиш коэффициентини; кўп ҳолларда (юмшоқ кистирмадан ташқари) $\varepsilon = 0,2 \div 0,3$.

Болтнинг мустаҳкамлик шarti:

$$\sigma = \frac{1,3 \cdot 4 F_X}{\pi d_1^2} \leq [\sigma]. \quad (14.20)$$

1,3 коэффициентини резбадаги ишқаланиш моментидан ҳосил бўлган буровчи кучланишни ҳисобга олади.

14.11-§. Ҳисоблашга доир мисол

Қуйида берилганларга биноан гидроцилиндрга қопқокни бириктирувчи болт ва болтли бирикманинг буралиш momenti ҳисоблансин.

Гидроцилиндр диаметри $D = 100$ мм (14.14-расм).

Гидросистемадаги максимал босим $P = 10$ МПа.

Болтлар сони $z = 4$.

Болт материали – пўлат 30ХГСА.

Гидроцилиндр қопқок билан мис тўшалма ёрдамида зичланади

Юкланиш ўзгармас.

Ечиш.

Болтлар шундай торгилиши керакки, уларнинг тортиш кучи мустахкамликни таъминлансин. Шунинг учун, ҳисоблашда 14.10-§ даги тавсияларга риоя қиламиз.

Битта болтга ташки юкланишдан тушаётган куч (14.14):

$$F = \frac{p \pi D^2}{4 z} = \frac{10 \cdot 3.14 \cdot 100^2}{4 \cdot 4} = 39250 \text{ Н.}$$

Бирикманинг очилмаслик шарти бўйича тортиш коэффициенти: $K_{тор} = 1,6$

Битта болтни тортувчи куч (14.18-расм):

$$F_{тор} = K_{тор} F = 1,6 \cdot 39250 = 62800 \text{ Н.}$$

Ташки юкланиш коэффициенти: $\varepsilon = 0,25$

Болтдаги ҳисобий юкланиш (14.19):

$$F_x = F_{тор} + \varepsilon F = 62800 + 0,25 \cdot 39250 = 72612,5 \text{ Н}$$

Болт резбасининг $[\sigma] = 450$ МПа бўлган пўлат 30ХГСА дан тайёрланган минимал ички диаметрини аниқлаймиз (14.20):

$$d_1 = \sqrt{\frac{5,2 F_x}{\pi [\sigma]}} = \sqrt{\frac{5,2 \cdot 72612,5}{3,14 \cdot 450}} = 16,35 \text{ мм.}$$

Стандарт бўйича ички диаметри $d_1 = 17,294$ мм бўлган М20 болт қабул қилинади.

Винтнинг буровчи моментни аниқлаймиз. Бунинг учун олдиндан куйидаги параметрлар аниқланади.

М20 резбанинг ўртача диаметри (стандарт бўйича) $d_2 = 18,376$ мм.

Резба қадами (стандарт бўйича) $p = 2,5$ мм.

Ўртача диаметр бўйича винт чизигининг кўтарилиш бурчаги (14.1):

$$\psi = \arctg \frac{p}{\pi d_2} = \arctg \frac{2,5}{3,14 \cdot 18,376} = 2^\circ 28' 48''$$

Болт учун тешик диаметрини белгилаймиз $d_{теш} = 21$ мм.

М20 гайка таянч юзасининг ташки диаметри (стандарт бўйича): $D_1 = 28$ мм.

$D_{ур}$ - гайка таянч юзасининг ўртача диаметри:

$$D_{ур} = \frac{D_1 + d_{теш}}{2} = \frac{28 + 21}{2} = 24,5 \text{ мм.}$$

Гайка таянч юзасининг ишқаланиш коэффициенти: $f = 0,15$

Резбанинг келтирилган ишқаланиш коэффициенти:

$$f_{кел} = \frac{f}{\cos 30^\circ} = \frac{0,15}{\cos 30^\circ} = 0,17.$$

Резбанинг ишқаланиш бурчаги:

$$\varphi = \arctg f_{кел} = \arctg 0,17 = 9^\circ 49' 48''$$

Буровчи момент (14.5):

$$T_{\text{бур}} = 0,5 F_x d_2 \left[\frac{D_{\text{ур}}}{d_2} f + \text{tg}(\psi + \varphi) \right] = 0,5 \cdot 72612,5 \cdot 18,376 \times \\ \times \left[\frac{24,5}{18,376} 0,15 + \text{tg}(2^\circ 28' 48'' + 9^\circ 49' 48'') \right] = \\ = 278207 \text{ Нмм} = 278,3 \text{ Нм.}$$

14.12-§. Назорат саволлари

1. Машина деталларини кўзгалмас бириктириш нима?
2. Кўзгалмас бирикмалар хилларига изоҳ беринг.
3. Ажралмас ва ажраладиган бирикмалар турлари қандай?
4. Кўзгалмас машина деталлари бирикмаларининг ишлаш қобилияти ва ҳисоблаш мезонлари нимадан иборат?
5. Резбали бирикмалар турларини айтинг.
6. Бириктирувчи резба турлари қандай?
7. Резба тайёрлаш усуллари қандай?
8. Бириктирувчи деталларнинг ўз-ўзидан бурилиб кетишини ҳимоя қилиш қандай хусусиятларга қараб амалга оширилади?
9. Бириктирувчи резбани ўз-ўзини тўхтатиш шартлари нимадан иборат?
10. Бириктирувчи резбаларнинг ўз-ўзини тормозлаш шартлари нималардан иборат?
11. Майда резба оркали бириктирилган деталларнинг юқори ишончли бўлишига сабаб нима?
12. Бириктирувчи резбаларнинг ўз-ўзидан бўшаб кетишига сабаб нима?
13. Стандарт калит билан резбали бирикмаларни сириб тортиш кучга нисбатан қандай ютуқларга олиб келади?
14. Стандартли бириктирувчи деталларнинг резба ўрамлари аро юкланиш нотекис тақсимланишига сабаб нима?
15. Стандарт нормал гайканинг баландлиги ва ўрамлар сони қандай?
16. Бириктирувчи резбаларнинг синиш турлари қандай?
17. Бириктирувчи резбаларни ҳисоблаш ва иш қобилиятини белгиловчи мезонлар нима?
18. Стандарт нормал гайканинг баландлиги нимага тенг?
19. Болт чўзилишга қандай ҳисобланади?
20. Болт таёқча ва унинг резбаси ўзаро маҳкамлигини қандай тушунтириш мумкин?
21. Болт чўзилишга қандай диаметри бўйича ҳисобланади?

15-боб. Бир нечта болтли бирикмаларни ҳисоблаш

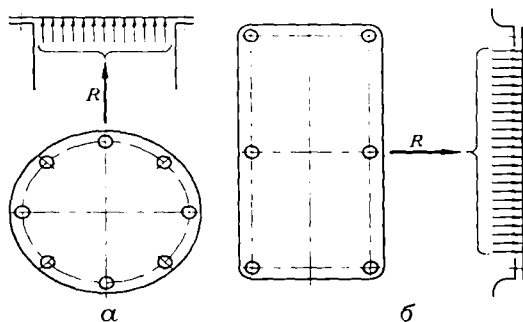
Бир гуруҳдан иборат бўлган резбали бирикмалар бу бир неча болт ёки винт ёрдамида кўзгалмас бирикма ҳосил қилиш демакдир. Бир гуруҳ резбали бирикмаларни ҳисоблашдан асосий мақсад, юқори даражада юкланган болтнинг ҳисобий юкланишини аниқлашдан иборат. Шундан кейин ушбу болтнинг мустаҳкамлиги юқорида келтирилган усуллардан бирини қўллаб ҳисобланади.

Ҳисобий юкланишни аниқлашда қуйидаги соддалаштиришлар қабул қилинади.

- туташган юзалар текис деформацияланмайди;
 - туташган жойи симметрик шаклда, минимум иккита симметрия ўқи бўлиб, нисбатан, болтлар симметрик жойлашган.
 - бирикманинг ҳамма болтлари бир хил тортилган.
- Гуруҳ ҳолатидаги болтли бирикмаларнинг учта ҳолини қўриб чиқамиз.

15.1-§. Юкланиш туташган текисликка тик йўналган бўлиб, унинг марказидан ўтади

Бунга босим остида бўладиган газ ва суюқлик жипсланган идишларнинг ҳар хил шаклидаги копкигини корпусга бириктирувчи болтлар мисол бўлади (15.1-расм).



15.1-расм.

Бундай ҳолат болтлар сириб тортилганда идишнинг жипслиги, туташган жойлар очилиб кетмаслиги таъминланиши керак. Ҳамма болтлар бир хил юкланган. Битта болтга тўғри келадиган ташқи юкланиш қуйидагича бўлади:

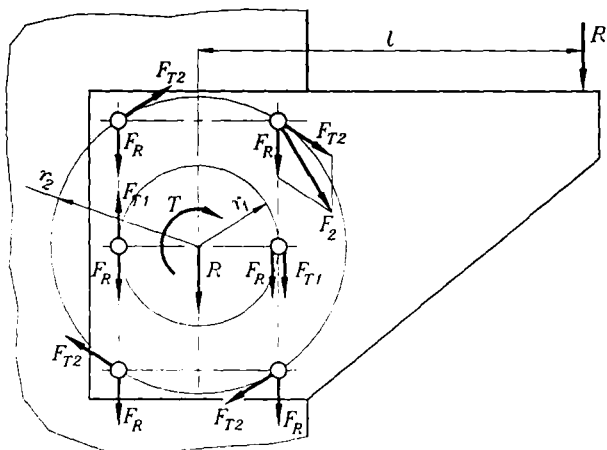
$$F = \frac{R}{z},$$

бунда: R - марказий ташқи юкланиш,
 z - болтлар сони

Болтларнинг ҳисобий юкланиши 14.10 § да келтирилган формулалар асосида ҳисобланади.

15.2-§. Бирикманинг юкланиши деталларни туташган жойидан силжитади

Бундай бирикмага деталнинг корпусига кронштейнни бириктириш мисол бўла олади (15.2-расм).



15.2-расм.

Кронштейн олтига болт ёрдамида корпусга маҳкамланган ва R куч билан юкланган. Бу кучнинг таъсирини ҳамма болтларга тақсимлаш учун кучга момент қўшган ҳолда $T = Rl$ туташган текислигини марказига кўчираемиз.

Бу куч ва момент кронштейнни силжитиб бурашга ҳаракат қилади. R кучдан ҳосил бўлагн юкланиш ҳамма болтларга тенг тақсимланган. Ҳар бир болтга F_R куч бир хил таъсир қилиб, пастга қараб йўналтирилган (15.2-расм).

T моментдан ҳосил бўлган юкланиш туташ жойини марказ оралиғида жойлашган болтларга пропорционал тақсимланган бўлади. T моментда ҳар болтга тўғри келган куч векторларнинг уринмалари марказнинг туташган жойига нисбатан болтларни айлана радиуслари r_1 ва r_2 га мос келади. Бу кучлар F_{T1} – яқиндаги болтларга қўйилган ва F_{T2} – узоқда жойлашган болтларга қўйилган.

Шундай қилиб, ҳар болтга иккита куч таъсир қилади: F_R ёки F_{T1} натижада иккита охириги кучлар киймати ва йўналиши бўйича ҳар хил бўлгани учун болтлар ҳам ҳар хил юкланган бўлади. Туташ марказидан ўнгга жойлашган болтлар чапда жойлашган болтларга нисбатан кучлироқ юкланган бўлади. Энг катта юкланган болтни танлаш учун туташ марказидан r_1 масофада жойлашган ўнг томонидаги яқинда турган болтга ва туташ

марказидан r_2 масофада жойлашган ўнг томондан узоқда турган болтларда бирортасига таъсир килувчи умумий кучлар йиғиндисини солиштириш керак. Бу умумий кучлар йиғиндисининг ташкил этувчиларини топамиз.

R кучдан юкланиш:

$$F_R = \frac{R}{6}. \quad (15.1)$$

T моментни болтлараро тақсимланиши шундай кўринишда бўлади:

$$T = 2 F_{T1} r_1 + 4 F_{T2} r_2. \quad (15.2)$$

Вахоланки, F_{T1} ва F_{T2} куч қийматлари радиуси r_1 ва r_2 га тескари пропорционалдир, яъни:

$$\frac{F_{T1}}{F_{T2}} = \frac{r_2}{r_1}. \quad (15.3)$$

(15.2) ва (15.3) ларни биргаликда ечиб, кучлар учун куйидаги ифодаларни оламиз:

$$F_{T1} = \frac{T}{6 r_1},$$

$$F_{T2} = \frac{T}{6 r_2}.$$

Ўнг томондаги яқинда турган болтга таъсир килувчи кучларнинг умумийси:

$$F_1 = F_R + F_{T1}. \quad (15.4)$$

Ўнг томмондаги узоқда турган (юкоридаги ёки пастдаги) болтга тасир килувчи кучларнинг умумийси:

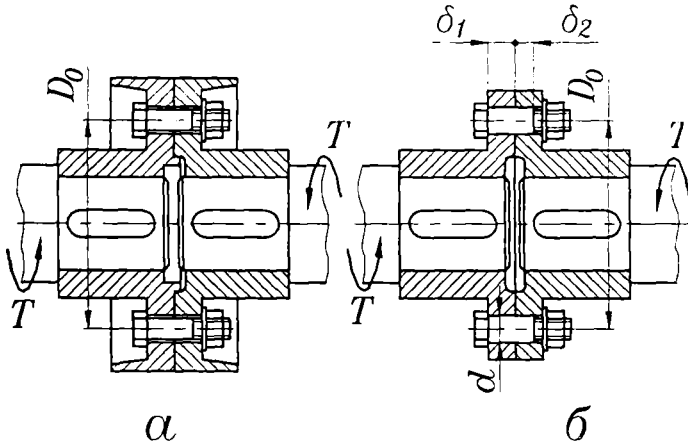
$$\overline{F}_2 = \overline{F}_R + \overline{F}_{T2}. \quad (15.5)$$

Энг оғир юкланган болт (15.4) ва (15.5) ифодаларнинг қийматларини солиштирган ҳолда белгиланади. Бирикмада болтлар тешикка тиғиз ёки тиғиз бўлмаган ҳолда ўрнатилиши мумкин. Агар тешикка тиғиз ўрнатилган бўлса, кронштейн туташган жойидан ажралмаслиги учун болт маҳкамланиши керак. Бунда туташган юзада ишқаланиш кучи ҳосил бўлади ва болтлар чўзилиш кучланишга ҳисобланади. Болтлар тешикка тиғиз ўрнатилган бўлса, болт стерженининг мустаҳкамлиги эзлиш ва кесилиш кучланиши бўйича ҳисобланади. Мисол тарқасида, бошқа бир силжишни кўриб чиқамиз.

Сурилувчан юкланиш бўйича хизмат қилишини фланецли муфта бириктириш мисолида кўриш мумкин (13.2-§). 15.3-а расмда болтлар билан бириктирилган муфта кўрсатилган, бунда болтлар тиғиз бирикма ҳолда жойлаштирилган.

Болтни сириб тортиш кучи үшбу ифодадан топилади:

$$F_{\text{тор}} = \frac{2TK}{D_0 z f}, \quad (15.6)$$



15.3-расм.

бунда: T – муфта оркали узатиловчи момент;

K – эхтиёткорлик коэффициенти; статистик юкланишда

$K = 1,3 \div 1,5$; ўзгарувчан юкланишда $K = 1,8 \div 2$;

D_0 – болтнинг жойлашиш диаметри;

z – муфтадаги болтлар сони;

F – туташ жойининг ишқаланиш коэффициенти; пўлат ва чўян юзалари курук бўлганда $f = 0,15 \div 0,2$.

Болтнинг чўзилиш бўйича мустаҳкамлиги 14-бобдаги (14.12) формула ёрдамида аниқланади.

Агар болтлар тигиз ўрнатилган бўлса, болт таёкчасига тахсир килувчи силжитиш кучи қуйидагича аниқланади:

$$F = \frac{2T}{D_0 z} \quad (15.7)$$

Болт эзилиш ва кесилиш кучланиши бўйича мустаҳкамликка (14.15) ва (14.16) формулалар оркали ҳисобланади. Бу ҳолда болт диаметри ва бирикувчи деталлар қалинлиги ҳисобга олиниши лозим (15.3-расмга қаранг).

15.3-§. Бирикманинг юкланиши деталларнинг туташган жойини очади ва туташган жойидан силжитади

Мисол тариқасида маҳкамланган кронштейнни кўриб чиқамиз (15.4-расм). Бу вал таянчининг кронштейни бўлиб, валнинг марказига қўйилган R куч билан юкланган бўлсин. Ҳисоблашни енгиллаштириш учун, бу кучни иккита ташкил этувчиларга ажратамиз: R_1 – вертикал ва R_2 – горизонтал. Энди бу кучларни туташ марказига кўчириб, момент билан тўлдираемиз:

$$M = R_2 l_2 - R_1 l_1.$$

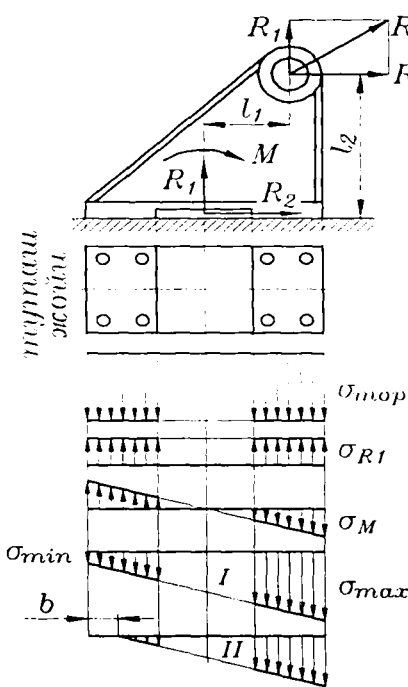
Шуни айтиш керакки, R_1 куч ва M туташган жойни ажратади, R_2 куч эса, кронштейнни силжитади. Туташ жойни ажратишга ва кронштейнни силжитишга $F_{мор}$ билан болтларни сириб тортилиши қаршилик кўрсатади. Бу куч туташган жойида эзувчи кучланишни ҳосил қилади:

$$\sigma_{мор} = \frac{F_{мор} z}{A}, \quad (15.8)$$

бунда: A – туташ жойининг юзаси;

z – болтлар сони.

Бу кучланишни эпюраси 21.4-расмда пастга йўналган, шундай қилиб, сириб турувчи куч кронштейнни корпусга сиқади.



R_1 куч қўшимча равишда болтларни чўзади ва эзувчи кучланишни σ_{R1} қийматга камайтиради:

$$\sigma_{R1} = \frac{R_1}{A}. \quad (15.9)$$

Бу кучнинг эпюраси юқорига йўналтирилган, шундай қилиб вертикал куч туташган жойни ажратишга ҳаракат қилади.

Туташ жойда таъсир этувчи моментдан ҳосил бўлган кучланишни аниқлаб, шартли равишда, туташ жойини нисбатан айланишини ўзининг кўндаланг симметрия ўқида ётади деб ҳисоблаймиз. Бундай мулоҳаза қилиш адолатли бўлади қачонки, болтлар етарли даражада катта куч билан сириб тортилган бўлса, кронштейн ва корпусни бир бутундай деб қараш мумкин. Бу ҳолда туташ жойининг моменти таъсиридаги эзувчи кучланиш эпюрасига ўхшаш бўлади (15.4-расм). Эзувчи максимал кучланиш:

$$\sigma_M = \frac{M}{W}, \quad (15.10)$$

бунда: W – туташ жойининг ўк бўйича қаршилик моменти.

Туташ жойига таъсир этаётган кучланишларнинг ҳаммасини эътиборга олинса, кучланишлар йиғиндисининг эпюраси 15.4-расмда кўрсатилганидек I ёки II вариантларнинг бирортасига ўхшаш бўлиши мумкин.

I вариантда туташ жойи ажралмайди, чунки туташ жойи узунлиги бўйича пастга қараб йўналган:

максимал кучланиш:

$$\sigma_{max} = \sigma_{mop} - \sigma_{RI} + \sigma_M .$$

минимал кучланиш:

$$\sigma_{min} = \sigma_{mop} - \sigma_{RI} - \sigma_M .$$

II вариантда $\sigma_{min} < 0$ кучланиш пастга қараб йўналган, лекин туташ жойининг узунлиги бўйича эмас, шунинг учун, b бўлганда туташ жойи очилиб кетиши мумкин. Шундай қилиб, туташ жойининг ажралмаслик шарти:

$$\sigma_{mop} > \sigma_{RI} + \sigma_M .$$

Туташ жойининг ишончли бўлишини ошириш учун ушбу шарт бажарилиши керак:

$$\sigma_{mop} > K(\sigma_{RI} + \sigma_M), \quad (15.11)$$

бунда: $K = (1,3 \ 4 \ 2)$ – эхтиёткорлик коэффициенти.

Туташ жойининг очилиб кетмаслик шартига асосланган ҳисоблаш йўллари куйидагича:

- ҳамма болтларни сириб тортишдан ҳосил бўлган кучланишларни туташ жойининг очилиб кетмаслик шarti бўйича аниқлаш (15.11);

- битта болтни сириб тортиш учун талаб қилинган кучни ҳисоблаш (15.8);

- болтни чўзувчи кучланиш бўйича мустаҳкамликка ҳисоблаш (14.10-§ қаранг).

Болтларни сириб тортилган қийматлари ҳодисасини бартараф қилиш шarti бўйича текшириш лозим. Бу ҳолатда силжитадиган куч R_0 ҳисобланади, силжишга қаршилик қиладиган куч эса, тутиш жойидаги ишқаланиш кучдир. Яъни, агар туташ жойининг ишқаланиш кучи, R_2 дан катта бўлса, деталлар силжимайди.

$$(F_{mop} z - R_1) f = K R_2, \quad (15.12)$$

бунда: f – туташ жойининг ишқаланиш коэффициенти; пўлат ва чўян сиртлари қурук бўлганда: $f = 0,15 - 0,2$.

Агар (15.12) шарт бажарилмаса, у ҳолда кронштейнни корпусга нисбатан силжитадиган R_2 кучлар туташ жойидан ажратиш учун таъсир қилувчи R_1 куч ва M моментдан катта бўлади.

Бундай ҳолатда болтни сириб тортиш учун керакли бўлган қиймат деталларнинг бир-бирига нисбатан силжиб кетмаслик шартига қўра куйидаги ифода орқали аниқланади:

$$F_{mop} = \frac{(K R_2 + R_1 f)}{z f} \quad (15.13)$$

Силжийдиган юкланишлар жуда катта бўлса, айрим ҳолларда юкланишларни қабул қиладиган махсус воситалар: втулка, шпонка, штифт ва х.к. ишлатилади.

15.4-§. Ҳисоблашга доир мисол

Тиркишсиз қўйилган фланешли муфта болти мустаҳкамлиги ҳисоблансин (15.3-расм). Қуйидагилар берилган:

Муфта узатаётган буровчи момент: $T = 3000$ Нм.

Болтлар жойлашган айлана диаметри: $D_0 = 100$ мм.

Болтлар сони: $z = 6$.

Болт ва яриммуфта контакт юзасининг минимал узунлиги (15.3-расм): $\delta_2 = 10$ мм.

Болт ва ярим муфта материали – пўлат 45.

Юкланиш ўзгарувчан.

Ечиш.

Болтлар тиркишсиз қўйилган. Бу ҳолда болт ўзагига таъсир этувчи силжитувчи куч қуйидагича ҳисобланади (15.7):

$$F = \frac{2T}{D_0 z} = \frac{2 \cdot 3000 \cdot 1000}{100 \cdot 6} = 10000 \text{ Н.}$$

Болтларнинг қирқилмаган қисми диаметрини кесувчи кучланиш бўйича мустаҳкамлик шартидан аниқланади (14.15), бунинг учун олдиндан қуйидаги параметрлар топилади:

Кесилиш юзасининг сони $i = 1$.

Кесилишдаги рухсат этилган кучланиш (14.3-жадвал) –ўзгарувчан юкланиш шароитидаги пўлат 45 учун $[\tau] = 90$ МПа.

Болт ўзагининг диаметри (14.15):

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi i [\tau]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10000}{3,14 \cdot 90}} = 11,9 \text{ мм.}$$

Топилган диаметрнинг қиймати М12 болтни танлаш кераклигини билдиради.

Болт ўзаги мустаҳкамлигини эзувчи кучланиш бўйича текширамир (14.17):

$$\sigma_{\text{ЭЗ}} = \frac{F}{d \delta_1} = \frac{10000}{12 \cdot 10} = 83,3 \text{ МПа.}$$

Пўлат 45 дан тайёрланган М12 болт учун эзувчи кучланишнинг рухсат этилган қиймати $[\sigma_{\text{ЭЗ}}] = 290$ МПа (14.4-жадвал).

Текширув қоникарли, чунки $\sigma_{\text{ЭЗ}} < [\sigma_{\text{ЭЗ}}]$.

15.5-§. Назорат саволлари

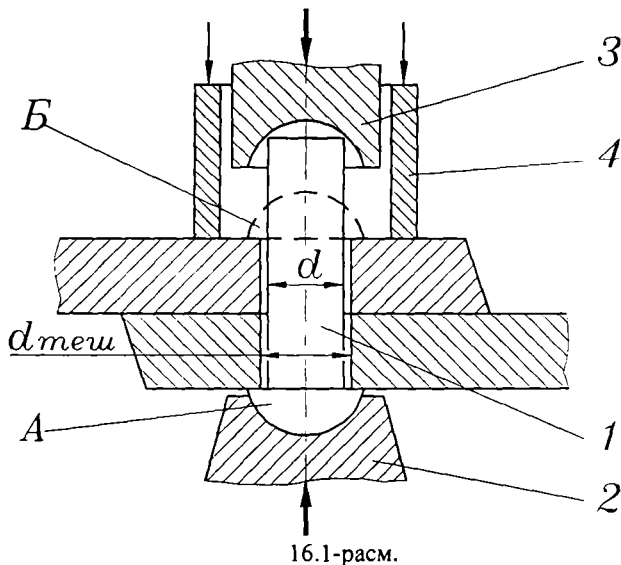
1. Гуруҳ резбали бирикмаларни ҳисоблашдан мақсад нима?
2. Агар симметрик бирикмалар марказий куч билан юкланган бўлса, зўриқиб тортилган болтлар қандай ҳисобланади?
3. Агар қўзғалмас бирикмалар силжитиш кучлари билан юкланган бўлса, зўриқиб тортилган болтлар қандай ҳисобланади?
4. Бир нечта резбали бирикмалар ажратадиган ва силжитадиган кучлар билан юкланган бўлса уларни ҳисоблаш моҳияти нимада?

16-боб. Парчин михли бирикмалар

16.1-§. Умумий маълумотлар

Парчин михли бирикмалар ажралмайдиган бирикмаларга киради. Улар листлар ва хар хил шакли прокат профилларни бириктириш учун хизмат килади.

Деталларнинг тешигига парчин мих киритилгандан кейин унинг иккинчи учи ҳам 16.1-расмда кўрсатилгандай парчаланса, парчин михли бирикма ҳосил бўлади.



Стержен диаметри d ва бекик колпоқча A га эга бўлган парчин мих 1 деталлар тешигига тиғизланмаган ҳолда киритилади, чунки уларнинг диаметри парчин мих стерженининг диаметридан катта. Бекик колпоқча таянч вазифасини бажарувчи ушлагич 2 га ўрнатилган, сиқувчи 3 восита эса, парчинлаш жараёнида туташ каллак B шпилка ҳосил қилишда қўл кучидан ҳам, машиналардан ҳам фойдаланилади. Қўл кучи билан парчинлаш болга ёрдамида сиқувчи мосламага уриш орқали бажарилади. Бундай ҳолда бирикувчи детал ушлагичга махсус босувчи восита 4 билан босилади. Парчинлаш жараёнида бирикмалар стандартлаштирилган. Бекик колпоқча шакли, парчин михнинг стержен диаметри катъий белгиланади. Рангли металлдан ясалган барча парчин михлар ҳамда диаметри 10 мм дан ортик бўлганлари киздирилгандан кейингина парчинланади.

Парчин михли бирикмалар самолётларнинг устки қобигини ясашда, вертолётсозликда, юк кўтариш кранларининг фермалари ҳамда кўприклар

қуришда. кemasозликда, буг қозонлари ва босим гаъсирида суюкликлар сакланадиган идишлар ясашда кенг қўламда ишлатилади.

16.2-§. Парчин михли бирикмаларнинг турлари

Ҳар хил шаклдаги парчин михлар ва парчин михли бирикмалар жуда кўп миқдорда мавжуддир. Тузилиши, материаллари ва вазифаси бўйича улар қуйидаги турларга бўлинади.

Парчин михларни хусусиятлари бўйича қуйидагиларга ажратиш мумкин:

1. Мих каллагининг тузилиши бўйича:

а) текислик шаклидаги каллакли (16.2-а расм);

б) кесик конус шаклидаги каллакли (16.2-б расм);

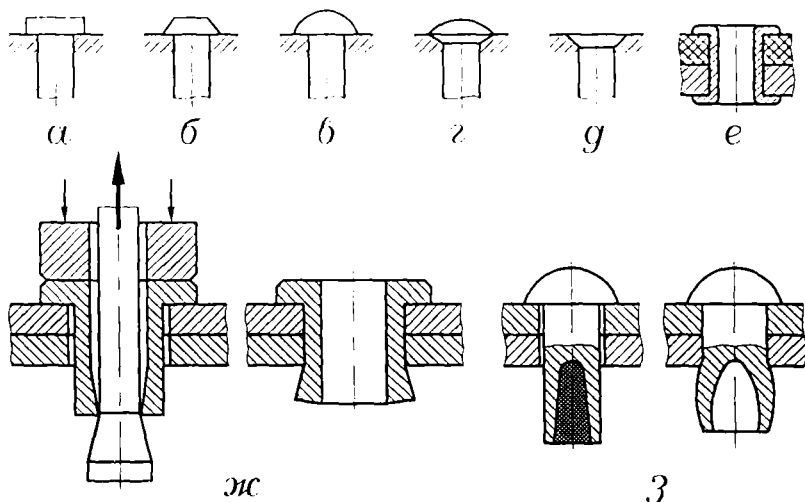
в) ярим доиравий каллакли (16.2-в расм);

г) ярим яширин каллакли (16.2-г расм);

д) яширин (ўрнатилганда кўринмайдиган) каллакли (16.2-д расм).

2. Стерженларнинг тузилиши бўйича:

а) яхлит стерженли; оддий штампли усулларда юқорида кўрсатилган шакллар каллаклари симдан ясалади:



16.2-расм.

б) қувурсимон (16.2-е расм)- бириктирилган деталларда қўйилган кучнинг қиймати катта бўлмаган ҳолда; расмда кўрсатилишича, металл ва пластмассадан тайёрланган деталларни бириктиришда ҳам ишлатилади;

в) бир томонлама парчинланадиган парчин михлар- агар туташ каллагини ҳосил қилиш учун ўрин бўлмаса; мисол тариқасида самолётнинг ковак қанотини олиш мумкин, 16.2-ж расмда конуссимон тешикли ковак парчин мих кўрсатилган. Бунда парчин мих конуссимон гардиш билан биргаликда деталлар

тешигига ўрнатилиб, махсус боскич билан деталларга босилади; гардиш парчин миҳ тешигидан гортиб олинганда тешиклар орасидан бўшлик тўлиб зичланади ва туташ каллак ҳосил бўлади. Ортикча куч таъсир қилмайдиган пластик материалларни бириктиришда, ўртаси тешик парчин миҳлар – пистонлар ишлатилади. Пистонлар зарядли бўлиб, партиш (отиш) дан кейин туташ каллак (16.2-з расм) ҳосил бўлади ва парчин миҳ тешиги тўлиб зичланади.

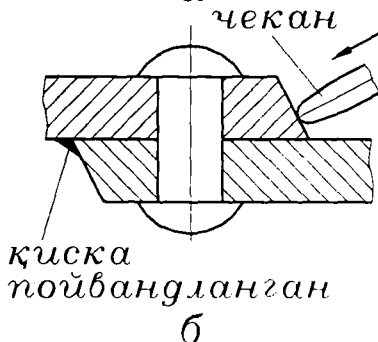
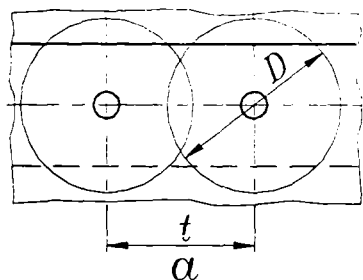
3. Материаллар бўйича:

- а) пўлатли;
- б) мисли;
- в) латунли;
- г) алюминийли;
- д) ҳоказо.

Парчинланиши енгил бўлиши учун парчин миҳ материали етарли даражада пластик бўлиши керак. Парчин миҳ ва бирикувчи деталлар бир таркибли бўлиши керак, ҳар хил материалдан тайёрланса, галваник жуфт ҳосил бўлиб, бирикмани ишга яроқсиз бўлишига олиб келади. Шунинг учун, алюминийли деталларни бириктириш учун – алюминийли парчин миҳ, мисли учун – мисли ва бошқалар ишлатилади.

Энди бирикмаларнинг турларига ўтамыз.

Парчин миҳ ёрдамида кўзгалмас бирикмаларни ҳосил қилиш учун бир ёки кўп қатордан иборат бўлган кўп сонли парчин миҳлар ишлатилади. Бундай бирикмаларни парчин миҳли чоклар дейилади. Чоклар ишлаш хусусиятларига қараб қуйидагича бўлинади.



1. Парчин миҳли чокларнинг вазифаси бўйича:

а) мустаҳкам чоклар (металл конструкциялари, кўприк қурилишида, кемасозликда, авиасозликда);

б) мустаҳкам жипс чоклар – булар мустаҳкамликдан ташқари, чокнинг жипс бўлишини ҳам таъминлаши керак (буғ қозонлари, босим таъсирида суюқликлар ёки газ сақланадиган идишлар).

в) жипс чоклар (катта босимга эга бўлмаган резервуарлар).

Чокдаги парчин миҳлар бирор қисмдан t масофада жойлашган бўлади (16.3-а расм).

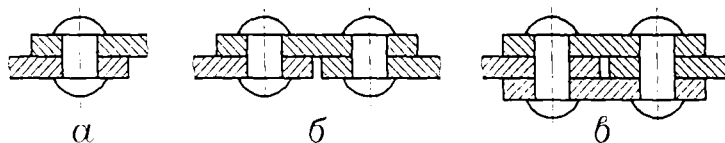
Туташ жойидаги деталларнинг деформацияси ҳар қандай парчин миҳни диаметри D зонаси бўйича тарқалади. Жипс чокларда қўшни парчин миҳларни таъсир этиш зонаси ўзаро қесилади бу

16.3а-расмда кўрсатилган, яъни $l < D$ шарт бажарилиши керак.

Жипс чоклар юқори ишончли бўлиши учун, айрим ҳолларда чеканка қилинади, (пластик деформациялаш) яъни пневмо (сиқилган ҳаво ишлати лади) болға билан бириқувчи деталлар қирраси тўмтоқлаштирилади. Айрим ҳолларда, шу мақсад билан деталлар қирраси қиска пайвандлаб ёпиштирилади (16.3-б расм).

2. Парчин миҳли чоклар тузилишига қараб қуйидаги бирикмаларга бўлинади:

- а) устма-уст (16.4-а расм);
- б) бир қистирмали учма-уч (16.4-б расм);
- в) икки қистирмали учма-уч (16.4-в расм).

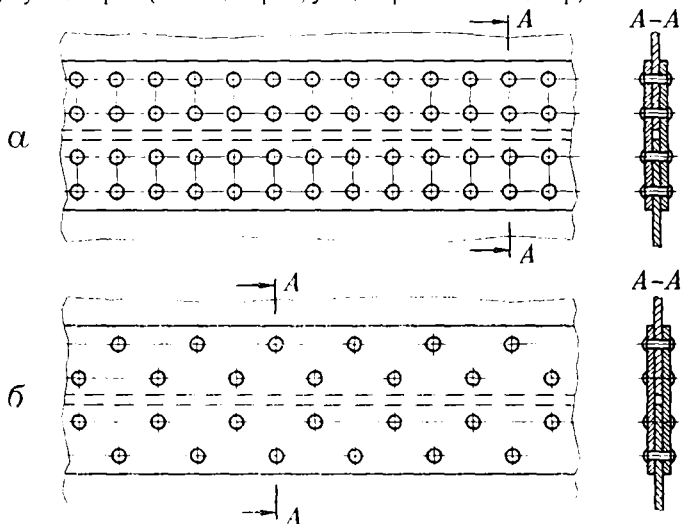


16.4-расм

Парчин миҳлар кесилишга ишлайди, шунинг учун, устма-уст ва бир қистирмали учма-уч қўйиб бириктирилганда, улар бир ёклама кесиладиган дейилади. Икки қистирмали учма-уч бирикмалар икки ёклама кесиладиган дейилади.

3. Ҳар бир листдаги парчин миҳлар қаторлар сонига қараб чоклар бўлади:

- а) бир қаторли;
- б) кўп қаторли (икки қаторли, уч қаторли ва бошқалар).



16.5-расм

Кўп қаторли чокларда парчин михлар бир қизикда (16.5-а расм) ва шахматсимон қилиб жойлаштирилиши мумкин (16.5-б расм).

16.5-расмда кўрсатилган иккала чок ҳам иккита кистирмадан иборат бўлган икки қаторли ҳисобланади.

16.3-§. Парчин михли бирикмаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш

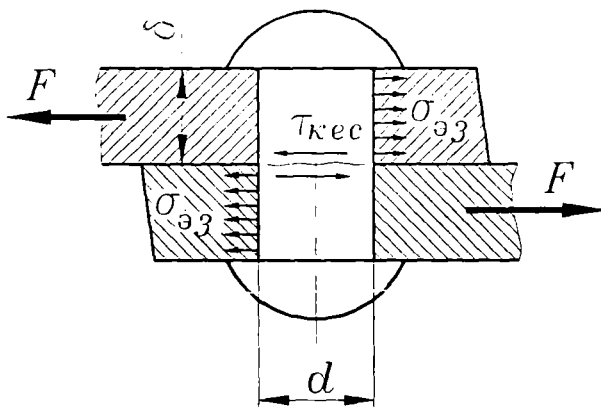
Парчин михнинг ишлаши ва ҳисоблаш шarti тигиз ҳолда жойлаштирилган болтли бирикмаларни ишлаш ва ҳисоблаш шароига ўхшайди.

Силжитиш кучлар билан юкланган парчин михли чокларни ҳисоблашда юкланиш, парчин михлараро бир текисда тақсимланган деб, қабул қилинади. Туташ жойидаги деталларни ишқаланиш кучи эса ҳисобга олинмайди. Парчин михлар эгилишга ва кесилишга ҳисобланади. Бунда бир нарсани ҳисобга олиш керакки, парчин михли бирикмада нормативлар [10] мавжуд, уларнинг ўлчамларини листларнинг қалинлигига қараб танлаб олиш тавсия этилади. Шунинг учун, ҳисоблаш текшириш тусини олади.

Кесувчи кучланиш

- бир ёклама чоклар учун (16.6-расм):

$$\tau_{кес} = \frac{4F}{\pi d^2} \leq [\tau_{кес}]. \quad (16.1)$$



16.6-расм.

- кўп ёклама чоклар учун (одатда $n = 2$):

$$\tau_{кес} = \frac{4F}{n\pi d^2} \leq [\tau_{кес}]. \quad (16.2)$$

Ст2 ва Ст3 дан тайёрланган парчин михлар учун $[\tau_{кес}] = (100-130) \text{ МПа}$

Эзувчи кучланиш.

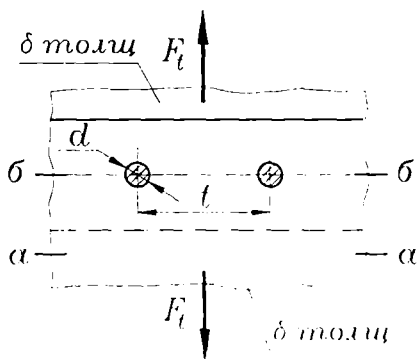
$$\sigma_{\varepsilon\varepsilon} = \frac{F}{d\delta} \leq [\sigma_{\varepsilon\varepsilon}]. \quad (16.3)$$

бунда: δ – бирикувчи деталларнинг қалинлиги (энг ками олинади).

Ст2 ва Ст3 дан тайёрланган парчин михлар учун

$$[\sigma_{\varepsilon\varepsilon}] = (250 \div 300) \text{ МПа.}$$

Парчин михни мустаҳкамликка ҳисоблашдан ташқари бирикувчи листларни ҳам текшириб кўриш лозим, чунки уларнинг мустаҳкамлиги парчин



михни ўрнатиш учун ясалган тешиklar ҳисобига камайган. Листларни парчин михли чок ҳосил қилиб бириктиришда ҳисобий юкланиш учун бир кадам t оралиғида жойлашган парчин михга таъсир этувчи F куч қабул қилинади (16.7-расм). Парчин мих учун ясалган диаметри d га тенг бўлган тешик қалинлиги d га тенг бўлган бирикувчи листларни мустаҳкамлигини камайтиради. Мустаҳкамликнинг пасайиш даражасини аниқлаш учун листларда

чўзувчи кучлардан ҳосил бўлган кучланишларни аниқлаймиз. Бунинг учун листларнинг иккига кесими танлаб олинади: кесим а - а: листлар тешик орқали бўшаштирилмаган; кесим б-б: листлар тешик орқали бўшаштирилган (парчин михлар шу кесимда жойлашган).

Кесим а - а даги чўзувчи кучланиш:

$$\sigma = \frac{F_t}{t\delta}. \quad (16.4)$$

Кесим б - б даги чўзувчи кучланиш:

$$\sigma_{\Pi} = \frac{F_t}{(t-d)\delta}. \quad (16.5)$$

Кичик қийматли кучланиш

σ (16.4) нинг катта (бўшаштирилган кесим) қийматли кучланиш σ_{Π} (16.5)

га нисбати парчин михли гайканинг мустаҳкамлик коэффициентини дейилади:

$$\varphi = \frac{\sigma}{\sigma_{\Pi}} = \frac{t-d}{t}. \quad (16.6)$$

Бу формула парчин мих билан бириктирилган листлар мустаҳкамлиги камайишини кўрсатади. Масалан, стандарт ўлчамларга асосан, бир қаторли бир ёқлама кесиладиган парчин михли чок учун $\varphi = 0,65$, яъни парчин михли бирикма ҳосил қилиниши листларнинг мустаҳкамлигини 35% га камайтиради.

Бу кийматни φ га кўпайтириш учун кўп каторли ва кўп ёклама кесиладиган чоклар ишлатилади.

16.4-§. Назорат саволлари

1. Парчин миخلي бирикма қандай ҳосил бўлади?
2. Парчин миx ва парчин миخلي бирикмалар қандай турларга бўлинади?
3. Парчин миخلي бирикмалар қандай ҳисобланади?
4. Парчин миx учун материал қандай танланади?
5. Парчин миخلي чокнинг мустаҳкамлик коэффициенти қандай аниқланади?

17- боб. Пайванд бирикмаларнинг түзилиши ва мустаҳкамликка ҳисоблаш

17.1-§. Умумий маълумотлар

Пайванд бирикмалар ажралмас бирикмалар туркумига киради. Туташган жойида детал материални пайвандлаш йўли билан ҳеч қандай кўшимча элемент талаб қилмаган ҳолда бирикма ҳосил қилинади.

Пайвандлаш – бу технологик жараён бўлиб, молекуляр ёпишиш кучлар асосида деталларни юқори даражада маҳаллий қиздириб бириктиришдир.

Пайванд чок – бу пайвандланувчи деталларни пайвандлангандан кейин қотиб қолган бириктирувчи металл ҳисобланади.

Ҳамма металллар ва айрим пластмассалар пайвандланади, одатда, асосан кам углеродли пўлатлар пайвандланади.

Қурилиш тузилмаларининг элементлари, машина деталлари, қозон идишлар ва резервуарлар пайвандланиб тайёрланади.

Ажралмас бирикмалар орасида пайвандлаш ҳам машина деталларига мувофиқ равишда тўғри келиб, такомиллашган ҳисобланади, чунки бошқаларга нисбатан, ташкил этувчи деталларни яхшироқ бир бутунга яқинлаштиради. Лекин пайванд бирикмалар ҳам камчиликлардан холи эмас. Пайванд бирикмаларнинг икки йўналишдаги хусусиятларини кўриб чиқамиз.

1. Кўпгина ҳолларда машинанинг пайванд деталлари қуйма ва болғалаб олинган деталларнинг ўрнини босади. Бу катта ўлчамли тишли гилдираклар, кронштейн, корпус деталлари ва бошқалар бўлиши мумкин. Бу ҳолда пайванд бирикманинг устунлиги металлларни тежаш, конструкцияларнинг енгиллиги ва биқрликни етарли даражада бўлишида ифодаланади. Чунончи, пайвандланган пармани кесувчи ишчи қисми инструментал пўлатдан, пастки бўлаги (думи) эса, бирмунча арзон бўлган конструкцион пўлатдан тайёрланган бўлади. Пайвандланган тирсақли вал юқори мустаҳкамликка эга бўлган пўлатдан, шейкаси эса, арзон пўлатдан тайёрлангандир. Жилвирлаш станогининг пайвандли станинаси қалинлиги 3 мм ли пўлат листдан тайёрланган қуйма станинага қараганда енгил ва арзондир. Камчиликларига: деформациядан ҳосил бўлган қолдиқ кучланиш мавжудлиги; юқори даражада маҳаллий қиздириш натижасида тузилмаларнинг қийшайиб қолиши мисол бўла олади. Мана шу факторларни пайванд деталлар конструкциясини яратишда ҳисобга олиш зарур.

2. Айрим ҳолларда юпка деворли тузилмаларда пайванд бирикмаларни парчин миҳли бирикмалар билан алмаштирилади, кемаларнинг корпуслари; самолёт ва вертолётлар, транспорт машиналарининг ёқилги баклари ва ҳоказо. Бунда шунини ҳисобга олиш керакки, пайванд чоклар тебрианиш чегараларида ва зарбли юкланган ҳолда ишончли ишламайди. Шунинг учун ҳам пайвандлаш самолёт ва вертолёт корпусларида ва копланларида ишлатилмайди.

17.2-§. Пайвандлашнинг асосий турлари

Юқорида айтиб ўтилганидек, пайвандлаш бириктирувчи деталларнинг молекулаларини ёпиштириш учун ишлатиладиган кучларга асосланган. Бунга эришиш учун иккита усул қўлланилади: деталларнинг бирикувчи жойида металлларни эритиш ёки суюқ ҳолатига келтирмасдан қиздириб, деталларни бир-бирига сиқиш.

Биринчи усул – суюқ ҳолатда пайвандлаш, иккинчиси эса – босим остида пайвандлаш дейилади.

Эритилган ҳолатда пайвандлаш.

Бу пайвандлаш газ ва электр ёйи ёрдамида пайвандлаш турларига бўлинади.

Газ ёрдамида пайвандлаш усулида электродлар орасида ёнувчи газлар маълум миқдорда кислород (ацетилен, водород) ёндирилиб, ораликка горелка каналидан ўтади. Пайвандланувчи металл таркибига мос пайвандлаш сими ишлатилади. Унинг таъсирида пайвандланувчи деталнинг пайвандлаш жойи ва пайвандлаш симининг учи суюқланади ва бирикма ҳосил бўлади. Газ ёрдамида пайвандлаш юпка деворли пўлатдан тайёрланган деталларни ва рангли металлларни бириктиришда ишлатилади.

Электр ёйи ёрдамида пайвандлаш усулида уландиган жой электр ёйи воситасида қиздирилади ва унга электрод суюқлантириб туширилади. натижада пайванд чок ҳосил бўлади. Деталлар орасидаги эритилган электрод боғлаш вазифасини бажаради.

Қўл ва автоматлашган электр ёйи ёрдамидаги пайвандлашни такқосланади. Электр ёйи ёрдамида дастлабки пайвандлаш ёй барқарор ёпишишини ушлаб туриш учун махсус аралашма билан қопланган электрод ишлатилади. Дастлабки усулда пайвандлашда деталлар қалинлиги 1 мм дан 60 мм гача бўлиши мумкин. Бу ҳолда ток кучи (200÷500) А оралиғида бўлади. Бундай усулда пайвандлаш бикрлик миқдорида ҳамда сериялаб ишлаб чиқаришда (чоклар киска-киска ва ноқулай жойлаштирилган бўлса) қўлланилади.

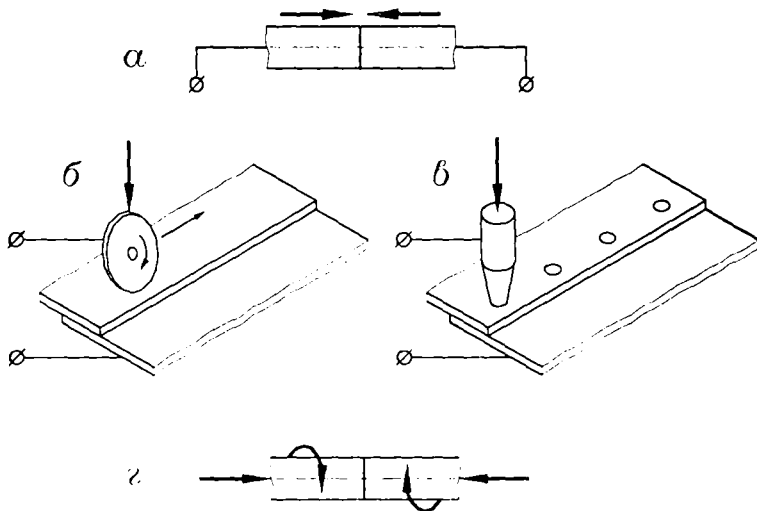
Автоматик пайвандлаш электрод сими орқали бажарилади. Бу симни узатиш ва чок йўналиши бўйича ҳаракатга келтириш механизациялаштирилган. Бу усулдан қалинлиги 2÷130 мм гача бўлган пўлатлар уларнинг қотишмаларини пайвандлашда кенг фойдаланилади. Бунда электр ёйи суюқланаётган металл флюс қатлами остида ёки ҳаво газларидан сақлайдиган муҳитларда бўлиб ёй барқарор ёнади. Бу ҳолда ток кучи (100÷300)А. Юқори сериялаб ва ялпи ишлаб чиқаришда ҳамда самолётсозликда ишлатилади.

Босим остида пайвандлаш.

Деталлар электр токи (электр контакт пайвандлаш) билан ёки ишқаланиш воситасида (ишқаланиш воситасида пайвандлаш) қиздирилади.

Электр контакт пайвандлаш ҳар хил пўлатлардан тайёрланган валларнинг қисмларини ёки қирқувчи асбобларни (парма, метчик) бириктиришда ишлатилади (17.1-а расм). Электр токини пайвандланувчи деталлар орқали ўтказилганда улар токнинг ўташган жойида ўтказгич қаршилигинини

мавжудлиги гуфайли, бу юзалар киска вақт ичида қизиб, юкори пластик ҳолатга ўтади.



17.1-расм.

Пластик ҳолатдаги металл деталлар маълум куч билан бир-бирига қисилганда, пайванд бирикма ҳосил бўлади.

Электр контактли пайвандлаш листларни пайвандлашда ҳам ишлатилади, масалан, деталлар устида айланадиган электрод ролик (ролик электрод вазифасини бажаради) контактдаги пайванд чокни (лентали) (17.1-б расм) ва контактдаги нуктаси пайвандли (17.1-в расм) ҳосил қилади. Шунини айтиш керакки, нуктали пайвандлаш юкори жипсли (герметик) бирикмани ҳосил қилмайди, шунинг учун, резервуар ва баклар қисмини пайвандлашда ишлатилмайди.

Ишқаланиш воситасида пайвандлашда бириктирувчи деталларни (валлар, асбоблар) карама-қарши томонга айлантирилиб, бир-бирига сиқилади (17.1-г расм). Ишқаланиш натижасида ҳосил бўлган иссиқлик деталларни пластик ҳолатига қадар қиздириб пайвандлайди.

17.3-§. Пайванд бирикмаларнинг ва чокларнинг турлари

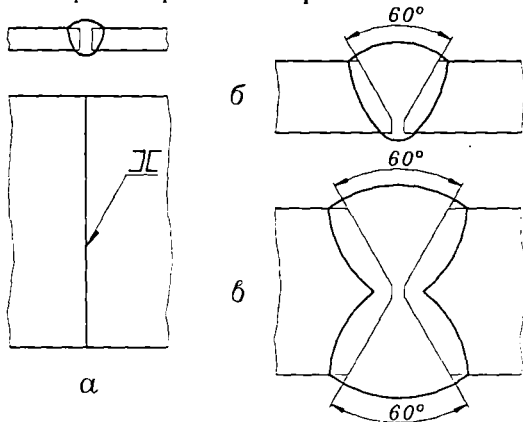
Бириктириладиган деталларнинг ўзаро жойлашишига қараб пайванд бирикмалар қуйидагиларга бўлинади:

- учма-уч;
- устма-уст;
- бурчакли.

- таврсимон.

Учма-уч бириктирилган пайванд чоклар туташган чоклар дейилади. устма-уст, бурчакли ва таврли пайванд чоклар эса бурчакли дейилади.

Учма-уч чоклар 17.2-а расмда тасвирланган.



17.2-расм.

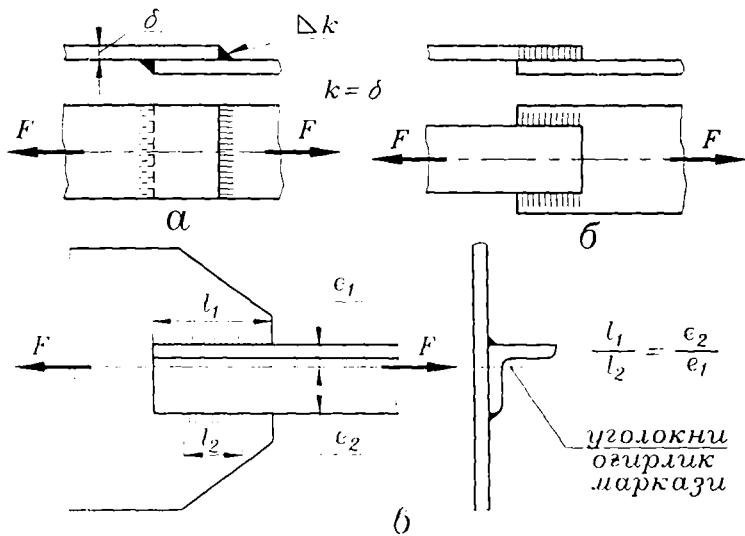
Пайвандланадиган листларнинг қалинлигига қараб, уларни учлари махсус ишловдан ўтказилиб ёки ўтказилмасдан пайвандлашга тайёрланади. Агар листларнинг қалинлиги 8 мм дан ошмаса, у ҳолда бошланғич ишлов берилмайди (17.2-а расм).

Листлар қалинлиги 8 мм дан 25 мм гача бўлса, листларнинг туташадиган қирраларига бир ёклама дастлабки ишлов берилади. (17.2-б расм) қирраларида бурчаги 30° га тенг бўлган фаскалар (кертиш) ҳосил қилинади. Листлар қалинлиги 26 дан 60 мм гача бўлганда 17.2-в расмда кўрсатилгандек қирралари икки ёклама киритилади.

Листларни устма-уст қўйиб бириктирилганда рўпара ва ёнбош чокларга бўлинади. 17.3-а расмда иккита листни икки ёклама рўпара чок билан бириктирилгани кўрсатилган. Шу ернинг ўзида бурчак чок белгиси ўз аксини топган, уни чизмада кўрсатилишича k катетли бурчак чок деб аталади.

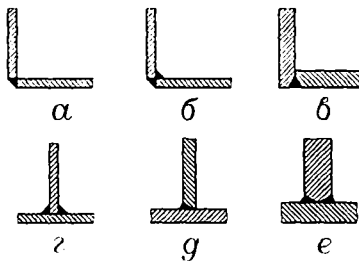
Одатда, чок катетининг қиймати бирикувчи листлар δ қалинлигига тенг бўлади. Шунинг ҳисобга олмоқ керакки, чўзувчи юкланиш F бирикманинг симметрия ўқи бўйича таъсир этади. 17.3-б расмда кўрсатилган бирикма олдингига ўхшаш, бурчакли ёнбош чоклардан ҳосил бўлади.

Лист билан уголокни бириктиришда ҳосил бўлган пайванд чокларга таъсир этадиган чўзувчи куч уголок кесимини оғирлик марказидан ўтган бўйлама чизиғига қўйилган деб тахмин қилинади 17.3-в расм. У ҳолда, ёнбош чокнинг узунлиги расмда кўрсатилиши бўйича, тесқари пропорционал тарзда аниқланади.



17.3-расм

Деталларни бурчакли бириктириш мумкин: ташки бурчакли чок (17.4-а расм); ташки ва ички бурчакли чоклар (17.4-б расм) ёрдамида ҳамда кирралари кертilib туташган чок ёрдамида (17.4-в расм). Таврсимон деталларни бириктириш мумкин: кирралари кертилмаган бурчакли чок (17.4-г расм); бир (17.4-д расм) ёки икки (17.4-е расм) кирралари киртилган бурчакли чоклар ёрдамида.



17.4-расм.

17.4-§. Пайванд бирикмаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш

Икки ёки бир нечта пайвандланган деталлар пайвандланган узел ҳисобланади. Пайвандли узелнинг мустаҳкамлиги бутун деталнинг

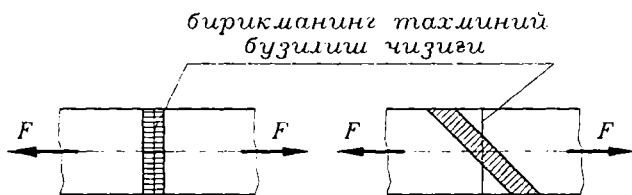
мустаҳкамлигига жуда яқин бўлиши керак. Пайванд бирикманинг мустаҳкамлиги қуйидаги асосий факторларга боғлиқдир:

- асосий материалнинг пайвандланиш қобилиятига,
- пайвандлаш усулига,
- таъсир этувчи юкланиш хусусиятига.

Кам ва ўрта углеродли пўлатлар яхши пайвандланади. Юқори углеродли пўлатлар, чўянлар ва рангли металл қотишмалари ёмонроқ пайвандланади. Пайванд чок тўла бир текис барабар пайвандланмаган бўлса ҳамда шлак ва газ қолдиқлари кириб қолганда унинг мустаҳкамлиги камаяди. Бу нуқсонлар пайвандлаш жараёнида ва буюмларни ишлатиш жараёнида майда тешиқлар, ёриқлар ҳосил бўлишига асосий сабаб бўлади. Пайвандлаш технологиясига таъсир этувчи дефектлар ўзгарувчан ва зарбли юкки таъсирида яна ҳам ортиб боради.

Ташқи юкланиш ва юқорида келтирилган факторлар таъсирида пайванд қисми бузилиши чок зонаси бўлади, деб тахмин қилинади (17.5-расм).

Деталларнинг пайвандлашга боғлиқ бўлган мустаҳкамлигини камайиши рухсат этилган кучланишларни белгилашда ҳисобга олинади.



17.5-расм.

Иккинчи бўлақдан ташкил топган учма-уч пайвандланган листларни (17.6-расм) ҳисоблаш қуйидагича бажарилади:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{b\delta} \leq [\sigma_{\text{п}}], \quad (17.1)$$

бунда. F – чўзилиш кучи, Н да;

A – лист юзаси, мм² да;

b – лист эни, мм да;

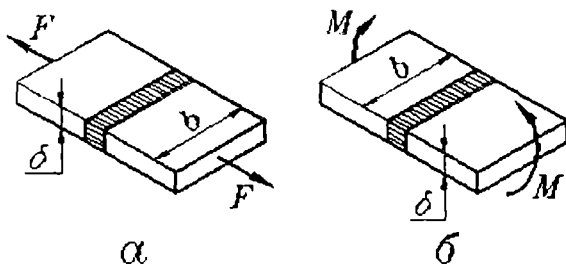
δ – лист қалинлиги, мм да;

$[\sigma_{\text{п}}]$ – пайванд учун рухсат этилган кучланиш;

Пайванд бирикма учун мустаҳкамликнинг эҳтиёт коэффициентини ҳисобга олганда:

$$[\sigma_{\text{п}}] = 0,9 [\sigma_{\text{ДЕТ}}],$$

бунда: $[\sigma_{\text{ДЕТ}}]$ – детал материали учун рухсат этилган кучланиш, яъни листнинг пайвандланмаган бўлағи.



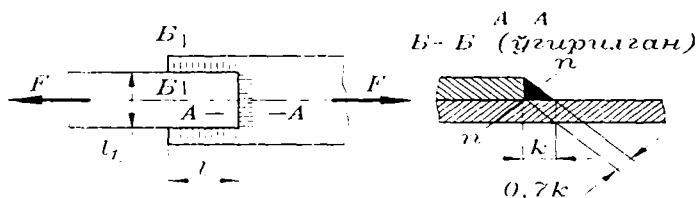
17.6-расм.

Агар пайванд қисм эгувчи момент билан юкланган бўлса (17.6-б расм), унда чокнинг емириладиган қесимини ўқ бўйлаб йўналган қаршилик моменти M :

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{6M}{b\delta^2} \leq [\sigma_{II}] \quad (17.2)$$

Листларни устма-уст қўйиб бурчакли ёнбош ва рўпара чоклар ёрдамида ҳосил бўлган бирикма ҳисобини мисолда (17.7-расм) кўриб чиқамиз.

17.7-расм.



Бундай чокларнинг бисектрисаси орқали ўтган $n - n$ қесимни ўртача кучланиш бўйича тахминий ҳисобланади. Бу қесимни асосий кучланиши уринма t кучланиш ҳисобланади. Содаллаштириш мақсадида юкланиш чокнинг ҳамма нукталарга бир хил тақсимланади деб ҳисоблаймиз. Чокнинг мустаҳкамлик шарти:

$$\tau = \frac{F}{0,7k(2l + l_1)} \leq [\tau_{II}] \quad (17.3)$$

бунда: $[\tau_{II}]$ - пайванд бирикманинг кесувчи рухсат этилган кучланиши.

Мустаҳкамлик эҳтиёт коэффициентини ҳисобга олганда пайванд бирикма учун:

$$[\tau_{II}] = 0,6 [\tau_{ДЕТ}]$$

бунда $[\tau_{ДЕТ}]$ - детал материалнинг кесувчи рухсат этилган кучланиши, яъни бирикувчи листлар қисми.

17.5-§. Назорат саволлари

1. Пайвандлаш ва пайванд чок нима?
2. Пайвандлаш турлари қандай?
3. Деталларнинг пайвандлашда бирикма турлари қандай?
4. Пайванд бирикмаларнинг афзалликлари ва камчиликлари нимадан иборат?
5. Пайванд кисмининг қайси жойи емирилади?
6. Учма-уч пайванд бирикмани чўзилиш ва эгилишга ҳисоблашда қандай кучланишлар асосий ҳисобланади?
7. Устма-уст пайванд бирикмада қандай кучланиш пайванд бирикмани чўзилишга ҳисобланганда асосий ҳисобланади?

Тавсия этилган адабиётлар

1. Авиационные зубчатые передачи и редукторы. Справочник. Под редакцией Булгакова Э.Б. Москва, «Машиностроение», 1981.
2. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В трех томах. Москва, «Машиностроение», 1982.
3. Детали машин. Атлас конструкций. Под ред. Решетова Д.Н. Москва, «Машиностроение», 1989.
4. Детали машин. Сборник материалов по расчету и конструированию в двух книгах. Под редакцией Ачеркана Н.С. Москва, Машгиз, 1953.
5. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин. Москва, 1978.
6. Иванов М.Н. Детали машин. Москва, «Высшая школа», 1991.
7. Конструирование машин. Справочно-методическое пособие в двух томах. Под редакцией Фролова К.В. Москва, «Машиностроение», 1994.
8. Кудрявцев В.Н. и др. Курсовое проектирование деталей машин. Ленинград, 1984.
9. Основы расчета и конструирования деталей летательных аппаратов. Под ред. Кестелгмана В.Н. Москва, 1989.
10. Справочник машиностроителя, том 4, книги I и II. Под редакцией Ачеркана Н.С. Москва, Машгиз. 1963.
11. Трение, изнашивание и смазка. Справочник. Под редакцией Крагельского И.В. и Алишина В.В. Москва, «Машиностроение», 1978.
12. Сулейманов И.И. Машина деталлари. Тошкент нашриёти 1981.
13. Тожибаев Р.Н., Шукуров М.М., Сулейманов И.И. Машина деталлари курсидан масалалар тўплами. Тошкент нашриёти 1992.
14. Тожибаев Р.Н., Жураев А. Машина деталлари. Тошкент, «Ўқитувчи», 2002.

А.В.ПЯТАЕВ, Б.К.МУХАМЕДЖАНОВ

МАШИНА ДЕТАЛЛАРИ

Мухаррир Э. Бозоров

Босишга рухсат этилди 15.10.07. Қоғоз бичими 60x84 ¹/₈
Ҳисоб-нашр табоғи 13,5. Адади 100.
Буюртма рақами № 75.

«IQTISOD-MOLIYA» нашриётида тайёрланди
100084, Тошкент ш., Кичик халқа йўли кўчаси, 7-уй.

Низомий номидаги ТДПУ босмахонасида чоп этилди.
Тошкент ш. Юсуф Хос Ҳожиб кўчаси, 103-уй