

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 тавсия
этилган

ТОШКЕНТ
«IQ FISOD-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 мустахкамликка ҳисоблаш;
- подшипниклар, валлар ва муфтлар;
- машина деталларининг кўзгалмас бирикмалари.

Мавжуд ўқув адабиётлардан фарқлироқ, машина деталларининг
кўзгалмас 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.

© «IQTISOD-MOLIYA», 2007

© А.В.Пятаев, Б.К.Мухамеджанов, 2007

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 белгиловчи мезонлар ва уларни ҳисоблаш	8
1.3-§. Машина деталларини мустаҳкамликка ҳисоблаш хусусиятлари	11
1.4-§. Назорат саволлари	13
1 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 аниқловчи 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
6-боб. Тишли узатмаларнинг тузилиши	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
7 боб. Занжирли узатма	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
8-боб. Тасмали узатмалар	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
9-боб. Сирпаниш подшипниклари	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
10-боб. Думалаш подшипниклари	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 лойihalаш 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 каттик муфтлар	153
13.4-§. Эластик муфтлар	158
13.5-§. Саклагич 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-§. Деталларниг бириктириш турлари ва резбали бирикмаларнинг маҳкамлаш усуллари	177
14.4-§. Резбали бирикма деталларидаги кучлар ва моментлар	179
14.5-§. Резба ўрамлари бўйича бўйлама юкланишни тақсимланиши	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 таҳсирдан 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 юртлари механик йўналишидаги 3-4 курс талабалари учун ўқитиладиган фанлардан бири ҳисобланади.

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

Машина деталлари шартли равишда 3 қисмга бўлинади:

1. Механик узатмаларнинг тузилмалари ва мустақкамликка ҳисоблаш.
2. Подшипниклар, валлар, ўқлар ва муфталар.
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 таъсирида мустақкамликка 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 (ўзел) қисм ва деталларини
мустаҳкамликка ҳисоблаш ва лойиҳалашнинг
ўмумий ҳолатлари**

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

Ишлаш қобилияти – машина, механизм ва қисмлар асосий белгилловчи параметрларининг ҳолати техник ҳужжатларда кўрсатилганга мослигидир. Масалан, машина двигатели зарур бўлган қувватни содир қилмаса ёки редуктор иш жараёнида кизиб 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 таъмирлаш ишлари олиб борилади.

Ишонччилик – техник воситаларининг тўхтаб қолмасдан ишлаш эҳтимоллиги. **Бузилиш** (отказ) – ишлаш қобилиятини йўқотиш. **Узилиш** (сбой) – бузилишни энгил 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.

Тежамлилик 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
белгилловчи мезонлар**

Шундай мезонларга мустаҳкамлик, бикрлик, ейилишга чидамлилик, иссиқбардошлик ва титрашга чидамлилик киради.

Мустаҳкамлик – деталнинг қўйилган юкланишга бардош бериб иш жараёнида синмай ва бенуксон ишлай олиш хусусияти. Статик мустаҳкамлик ва тоқиллиқга қаршилиқ хусусиятларини йўқотиши деталларни синишга олиб келади.

Статик мустаҳкамлик шарт:

$$\sigma < \sigma_B,$$

бу ерда: σ – деталдаги кучланишлар;

σ_B – детал материалининг мустахкамлик 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 юкламалар таъсир этаётган силлик сиртларида содир бўлиши мумкин (Шестерня тишларининг сиртлари, думалаш подшипниклари ҳалқаларининг ишчи сиртларида). Бу ҳолларда кучланишлар тўпланишлари материал нуқсонлари ҳисобланиб улар қаваклар ёки сиртларга механик ишлов бериш натижасида ҳосил бўладиган чизикчалардир.

Толиқишга қаршилиқ шarti:

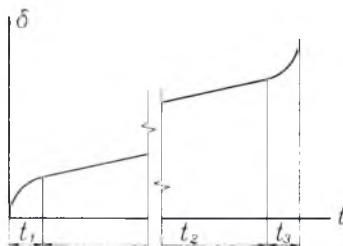
$$\sigma < \sigma_{-1},$$

бу ерда: σ_{-1} – детал материалининг чидамлик чегараси.

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

Ейилишга чидамлик – 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 тариқасида 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) миқдорга 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 хавфли 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 сақланиш зарур, чунки, занглаш ейилиш даражасини тезлаштиради.

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

1. Муштаҳкамликни камайтиради ва оқувчанлик пайдо бўлади. Тажириба 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 тирқишнинг кўпайиб ёки камайиб кетиши зарблар ёки ишқаланишнинг катталанишига олиб келади.

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

Титрашга чидамлилик – машиналар белгиланган бурчак тезлик ва бурчак частотаси орасида ишлаши учун қисм ва деталларнинг ишлаш қобилияти. Машина ва механизмлар назариясидан маълумки, ҳар қандай машина тебранишни жаддалаштириш манбаи ҳисобланади, яъни 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 ёрикчалар пайванд алюминийли чокда тез ривожланиб бутун чок узунлиги бўйича тарқалиши мумкин. Парчин миҳли бирикма ишончли ишлайди, чунки чокда ҳосил бўлган майда ёрикчалар фақат парчин миҳ атрофидаги чокда бўлади, яъни чокнинг бутун узунлигига таҳсир қилмайди, натижада конструкциянинг ишлаш қобилияти сақлаб 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 кўриниши билан боғлиқ бўлиши мумкин.

Моделлаштиришда деталларнинг тузилиши ва унга қўйилган юклама шакллари имкон борича соддалаштирилади. Бундай ҳолларда асосий ва иккинчи даражали таҳсилларни 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 қиймати 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 руҳсат 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 инobatга 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:

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

бу ерда: F – чўзувчи куч, Н да;

$$s \text{ – таёкчанинг кўндаланг кесими, мм}^2; S = \frac{\pi d^2}{4}$$

(d – стерженг диаметри, мм);

[σ] – чўзилиш буйича рухсат этилган кучланиш, МПа.

Лойиҳалаш ҳисоби:

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

Текшириш ҳисоби:

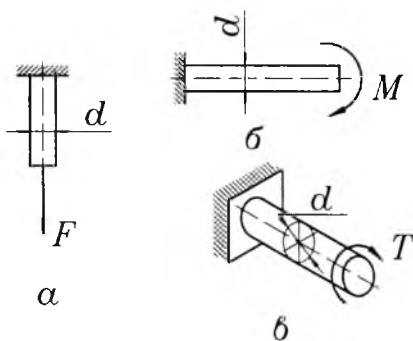
$$\sigma = \frac{4F}{\pi d^2} \leq [\sigma] \text{ (МПа)}.$$

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 моменти, мм³

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

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

Лойиҳалаш 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 шарт:

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

бу ерда: T – буровчи момент, Нм;

W_0 – стержен кесимини поляр кутбий қаршилиқ momenti, мм³;

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

$[\tau]$ – буралиш бўйича 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 лойihalаш ва мустахамликка ҳисоблаш бўлимида техникада энг кўп ишлатиладиган, тишли, занжирли ва тасмали узатмалар тўғрисида сўз боради.

2 - боб. ТЎҒРИ ТИШЛИ ЦИЛИНДРСИМОН УЗАТМАЛАР

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

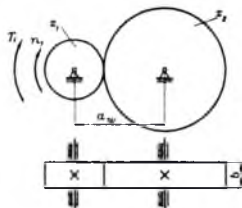
Лойihalаш ҳисобини бошланғич маълумотларини тишли узатмаларни белгилувчи ва ҳисоблаб аниқланадиган параметрлар мисолда кўриб чиқиш маъқул бўлади. Бундай бошланғич маълумотлар шартли равишда асосий ва иккинчи даражали бўлиши мумкин. Асосий бошланғич маълумотга етакловчи ғилдиракнинг узатишлар сони, буровчи моменти ва фойдали иш коэффиценти 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 коэффиценти 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 ҳисобланган бошланғич маълумотларга тўларок тўхталиб ўтамиз, чунки бу қийматлар ҳисоблаш усуллари ва унинг қийматига 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, мухитлар (чанглар, мойлар ва бошқа) тушиш эҳтимоли бор. Асосан кишлок 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 гилдиракнинг тишларига мой сачратилади;

– ёғли 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 қиймати гилдирак 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 қийматни ўзи лойиҳаланаётган узатманинг аниқлик даражасини белгилаб, уни танлашга имкон беради.

Узатманинг аниқлик даражаси айланма тезликка пропорционал, яъни айланма тезлиги канча катта бўлса, аниқлик даражаси шунча юқори бўлиши керак.

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

Узатманинг аниқлик даражаси, унинг ишлаб чиқарилиши, яъни тайёрлаш технологиясига боғлиқдир. Техноложияни хар 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 гилдиракларнинг эни (тиш узунлиги) бўйича ўзаро жойланиши билан боғланган: тўғри тишли узатма гилдирак тишларини туташган юзаларининг параллел эмаслиги ва қия тишли узатманинг қиялик бурчагининг ноаниқлиги натижасида юкланиш тиш узунлиги бўйича нотекис тақсимланади.

Тишли узатманинг гилдираклари 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 аниқлик даражаси учун 3 хил кўрсаткич белгиланган:

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

- равои 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 аниқлик даражаси билан тайёрланаган ғилдираклар ишлатилади.

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

“Машина ва механизмлар назарияси” фанида тирқишсиз (зазорсиз) тишли узатмалар ўрганилган эди, яъни битта ғилдирак тишлари туташган ғилдирак ботикларига ён томонида тирқишсиз илашади.

2.1-жадвал

Узатманинг аниқлик даражаси	Айланма тезлик м/с		Ишлатилиши
	Тўғри тиш	қия тиш	
4, 5, 6 (юқори аниқлик)	20 4 100	30 4 200	Авиация редукторлари, юқори тезлик ва юқори аниқликда узатмалар
7 (аниқ)	10 4 20	15 4 30	Умумий машинасозликда аниқ юқори юқлинишда ишлайдиган узатмалар
8 (ўрта аниқ)	5 4 10	6 4 15	Умумий машинасозликда ишлатиладиган узатмалар
9 (кам аниқ)	< 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 тирқиш бўлиши шарт.

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

H – нолга тенг тирқиш;

E – кичик тирқиш;

C ва D – камайтирилган тирқиш;

B – нормал тирқиш;

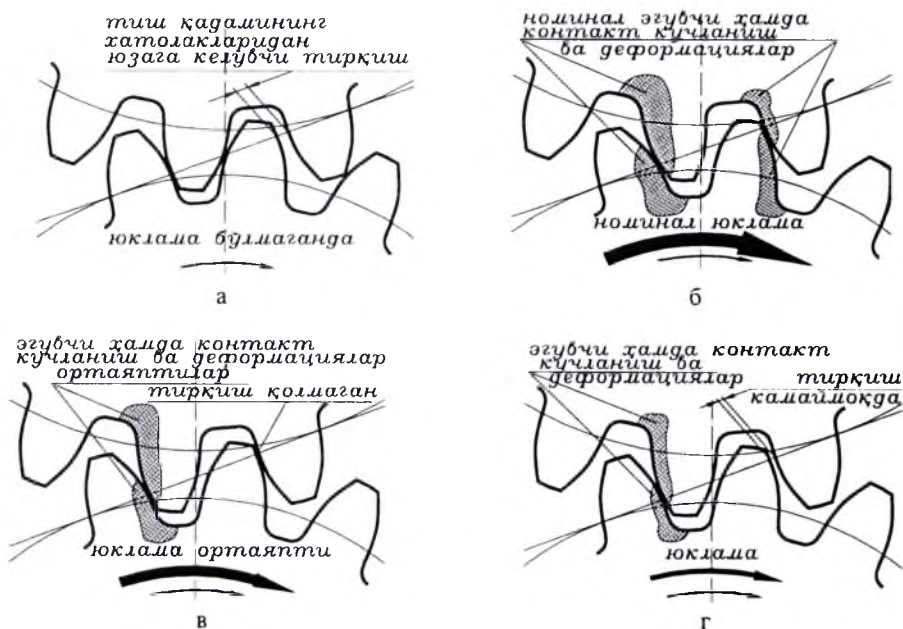
A – қўпайтирилган тирқиш.

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

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

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

Асосан самолётсозликда, конструкцияларнинг оғирлигини енгиллаштириш мақсадида, ҳисоботга ва тайёрлашга юқори аниқлик 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 машинаозликда тишли механизмлар (редукторлар, транспорт машиналар узатиш кутучаси, технологик машиналарнинг тезлик кутучалари) манбаси 30000 соатни ташкил килади, холос. Авиация редукторларининг ишлаш муддати тахминан 10 бирликка камрок (3000%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 $C = k$).

Мустаҳкамликка 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 диаметрлари d , ташки d_a ва тиш тубидаги диаметрлари 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 қаттиқрок материалдан тайёрланади, чунки, кичик ғилдирак тишлари ишлаш муддати даврида катта ғилдирак тишларига нисбатан сон жиҳатидан 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.

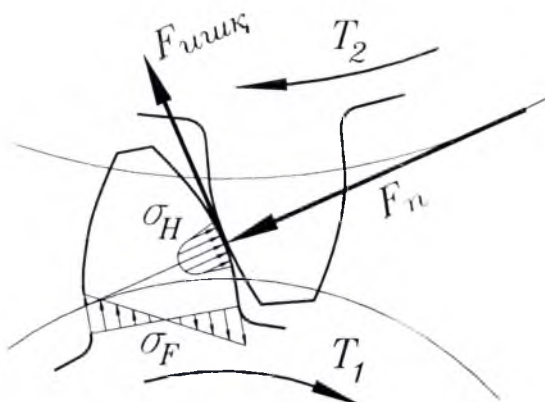
Агар тишли ғилдираклар пўлат 45, 40X, 40XH дан тайёрланган бўлса, уларни хажмий тоблаш ёки тишларнинг юзаларини HRC 45455 каттикликка кадар тоблаш зарур.

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 юкори 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.

Юкори 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 кўйилган момент кучларни ҳисоблашда фойдали иш коэффициентини ёрдамида амалга оширилади.



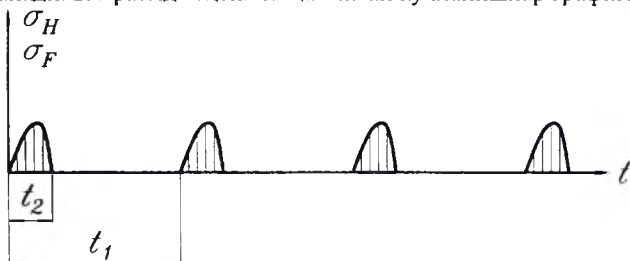
2.3-расм.

Нормал F_n кучининг 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 коэффицентларга тааллуқли бўлиб, зарур бўлган параметрларни аниқлашда ишлатилади.

Ҳар бир тиш учун нагрузка ўзгармас муайян қийматга эга бўлмай, вақт оралиғида ўзгариб туради ва вақти-вақти билан узлукли 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 юкламалар контакт ва эгилиш кучланишларни ҳосил қилиб, кучланишларнинг бошланғич цикллари ҳисобланади. 2.4-расмда эҳтимол килинган 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.

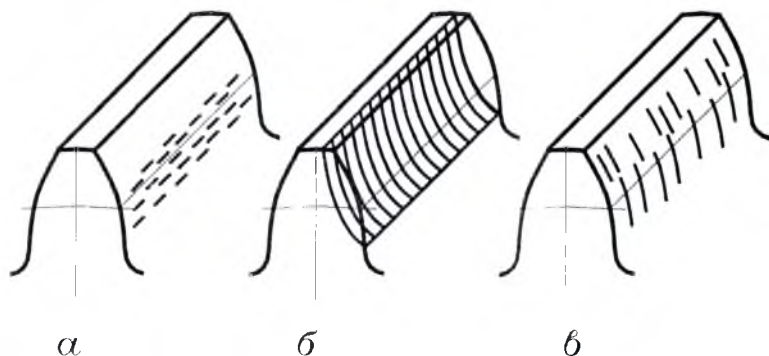
2.4-§. Ишлаш қобилиятининг мезонлари ва ҳисоби

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 қучланиш ва ишқаланиш сабаб бўлади.

Тишлар сиртининг емирилиши деганда қуйидагилар, яъни толиқиш оқибатида уваланиб кетиши, абразив заррачали муҳитда 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-билинмас дарзлар пайдо бўлади, бора-бора бу дарзлар катталашиб чизикчалар ҳосил қилади (2.5- а расм).

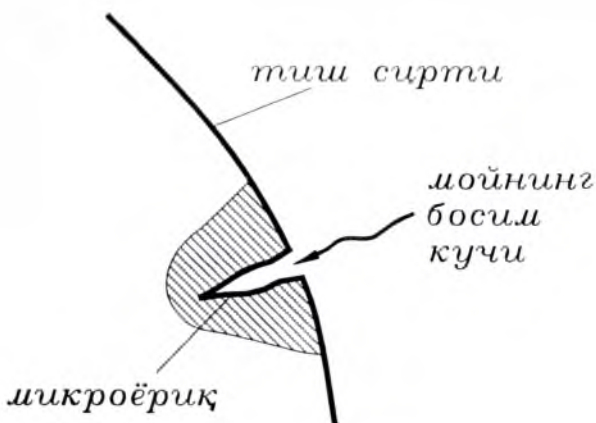


2.5-расм.

Бу, асосан, тишларнинг қутб 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 кира бошлайди. Натижада дарзлар катталашиб бориб, тиш сиртидан кичик бўлақчаларнинг ажралишига олиб келади (2.6-расм).

Бундай узатмалар ишлашни давом эттирса, илашиш сиртларида мой қатламини 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 етарли даражада мойланмайдаган очик тишли узатмаларда кўпроқ учраб, уларнинг ишлаш қобилиятини йўқотишга сабаб бўлади. Тиш кўндаланг кесимининг камайиб кетиши мустаҳкамлик хусусиятини камайтириб юборади (2.5- 6 расм). Ейилишни камайтириш учун тиш сиртининг мустаҳкамлигини кўтариш керак, махсус мойларни ишлатиб тишлар орасига чанг ва бошка майда қаттиқ заррачалар тушишидан сақлаш лозим.

Юлиниб кетиши. Бундай ҳодиса, асосан катта тезлик ва катта юкланиш билан ишлайдиган узатмаларда учрайди. Иссиклик 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 ғилдирак тишининг айрим жойлари иккинчи ғилдирак тишига ёпишиб чиқади. Ҳосил бўлган металл заррачалар иш давомида шу тиш билан илашишда бўлган тиш сиртини сидириб чиқа бошлайди (2.5- в расм). Бундай емирилишнинг олдини олиш чоралари: тиш сиртининг қаттиқлик чегарасини ошириш, узатма кизиб 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 узок 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 кертиси) ҳамда бочка шаклидаги тишлардан фойдаланиш тавсия этилади. Тишли узатмаларнинг емирилиши юқорида 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 кучланишидир. Ҳозирги вақтда тишли узатмани лойиҳалаш ҳисобида, асосан, контакт кучланиш бўйича мустаҳкамлиги белгиланади.

2.5-§. Тишларни контакт кучланишлар бўйича ҳисоблаш

Ҳзаро кесишган икки деталнинг юзаси деталга нисбатан кичик бўлса, бундай юзада контакт кучланиш ҳосил бўлади. Тишларни контактга ҳисобланса, гилдирак эинини 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 келтираемиз.

Контакт кучланиш назариясига немиш 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 ўқининг бўйлама контакт юзасида бўлади.

Бу кучланишнинг қиймати қуйидаги формула билан аниқланади:

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

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

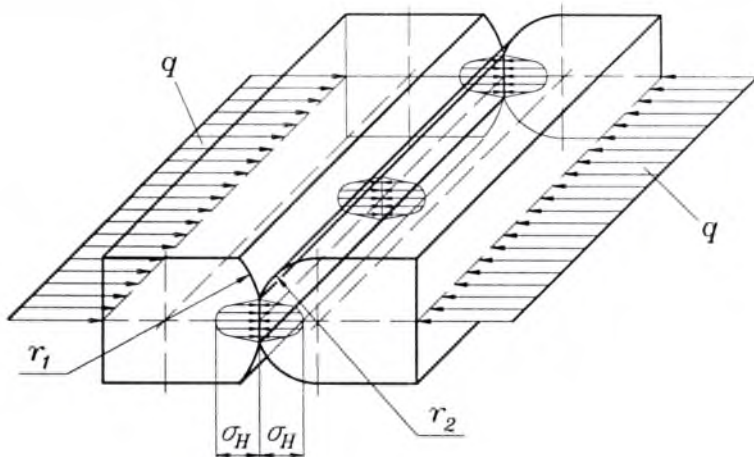
μ_1 ва μ_2 – Пуассон коэффициенти (кўндаланг деформациянинг бўйлама деформацияга нисбати);

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 киритамиз:

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

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



2.7-расм.

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

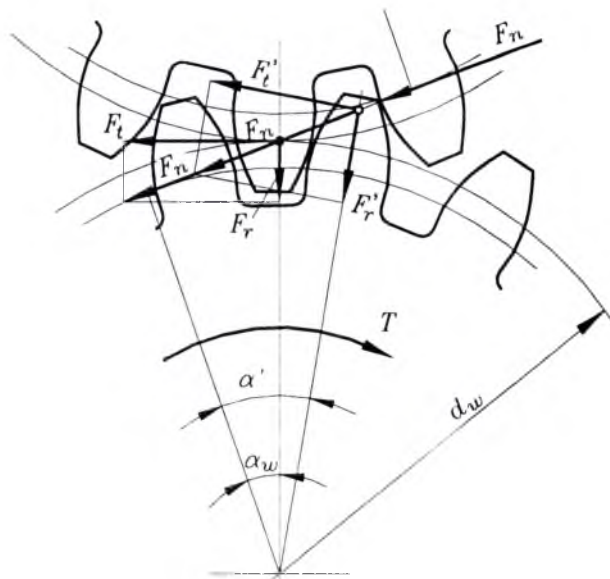
$$\sigma_H = 190 \sqrt{\frac{q}{\rho_{кел}}} . \quad (2.4)$$

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 йиғилиб эвольвентани галтелга (радиус орқали) ўтиш зонасида бўлади. Ҳисобларни осонлаштириш ва тишнинг мустаҳкамлигига таъсир этувчи параметрларни белгилаш мақсадида қуйидаги соддалаштиришлар қиритамиз.

1. Тишга таъсир этувчи куч унинг учига қўйилган бўлиб, фақат битта жуфт тиш воситасида узатилади. Амалиётда бу тишлар кадамни 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, гилдиракнинг илашишида бўлган тишларга таъсир этувчи асосий куч уларнинг сиртига тик бўлиб, илашиш чизиғи бўйича йўналган F_n кучдир (2.8-расм). Одатда, гилдирак вали ва унинг таянчларини ҳисоблашни осонлаштириш мақсадида бу куч илашиш кутбига қўчирилади. Бу нормал куч F_n кийматини гилдиракнинг 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 аниқловчи бурчак (2.8-расм).

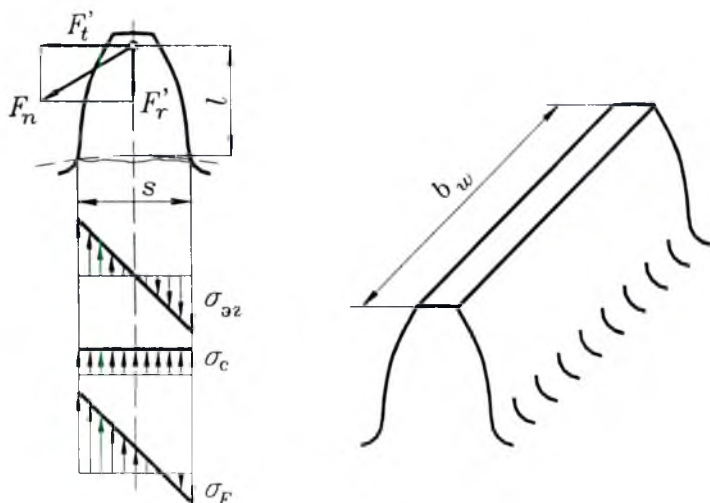
F_t куч тишга таъсир қилиб (2.9-расм), унинг асосида эгувчи кучланиш $\sigma_{\text{ЭГ}}$ ни, F_r куч эса сиқилиш кучланиши σ_c ни ҳосил қилади.

Эгилиш ва сиқилиш 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 киймати ҳисобий бирлик учун қабул қилинади, чунки шу кесимда дарзлар пайдо бўлади, толиқиш кучланиши таъсирида (пўлатлар материаллар учун чўзилиш сиқилишга нисбатан хавфлидир).

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

бу ерда: W – тиш асоси кесимининг қаршилик 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 гилдиракларнинг эни, одатда, бу ўлчам гилдиракни кичикрок энига тегишлидир.

2.7-§. Ҳисобий юклама ва аннқловчи коэффициентлар

Кинематик, динамик ва геометрик муносабатлари орқали аниқланган, машина деталлари шу билан бирга, тишли гилдираклар 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 чизиги 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_{Hb} ва K_{Hv} , эгилишга ҳисоблашда эса F ёзилади: K_F , K_{Fb} ва K_{Fv} .

Бу коэффициентларнинг моҳияти билан тўларок танишиб чиқамиз. Тўпланган юкланиш коэффициенти K_a юкланишнинг нотекстик коэффициенти деса ҳам бўлади, тўпланган юкланиш бу ҳолларда тиш узунлиги бўйича юкланишнинг нотекстик тақсимланишига боғлиқ бўлиб, тишларни тайёрлашда йўл қўйилган ноаниқликлар, йиғиш жараёнидаги хатоликлар ва валлар, корпус ва таянчлар, тишли гилдиракларнинг 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 карама-қарши томонга йўналади. Туташган тишли гилдиракнинг ўзаро жойланиши шу гилдиракларнинг таянчларга нисбатан жойига боғлиқ.

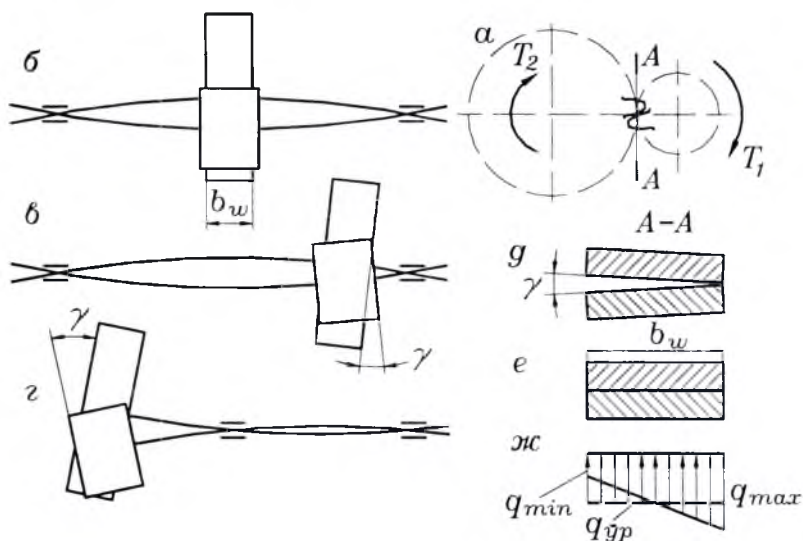
Таянчларга нисбатан гилдираклар симметрик жойлашса (2.10- б расм) валнинг эгилиши тишли гилдиракларнинг нотекстиклигига олиб келмайди.

натижада тиш узунлиги бўйича юкланишнинг тақсимланиши бир текисда бўлади. Бу энг яхши ҳолат ҳисобланади. Айниқса, тишли ғилдираклар таянчларга нисбатан асимметрик (2.10-в расм) ёки консол (2.10-г расм) ҳолда жойлашганда таянчларнинг γ бурчакка қийшайиши тишларнинг тўғри таъсири бузилишига олиб келади. Агар тишлар бикрлиги юқори бўлса, бу ҳолларда тишлар чети билан туташиб, 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 қийшайиши юкланиш коэффициентига таъсир этиб, ғилдирак тиш эни ортган сари катталаштиради, шунинг учун ғилдиракнинг эни b_w , чегараланган бўлади.

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

1. Сифатли материаллардан тайёрланган гилдираклар ишлатилади (каттиклиги $HB < 350$ бўлган пўлатлар), бунда муддати ва мустаҳкамлик жиҳатдан мос келиши керак.

2. Тиш бурчакларини синиб кетишдан саклаш мақсадида гилдиракларнинг бурчаклари киркилади, яъни фаска қилинади.

3. Тиш сиртларининг каттиклиги жуда юқори, тезлиги эса катта бўлса, гилдиракларнинг 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 каттиклигига қараб K_3 коэффициентнинг қиймати қуйидагича бўлади: ўзгармас юкланишда $HB < 350$ ва $v < 15$ м/с бўлганда $K_3 = 1$, умуман $1 \div 1,9$ ораликда бўлади.

Динамик юкланиш коэффициенти. Узатманинг ишлаш даврида ҳосил бўладиган қўшимча динамик юклар гилдирак тишларининг тайёридаги ноаниқлигига 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 қўшимча динамик момент ҳосил бўлади:

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

бу ерда: I – етакловчи массаларнинг инерция моменти.

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

K_v коэффициент қуйидаги 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 каттиклигига 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, гилдирак эни ва илашиш модули.

Ўқлараро масофани аниқлаш

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

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

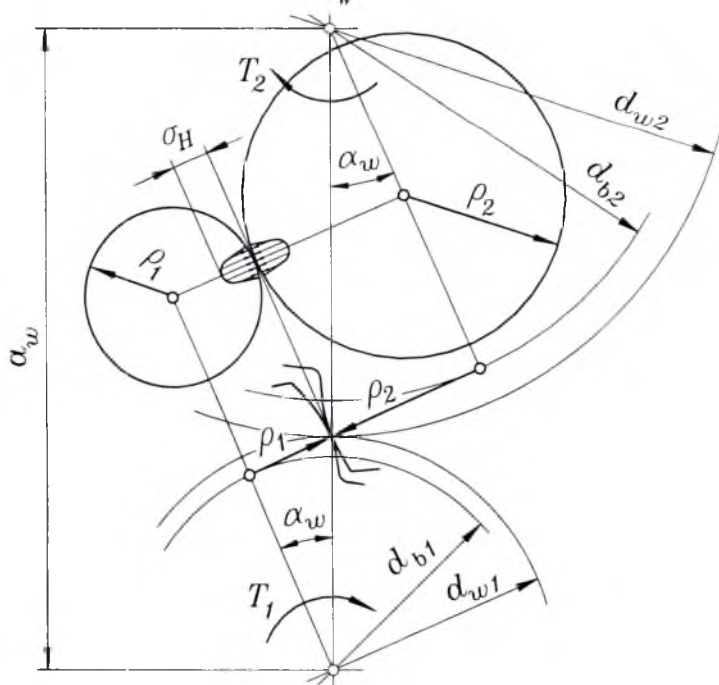
$$\sigma_H = 190 \sqrt{\frac{q}{\rho_{\text{кел}}}}$$

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 коэффиценти 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 ғилдиракка қўйилган момент T ва ғилдиракнинг бошланғич диаметрига боғлиқдир (2.5 формулага қаралсин). Бошланғич диаметр бўлувчи диаметрга тахминан тенг деган ҳолда, биринчи ғилдиракка 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-расмни 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,

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

соддалаштиришлар 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 соддалаштиришлар ўтказилади:

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

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

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

$K_{Н\gamma} = 1,15$, у ҳолда $K_H = 1,15 K_{Н\beta}$.

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:

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

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

$$a_w / 490 (u \pm 1)^3 \sqrt{\frac{T_2 K_{Н\beta}}{u^2 \psi_a [\sigma_H]^2}} \quad (\text{мм}). \quad (2.19)$$

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.

Ўилдиракларни таянчларга нисбатан жойлашишига қараб, махсус маълумотномалардан $K_{Н\beta}$ 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 энини 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 $K_{Н\beta}$ 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 _{НВ} коэффициентини танлаш.							
Вал таянчларга нисбатан ғилдиракларнинг жойланиши	Тиш сирт. катт. НВ	$\psi_d = \frac{b_w}{d}$					
		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: $\psi_a = 0,3 \text{ 4 } 0,5$;
- симметрик бўлмаганда: $\psi_a = 0,2 \text{ 4 } 0,4$;
- консол (осма): $\psi_a = 0,2 \text{ 4 } 0,25$.

$[\sigma_H]$ – рухсат этилган кучланиш аниқланади:

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

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

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

тобланган пўлатлар учун:

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

s_H – хавфсизлик коэффициенти; нормаллашган, яхшиланган пўлатлар учун (ҳажми 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:

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

бу ерда: N_{H0} – кучланиш цикллар сони, чидамлилиқ 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 цикллар сони. Агар $N > N_{H0}$, бўлса, $K_{HL} = 1$.

(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.

Гилдирак энини ҳисоблаш ва модулни танлаш

Эслатамиз: узатмани лойиха усулда контакт кучланишга ҳисоблаш ўқлараро масофа қуйи чегарасини белгилашга имкон беради, лекин гилдирак 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 гилдираги олинади):

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

Тишнинг модули лойихалаш ғисобидаги формуласида тўғридан тўғри иштирок этмайди бу формулада контакт нуқтани эволюент эғувчи радиуси асосий ҳисобланади. Бу радиуслар модулга боғлиқ бўлмай, узатма ва гилдирак ўлчамларига асосланган. Модул лойиха ҳисоблаш формуласида бевосита исобланиб, ўқлараро масофа, узатишлар сони ва гилдирак тишлар сонига боғлиқдир. Шундан маълумки, контакт кучланиш қиймати модулга боғлиқ бўлмай, узатма ўлчамлари орқали аниқланади, яъни туташган гилдираклар тишлар сони йиғиндисини модулга кўпайтмасидир. Шундай қилиб, контакт мустаҳкамлик нуқтаи назаридан, тишлар модули хоҳлаган қийматда кичик бир ўлчамга эга бўлиши мумкин. Модулни қамайтириш билан гилдирак 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 карамай (коплаш коэффиценти катталиги ўсобига юқори раволикда 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 модуллаар бўйича коэффицентининг кийматларига 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 юқланган аниқ узатмаларнинг валлари, таянчлари ва корпуслари юқори бикрликка эга бўлган холда.	30 4 20
Айрим корпусда жойлашган оддий узатмаларнинг редуктор турлари.	20 4 15
Кўпол узатмаларининг таянчлари пўлатдан ясалган тузилмаларда (масалан, кранли), очик узатмалар, узатмалар валлари консол жойлашган, харакатланувчи ғилдиракларнинг тезлик кутичаси.	15 4 10

Бу коэффицент танлангандан сўнг, модулнинг киймати (2.22) формуладан қуйидагича ҳисобланади:

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

Топилган киймат стандарт катори бўйича яхлитлаб олинади. Мана бу каторга мос келган кийматлар:

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 каторга қараб чегараланади.

Биринчи ғилдиракнинг бўлувчи диаметри (олдиндан):

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

Биринчи ғилдирак тишлар сони (бутун сонга чегараланади):

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

Биринчи ғилдиракнинг бўлувчи диаметри (ниҳояда):

$$d_1 = m z_1.$$

Иккинчи ғилдирак тишлар сони (бутун сонга қадар чегараланади):

$$z_2 = z_1 u.$$

Иккинчи ғилдиракнинг бўлувчи диаметри:

$$d_2 = m z_2.$$

Марказлараро масофа (ниҳояда):

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

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

Агарда аниқ усулда топилган ўқлараро масофа киймати, контакт мустаҳкамлик шарти асосида (2.19) топилган кийматдан кам чиқиб қолса, у ҳолда модул ва тишлар сонини қўпайтириш керак. Ҳисобда қандай йўналиш бўлмасин, бир факторга аъамият бериш керак, яъни ўқлараро масофани аниқ киймати контакт мустаҳкамлик шартига асосан топила кийматдан 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 кийматини рухсат этилган киймат билан солиштиришдир. Бундан ташқари, текширув ҳисоблашга эҳтимол қилинган максимал юкламанинг кийматини 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 олампз:

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

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

2.4-жадвал

Динамик юкланиш коэффициентни $K_{H\nu}$ ни танлаш			
Узатма аниклик 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 қучланиш бўйича текширув ҳисоби

Лойихаланган узатма контакт қучланиш бўйича қоникарли текширилгандан сўнг, эгувчи қучланиш 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 қаршилиқ 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:

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

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 оламиз:

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

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 гилдирак тишларининг сони ва силжитиш коэффициентининг миқдорига боғлиқ равишда махсус жадваллардан фойдаланилади. Нормал ёлатда 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 гилдиракларнинг тишлар шакли нормал ҳолатда тайёрланган гилдираклардан фарқ қилади. Мусбат тайёрланган гилдирак тишлари кенгрок ва мустаҳкам бўлади. Манфий гилдираклар тиши эса, нормал ҳолатдагидан мустаҳкамлиги камрок бўлади. Бу ҳолларда эса тиш шаклининг коэффициент қиймати ўзгариб туради [6].

Ҳисобий юкланиш коэффициенти:

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

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

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

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

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

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

s_F – хавфсизлик коэффициенти, нормаллашган, яхшиланган ва тобланган пулатлар учун $s_F = 1,55$.

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

K_{Fl} – 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 канча кам бўлиши мумкин, чунки кўп узатмаларнинг юкланиш қобиляти 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 мустақамлигининг лойиҳавий ҳисоби

1. Марказларо масофани аниқлаш

Узатманинг минимал марказларо масофаси лойиҳалаш ҳисоби (2.19) формула орқали аниқланади. Бунинг учун валлардаги буровчи моментни аниқлаш, тишли ғилдирак 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 momenti 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 ғилдирак учун материал танланади - 40X маркали пўлат; тиш юзасининг қаттиклиги 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 коэффициентини ва узатманинг ишлаш муддатини ҳисобга олувчи коэффициент аниқланади. Тобланган пўлатнинг чидамлилиқ чегараси тишлар сиртининг ўртача қаттиклиги бўйича аниқланади:

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

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

$K_{H\alpha}$ – узатманинг ишлаш муддати ва ишлаш тарзини ҳисобга олувчи коэффициентни аниқлашда тиш сиртининг қаттиклигига тўғри келувчи юкланиш цикллари сони ҳамда чидамлилиқ чегараси ва хизмат муддатидаги цикллари сони аниқланади. Тиш сиртининг қаттиклиги 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:

$$N = t_{\Sigma} 60 n_2 = 30000 \cdot 60 \cdot 355 = 639 \cdot 10^7.$$

Узатманинг ишлаш муддати ҳамда ишлаш тарзини ҳисобга олувчи коэффициент $K_{H\alpha} = 1$, 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 коэффициенти $\psi_d = 0,6$ танланади. каттиклик $HV > 350$ бўлгандаги $K_{HB} = 1,04$.

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

Марказлараро масофа (2.19):

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

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

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

Олинган натижа контакт мустаҳкамлик бўйича ҳисобланган марказлараро масофанинг рухсат этилган минимал қийматидир. Марказлараро масофанинг хақиқий 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 куйидагича, яъни $\psi_a = 0,4$ бўлган ҳолда куйидагича аниқланади (2.20):

$$b_W = b_2 = \psi_a a_W = 0,4 \cdot 192,31 = 76,92 \text{ мм,}$$

$b = 78 \text{ мм}$ деб қабул қиламиз. Бу қиймат охирги қиймат ҳисобланади.

3. Тишли ғилдирак модулини аниқлаш

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

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

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

4. Узатма ғилдираги тишлари сонини ҳисоблаш

Маълумки, марказлараро масофа

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

каби узатма тишлари сонининг йигиндисиди 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:

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

Фарқлиниш 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 коэффициентини 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 коэффициентини 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 коэффициентининг қиймати Y_F ва ҳисобий юклама коэффициентини 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 коэффициентини 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 коэффициентлар қиймати топилади.

Эгувчи кучланишлар бўйича чидамлилиқ чегараси (2.29):

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

Легирланган конструкцион пўлатлар учун $\sigma_s = (1000 \div 1200)$ МПа.

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

Бир томонлама юкланишда (масала шартига кўра 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 ғилдираги учун:

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

Узатманинг етакланувчи ғилдираги учун:

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

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

Ҳисобий юкланиш коэффициенти аниқланади:

$$K_F = K_{FB} K_{Fv}.$$

Юкланишнинг тиш узунлиги бўйича тақсимланиш коэффициенти K_{FB} :

$$K_{FB} = 1,15 K_{HB} = 1,15 \cdot 1,04 = 1,2.$$

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

2.12-§. Назорат саволлари

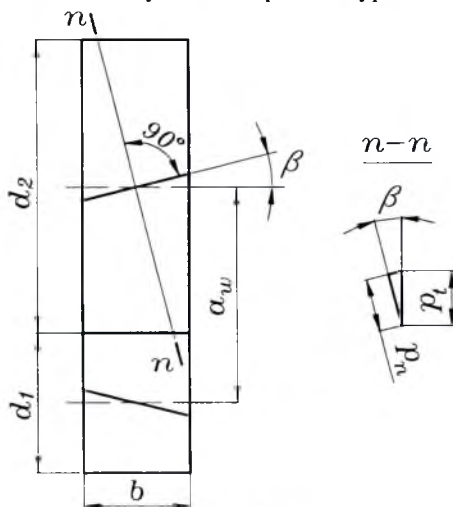
1. Тишли узатмаларнинг лойihalаш ҳисобидан мақсад нима?
2. Тишли узатмани ҳисоблашда асосий ва иккинчи даражали маълумотларнинг аҳамияти нимада?
3. Тиш сиртининг емирилиши нима билан баҳоланади?

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 хавфли 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 танлаш 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 ўқи билан маълум бурчак β ҳосил 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 модуль қиймати стандартлашган бўлиши керак. Узатманинг геометрик ўлчамларини аниқлашда ён кесимдан фойдаланилади:

- ён қадам:

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

- ён модуль:

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

- 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 кабирид. Ҳисоблаш тенгламаларини келтириб чиқаришда қия тишли узатмани эквивалент тўғри тишли узатма билан алмаштирамиз, яъни қия тишли узатма ўрнига тўғри тишли узатмани қўриб, 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 текислигида 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 қўшимча 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:

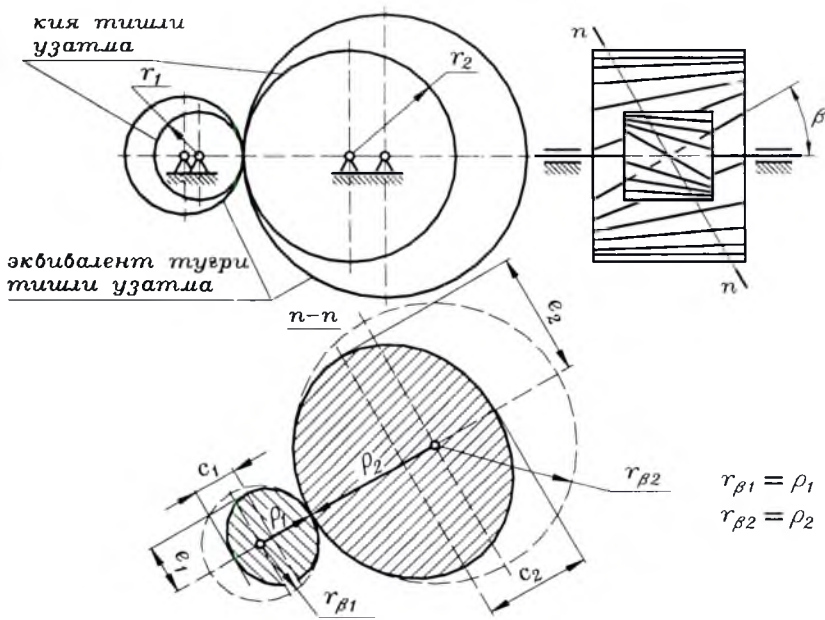
$$z_\beta = \frac{d_\beta}{m_n} = \frac{d}{m_n \cos^2 \beta},$$

ён кесимдаги қия тишли ғилдиракнинг ўлчамларини ҳисобга олиб ва кискартиришлар бажарилиб қуйидаги формулани оламиз:

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

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 канчалик катта бўлса, юкланиш шунчалик катта бўлади. Лекин қиялик бурчагининг хаддан ташқари катта бўлиши, бўйлама (ўқ бўйлаб)

кучнинг ошишига олиб келади. Бундай кучни камайтириш максатида, қиялик бурчак β ни тажриба асосида курсатилган 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 раво ишлайди. Шунинг учун қия тишли узатмалар ҳозирги вақтда кенг қўлланилади.

3.2-§. Қия тишли узатмаларни эғувчи 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 эғрлик радиуслари иштирок этади. қия тишли ва тўғри тишли ғилдирак параметрларини солиштириб, қуйидагиларни оламиз:

$$\left(\frac{q}{\rho_{кел}} \right)_{қия} = \left(\frac{q}{\rho_{кел}} \right)_{тўғри} \frac{K_{H\alpha} \cos^2 \beta}{\epsilon_1}$$

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

ϵ_t – ён кесим бўйича қоплаш коэффициенти.

$K_{H\alpha}$ коэффициентининг ахамияти қуйидаги мулоҳазаларда келтирилган. Қия тишли ғилдиракларда илашмада фақат битта тиш бўлади, деб қабул қилиб бўлмайди, чунки, қия тишли ғилдиракларда ён қоплаш коэффициенти донмо бирдан катта бўлади. Бу деган сўз, илашишда бўладиган тишлар сони ҳамма вақт биттадан ортиқ 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 коэффициенти ϵ_t қия тишли ғилдирак ён кесимига нисбатан аниқланади.

Юқоридаги формулани кучланиш орқали ифодалаб, қуйидагини оламиз:

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

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

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

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 туғри тишли узатма сонли қийматини $\sqrt[3]{0,85^2}$ га кўпайтириб, қия тишли узатманинг контакт кучланиш бўйича лойиҳалаш ҳисоби тенгламасини келтирамыз:

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

Туғри тишли узатмани текширув ысоблаш формуласи (2.25) га $Z_{H\beta}$ коэффициент ифодасини киритиб, (2.9-§), қия тишли узатманинг контакт кучланиш бўйича текширув ысоби ифодасига эга бўламиз:

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

Узатмани текширув усулда эғувчи кучланиш бўйича ҳисоблашда, албатта, қия тишли узатмани эғувчи 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 оралигида 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 ÷ 1,4;

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

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

(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

Куйидаги параметрлар бўйича машинасозликдаги бир оғонали цилиндрик қия тишли норевверсив 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 қаттиқлиги 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 куйидаги параметр ва коэффициентлар аниқланади.

Редукторнинг узатиш сони:

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

Марказлараро масофанинг формуласи бўйича гилдирак тишларининг киялик бурчаги β топилади:

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

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

Киялик бурчагининг косинуси:

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

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

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

Етакчи гилдирак бўлиш айланасининг диаметри:

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

Етакланувчи гилдирак 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:

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

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_{Ha} коэффициенти танланади. Узатма 8 даража аникликда ва айланма тезлиги $v < 5$ м/с бўлганда: $K_{Ha} = 1,07$.

$K_{H\beta}$ – 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: $K_{Hv} = 1,06$.

Контакт кучланишининг рухсат этилган кийматини аниклаш учун фойдаланилган (2.21) формулада олдин чидамлилиқ чегараси, хавфсизлиқ коэффициентлари ва ишлаш муддатини белгилловчи коэффициент топилади. Тобланган пўлат учун чидамлилиқ чегараси тиш сирти қаттиқлигининг ўртача миқдорини эътиборга олган ҳолда ҳисобланади:

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

Юзаси тобланган пўлат учун хавфсизлиқ коэффициентлари

$s_H = 1,2$.

Узатманинڭ хизмат муддати коэффициентлари K_{HL} ни аниклаш учун чидамлилиқ чегарасига мос келувчи цикллар сонини ва мўлжалланган ишлаш муддатига тўғри келадиган цикллар сонини аниклаш 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 узатманинڭ ишлаш муддатини белгилловчи коэффициент киймати: $K_{HL} = 1$.

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):

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

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

Эгувчи кучланиш бўйича мустаҳкамликка текширув ҳисоби

Текширув ҳисоби (3.5) формула бўйича бажарилади, бунинг учун олдин коэффициентларнинг киймати ва рухсат этилган эгувчи кучланиш аникланади. $[\sigma_F]/Y_F$ нисбат кичик бўлган узатма ғилдираги учун Ҳисоб бажарилади

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

Кия тишли ғилдиракларнинг эквивалент тишлари сони (етакчи ғилдирак учун):

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

Етакланувчи 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 эгувчи кучланиш шестерня ва ғилдирак тишлари учун бир хил кабул қилинади, чунки улар бир хил русумли пўлатдан тайёрланган ва эмпирик формула бўйича ҳисобланади. Аввал эгувчи кучланиш бўйича чидамлилиқ чегарасини топамиз.

Эгувчи кучланишлар бўйича чидамлилиқ чегараси:

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

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

Хавфсизлик коэффициентининг киймати 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 эгувчи кучланиш:

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

Узатманинг етакчи ғилдираги учун:

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

Узатманинг етакланувчи ғилдираги учун:

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

Ҳисоблаш етакчи 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 таксимланиш коэффициенти $K_{F\beta}$ куйидагича ҳисобланади:

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

4.12-жадвал [6] дан юкланишнинг динамикавий коэффициенти K_{Fv} танланади: 8 даражали аникликда 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 аникликдаги узатма ва айланма тезлик $v < 5$ м/с да: $K_{F\alpha} = 1,22$.

Уилдирак 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 коникарли, 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 аникланади?
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 киркиш учун махсус асбоб ва станоклардан фойдаланилади. Конуссимон ғилдиракларни талаб этилган аниклик билан йиғиш ҳам кийин. Вал ўқини ўзаро кесишуви уларнинг таянчларини жойлаштиришни кийинлаштиради, 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 қобиляти 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 кўшимча конуслар дейилади. Кўшимча конусдаги тиш кесимини тишнинг ён кесими дейилади.

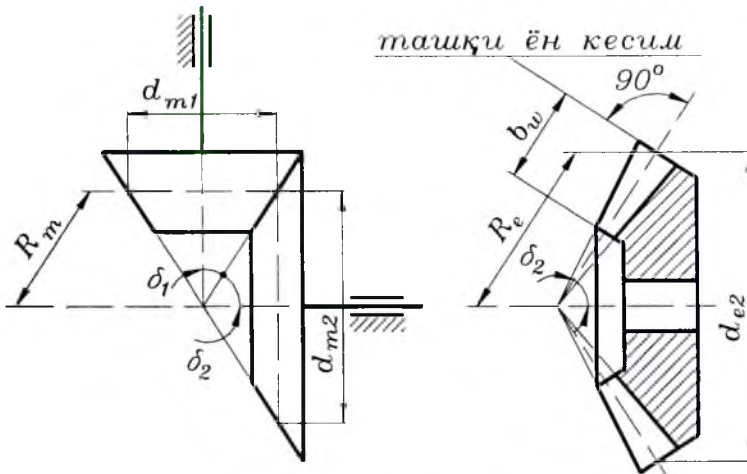
Ўилдирак тишлари уч ён кесимга бўлинади: ички, ташки ва ўрта. 4.1-расмдан кўринишича, тишларнинг ўлчами (шу билан бирга модул ҳам) конус оралиғига нисбатан мутаносиб ўзгаради. Ташки ён кесимни модули стандартга мослаштирилган ҳолда олинади.

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

- 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 олаемиз:

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



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

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

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

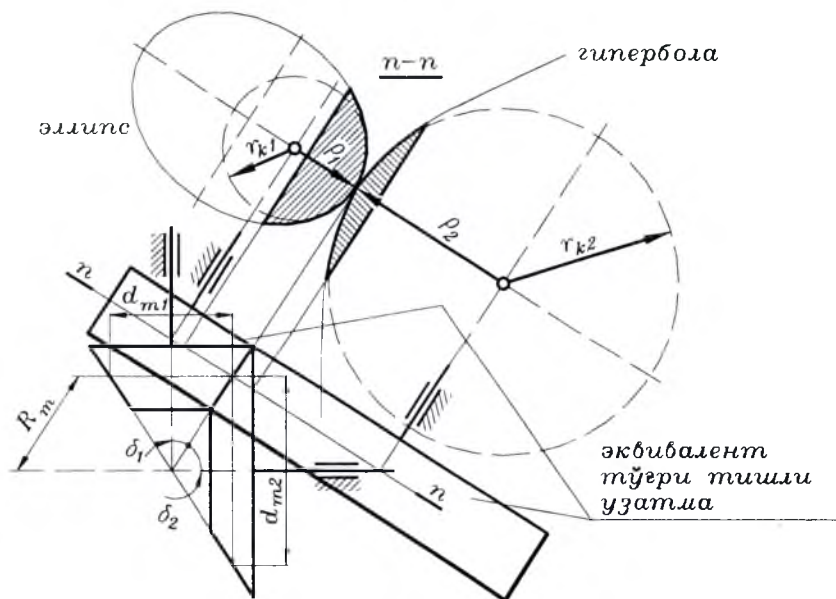
гипербола тахмин қиламиз, 4.2-расмда кўрсатилишича, бу эллис ёки гипербола бўлсин, уларда тўғри тишлар бор (m_m модулга тенг). Улар ёрдамида илашма хосил қилинади; улар туташган нуктадаги эгрилик радиуслари қуйидагича топилади.

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 гилдираклар 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 ғилдираклар учун:

$$z_{k1} = \frac{z_1}{\cos \delta_1}; \quad z_{k2} = \frac{z_2}{\cos \delta_2}.$$

Бу ғилдиракларнинг эни конуссимон ғилдирак тишлари узунлигига тенг ва модули эса ўрта ён кесимига мос келади. Конуссимон ғилдирак тишининг илашиш модулига тенглиги келиб чикади. Шундай қилиб белгилаб куйидаги

$$u_k = \frac{z_{k2}}{z_{k1}} = \frac{z_2 \cos \delta_1}{z_1 \cos \delta_2},$$

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

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 тишга 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 оралиғига нисбатан мутаносиблик ҳолда бўлади, яъни масофа камайса – камаяди, кўпайса – кўпаяди. Солиштирма юкланиш q ҳам бу ораликка нисбатан шундай ҳолда бўлади. Шундай қилиб $\rho_{кел}$ нисбат ҳам конуслар оралиғига 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. Шунинг билан қилиб 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 ўрнига қўйиб ва соддалаштиришлар киритиб, конуссимон узатмаларнинг контакт кучланиш бўйича мустаҳкамликка ҳисоблашнинг лойиха ифодасини келтириб чиқарамиз:

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

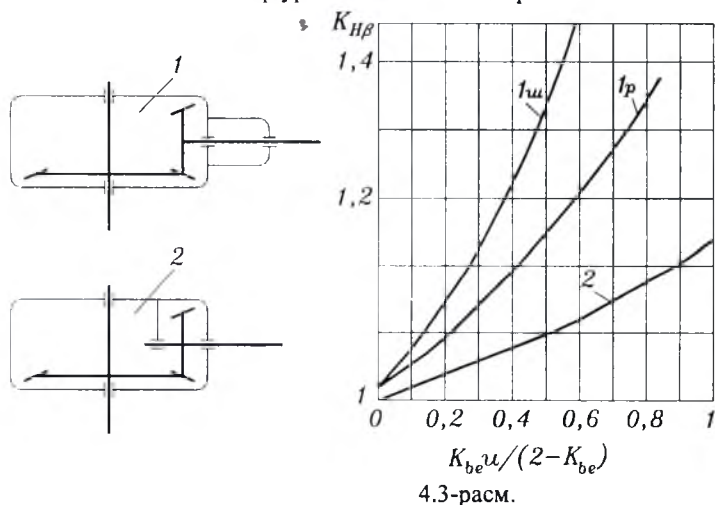
бу ерда: γ_H – конуссимон узатма юкланиш қобилятини камайишини ҳисобга олувчи коэффицент, $\gamma_H = 0,85$ юқорида келтирилган маълумотга қаралсин.

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

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

Бу коэффициентни тавсия этилган қийматларини $0,2 \pm 0,3$ 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 ғилдирак 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 каттароқ стандарт миқдорга яхлитланади. Шундан сўнг узатма геометрик ўлчамларининг аниқлаштирилган ыисоби бажарилади.

Пулатдан тайёрланган илашиш бурчаги $\alpha = 20^\circ$ бўлган эвольвента профилли тишли ғилдиракларнинг контакт кучланишлар бўйича

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

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

Эгувчи кучланишлар бўйича текшириш ҳисоби қўйидаги муносабат ёрдамида олиб борилади:

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

$K_{F\alpha}$ 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 гилдирак тишлари сони учун жадвалдан олинади.

4.3-§. Конуссимон узатмани ҳисоблашга доир масала ечиш

Берилганларга кўра вертолет думидаги редукторнинг тўғри тишли конуссимон узатмаси ҳисоблансин.

Этакчи валдаги қувват $P_1 = 720$ кВт.

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

Узатиш сони $u = 2,9$.

Тишли гилдираклар вал таянчлари орасида жойлашган.

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

Узатма мажбурий мойланиб, редуктор алоҳида корпусда бажарилган.

Редукторнинг техникавий ресурси $t_{\Sigma} = 3000$ соат.

1. Этакланувчи тишли гилдирак бўлувчи айланасининг диаметрини аниқлаш

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

Этакланувчи 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 гилдиракларнинг юкланиш кобилияти цилинрик гилдиракларникига караганда камлигини ҳисобга олувчи юкбардошлик 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 гилдираклар вал таянчлари

орасида жойлашгани учун бу коэффициентни 4.3-расмдаги графикдан топамиз:

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

$K_{H\beta} = 1,06$ бўлади.

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

Тишли ғилдирак материалнинг чидамлилиқ чегараси (эмпирик формула бўйича топилади): тобланган пўлат учун каттиклик HRC = 55 бўлганда:

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

Хавфсизлиқ коэффициенти: сирти тобланган пўлат учун $s_H = 1,2$.

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

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

Узатма етакланувчи ғилдирагининг айланиш частотаси:

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

Хизмат муддатидаги кучланиш циклларининг 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: $K_{HL} = 1$.

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 ғилдиракнинг бўлувчи айланаси диаметри (4.2):

$$\begin{aligned} d_{e2} &= 1010 \sqrt[3]{\frac{T_2 u K_{H\beta}}{\gamma_H [\sigma_H]^2 (1 - K_{be}) K_{be}}} = \\ &= 1010 \sqrt[3]{\frac{9675,3 \cdot 2,9 \cdot 1,06}{0,85 \cdot 945,8^2 (1 - 0,25) 0,25}} = 599,2 \text{ мм}. \end{aligned}$$

2. Тишли гардиш энининг ҳисоби ва модулни танлаш

Конуслик масофасининг бошланғич 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 куйидагича 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 киймат ҳисоблашнинг охиригача қолади.

(4.4) формулага биноан

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

модулнинг стандарт киймати $m_e = 8$ 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 киймат 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 коэффициентининг қиймати ва айланма куч F_t топилади. Рухсат этилган контакт кучланиш юқорида аниқланган: $[\sigma_H] = 945,8 \text{ МПа}$.

$K_{H\beta}$ коэффициентни 4.3-расмдаги графикдан топамиз, (сабаби масала шартига кўра тишли ғилдирақлар вал таянчлари орасила жойлашган) яъни мазкур графикнинг абсциссасидан талаб қилинган қийматини 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 ғилдирак 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 ғилдирак 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 ғилдирак диаметри мм да олинади:

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

2.4-жадвал бўйича: $K_{Hv} = 1,18$.

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):

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

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

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

Эгувчи кучланиш бўйича мустақкамликка текширув ҳисоби

Текширув (4.6) формула бўйича олиб борилади, бунинг учун дастлаб коэффицентлар ва ўрта кесимдаги модулнинг қиймати топилади.

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

2.5-жадвалдан тўғри тишли гилдирак тишларига эквивалент бўлган тиш шаклининг коэффиенти танланади.

Етакчи гилдиракка эквивалент тўғри тишли гилдирак 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 гилдиракка эквивалент бўлган тўғри тишли гилдирак 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 коэффиенти: $z_{K1} = 28$ бўлганда $Y_{F1} = 3,81$, $z_{K2} = 227$ бўлганда $Y_{F2} = 3,6$.

Шестерня ва гилдирак тишлари учун рухсат этилган эгувчи кучланиш бир хил қабул қилинади, сабаби улар бир хил пўлатдан тайёрланган ва цилиндрик гилдираклар каби ҳисобланади. Бунинг учун олдин эгувчи кучланишдаги чидамлилиқ чегараси ва коэффицентлар қиймати топилади.

Эгувчи кучланишлар таъсир этишидаги чидамлилиқ чегараси (2.29):

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

чунки конструкцион легирланган пўлатлар учун $\sigma_s = (1000 \div 1200) \text{ МПа}$.

Хавфсизлик коэффицентининг қийматини тавсия бўйича қабул қилинади: сирти тобланган пўлат учун $S_F = 1,55$.

Бир томонлама юкланишда $K_{Fc} = 1$.

Ишлаш муддатини ҳисобга олувчи коэффицент 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 гилдираги 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 $K_{F\beta}$ га биноан ҳисобланади:

$$K_{F\beta} = 1 + 1,5(K_{H\beta} - 1) = 1 + 1,5(1,06 - 1) = 1,09.$$

Юкланишнинг динамик коэффициенти 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):

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

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

4.4-§. Назорат саволлари

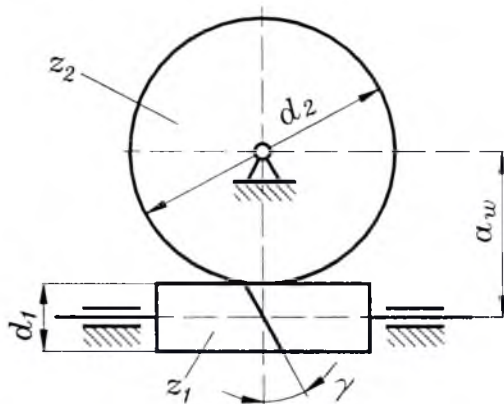
1. Конуссимонга алмашган эквивалент цилиндрсимон узатманинг узатишлар сони нимага тенг?
2. Конуссимон узатмаларнинг юкланиш қобилиятини цилиндрсимон узатмаларга нисбатан камчилигини қандай тушунтириш мумкин?

5-боб. Червякли узатмалар

5.1-§. Червякли узатманинг геометрик ўлчамлари

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

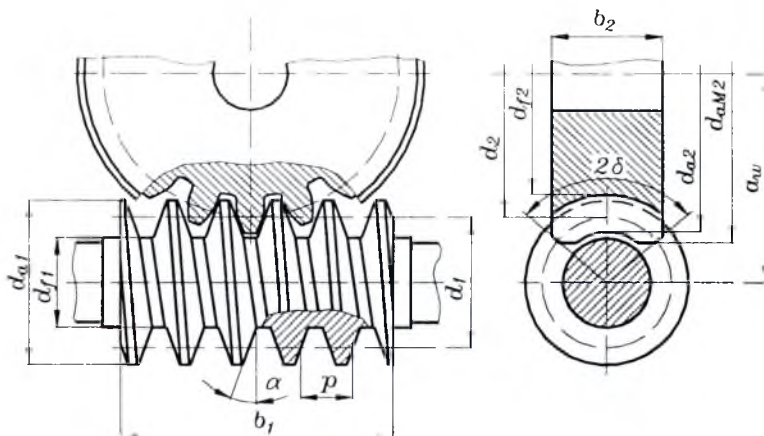
Червякли узатмалар глобоидли [6] ва цилиндрсимон (яъни червяк цилиндрсимон) бўлиши мумкин (5.1-расм).



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 ташки диаметри асосий червякниқидан каттарок 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 қўп ишлатилади, икки ёки тўрт киримли червяклар узатишлар сони кам бўлганда ишлатиш тавсия этилади. Червякнинг бўлувчи диаметри модуль ва червяк нисбий диаметри q (червякнинг диаметр коэффициентини) га боғлиқдир:

$$d_1 = q m \quad (5.1)$$

m ва q кийматлар 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 ташки 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 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. Қувват узатадиган узатмалар учун червяк билан ғилдирак орасидаги камров бурчаги $2\delta \approx 100^\circ$ бўлиши керак. Бир қиримли узатма учун ғилдирак эни $b_2 \leq 0,75d_{a1}$. Ғилдиракни максимал диаметри $d_{\text{вм}2} \leq d_{a2} + 2m$.

Юкланиш тартибида червяк етакловчи бўгин хисобланиб 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

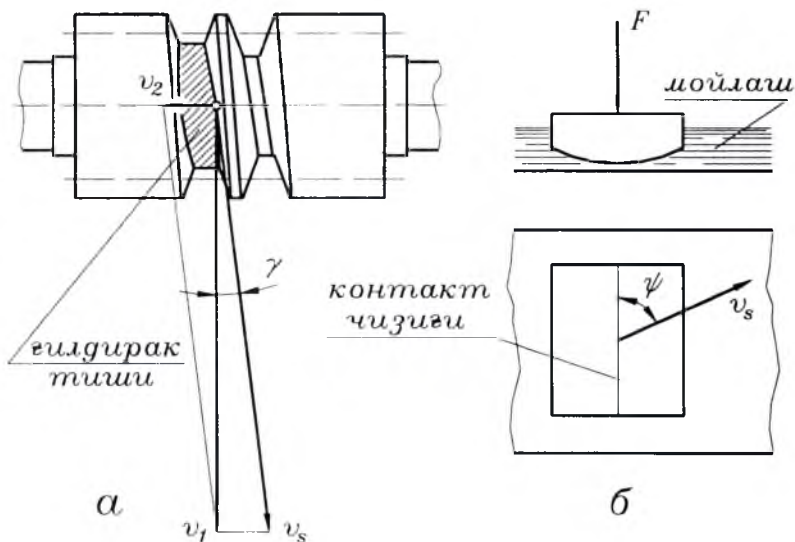
Червякли узатмаларда ҳаракат червяк ўрамларининг червякли ғилдирак бўйича винтли жуфтдек сирпаниш натижасида амалга ошади, («винт-гайка» узатма сингари). Лекин «винт-гайка» узатмадаги энг куйи кинематик жуфтлар иштирокида бўлса, червякли узатмада эса энг юқори кинематик жуфт орқали амалга оширилади, чунки ғилдирак тишлари червяк тармоқлари билан контакт чизикда юз беради. 5.3-а расмда ғилдирак тишининг кўндаланг 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 хисобланади:

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

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



5.3-расм.

Юқоридаги формуладан ва 5.3-расмдан кўришиб турибдики, v_1 ва v_2 айланма тезликлар цилиндрсимон ва конуссимон узатмалардан фаркли равишда мос келмайди. Червякнинг айланма тезлиги червяк гилдирагини 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 чизигига 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 чизигига тик бўлиши (яъни $\chi = 90^\circ$) имконини яратиб бериш лозим. Бу ҳолда суюқлик ҳаракатланаётган жисм ичига тортилиб, у ерда мой қатлами ҳосил бўлади, натижада қурук ишқаланиш суюқ ишқаланиш билан алмашади. Акс ҳолда сирпаниш тезлик контакт чизиги бўйича йўналган ҳолда $\chi = 0$ контакт зонада мой қатлами юзага келмай, қурук ярим қурук ишқаланиш ҳукм суради. χ бурчак қанчалик кам бўлса, суюқлик ишқаланиш ҳосил бўлиши шунчали қийинлашади. Червякли узатмада тишларнинг сирпаниши шундай даражадаки, қутб зонасига яқин ҳолатда сирпаниш тезлигини йўналиши билан мослашиб қолади. Бу ҳолларда мойлаш жараёнини ҳосил қилиш қийинлаша боради. Катта юкланиш билан ишлаш

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

Юлиниб чиқишнинг олдини олиш учун юкланиш қийматлари чегараланadi, червяк ва ғилдирак учун антифрикцион материаллар ишлатилади. Червякли узатма илашиши натижасида ишқаланишга сарфланган миқдор ФИК билан аниқланади. Бунда червяк етакловчи, червяк ғилдираги етакланувчи бўлганда, ФИК қуйидагича 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 ғилдираги етакловчи бўлса, яъни ҳаракат ғилдирак 2 дан червяк 1 га узатилса, ҳаракат йўналиши ўзгариши ҳисобига қуйидаги 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 ғилдиракдан 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 коэффициентини 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 қоникарли мойланиш жараёнидаги ишқаланиш коэффициентини ва бурчаги қийматлари келтирилган (червяк – пўлатдан, ғилдирак – 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 қуйидаги ФИК тавсия этилади: $\eta = 0,7 \div 0,75$.

5.3-§. Червякли узатмани ишлатиш соҳаси

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

Афзалликлари.

1. Узатишлар сони нисбатан катталиги.

2. Шовкинсиз ва раvon ишлайди.

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

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 айқаш 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 қиради. Шунинг бир қаторда 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 алмашилиб ишлайдиган соҳаларда чегараланган. Умуман олганда, узатиб бериш қуввати $50 \div 60$ кВт дан ошмайди. Катта қувватларда ва тўхтовсиз узок вақт ишлаганда ишқаланиш натижасида қизиқ 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, каттиклиги 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. Вентилатор ёрдамида узатма корпуси ҳаво билан совитилади. Иссиқликни ташқарига узатиб бериш, асосан, редуктор корпуслари орқали бажарилади. Агар юзалар 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 юкоридаги 1 ва 2 усулларни қўллашда узатмани мойлаш, асосан, гилдиракни ёки червякни мойли ваннага қисман чўктириш орқали бажарилади.

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

5.6-§. Контакт қучланиш бўйича ҳисоблаш

Червякли узатмаларда сирпаниш тезлигининг катталиги ейилишни тезлаштиришга олиб келади, бунга асосий сабаб контакт қучланишдир, шунинг учун, контакт қучланиш 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 факатгина пўлатдан тайёрланган тишли ғилдиракларга мос келади. Чунки, Герц формуласидаги келтирилган эластик модул илдиз остидан чиқарилган бўлиб, сонли коэффицент вазифасини бажаради. Чунки червякли ғилдирак 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 коэффицентдан ажратиш мақсадида $q_ч$ белгиси билан ифодалаймиз. У ҳолда дастлабки формула қуйидаги кўринишда бўлади:

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

Бу формулани цилиндрик узатмаларга таққослаб, соддаштириш киритсак, ўртача қийматга эга бўлган геометрик, кинематик параметрларни ва юкланиш коэффицентини хисобга олиб, лойиҳалаш хисобига мослаштирган ҳолда қуйидаги 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 коэффицентининг червяк ғилдиракгини тишлар сонига нисбати. Қувватли узатмалар учун: $q/z_2 = 0,22 \div 0,4$;

$E_{кел}$ – червяк ва ғилдиракларнинг 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 ғилдиракни буровчи моменти, Нм;

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

Контакт кучланиш бўйича текширув ҳисоби 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: $K_H = K_v K_B$, K_v – динамик кучланиш коэффиценти; раван ишлагани учун динамик юкланиш катта эмас, $v_2 > 3$ м/с бўлса, $K_v = 1 \div 1,2$ бўлади.

K_β – тўпланган юкланиш коэффициенти червякли жуфтларнинг материали яхши ишланадиган 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 ғилдиргининг бўлувчи диаметрлари;

δ – ғилдирак ва червякнинг ярим камров бурчаги;

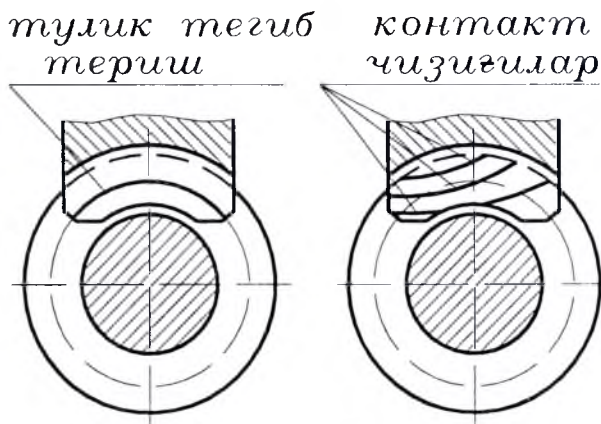
α – профил бурчаги; $\alpha = 208$;

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

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

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

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



5.4-расм.

5.7-§. Червякли узатмага доир масала

Куйидаги берилганларга асосан доимий юкланишдаги умумий машинасозлик червякли редуктори ҳисоблансин.

Червяк валидаги қувват $P_1 = 25$ кВт.

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

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

Лойихалаш тартиби

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

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

Червяк диаметри коэффициентининг червяк ғилдираги 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 ғилдирак материали учун:

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

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

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

Ғилдирак 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):

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

Дастлаби аниқланган марказлараро масофанинг киймати бўйича узатманинг геометрик параметрлари аниқланади. Бир қиримли 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 $q/z_2 = 0,31$ учун $q = 0,31 \cdot 40 = 12,4$. Тавсия этилаётган кийматни 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):

$$\begin{aligned} d_1 &= q m = 12,5 \cdot 10 = 125 \text{ мм,} \\ d_{a1} &= d_1 + 2 m = 125 + 2 \cdot 10 = 145 \text{ мм,} \\ d_{f1} &= d_1 - 2,4 m = 125 - 2,4 \cdot 10 = 101 \text{ мм.} \end{aligned}$$

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):

$$\begin{aligned} d_2 &= z_2 m = 40 \cdot 10 = 400 \text{ мм,} \\ d_{a2} &= d_2 + 2 m = 400 + 2 \cdot 10 = 420 \text{ мм,} \\ d_{f2} &= d_2 - 2,4 m = 400 - 2,4 \cdot 10 = 376 \text{ мм.} \end{aligned}$$

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 кийматлари гилдиракдаги айланма тезликка боғлиқлиги келтирилган. Гилдиракдаги айланма тезликни 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 ғилдираги камров бурчагининг ярми (78-бет) $\delta = 50^\circ = 0,8727$ рад.

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

ε_α – червяк ғилдираги ўртача текислигидги ён копланиш 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

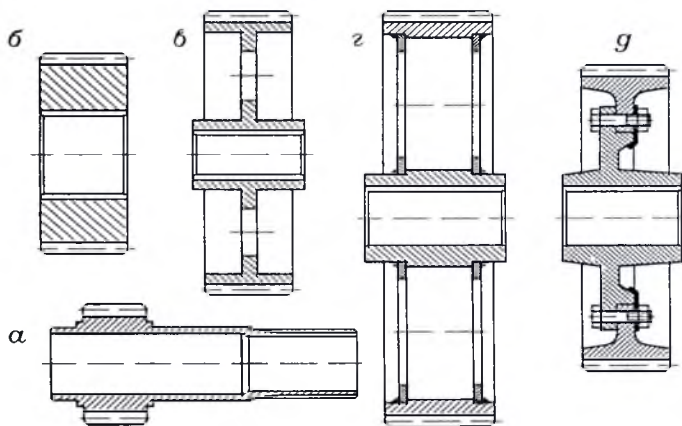
1. Червякли узатма турлари қандай?
2. Архимед червяги деб нимага айтилади?
3. Қувватли узатмаларда червякнинг ғилдирак билан копланиш бурчаги нимага тенг?
4. Червякли узатмаларда ҳаракат қандай узатилади?
5. Ўз-ўзидан тўхтайдиган червякли узатмаларнинг хусусиятлари нимада?
6. Червяк – винт чизигининг 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 ғилдираги учун қандай материал ишлатилади?
11. Червякли узатмаларни сунъий ҳолда совитиш усуллари қандай?

6-боб. Тишли узатмаларнинг 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 ҳосил 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 расм), 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 гупчаки 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 ташкил этиши керак. Тўгин ва гупчак қалинлиги тишли ғилдирак хомашёсини тайёрлаш технологиясига боғлиқ (қуйма, қолиплаш, болғалаб яшаш, йўниш) бўлиб, махсус формулалар билан топилади [4].

Пайванд тишли ғилдирақлар 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) орқали маҳкамланади.

Йиғма тишли ғилдирак 6.1-д расмда кўрсатилган, унда тишли гардиш гупчакли дискка кийгизилган ва болтли бирикма орқали маҳкамланган. Шундай технология асосида бажариш қуйидаги мулоҳаза асосида бўлади. Биринчидан, таъмирлашга ярокли қилиш, яъни агарда тишлар қобилятини йўқотса, бутун тишли ғилдиракни алмаштирмай, фақат тишли гардишни таъмирлашга бериш ёки янгисини қўйиш мумкин. Иккинчидан, конструкцион пўлатни тежаш мақсадида, диск гупчагини чўяндан тайёрлаш мумкин.

Редукторлар йиғма бирлик тариқасида 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).

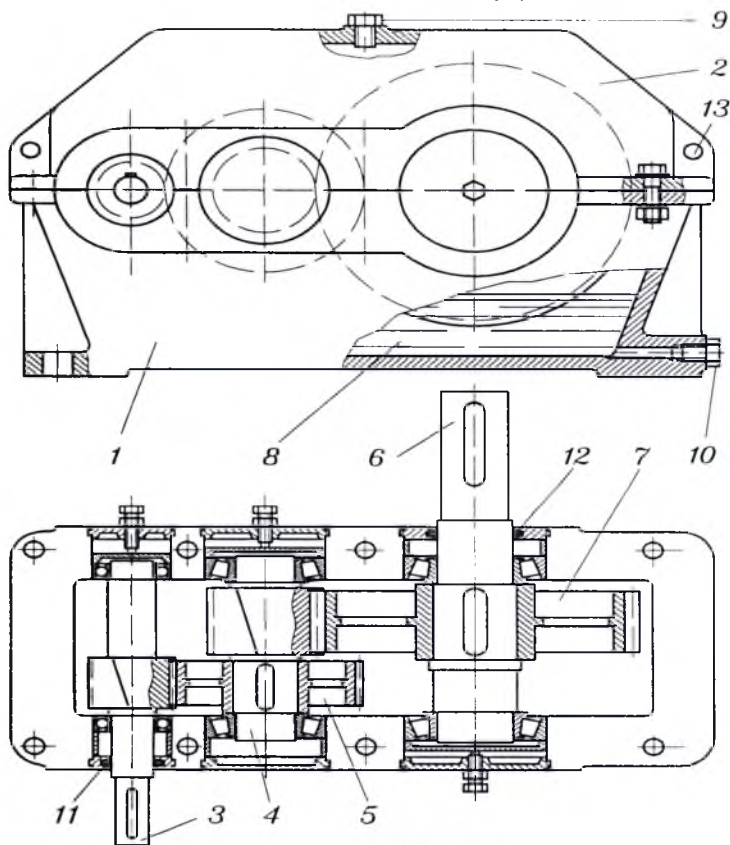
Ғилдирак ўқларида кўзгалмас ва планетар редукторлар мавжуд. Узатишлар нисбати қийматини ўзгартиришига қараб, ғилдирак ўқлари кўзгалмас редукторлари бир поғонали, икки ва уч поғонали бўлади. Узатишлар нисбатини поғоналараро тақсимлаш тузилма ўлчамларини ҳисобга олган ҳолда бажарилади.

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 бўлақдан иборат–паст бўлаги корпус ва устки бўлаги қопқоқдан 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 ўқ 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 тезюрар поғонанинг етакланувчи тишли ғилдираги ўрнатилади. Чиқиш вали 6 (етақланувчи вал) га секинюрар поғонанинг етакланувчи тишли ғилдираги 7 жойлаштирилган.

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

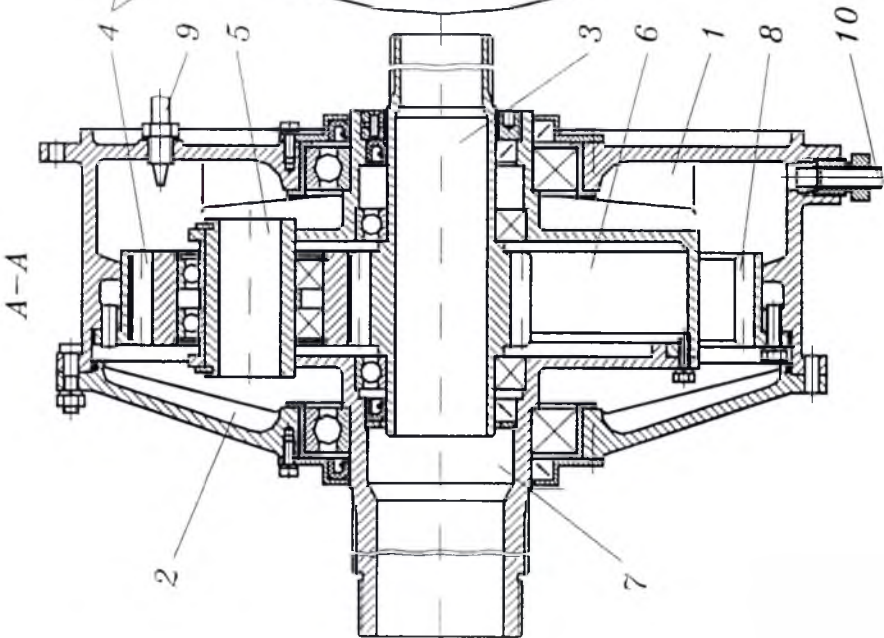
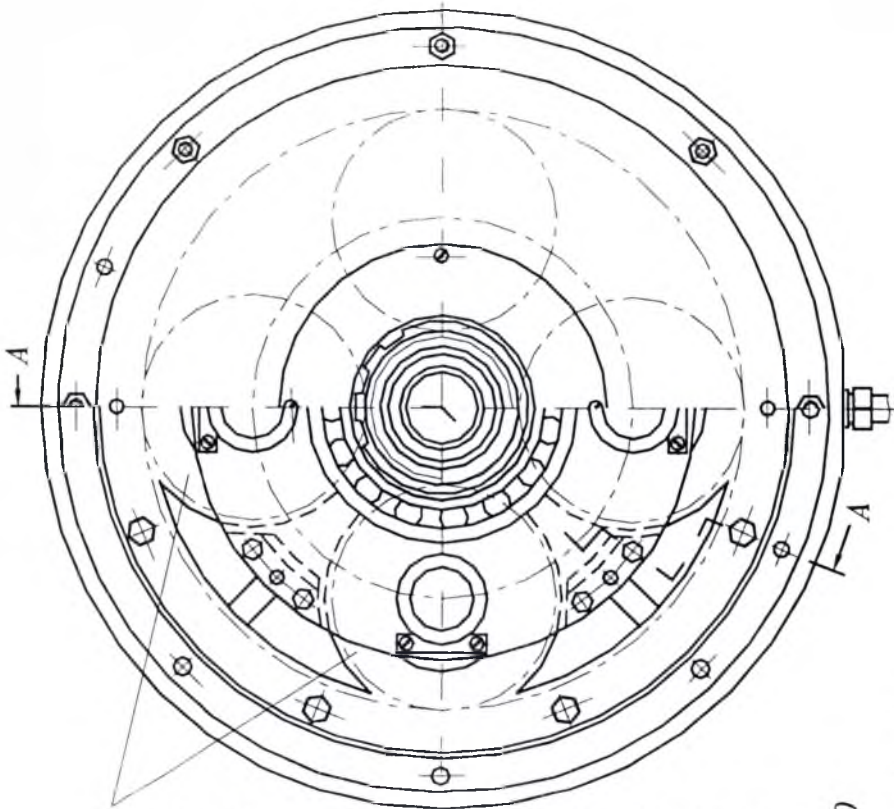
деталлардан чиккан металл заррачалари ва бошка элементлар таъсирида мой сифати бузилади, мойлаш хусусияти эса ёмонлашади ва уни ўзгартириш керак. Корпуснинг пастки ён қисмида мойни тўкиш учун тикин 10 хизмат қилади.



6.2-расм.

Корпус ичига чанг, чиқиндилар тушишидан ва унинг ичидан мой оқиб чиқмаслиги учун подшипникнинг тешик копоқларига зичланишини таъминловчи 11 ва 12 кистирмалар куйилади. 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 қуйма алюминий копоқли 2 корпусга 1 жойлаштирилган. Двигател вали билан бирикувчи етакловчи вал 3 офтоб шестерня билан тайёрланган. Сателлит ушловчи «водило» да кўзгалмас



6.3-рас.и.

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 «водило»да айланади; «водило» таянчи корпусга жойлаштирилган.

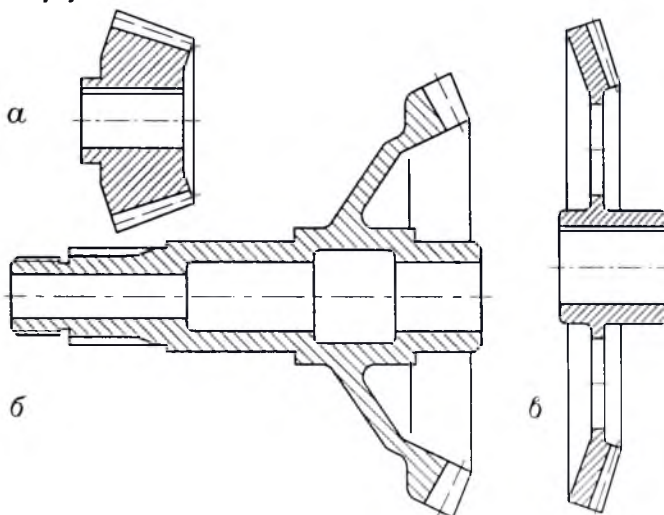
Редукторни мойлаш мойли туман ҳосил қилиб, форсунка 9 орқали мойни сачратиш усули билан бажарилади. Ортикча мойлар 10 труба ўтказгич орқали тўкилади. Айланайган валларни жипслаш 11 ва 12 манжет орқали бажарилади, армировкаланган резинадан тайёрланиб редукторнинг икки томонидан ўрнатилади.

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 йиғма бирлик тузилишида бўлиши мумкин.

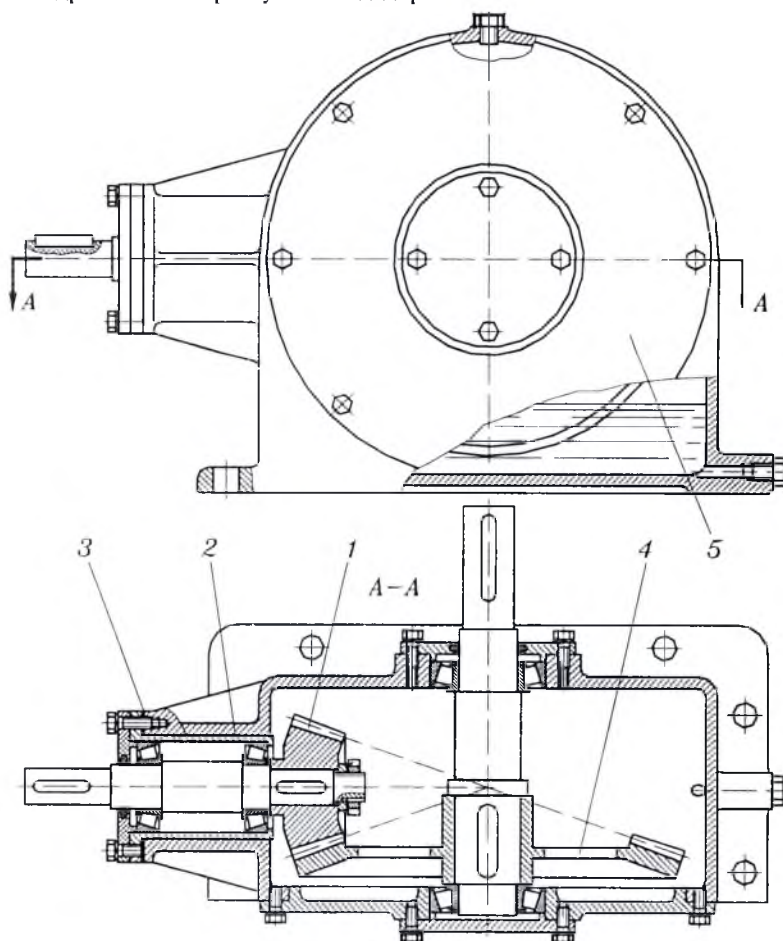
Катта ўлчамга эга бўлмаган конуссимон ғилдирак 6.4-а расмда тасвирланган. Ғилдирак ўртасидаги тешик ва шпонка ариқчаси вални жойлаштириш учун хизмат қилади.



6.4-расм.

Гупчак узунлиги шестерня энидан каттарок қилиб тайёрланган. Конуссимон тишли гилдирак вал билан бирга (вал-шестерня) тайёрланган тузилма 6.4-6 расмда кўрсатилган. Бу гилдирак вертолёт редукторларининг ораликда жойлашган конуссимон гилдираги, бу гилдирак диаметр ўлчамлари вал диаметридан нисбатан катта бўлишига қарамай, вал билан яхлит қилиб тайёрланган. Бунда вал ичи ковак бўлиб, ичи бўш труба тузилишига ўхшайди. Бундай тузилмани ишлатишдан мақсад бикрликни ошириш, ишончли бўлиш ва тузилмани енгиллаштиришдан иборат.

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

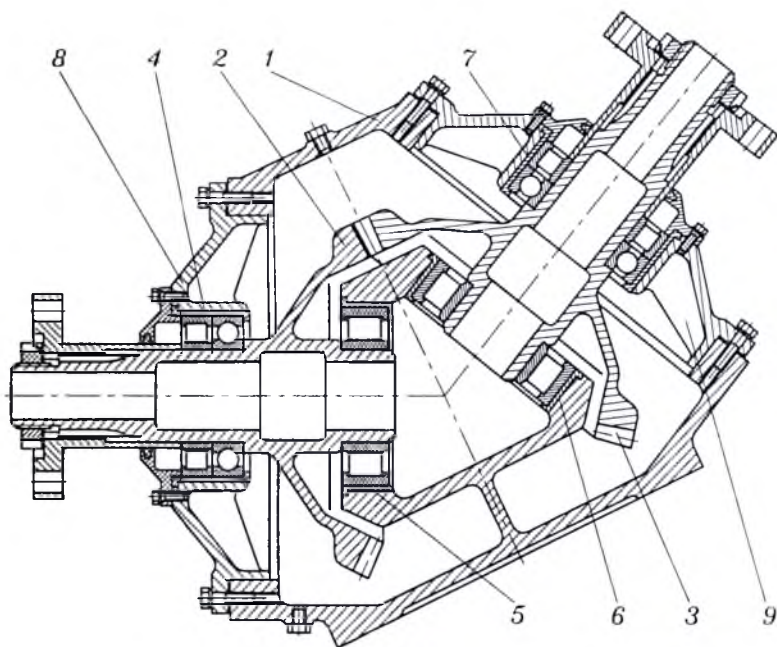


6.5-расм.

Конуссимон редукторлар айланма ҳаракатни бирор бурчак остида узатиб бериш учун хизмат қилади. Бу редукторлар асосан бир поғонали 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 копоқ 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.

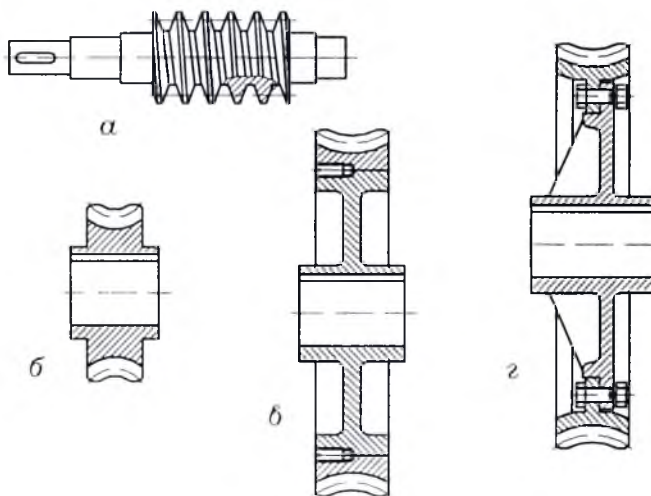
Редуктор валларнинг кесишган бурчаги $(30 \div 50)^\circ$ оралиғида бўлиб, вертолётни турига боғлиқ. Аллюминийдан ясалган ажралмас редуктор 1 корпусига етакловчи 2 ва етакланувчи 3 конуссимон тишли ғилдираклар ўрнатишган. Таянчлар оралиғида жойлашган, кириш ва чиқиш валлари билан бирга яхлит қилиб тайёрланган. Валлар таянчли пулат 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 қопқок тешигига прессланган, булар ўз навбатида корпус тешигига ўрнатилади.

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

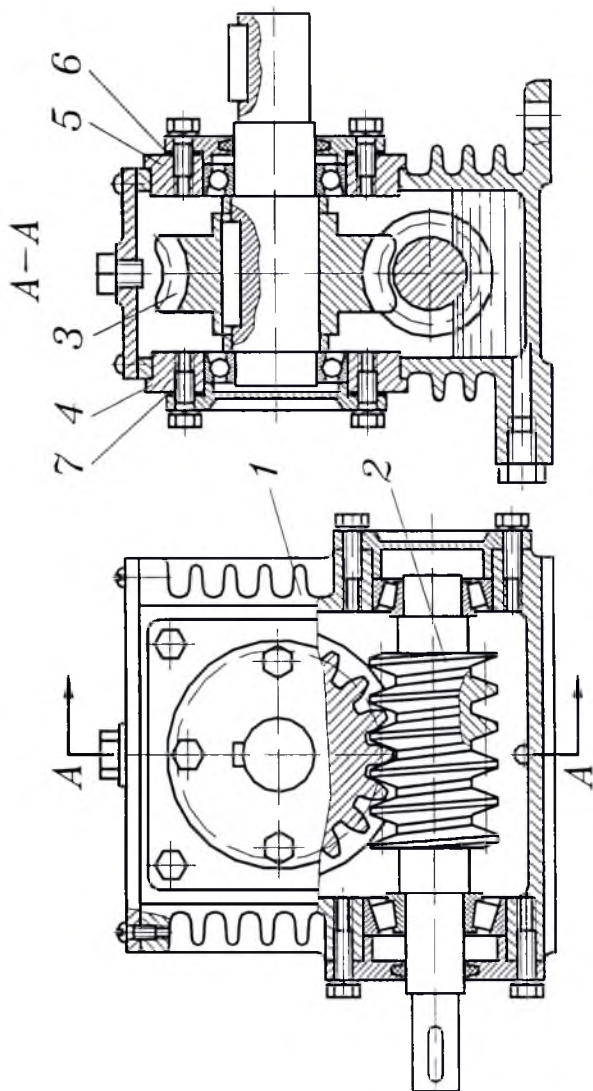
Умумий ҳолда ишлатиладиган архимед червяги ва у билан туташган червяк ғилдирагини батафсил кўриб чиқамиз. Архимед червяги – трапеция шаклига эга бўлган валдир (6.7-а расм). Умуман, у вал билан бирга яхлит қилиб тайёрланади, шунинг учун ҳам лойиҳалашда аҳамият бериш керакки, червякнинг ички (тубидаги) диаметри ҳар доим валнинг шу қисмидаги ёндошган диаметрдан катта бўлиши керак. Бу ҳол технологик мулоҳазаларга қараганда, червякка механик ишлов беришда қирқувчи асбобнинг бемалол чиқишига имкон яратилади. Червяк ғилдираклари ҳам яхлит, йиғма 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 тўғин ҳолатда чўяндан тайёрланган марказий ғилдирак қисмга прессланиб жойлаштирилади (гупчақли диск) ва муайян ҳолда махсус винт (6.7-в расм) билан маҳкамланиб қўйилади. Шундай мақсадда йиғма бирликда червяк ғилдираклари тайёрланади (6.7-г расм). Ғилдирак тўғинининг 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 гилдирак тагида жойлашган холи кўрсатилган. Редукторнинг ажралмас корпуси 1 яхши совитиш учун ковурғали қилиб тайёрланган.

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

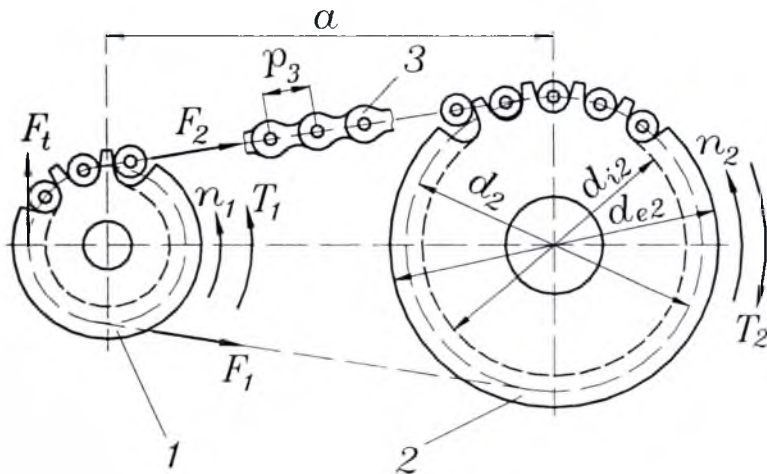
6.4-§. Назорат саволлари

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

7- боб. Занжирли узатма

7.1-§. Занжирли узатма турлари ва тузилиши

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



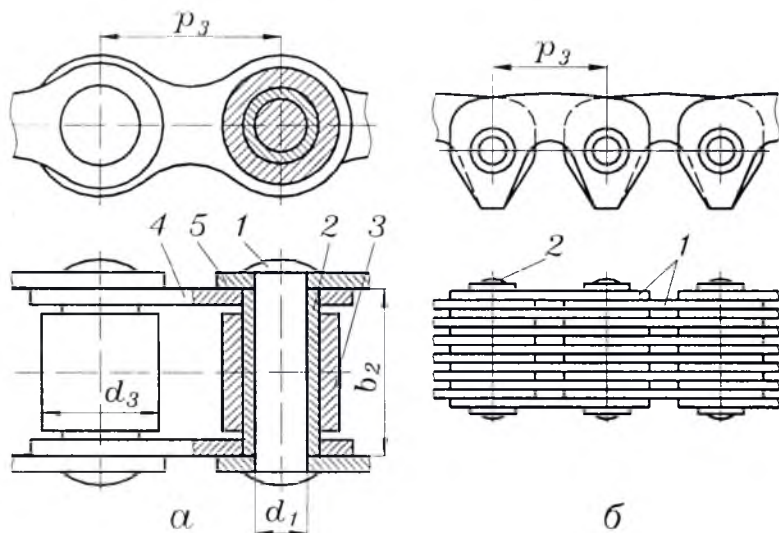
7.1-расм.

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

Втулка-роликли занжир (7.2-а расм) ташки 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 ташки 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 яхшилайди.

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, ammo унинг хажми ва киймати камаяди.



7.2-расм.

Тишли занжир (7.2-б расм) икки учиди тишга ўхшаган чизиклари бўлган пластинкалар мажмуидан иборат. Юлдузчанинг тишлари пластинка чизиклари орасида жойлашган ҳолда илашишда бўлиб тортиш қобилияти анча катта бўлади, тишли занжирлар втулка роликлига нисбатан етарли даражада равон ва шовкинсиз ишлайди. Тишли занжирли узатмалар нисбатан катта 35 м/с гача айланма тезликда ишлай олади, лекин уларни тайёрлаш ва йиғишда юкори аниқлик 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, кўшимча 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, кишлок 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:

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

бунда l_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 мувофиқ 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, шовқин чиқишига 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 миқёсда қўлланилади. Занжирли узатманинг куч параметрларига буровчи момент T (7.1-расм), айланма куч F_1 , занжирнинг етакловчи тармоқдаги F_1 тортиш кучлари киради. 7.1-расмда занжирнинг юкори тармоғи етакловчи, куйи (пастки)си эса етакланувчи ҳисобланади. Бундан ташқари узатмага куйидаги кучлар таъсир килади: 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 тармоқларидаги тортиш кучи ва айлана куч орасида куйидаги муносабат мавжуд:

$$F_1 = F_1 - F_2.$$

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

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

7.3-§. Ишлаш қобилиятининг мезонлари ва мустаҳкамликка ҳисоблаш

Ишлаш қобилиятининг мезонлари ва ҳисоби.

Занжирли узатма ишлаш жараёнида, втулка ва валик орасида ҳосил бўладиган кўндаланг 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 шarti:

$$p = \frac{F_1 K_3}{d_1 b_2} \leq [p], \quad (7.7)$$

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

F_1 – юлдузчадаги айланма куч, Н;

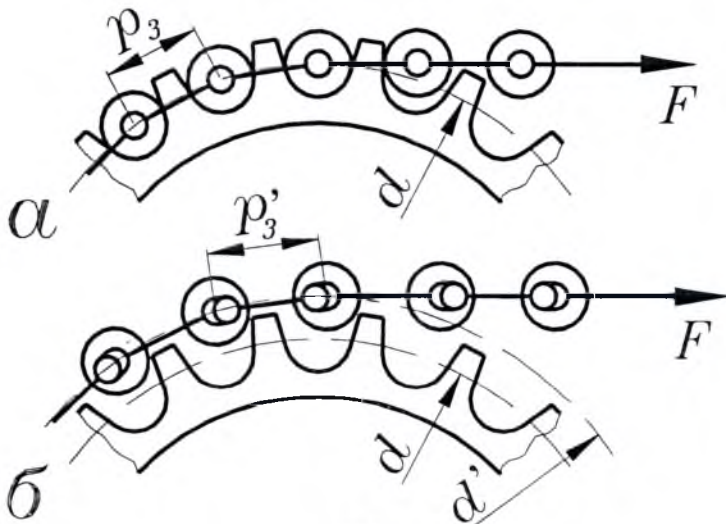
K_3 – ишлаш шароитини ҳисобга олувчи коэффициент (куйидагига қаралсин);

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 қобиляти йўқолишини қуйидагича 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 катталашиб ($p'_3 > p_3$ 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 қуйидагича аниқланади:

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

Бунда, занжирнинг максимал ишлаш муддати, мустаҳкамлиги ва илашишдан чиқиб кетиш хавфи йўқлиги ҳисобга олинган. Топилган киймат ток 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 кийматлар, 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 хатолари катта эмаслигини ҳисобга олиб, $d_1, b_2 = 0,28p_3^2$ 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:

$$P = T_1 \omega_1 = T_1 \frac{\pi n_1}{30} \quad (7.11)$$

бунда: T_1 – етакловчи юлдузчадаги айлантурувчи момент, Нм;

ω_1 ва n_1 – 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:

$$p_3 = 283 \sqrt[3]{\frac{T_1 K_3}{z_1 [p]}} \text{ (мм)}. \quad (7.12)$$

Эксплуатация коэффиценти:

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

бунда: K_D – динамик юкланиш коэффиценти:

- бир текис юкланишда – $K_D = 1$;
- ўзгарувчан юкланишда – $K_D = 1,3$;

K_a – марказлараро масофани ростлаш коэффиценти:

- 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 $[p]$ МПа, кичкина юлдузча айланишлар частотаси, n_1 , айл/мин бўлганда				
	≤ 50	200	600	1000	1600
$\leq 15,875$	35	31,5	26	22,5	18,5
$19,05 \div 25,4$	35	30	23,5	19	15
$31,75 \div 38,1$	35	29	21	16,5	
$44,45 \div 50,8$	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. Етақловчи юлдузчани буровчи моменти T_1 , Нм.
2. Узатмани узатишлар сони i .
3. Етақловчи юлдузчанинг айланишлар частотаси.
4. Ишлаш шароити.

Ечими.

1. Етақловчи юлдузчанинг тишлар сони z_1 (7.8). қиймати бутун сонга яхлитланади.
2. Етақланувчи юлдузчанинг z_2 (7.5) тишлар сони энг яқин ток 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 оралиғида 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 тоқ 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:

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

8. Занжир узунлиги:

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

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

Занжир узунлиги шарнирларнинг ёйилиши 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 мустақкамликка 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; равоң юкланишда $K_D = 1$.

K_a – маркаслараро масофани бошқариш коэффициенти; бошқарилмайдиған маркаслараро масофа учун $K_a = 1,25$.

K_H – узатманиң 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 номаълум, у ҳолда қўшимча кийматни қуйидагича аниқлаймиз. Интерполяция усули билан қадамниң турли киймати учун рухсат этилган босим топилади ($n_1 = 400$ айл/мин учун): $[p] = (20 \div 28)$ МПа. Уртача 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 маркасларо 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 яхлитланади $l_p = 122$.

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) киймати (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 ташқи айланаси диаметри махсус (7.2) формула бўйича аникланади, бунинг учун олдин коэффицентлар киймати 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 коэффициентлар қиймати топилади.

$$K = 0,7; \lambda = 1,6.$$

Тишлар сони коэффициенти:

$$K_z = \operatorname{ctg} \frac{180}{z_2} = \operatorname{ctg} \frac{180}{57} = 18,18$$

$$\begin{aligned} d_{e2} &= p_3 \left(K + K_z - \frac{0,31}{\lambda} \right) = \\ 25,4 \left(0,7 + 18,18 - \frac{0,31}{1,6} \right) &= 474,62 \text{ мм} \end{aligned}$$

Тиш туби айланаси диаметри (7.3):

$$\begin{aligned} d_{i2} &= d_2 - (d_3 - 0,175\sqrt{d_2}) = \\ &= 461,82 - (15,88 - 0,175\sqrt{461,82}) = 449,7 \text{ мм}. \end{aligned}$$

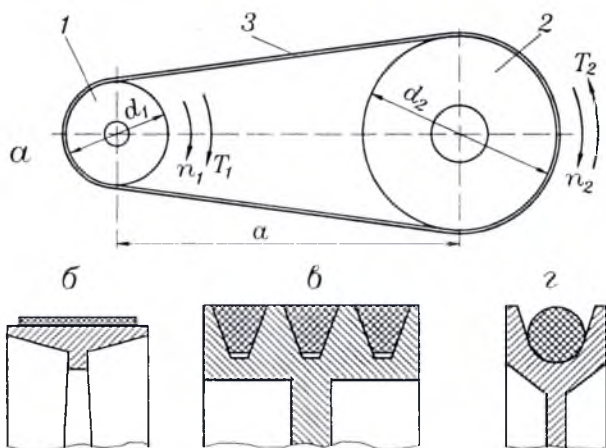
7.7-§. Назорат саволлари

1. Втулка-роликли занжир билан втулкали занжир тузилишининг орасидаги фарқ нимада?
2. Занжир шарнирининг ейилишига сабаб нима?
3. Қандай занжирнинг умри узок – 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 салкилик 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 кўндаланг кесимининг шаклига нисбатан ясси тасмали (8.1-б расм), понасимон тасмали (8.1в-расм) ва доирасимон тасмали (8.1-г расм) бўлиши мумкин. Тасмали узатмаларнинг тишли ва занжирли узатмаларга нисбатан, афзалликлари қуйидагилардан иборат.

1. Шовқинсиз ва раво 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 кийин).

3. Юкланиш қиймати тўсатдан ортиб, зарб билан ишлай бошласа, машинанинг асосий қисмларини синиб кетишдан сақлайди, чунки юкланиш ошиб, тебраниш кўпайса, тасма (эластиклик хусусияти туфайли) шкивда сирпана бошлайди.

4. Юритмада звенолар етарли даражада бикриikka 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: $(1 \div 5)$ 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 яси 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

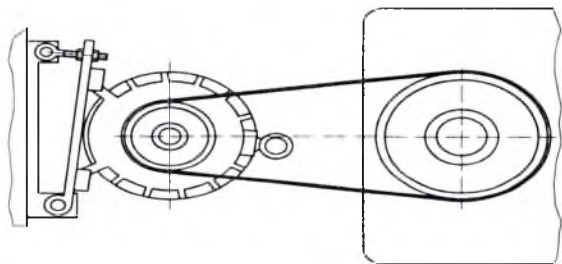
Юқорида айтиб ўтилганидек, тасмали узатмадаги юкланиш етакловчи шкивдан етакланувчи шкивга етарли даражада тарангликка эга бўлган тасма орқали, тасма билан шкив орасида ҳосил бўладиган ишқаланиш кучи хобиға узатилади. Юқори юкланишда узатма ишлаш лаёқатини сақлаб қолиш қолмаслиги асосан тасма билан шкивнинг 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. Вакт ўтиши билан узатма ишлаш лаёқатини йукотиши мумкин, бунга асосий сабаб тасманинг чарчаши натижасида узилиб кетиши ёки тасма сиртларини ишлан чикишидир.

Юқоридагиларни ҳисобга олган ҳолда шундай хулосага келиш мумкин: тасмали узатманинг ишлаш лаёқатини белгилловчи мезон- бу узатмани тортиш қобиляти ва тасмани хизмат қилиш вақти (умри); тасмали узатманинг тортиш қобиляти- 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 саклаб туриш лозим. Шу билан бир қаторда тарангликни саклаб туриш учун, автоматик усуллар, электродвигател оғирлик кучи, пружина кучи билан ёки бошқа шунга ўхшаш воситалар ишлатилади [6].



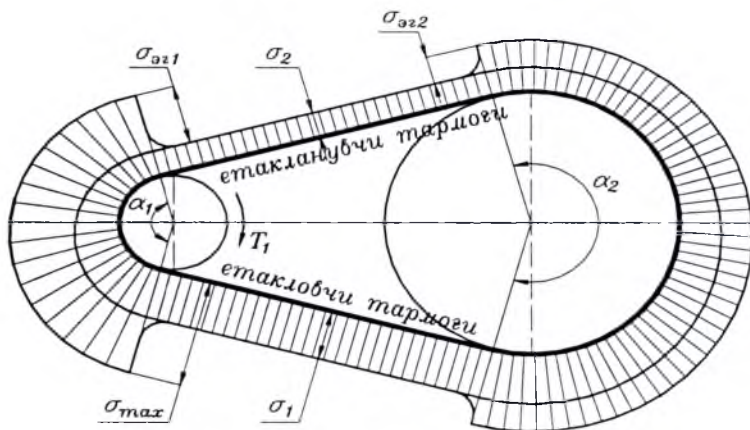
8.2-расм.

Тасманинг дастлабки таранглигини унда чўзилиш кучланиш σ_0 келтириб чиқаради, бундан ташқари, шкив билан қопланган бўлагиде тасма эгилади. Натижада эгилиш бўйича кучланиш $\sigma_{эг}$ ҳосил бўлади.

Узатма ишлаётган 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 камров бурчаги орасида (8.3-расм) тасманинг ҳар бир элементиға 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 камров 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 келадики, тасманинг етакловчи тармоғида қўшимча кучланиш чўзилишдан ҳосил бўлади, етакланувчи тармоқда кучланиш

шу кийматгача камаяди. Икки кучланишлар йигиндиси фойдали (тортиш) кучланиш σ_T хисобланиб, узатилаётган буровчи моментга асосан ифодаланadi. 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:

$$\sigma_{max} = \sigma_0 + \sigma_V + \frac{\sigma_T}{2} + \sigma_{\alpha 1}. \quad (8.1)$$

Тасманинг шкивга раво бир метрда чиқиши ва ундан сирпаниб тушиши тасмани эластик экани билан тушунтириш мумкин. Шунинг натижасида тасманинг тўғри чизикли бўлагиди эгилиш радиуси $\rho =$: дан шкивни эгилиш 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 буйича 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 ораллигида ишқаланиш кучини ҳосил қилиб, узатмани юкланишда нормал ишлаши учун шароит яратади. Бошлангич кучланиш қиймати канча катта бўлса, ишқаланиш кучи шунча катта бўлиб, узатманинг тортиш қобилиятини 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. Таҷрибалар 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:

$$\sigma_T = \frac{F_t}{A} = \frac{2T_t}{d_t A}, \quad (8.4)$$

бунда: F_t – узатманинг айланма кучи ;

T_t – етакловчи шкивдаги буровчи момент;

d_t – 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:

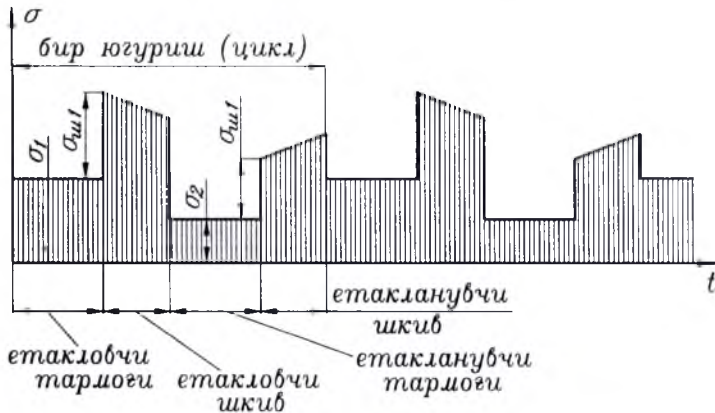
$$\sigma_{\text{э2}} = E \frac{\delta}{d}, \quad (8.5)$$

бу ерда: E – тасма материалени эластиклик модули (100÷350) МПа;
 δ – тасма қалинлиги;
 d – шкив диаметри.

Формуладан кўриб турибдики, эгилишдаги кучланиш қийматини белгиловчи 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 ўлчамаларига боғлиқ. Шкив диаметрини камайтиришга ҳаракат қилинса, тасма қалинлигини эса мустақамлик 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: $\sigma_{\text{эГ}} = (1 \div 8)$ 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, $\sigma_{\text{эГ}}$ ортиши узатманинг тортиш қобилятини 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 катталикда 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 қобиляти ва мустаҳкамлиги йўқолади. Бу ҳам узатмани лойиҳалашда ҳисобга олиниши керак. Тажриба шуни кўрсатадики, юқорида тавсия этилганларга риоя қилиб лойиҳаланган узатмаларда тасмаларнинг ўртача чидамлилиги (2000 ÷ 3000) соатдан кўп бўлмайди.

Энди узатманинг тортиш қобилятига ўтамыз. Маълумки, тасма эгилишидаги кучланиш тортиш қобилятига таъсир қилмайди, марказдан қочма кучдан ҳосил бўлган кучланиш тортиш қобилятини камайтириши мумкин, лекин бу кучнинг тортиш қобилятига таъсири кам бўлгани учун, уни кўп ҳолларда ҳисобга олмаслик мумкин. Узатманинг тортиш қобилятига 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 кўпайиши 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 коэффициентини;

α – шкивнинг камров бурчаги.

Шундай қилиб, тортиш қобиляти бўйича аниқланган кучланишни (8.1) формулага қўйсақ, қуйидагига эга бўламиз:

$$\sigma_{max} \leq [\sigma]_p = \frac{\sigma_s}{n}, \quad (8.8)$$

бу ерда : $[\sigma]_p$ – тасма чўзилишининг рухсат этилган кучланиши;

σ_s – чўзилиш бўйича мустаҳкамлик чегараси;

n – мустаҳкамлик эҳтиёт коэффициенти.

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 юкламага боғлиқ бўлмайди.

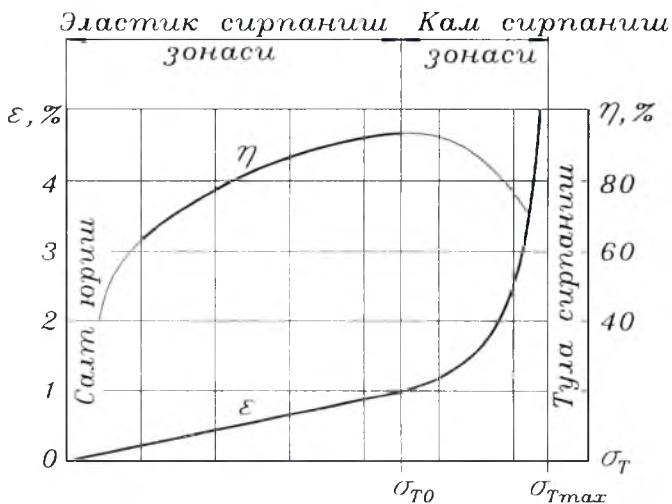
Шундан хулоса қилиш мумкинки, тўла юкланмаган узатманинг самарадорлиги ва унинг ФИК кичикдир. Юкланиши ҳисобга яқин бўлганда, ФИК ўртача киймати ясси тасмали узатмалар учун:

$\eta \approx 0,97$, 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 қисмида (0 дан σ_{T0} гача) эластик сирпаниш юз беради. Чунки тасма эластик деформацияси Гук қонунига асосланиб, тўғри чизикка яқин бўлади. Юкланишни 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 юкланиш 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 юкланишда ишлаши қиска вақт оралиғида бўлиши керак, чунки бу зонада ФИК камайиб кетади, сирпаниш тезлашади, тасма эса тез ейила бошлайди.



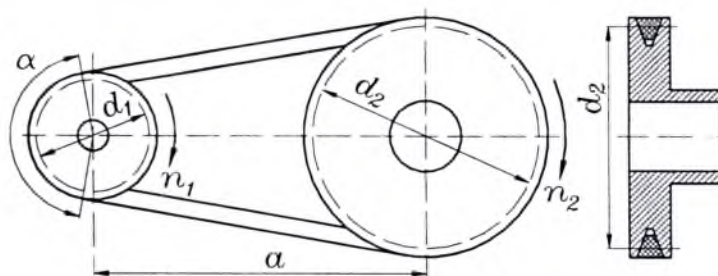
8.5-расм.

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.

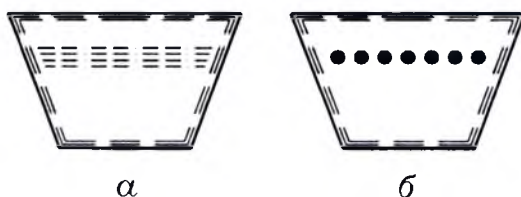
Понасимон тасмали узатма юқори ишқаланиш ҳисобига ясси тасмали узатмага нисбатан тортиш қобилияти каттадир. Тасманинг шакли понасимон бўлгани шкив билан тугашувини тахминан



8.6-расм.

3 марта кўпайтиради. Шкив ариқчаларининг бурчак профили тасманинг бурчак профилига мос келиши керак, унинг ўлчамлари стандартлаштирилган. Шуни ҳисобга олиш керакки, тасма кўндаланг кесимининг шакли эгилишда ўзгаради: тортилиш зонасида унинг эни камаяди, сиқилиш 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 бўса, тасма тагидаги ариқчанинг профил бурчаги шунча кичик бўлиши керак.

Понасимон тасмалар узлуксиз қилиб тайёрланади. Понасимон резиналанган тасма ГОСТ1284-80 бўйича 2 хилда бўлади: кордгазламали ва кордчийратма ипли (8.7-расм).

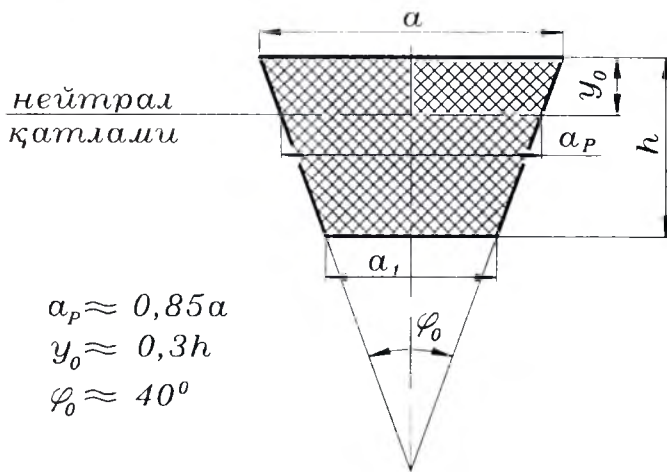


8.7-расм.

Кордгазламали 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 кордли боғичлар орқали узатилади. Корд нейтрал чизиқнинг зонасида жойлашган бўлади. Унинг юқорисида (чўзилиш зонаси) ва пастиди (сиқилиш зонаси) резиналанган ёстиқча жойлашган. Тасма ташқи томони резиналанган газлама билан ўралган бўлади. Кордгазламали тасма кенг қўламда ишлатилади, кордчийратма ипли тасма эса оғир шароитда ишланадиган жойларда ишлатилади.

Тасманинг кўндаланг 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_p , унинг ташки томонидан y_0 қийматга орқада қолади. Шунинг учун тасманинг ҳисобий узунлиги бўйича стандарт, нормадан оғиши ўлчовдош бўлгани учун, муҳандислик ҳисоблашларида, тасманинг номинал узунлиги ишлатилади.

Таъкидлаш лозимки, жадвалда кўрсатилган қийматлардан ташқари, стандартда турли тасмалар учун a_p 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 қучланишни 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 куйидагича аниқланади:

$$u = (l - \varepsilon) \frac{d_2}{d_1}, \quad (8.10)$$

бунда: $\varepsilon = (0,01 \div 0,02)$ – сирпаниш коэффициенти.

Сирпаниш коэффициентининг қиймати кичик бўлгани учун амалий ҳисобларда уни эътиборга олмасам 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:

$$a = \frac{\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 8\Delta^2}}{4}, \text{ мм} \quad (8.13)$$

$$\text{бунда: } \lambda = l - \frac{\pi}{2}(d_2 + d_1); \Delta = \frac{l}{2}(d_2 - d_1)$$

Тасманинг дастлабки таранглик кучини ҳосил қилиш учун марказлараро масофа ҳисобий қийматини катталаштириб олиш керак. Узатманинг тортиш қобилятини 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, кордгазмалали тасмалар учун 0,6% га оширилиши лозим.

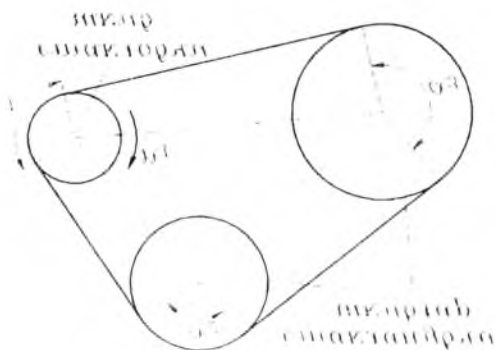
Узатма ишлаш вақтида тасма таранглигини таъминлаб туриш учун, уни доим махсус тарангловчи мосламалар ёрдамида тортиб турилади.

Лекин, тузилма шартига кўра марказлараро масофа муайян ҳолатда маҳкамлаб қўйилган бўлса у ҳолда тасма таранглигини таъминлаб туриш учун махсус роликлар ишлатилади. Роликлар узатманинг ташки 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 профилининг бурчаги шкивнинг ҳисобий диаметрига ҳам боғлиқ бўлади. Шкив диаметри d канчалик кичик бўлса, арикча профил бурчаги ҳам шунча кичик бўлади ($\varphi = (34 + 40)^\circ$).

$$\text{Ташки цилиндр арикча эни: } b = a_p + 2etg\frac{\varphi}{2}.$$



8.9-расм.

Шкивнинг ташки диаметри:

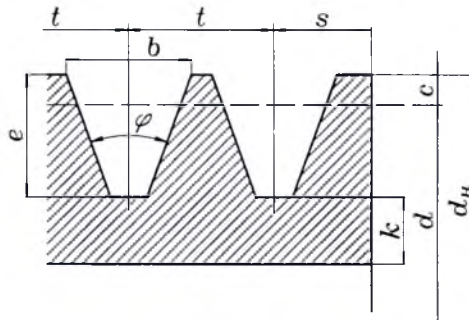
$$d_n = d + 2c.$$

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.

Туғиннинг 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 тасмалар сонининг чегаралиниши тавсия қилинган шкивнинг минимал диаметри ва узатишлар сонининг қийматлари тажриба усулида ҳар бир тасма учун, рухсат этилган юкланишни 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.

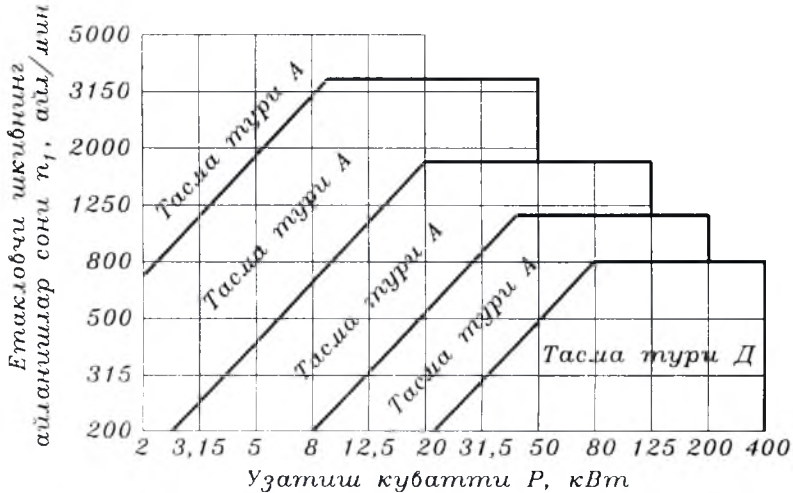
1. Тасма тури (кесими).
2. Тасма узунлиги.
3. Комплектадаги тасмалар сони.
4. Шкив диаметрлари.

5. Марказлараро масофа.

Ечиш.

1. Тасманинг турини (кесимини) график бўйича танланади (8.11- расмда).

Демак, бунинг учун графикдан кичик шкив айланишлар частотаси ва узатиш қуввати 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 гаранглигини 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 узатилувчи ҳисобий қувват;

C_z – комплектдаги тасмалар сони коэффиенти.

Битта тасма орқали узатилувчи 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 коэффиенти (8.5-жадвал).

C_a – тасманинг узунлик коэффиенти; стандарт жадвалдан танланади. Шулардан биттаси 8.6-жадвал да кўрсатилган.

C_p – ишлаш тартибини ҳисобга олувчи коэффиент (8.7-жадвал).

Комплектдаги тасмалар сонининг коэффиенти C_z 8.8-жадвалдан танлаб олинади.

8.4-жадвал

Тасманинг кесими ва узунлиги	d_l	u	Битта тасмага рухсат этилган номинал қувват P_0 , кВт, кичик шкивнинг айланишлар частотаси, n , 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 коэффиенти 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 каторлардаги тасмаларга ҳам бир хил юкланиш тушавермайди. Натижада қўшимча сирпаниш, ейилиш ва қувват миқдори йўқолади. Шунинг учун комплектда тасмалар сонини 6 дан оширмаслик тавсия этилади.

8.7-жадвал

Ишлаш тартиби	Иш тартибининг коэффициенти C_p иш сменасига нисбатан		
	1- смена	2- смена	3- смена
Енгил (тинч юкланиш)	1,1	1,3	1,5
Ўртача (уртамиёна 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

Қуйида берилганларга асосан қордгазламали 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 маркаслараро 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 яқин узунлиkning 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:

$$a_M = a + 0,006 a = 387,33 + 0,006 \cdot 387,33 = 385 \text{ мм}$$

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 кўриниш 9.5-жадвал [6] да кўрсатилган). $P_0 = 4,25$ кВт.

Узатма кичик шкивининг қамров 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 белгилувчи 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 фарк 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 устки томонигами ва нимага?

II ҚИСМ. ПОДШИПНИКЛАР, ВАЛЛАР, ҲҚЛАР ВА МУФТАЛАР

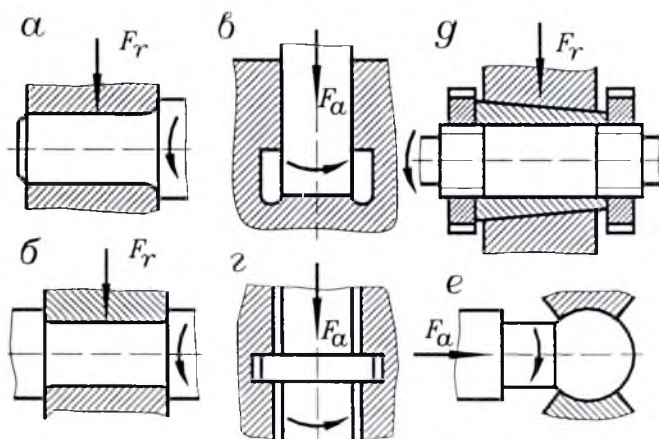
9- боб. Сирпаниш подшипниклари

9.1-§. Умумий маълумотлар

Подшипниклар вал ва айланадиган Ҳқлар учун таянч вазифасини Ҳтайди. Машинанинг ишлаш қобилияти ва чидамлилиги подшипникларнинг сифатига кўп жиҳатдан боғлиқ. Туғри 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 Ҳқ бўйлаб йўналган юкланишни қабул қилади ва радиал-тиракли, бир вақтда радиал ва Ҳқ бўйлаб йўналган юкланишни қабул қилади.

Вал ва Ҳқларнинг таянчларга мўлжалланган қисми цапфа дейилади. Цапфаларнинг шакли цилиндрсимон, конуссимон, золдирсимон бўлиши мумкин (9.1-расм). Бу таянчлар вал Ҳки унинг ичида жойлашган бўлиб, радиал юкланишни F_r (9.1-а расм) узатиб берса, шип дейилади. Бўйин – цапфа бўлиб, вални Ҳртасида жойлашиб радиал юкланишни узатиб беради (9.1-б расм). Бир қатор радиал подшипниклар айрим ҳолларда катта бўлмаган Ҳқ бўйлаб йўналган юкланишларни ҳам қабул қилиши мумкин. Бунинг учун вал погонали қилиб, подшипник қирралари эса тўмтоқ қилиб тайёрланиши лозим.



9.1-расм.

Агар вал ёки ўкнинг 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 расм).

Конуссимон подшипниклар (9.1-д расм) валнинг марказий ҳолати аниклигини сақлаб туриш учун ва подшипниклар ейилиши натижасида ҳосил бўлган бўшликни 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 қатор афзалклари бўлган думалаш подшипниклари ишлатила бошланди. Лекин сирпаниш подшипникларида куйидаги устунликлар бўлгани учун айрим ҳолларда улардан фойдаланиш маъқул кўрилади.

1. Ажраладиган қилиб 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 чикади, тебраниш ҳосил бўлади ва ишлаш мuddати камаяди.

3. Машина подшипниклари, валларнинг фазода турли ҳолатларига ўта аниклик талаб қилганда ва бўшликни 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 рухсат этилган даражадан ортиб, мойнинг қовушоқлиги камайиб суюқлиниб кетади, натижада цапфа сиртларининг подшипникда ишлаши ёмонлашиб, ғажиш 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 бўшлик 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 подшипникларнинг ишқаланиши, уларни мойлаш

Юқорида айтиб ўтилганидек, подшипникнинг ишлаши албатта ейилишни келтириб чиқаради, ейилиш эса, ишқаланиш деган сўз. Ишқаланиш суръати қизишни, подшипникнинг ейилишини ва уни ФИКни белгилаб беради. Ишқаланишни камайтириш учун сирпаниш подшипниклари мойланиб турилиши лозим. Подшипникнинг ишлаш шаронитига қараб ишқаланиш ним суюкликда ёки суюкликда ишқаланиши мумкин. Ишқаланиш тартиби 9.2-расмда кўрсатилган. Суюкликда ишқаланишда ишқаланаётган сиртлар ўзаро қовушоқ мой билан ажралган ҳолда бўлади.

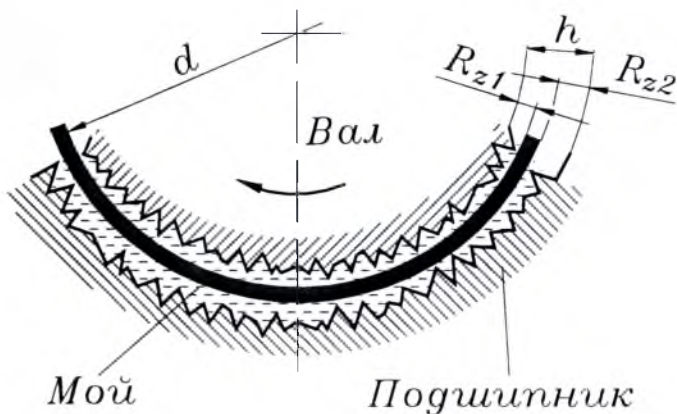
Мой қатламининг қалинлиги h сиртларнинг ишлов беришидан ҳосил бўлган нотексликлар йиғиндисидан катта бўлиши керак:

$$h > R_{z1} + R_{z2}. \quad (9.1)$$

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. Суюклик ишқаланиш коэффициентини $f = 0,001 \div 0,005$ га тенг бўлиб қолади.

Демак, бу қийматлар думалаш подшипникнинг ишқаланиши коэффициентидан кам бўлиши мумкин.

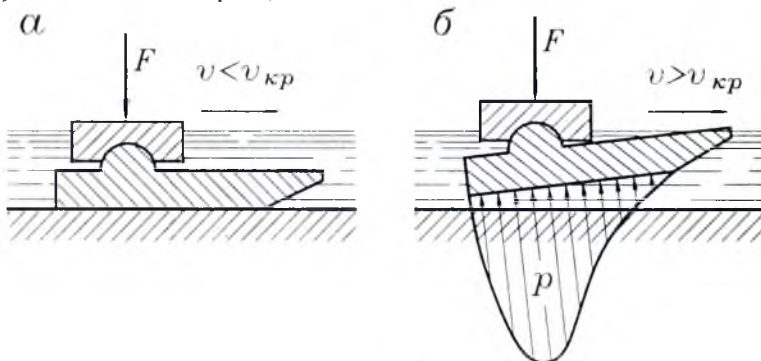


9.2-расм.

Суюкликда ишқаланишни таъминлайдиган шартлардан бирортаси бажарилмай колганида, подшипник ним суюкликда ишқаланиш билан ишлайди, натижада аралаш ишқаланиш – суюкликда ва чегаравий бўлиб қолиши мумкин. Чегаравий ишқаланишда сирпаниш сиртлари юпка мой катлами билан ажралган бўлади. Иш жараёнида, бу мой катлами 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 коэффиценти камайтириш билан ажралган бўлади, $f = 0,01 \div 0,1$ учун антифрикцион материаллар ишлатилади.

Подшипникларнинг кулай 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 келтираемиз. 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 катламга эга бўлган мой билан копланган 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 катламидан кўтарила боради ва ўз ҳолатини ўзгартириб, сувда сузаётган глиссерга ёки қайикчага ўхшаб кетади (9.3б-расм).

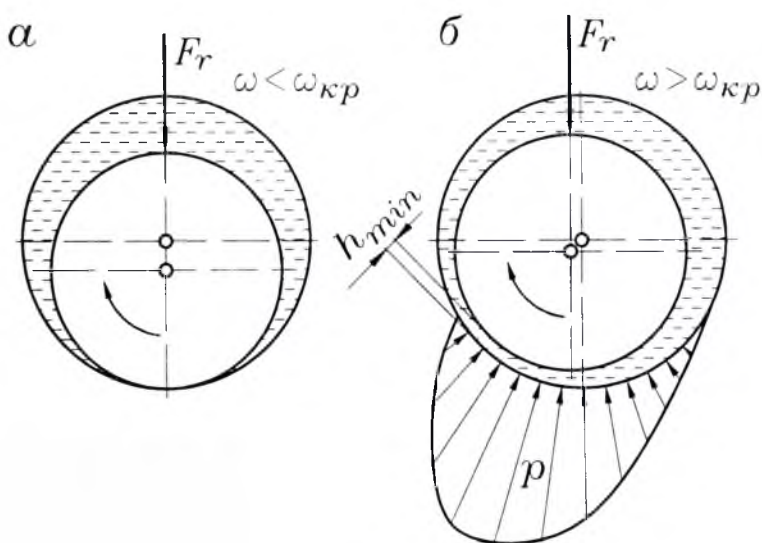


9.3-расм.

Жисмлар орасида тор бўшлиқ ҳосил бўлиб, мой гўҳтовсиз 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 гўмток 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-бирдан фарк қилишлари керак. Ҳаракатсиз турган вал ўз оғирлиги билан подшипникка босиб туради, яъни бундай холда паст томонда улар орасида ҳеч қандай оралик бўлмайди (9.4-а расм). Агар валнинг бурчак тезлиги маълум критик қийматдан кичик бўлса, у холда контакт сиртлар орасида ним суюқлик ишқаланиш ҳукм суради. Валнинг бурчак тезлиги маълум критик қийматдан ошиб ($\omega > \omega_{кр}$) ораликдаги мойнинг гидродинамикавий босими p валнинг оралигини енгадиган даражага етгач, цапфа билан подшипник орасида мой қатлами ҳосил бўлиб, иш сиртлари бир-бирдан 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 нуктага тўғри келиб қолмайди, чунки бундай холда понасимон оралик бунинг натижасида гидродинамик босим йўқолади, яъни суюқликда ишқаланиш шарти 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 қанчалик 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 (ғазор) 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 ишонччиликка 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.

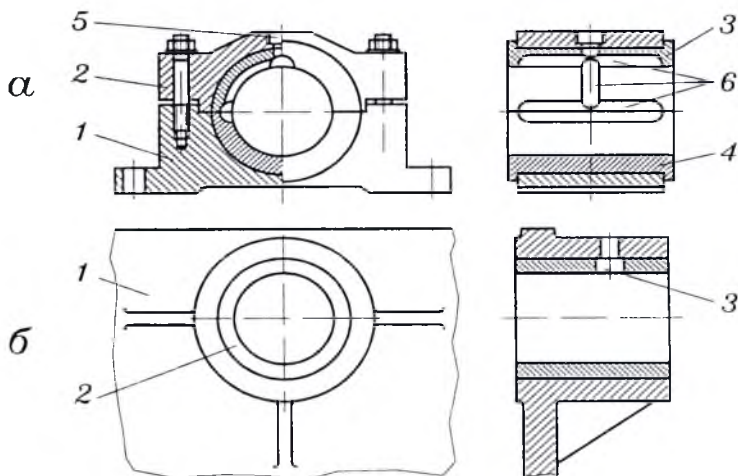
Агарда валнинг айланиш тезлиги катта бўлмай радиал юкланиш сезиларли бўлса, гидродинамик шарт бажарилмай, ним суюқлик ишқаланиш давом этади. Суюқ ишқаланишни ҳосил қилиш учун гидронасос ёрдамида подшипник билан цапфа орасига зарур миқдорда мой босим орқали юборилади. Гидронасос ҳосил қилган босим цапфани мойда сузишига имкон яратиши керак. Бундай подшипникларни гидростатикавий дейилади. Агар цапфани подшипник ҳаво ёстиқчаси узлуксиз юборилаётган сиқик 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 ҳоҳлаган 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 кийматлари 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 ҳар 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 копкок 2 дан иборат бўлиб, булар ўзаро резбали бирикмалар (бу ҳолда – шпилка, гайка ва шайба) ёрдамида маҳкамланган. Зарурият бўлган ҳолда копкок ажратиб олинади, бундай ҳол, монтаж, хизмат кўрсатиш ва таъмирлаш ишларини енгиллаштиради. Корпус ва копкок, одатда, чўян ёки пўлатдан тайёрланади. Подшипникнинг энг муҳим ички қисми – икки палладан иборат вкладишлар 3 ва 4 антифрикцион материаллардан тайёрланган. Копкокдаги 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 киммат,

алмаштириш эса кийин, подшипникни алмаштириш эса осон. Валлар, асосан, пўлат материаллардан тайёрланади, подшипник вкладиши 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 вкладишнинг ишчи юзаларига 1÷10 мм калинликда қуйилади. Бу ҳолда вкладишни ўзи эса хоҳланган материалдан тайёрлаш мумкин.

5. Металлокерамика (юкори иссиқлик даражасида прессланган бронза, графит, мис, кўрғошин порошоклар) – ғоваклик хусусиятига эга. Ғовак мойни ўзидан яхши ўтказди ва узок вақт ушлаб тура олади, шунинг учун, метал керамика подшипниклари шимилган мой билан ёки мойсиз ҳам узок 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 қиради. Қисқа, вақти вақти билан ишлайдиган секинюрар подшипниклар шартли босим бўйича қуйидагича ҳисобланади:

$$p = \frac{F_r}{l d} \leq [p], \quad (9.2)$$

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 $[p v]$ кийматлари 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 инobatга олинади. Бундан ташқари подшипникдаги бўшлик ва ишчи иссиқликда мойнинг сифати ҳам ҳисобга олинади. Ҳисоблаш оқибатида подшипникнинг зарур бўшлиғи мой сифати, мойлаш усули ва иссиқлик тенглигини сақлаш учун совитиш аниқланади. Ҳисоблаш тахминий [6] ва эмпирик бўлиб, графиклардаги тенгликлардан фойдаланишга асосланган. Тахминий ҳисобдаги аниқсизликлар мой қатламини калинлиги бўйича, подшипникнинг ишончли эҳтиёт коэффициенти ва мойлаш усулини танлашда тажриба 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. Аэро-статик подшипник ва аэродинамик подшипниклар каерда ишлатилади?
8. Сирпаниш подшипникларини ҳисоблаш омилларига нима киради?
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, халқалар орасидаги сепараторда думалаш элементлари (сепараторсиз бўлиши ҳам мумкин) жойлашган. Улар ҳамма соҳаларда кенг миқёсда ишлатилади. Улар ўзига хос афзаллик ва камчиликларига эга.

Думалаш подшипникларининг афзалликлари.

1. Думалаб ишқаланиши кичик ишқаланиш коэффициентига эга, унинг киймати суюкликдаги ишқаланиш коэффициентига жуда яқин ($f = 0,0015 \div 0,006$).

2. Хизмат кўрсатиш ва мойлаш системаси соддалаштирилган. Ён томонлари бириктирилган подшипниклар фақат мойланган ҳолда ишлатилиши мумкин. Бундай подшипниклар тайёрлаш вақтида мойланган бўлиб, ишлаш муддати давомида қўшимча мойлаш талаб этилмайди.

3. Стандартлаштириш имконияти кўплаб ишлаб чиқаришни ва маҳсулотнинг 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.

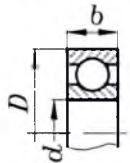

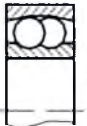
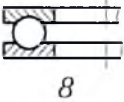



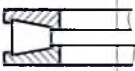


Подшипниклар номланиши икки қисмдан иборат. Думалаш элементи бўйича ва юкланишни қабул қила оладиган йўналиши бўйича. Жадвалда кўрсатилишича подшипникни асосий ўлчамлари: халқанинг ташки диаметри D (корпус тешигини диаметри), халқанинг ички диаметри d (вал диаметри) ва эни b .

Радиал шарикли подшипник кўп тарқалган. Подшипник халқаларининг арикчаларига золдирлар жойлашади. Арикчаларнинг эгилиувчан радиуслари золдир радиусидан каттарок бўлиб, тоза чайқалиш имконияти бўлади. Золдирнинг халқа билан контакти нуктада бўлади, шунга қарамадан, 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), ташки 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 қийшклигини 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 қийшклигини 3° га қадар рухсат этади. Ташки контакт сиртлари сферик шаклида ва шариклари шахмат тартибида 2 қаторда жойлашган. Катта бўлмаган ўқ бўйлаб йўналган юкланишни қабул қилади. 1 сон билан белгиланади.

Зорикли тирак подшипник ажраладиган ҳисобланади, фа-катгина ўқ бўйлаб йўналган юкланишни қабул қилади. Белгиси 8.

Роликли радиал подшипник, цилиндрсимон роликдан иборат, катта радиал юкланишни қабул қилади, чунки ролик ва халқа нуктада эмас, балки чизиқ бўйича контактда бўлади, вал буралишини ва бўйлама юкланишни мутлақо қабул қилмайди, ажраладиган, яъни ташки халқани 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 халқаларнинг диаметрлари тенг бўлса, роликли конуссимон подшипник шарикли дефистирак подшипникка нисбатан катта миқдорга эга бўлган бўйлама юкланишни қабул қилади. Подшипникни ажратиш қийин эмас, ташки халқа энгил чиқади. Белгиси 7.

Роликли сферик подшипник роликлари бочка шаклида бўлиб катта юкланишни қабул қилади. Ташкил этувчи роликни эғувчанлик 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 ўйikli игналирида винтли ариқчалар мавжуд, бу эса уларнинг мойланишини яхшилайти. 5 сон билан белгиланади. (10.1-жадвал га кўра, бу подшипник ўк 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 каттикликка эришгач жилвирланади.

Подшипниклардаги сепараторлар 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 бўлмайти.

Юкланиш қобилияти ва ўлчамларига қараб, подшипникларни диаметр ва знига кўра 7 серияга бўлинади: ўта энгил (0), жуда энгил (1), энгил (2), энгил энли (5), ўрта (3), ўрта энли (6) ва оғир (4).

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 қараш 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 стандартланган, 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 жойлаштириладиган вал диаметри):

- агар $d = (20 \div 495)$ 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 белгисидан 0 раками кўрсатилмаган.

Ўнг томонида 4 та ракам подшипникни таърифлаб берадиган асосий ракамлар ҳисобланади. Кейинги чапроқдаги ракам ва харфлар (агар бўлса) подшипникнинг тузилиш хусусиятларини (подшипникнинг даражасини, конуссимон подшипник контакт бурчаги, ташки ҳалқада арикча 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 енгил 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, енгил 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 чизик бўйича, амалиётда эса, эластик деформация ҳисобига контакт айрим юзачаларда бўлади.

Контактдаги ҳалқа ва думалаш жисмлар юзасининг ҳар бир нуктасидаги контакт кучланиш циклини бошланғич 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:

- қолдиқ деформация бўйича, юк кўтарувчанликка ҳисоблашда;
- толиқишдан емирилиш бўйича, динамик юк кўтарувчанликка ҳисоблаш.

Лекин машиналарни лойихалашда 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 юкланиши, бунда подшипник 1 млн. марта айланганда ҳам, 90% текширилган подшипниклар элементларида уваланиш ходисаси 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, H ;

$p = 3$ 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.

$$P = (XV F_r + Y F_a) K_\sigma K_m, \quad (10.3)$$

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_σ – хавфсизлик коэффициенти, юкланишни характериға боғлиқ бўлиб, маълумотномалардан юкланишларни узок таъсир этишиға қараб 1 дан 2 гача қабул қилинади.

K_m – иссиқлик коэффициенти; ишчи иссиқлик $t = 100^\circ$ $K_m = 1$; $t = (125 + 250)^\circ$ $K_m = 1,04 \div 1,4$.

Тенгламининг ўнг томонидаги кийматға қараб каталогдан подшипникка мос бўлган (юқори кийматли) динамик юк кўтарувчанликнинг энг яқин киймати танлаб олинади. Танланган подшипник тезюарлиги билан стандартлардан чегараланган, яъни айланишлар частотаси чегаравий киймати 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 диаметриға тенг бўлган 0,0001 киймат, думалаш элемент ва халқанинг умумий қолдиқ деформацияларига мос келади. Айланишлар частотаси $n < 10$ айл/мин бўлганда, статик юк кўтарувчанлик бўйича подшипниклар куйидаги 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 туриға, радиал ва бўйлама юкланиш нисбатига қараб танлаб олинади.

Эквивалент юкланишни (10.5) тенглама билан ҳисоблаб, каталогдан статик юк кўтарувчанлик бўйича, энг яқин катта кийматға эға 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 қўтарувчанлиги нима?
6. Думалаш подшипникларининг ишлаш қобилиятини қандай мезонлар белгилайди?

11- боб. Валлар ва ўқлар

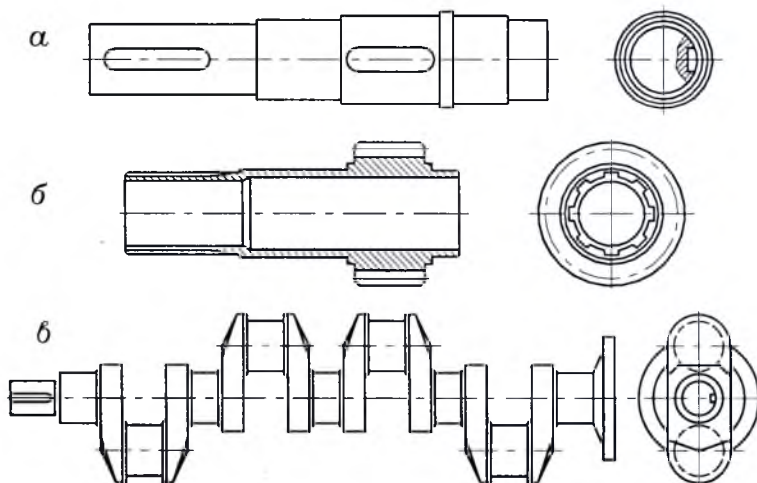
11.1-§. Умумий маълумотлар

Вал айланадиган деталлар: тишли гилдираклар, 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 кўзгалмас бўлиши мумкин.

Валлар тўғри, тирсакли ва эгилувчан бўлади. Энг кўп ишлатиладиган тўғри валлардир. Улар, асосан, силлик ва погонали бўлади. 11.1-а расм да тўғри погонали вал кўрсатилган, ундаги



11.1-расм.

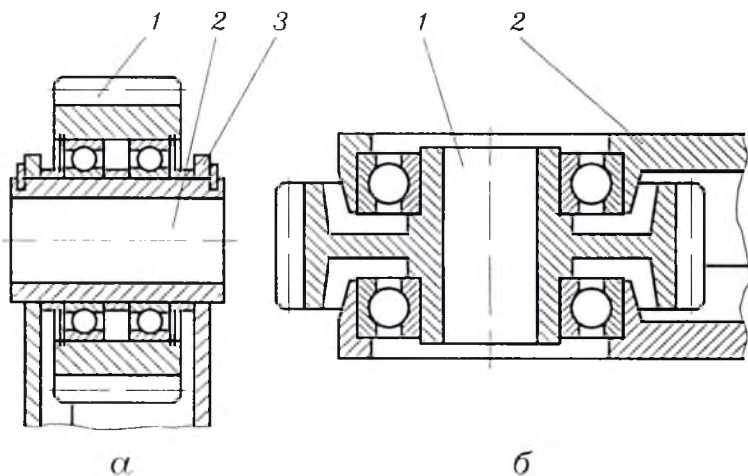
Шпонка ёрдамида деталларни жойлаштириш ва маҳкамлаш учун хизмат қилади. 11.1-б расмда самолёт редукторининг вал-шестерняси кўрсатилган. Вал енгил бўлиши учун ковак қилиб тайёрланган. Валнинг охири шлицали бўлиб, муфтани бириктириш учун хизмат қилади.

Тирсакли валлар поршенли машиналарда (двигател, компрессорлар ва ҳоказо) қўлланилади. Дизел М-17 нинг тирсакли вали 11.1-в расмда кўрсатилган. Бу валга деталларни маҳкамлаш чап томондаги шпонка ва ўнг томондаги фланец ёрдамида амалга оширилади.

Эгилувчан валлар айланма ҳаракатини буралган ҳолатда, (масалан, стоматология ковлаш машинасида, автомобилларда) айлана ҳаракатни узатиш қутича валидан тезлиқни 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 бикритилган.



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 конструкциядан пўлатлардан тайёрланган бўлиб, зарурият туғилган пайтда сиртлар каттиқлигини 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 руҳсат 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 ҳолларга киради (металлга ишлов берувчи станокларни шпинделлари, узун трансмиссион валлар ва хоказо).

Валларни мустаҳкамликка ҳисоблашда қуйидаги боскичлар эътиборга олинган:

- валнинг тузилишини яратишдан олдин лойиха ҳисоблаш асосида вал диаметри тахминий аниқланади;

- вал тузилишини яратиш;

- валнинг хавфли кесимидаги кучланиш текшириш учун аниқланади;

- заруриятда вал тузилишига аниқлик киритилади.

Лойихалаш ҳисобини кўраимиз. 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 кутбый (поляр) қаршилик momenti:

$$W_P = \frac{\pi d^3}{16}, \quad (11.2)$$

(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 $[\tau]$ қўйсак, 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 секинюрар 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):

$$d = \sqrt[3]{\frac{1000T}{0,2Q - \beta^4 [\tau]}}, \quad (11.4)$$

бунда β – вал ички диаметрининг ташқи диаметрига нисбати; одатда, $\beta = (0,6 \div 0,8)$.

Лойихалаш ҳисобидан сўнг валнинг тузилмаси яритилади, бунинг учун ҳисобий диаметр, валга жойлаштирилган детал ўлчамлари ва улар орасидаги

масофадан фойдаланилади. Кўп ҳолларда валлар поғонали қилиб тайёрланади, холбуки шундай экан, поғонали валларни лойихалашда тўпланиб қоладиган кучланишларни тарқатиб юбориш учун поғонали сиртларнинг ўтиш ерлари радиусли ёки фаска қилиб 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 муфтанинг 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 ўқи 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.

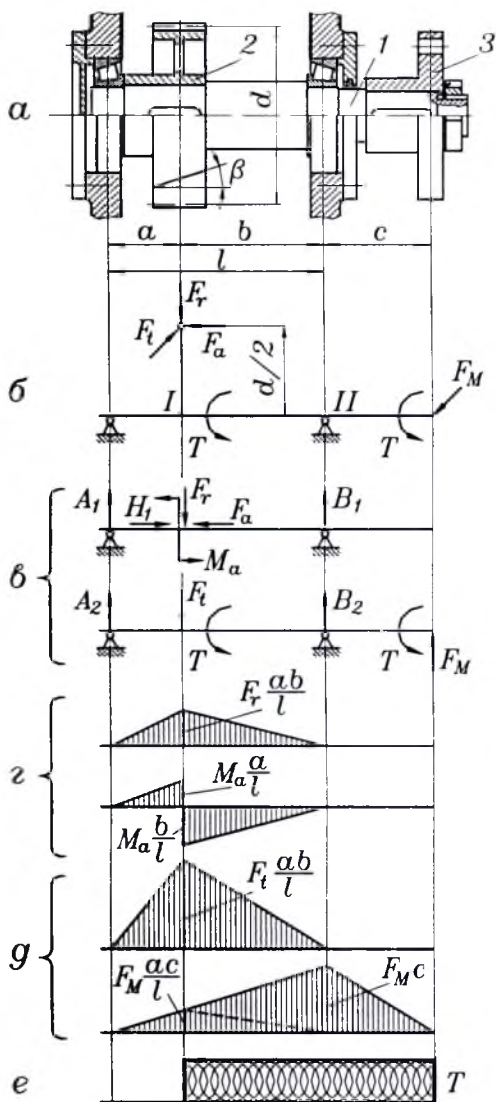
F_t – айланма куч, F_r – радиал куч ва F_a – бўйлама куч. Буровчи момент T муфтани ярим палласига таъсир қилади. Валларни муқаррар ўқдошлиги бўлмайд қолганда, ундан ҳосил бўлган куч муфта орқали валнинг кўндаланг кучи F_M га айланади.

11.3-в расмда кўндаланг дўнг четига таъсир қилган кучлар F_b , F_r ва F_a вал ўқиға 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 таъсиридан таянчлардаги реакцияларни аниқлаймиз. Бўйлама F_a куч чап томондаги подшипникда бўйлама H_1 реакцияларни келтиради.

Эгулувчан 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 текисликни кўриб чиқамиз. Вертикал текислик чап томондаги таянч A_1 реакциясининг (11.3-в расм) ташкил этувчилари: A_{11} радиал F_r кучдан, A_{12} эса момент M_a таъсиридан ҳосил бўлган реакцияларнинг йиғиндисидан иборат:

$$A_1 = A_{11} + A_{12}$$

Ташкил 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:

$$M_r = A_{11} a = F_r \frac{ab}{l}$$

Ташкил 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 орқали 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 орқали топилади:

$$M_M = F_M c$$

11.3-е расмда буровчи момент T эпюраси кўрсатилган. Эгувчи момент эпюралари валнинг ҳар бир қесимига таъсир этадиган моментларнинг йиғиндисини аниқлашга имкон беради. Мустаҳкамликка ҳисоблаш учун максимал юкланишга эга бўлган валнинг энг хавфли қесимининг эгувчи моментлари аниқланиши лозим. Эпюрани тузилишига қараганда, валнинг хавфли қесимлари I ва II (11.3-б расм) ҳисобланади. I қесим 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 қесимдаги кўндаланг кучдан F_M ҳосил бўлган момент қиймати 11.3-д да яққол кўрсатилган мосликдан аниқланилади. Натижада, I – қесимни эгувчи момент йиғиндиси:

$$M = \sqrt{\left(F_r \frac{ab}{l} + M_a \frac{a}{l} \right)^2 + \left(F_t \frac{ab}{l} + F_M \frac{ac}{l} \right)^2} \quad (\text{Нм}).$$

Ундан кейин II кесимни эгувчи момент йиғиндиси топилади. I ва II кесимдаги моментлар киймати 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 momenti 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 momenti:

$$W = \frac{\pi d^3}{32}. \quad (11.6)$$

(11.6) ни (11.5) га қўямиз. Мустаҳкамлик шarti формуласини ёзишдан олдин, эквивалент момент M да, вал диаметри мм эканлигини ҳисобга олиб, ўлчам бирликлари мослаштирилади. Бундан ташқари $\pi/32 = 0,1$ деб қабул қилинади. У ҳолда мустаҳкамлик шarti куйидаги қўринишга эга бўлади:

$$\sigma_{\text{эқв}} = \frac{1000 M_{\text{эқв}}}{0,1 d^3} \leq [\sigma_{\text{эс}}]. \quad (11.7)$$

Рухсат этилган кучланиш оқувчанлик чегарасига яқин қилиб олинади:

$$[\sigma_{\text{эс}}] \approx 0,8 \sigma_{\text{ок}}.$$

Конструкциян углеродли ва легирланган пўлатлар учун рухсат этилган кучланиш киймати куйидаги ораликда бўлади:

$$[\sigma_{\text{эс}}] = (250 \div 600) \text{ МПа.}$$

Валнинг диаметри ва пўлат турига қараб, бу кийматлар 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

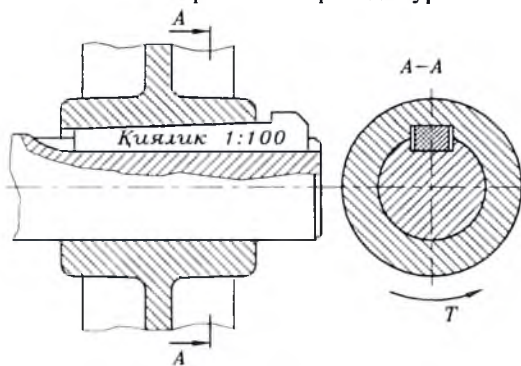
Шпонкали ва шлицли бирикмалар деталларни айланадиган вал ёки ўқларга маркашлаштириб ўрнатиш ва буровчи моментни узатиш учун хизмат қилади. Деталлар билан айланадиган ўқларда шпонкали ёки шлицли бирикмани буровчи моменти катта бўлмайди. Шпонкали ёки шлицли бирикмаларда вал билан деталларнинг орасида буровчи моментлари катта қийматга эга бўлиши мумкин, шунинг учун бирикмалар мустаҳкамликка ҳисобланади.

Кўпгина шпонкали ва шлицли бирикмалар қўзғалмасдир, лекин қўзғалувчилари ҳам бор, улар, асосан, деталларни нисбатан ўқ бўйлаб силжиши учун хизмат қилади.

Шпонкали бирикмаларни зўриктирилган ва зўриктирилмаган хилларга бўлиш мумкин.

Зўриктирилган шпонкали бирикмаларда юкланиш қўйилганига қадар эзувчи кучланиш ҳосил бўлади. Бундай бирикмаларга понасимон ва цилиндрсимон шпонкали бирикмалар мисол бўла олади.

Понасимон шпонкали бирикма 12.1-расмда кўрсатилган.



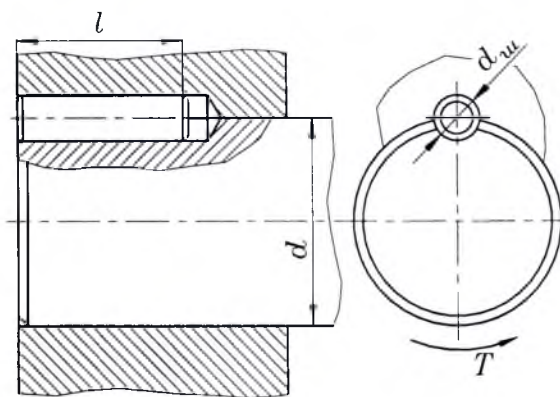
12.1-расм.

Шпонканинг юқори юзаси қия қилиб бажарилган. Валга ўрнатиладиган детал гупчагига ўйик ҳам шундай қияликда бажарилиши керак. Гупчак валининг ўйиклар эни шпонка энидан каттароқ бўлади. Шпонкалар ўйикқа бир қадар куч билан уриб жойлаштирилади. Буровчи момент шпонканинг устки ва остки сиртларидаги тиғизликдан ҳосил бўлган ишқаланиш кучи ҳисобига узатилади. Шпонка ўлчамлари стандартлашган.

Бундай бирикмаларнинг афзалликлари: етарли даражада бикрликка эга, иш жараёнида бушлиқ, оралик ҳосил бўлмайди. Лекин уни кенг қўламда ишлатилишига понасимон шпонкали бирикмаларнинг тузилиши чегараланганлиги ва айрим бошқа камчиликлар тўсқинлик қилади: деталларни жойлаштириш учун вални фақатгина 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, юқори тезликларда ишлашига имкон яратмайди. Ундан ташқари понасимон шаклдаги шпонка валдаги деталларни қийшайишига олиб келади, деталнинг гупчаги канчалик катта бўлса, қийшиқлик шунча катта бўлади. Қия шпонка ва қия ўйикли гупчак тайёрлаш технологияси осон эмас, чунки деталларнинг қиялик бурчаклари бир-бирига мос келиши керак.

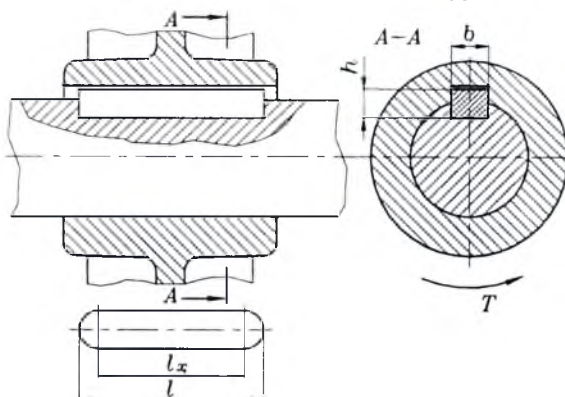
Шунинг учун улар, асосан, секин юрар оғир юкланган механизмларда ишлатилади (кўшалок локомотивлар, прокат станлари барабанлари). Деталлар валларнинг учига ўрнатиладиган ҳолларда цилиндрик шпонкалардан фойдаланилади (12.2-расм). Улар ҳам, олдинги шпонкаларга ўхшаш, маълум даражада тиғизлик билан ўрнатилади. Шпонка учун керак бўлган тешик валга детал жойлаштирилгандан кейин пармалаш йўли билан тайёрланади. Шундан кейин цилиндрсимон штифт тайёрланган тешикка 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.

Зўриктирилмаган 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 зўриктирилмаган бўлганлиги учун шпонкани ҳам, валдаги ўйикни ҳам юқори даражадаги аниқлик билан тайёрлаш талаб этилади, чунки шпонка буровчи моментни ён сиртлари орқали узатади.

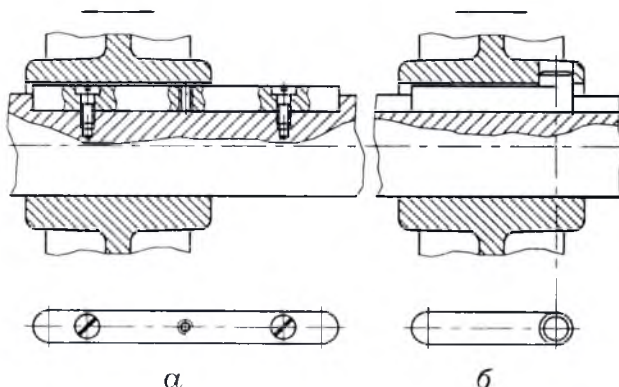
Призматик шпонкали бирикмалар қўзғалувчан ва қўзғалмас бўлиши мумкин. 12.3-расмда қўзғалмас шпонкали бирикма кўрсатилган.



12.3-расм.

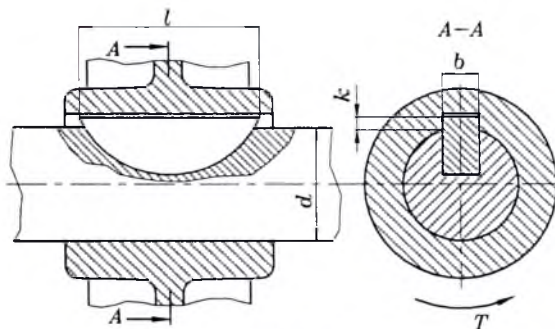
Призматик шпонка, вал ва гупчак ўйикларининг ўлчамлари стандартлашган. Детал гупчагидаги ўйикнинг чуқурлиги вал сиртидан чиқиб турган шпонка баланлигидан ошиқроқ бўлади, натижада шпонканинг устки ва ўйикнинг пастки сирти орасида бўшлик пайдо бўлади.

Қўзғалувчан шпонкали бирикмалар вал ўқи бўйлаб деталнинг силжишини таъминлайди. Бундай бирикмалар, тезлик қутисидagi тишли гилдиракларни ва муфтани ярим паллаларини вал ўқи бўйлаб ҳаракатланишини таъминлаб беради. Бундай холларда 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 расм 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). 12.4-6 расмда қўзғалувчан шпонкали бирикманинг тузилиши кўрсатилган, бунда шпонка деталга бириктирилган. Деталнинг йўли валдаги ўйикнинг узунлигига мос келиши лозим.



12.5-расм.

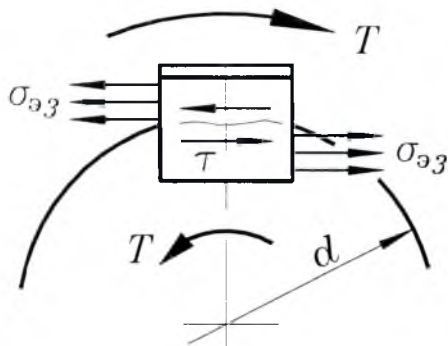
Сегментсимон шпонкали бирикманинг тузилиши 12.5-расмда кўрсатилган. Сегментсимон шпонка ва ўйиклик ўлчамлари ҳам стандартлаштирилган. Шпонкани чуқур ўйикка жойлаштириш уни призматик шпонкага нисбатан турғун мувозанатда бўлишини таъминлайди. Шпонканинг сегментсимон шаклда бўлиши уни ажратиш вақтида ўйикдан 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 эзилишга ва кесилишга ишлайди. Буровчи момент валдан деталга (ёки тескараси) 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 шarti кўйидагича:

$$\frac{2T}{d} = [\sigma_{эз}] \frac{hl_x}{2},$$

бунда: T – валнинг буровчи momenti;

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 шartига асосан, эзувчи кучланиш бўйича текширув ҳисоблаш формуласи:

$$\sigma_{эз} = \frac{4T}{dhl_x} \leq [\sigma_{эз}]. \quad (12.1)$$

Кесувчи кучланиш бўйича мустаҳкамлик шarti:

$$\frac{2T}{d} = [\tau]bl_x,$$

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, тезюар, 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.

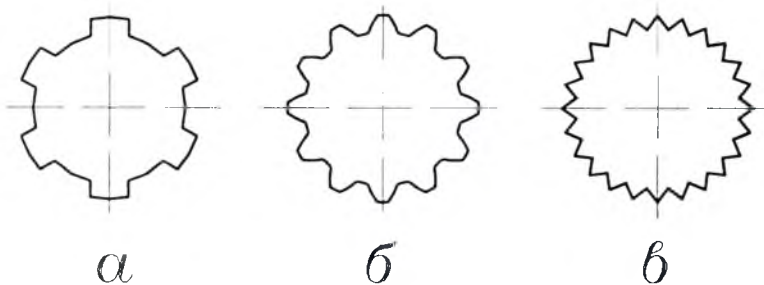
Шлицли бирикмаларни тишли деб ҳам айтилади, чунки валнинг ташки ва детал тешигидаги ички тишлар мавжудлиги тишли бирикмани ҳосил қилади. Шлицли (тишли) бирикмаларни ўлчамлари тикилган.

Шлицли бирикмалар шпонкали бирикмаларга нисбатан куйидаги 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 қўра, 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 сони орасидаги тахминий муносабат қуйидаги расмда кўрсатилган.

Машинасозликда, асосан, тўғри тўртбурчакли ва эволвентали шлицли бирикмалар кенг қўламда ишлатилади, унинг ўлчамлари стандартлаштирилган.



12.7-расм.

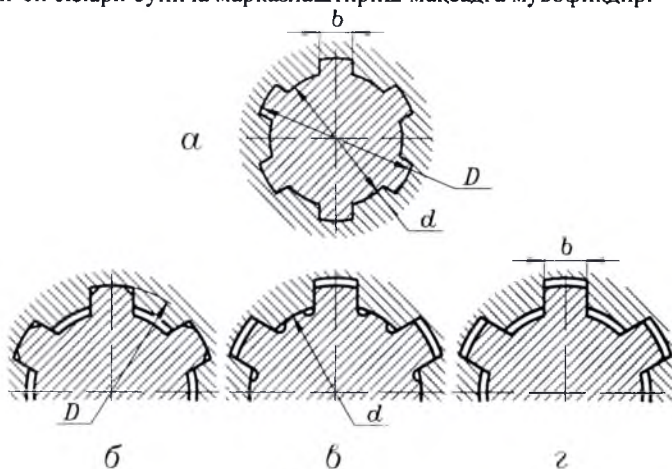
Тўғри тўртбурчакли шлишли узатмалар 12.2-а расмда кўрсатилган. Ҳар хил шароитда ишлайдиган бирикмалар учун, стандартда учта серия мавжуд: енгил, ўрта ва оғир, улар бир-биридан шлишлар сони ва ўлчамлар билан фарк қилади. Тўғри тўртбурчакли бирикмаларда деталлар валга нисбатан қуйидаги усуллар бўйича марказлаштирилади:

Марказлаштиришни учта усули мавжуд:

- ташки 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.

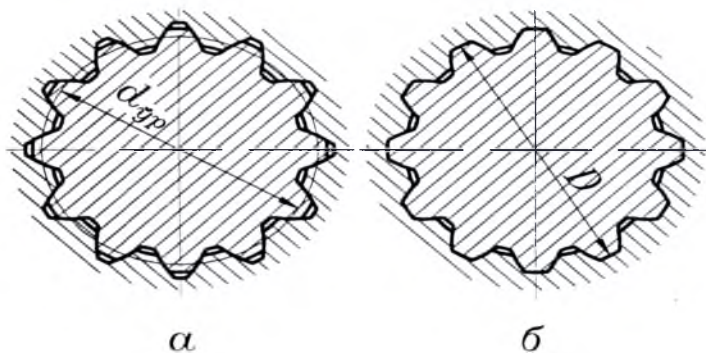
Агар вал ва гупчакнинг ўқдош бўлишини яхши таъминлаш талаб этилса, деталлар шлицнинг диаметрлари бўйича марказлаштирилади. Иш жараёнида зарбли ёки реверс (йўналиш ўзгариши натижасида) юкланиш ҳосил бўлса, шлицнинг ён ёқлари бўйича марказлаштириш мақсадга мувофиқдир.



12.8-расм.

Диаметрлараро марказлаштирилганда, ташки ёки ички марказлаштирилган диаметр технологик талаблар асосида белгиланади. Агар втулка унчалик қаттиқ бўлмаган материалдан ($< 350\text{HB}$) тайёрланган бўлиб, шлицнинг тешигига сидириш (протяжка) билан ишлов берилган бўлса, марказлаштириш ташки 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 кийинроқ, чунки уларнинг ён ёқлар юзаларини жилвирлаш учун махсус станоклар керак бўлади. Валларнинг диаметрлари катта бўлганда, асосан, самолётсозлик ва вертолётсозликда эволвента профили шлицли бирикмалар ишлаталади. Бу бирикмаларни тўғри тўртбурчакли сингари қўзғалувчан шлицли бирикмаларда ҳам ишлатиш мумкин. Эволвента профили шлицли бирикмалар ён ёқлари (12.9-а расм) ва ташки диаметри бўйича (12.9-б расм) марказланадиган қилиб тайёрланади. Энг кўп қўлланадигани- бу шлицларнинг ён ёқлар усулидир.



12.9-расм.

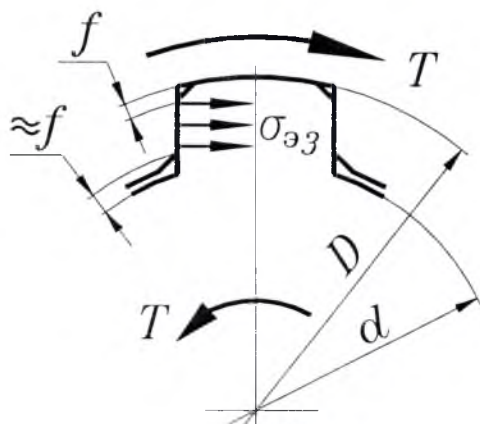
Валлардаги ва ички шлицларни тайёрлаш учун тишли ғилдиракларда ишлатиладиган замонавий технологик усуллар қўлланилади. Лекин, тишли ғилдиракдан фарқли ўлароқ, эволвентали шлицларнинг профил бурчаги 30° га қадар катталаштирилган бўлиб, баландлиги эса модул қийматига камайтирилган бўлади. Эволвента профили шлицлар (тишлар), валнинг тишлари орасидаги ботиқ 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. Юқорида 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 чидамлилиги бўйича ҳисоблаш анча мураккаб ва етарли даражада ўрганилмаган.

Шунинг учун текширув эзилишга ҳисоблаш билан чекланади. Содалаштирилган моделда таъсир этувчи юкланиш шлицларни баландлиги ва узунлиги бўйича бир меъёردа тарқалади деб қабул қилинади (12.10-расм).



12.10-расм.

Шлицларнинг ён ёқларидаги эзувчи кучланиш:

$$\sigma_{\text{эз}} = \frac{T}{\frac{d_{\text{yp}}}{2} z h l K} \leq [\tau_{\text{yp}}], \quad (12.5)$$

бу ерда: T – валнинг буровчи моменти;

d_{yp} – бирикмаларнинг ўртача диаметри;

z – шлицлар сони;

h – тишнинг ички баландлиги;

l – шлицнинг ички узунлиги;

K – шлицларо нагузканинг нотекис тақсимланишини ҳисобга олувчи коэффицент.

Ўртача диаметр d_{yp} ва шлицлар баландлиги h тўғри тўртбурчакли ва эволвентавий бирикмалар учун ҳар хил аниқланади.

Тўғри тўртбурчакли шлицлар учун:

$$d_{\text{yp}} = \frac{D+d}{2}; \quad h = \frac{D-d}{2} - 2f.$$

бунда: f – фаска ўлчами (12.10-расм).

Эволвентали шлицлар учун:

$$d_{yp} = z m; h = m,$$

бунда: m – тишлар модули.

Рухсат этилган эзувчи кучланиш:

- кўзгалмас бирикмалар учун $[\sigma_{ЭЗ}] = 50\ 4\ 150$ МПа;

- кўзгалувчан бирикмалар учун $[\sigma_{ЭЗ}] = 10\ 4\ 20$ МПа.

Буларнинг аниқроқ қийматлари, шлиц материалнинг каттиклигига ва шлицли бирикмаларнинг ишлаш шароитига қараб маълумотномалардан танлаб олинади.

12.5-§. Ҳисобга доир мисол

Тишли ғилдиракдан 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: $[\sigma_{ЭЗ}] = 140$ МПа.

Шпонканинг ҳисобий узунлиги (12.3-расм):

$$l_x = \frac{4 T}{d h [\sigma_{ЭЗ}]} = \frac{4 \cdot 500 \cdot 1000}{30 \cdot 7 \cdot 140} = 67,8 \text{ мм.}$$

Шпонка узунлигини $l_b = 70$ мм деб қабул қиламиз.

12.6-§. Назорат саволлари

1. Шпонкали бирикмаларни ишлатишдан мақсад нима?
2. Зўриктирилган ва зўриктирилмаган шпонкали бирикмаларнинг фарқи нимада?
3. Кўзгалувчан 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. Кўзгалувчан 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 фақат валлар учини бир-бири билан улайдиган муфтлар билан танишиб чиқамиз. Худди шу муфтларнинг ўзи тишли ғилдираклар, шкивлар ва шу каби деталларни валга ўрнатилган ҳолида уларнинг учини бир-бири билан улашга хизмат қилади.

Муфтлар қуйидаги турларга бўлинади: бошқарилмайдиган, бошқарилмайдиган ва ўз-ўзини бошқарувчи (автоматик).

Бошқарилмайдиган муфтлар ўз навбатида, доимий бириктирилган, компенсацияловчи (нотекисликларни тўғриловчи) ва сақлагич 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 бирликни 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 элементлари билан ҳам бикрликка эга бўлган бўгин вазифасини бажаради, натижада машиналарни резонанс зонага кирмасдан ишлашини таъминлайди ва тебранишдан сақлаб қолади.

Сақлагич муфтлар ўта юкланиш ва авария ҳоллари рўй берганда, машина механизмларини синиб кетишдан сақлайди.

Бошқарилувчи муфтлар валларни ёки валларга жойлаштирилган деталларни ўзаро бирлаштириш ёки ажратиш учун хизмат қилади. Бундай жараёнлар кўзгалмас валларда ёки айланиб турган вақтда бажарилиши мумкин. Бошқарилмайдиган 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.

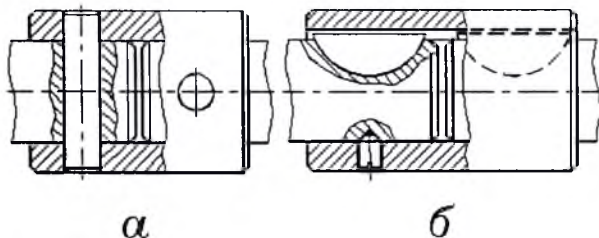
13.2-§. Доимий бириктирилган муфтлар

Доимий бириктирилган муфтлар кўзгалмас муфтлар туркимига кириб, валларни ўзаро бириктириш (кўзгалмас бирикмалар) ёрдамида бажарилади, бунинг учун уларни юкори аниклик билан марказлаштириш лозим.

Доимий бириктирилган муфтларнинг энг оддийси втулка кўринишидаги 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

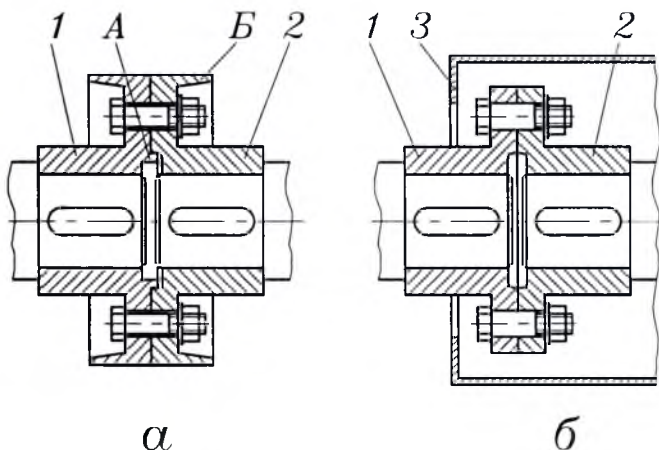
бўйлаб силжитишига тўғри келади. Шунинг учун уланадиган валлар диаметри 50 мм га эга бўлган катта ўлчамларга эга бўлмаган машина механизмларида ишлатилади. Муфталарнинг мустаҳкамлиги, асосан, шпонкали, штифли ёки шлицли бирикмаларнинг чидамлилиги ҳамда втулканинг мустаҳкамлиги билан белгиланади.



13.1-расм.

Гардишсимон япалок муфталар (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 муфталар тузилишининг бир тури 13.2-а расмда кўрсатилган. Бу муфта болтлар ёрдамида бўшлиқ 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 инобатга олган ҳолда болтли бирикмани бошқариб турган қисми буртик Б ёрдамида бириктирилган.



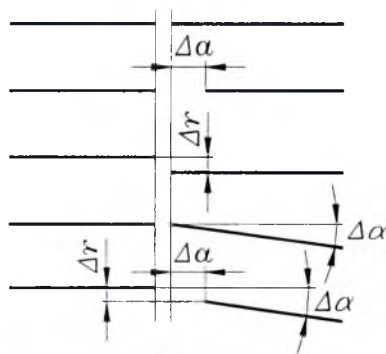
13.2-расм.

13.2-б расмда кўрсатилган гардишли ялпоқ муфтани иккита ярим паллали муфтalar 1 ва 2 бўшлиқсиз ўрнатилагн болтлар ҳисобига марказланиши мумкин. Бундай муфтalarда буровчи момент, асосан, кесилиш ва эгилишга ишлайдиган болт стерженлари ҳисобига узатилади. Муфтalarнинг 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 муфтalar

Кўпгина шароитларда, бирлашадиган валлар ўқининг ўзаро жойланиши жуда аниқ бўлмай, механизмларни йиғиш ва тайёрлашдаги нотекисликлар 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 , бурчақли силжиш ёки бурилиш $\Delta\alpha$.



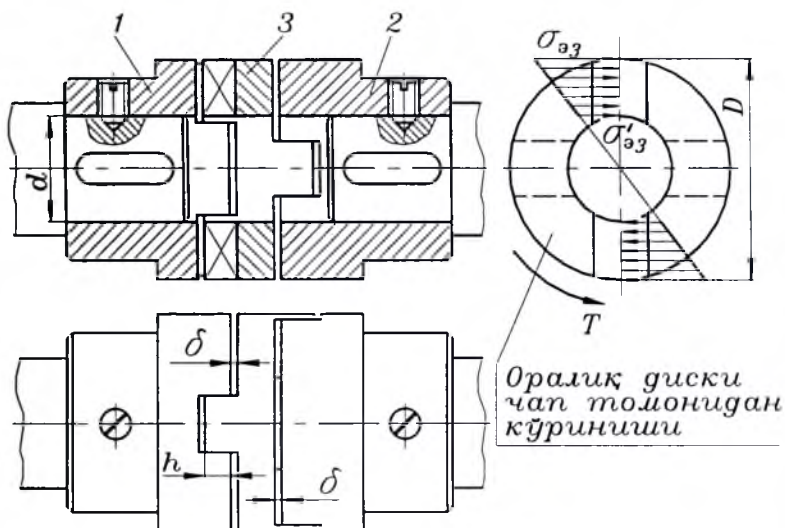
13.3-расм.

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 муфтalar ишлатилади.

Ўқдош жойлашмаган валлар оғишини компенсация қилиш ярим паллали муфтalar орасидаги элементлар ёрдамида амалга оширилади. Оралиқдаги қаттиқ элементлар компенсацияловчи муфтalarда ишлатилади, оралиқдаги деформацияланадиган элементлар эса эластик муфтalarда қўлланилади. Эластик муфтalar машинанинг юритма звеносини бикрлик хусусиятини камайтириш функциясини ҳам бажаради.

Машинасозликда кўп ишлатиладиган муфтalarдан яна бири муштсимон диски муфтalarдир, айрим ҳолларда уни айқашсимон-қулисали деб ҳам юритилади. Бундай муфтalarнинг тузилиши 13.4-расмда кўрсатилган. Муфта иккита ярим паллали 1 ва 2 муфтадан ҳамда оралиқда жойлашган диск 3 дан иборат

Муфта ажратиш сиртида призмастик ўйиклари бўлган иккита ярим муфтадан ва улар орасидаги ўрнатиладиган ҳамда икки томонида ярим ўйикларга жойлашадиган ўзаро перепендикуляр қилиб тайёрланган чизиклари бўлган дискдан тузилган.



13.4-расм.

Перепендикуляр 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 чикикларнинг ярим муфта сиртидаги ўйикларда сирпаниши сиртларнинг ейилишига сабаб бўлади, бундай ҳолатда узатилаётган қувватнинг тахминан бир процентга яқини йўқолади, шунинг учун ейилишни камаййтириш 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 ораликдаги диск чизиклари яриммуфта ўйиғи сиртлари билан бир текисда муайян тегиб туради, деб фараз қилиш керак. Бундай ҳолда ҳар бир ўзаро контактда бўлган нукталарнинг деформацияси ва кучланиши муфта ўкига нисбатан шу нукталар оралиғига пропорционалдир. 13.4-расмда кўрсатилган эзувчи кучланиш эпюроси шартли равишда ён ёқлардаги ўйикдан диаметр томон сурилган. Мустаҳкамлик максимал эзувчи кучланиш $\sigma_{\text{эз}}$ бўйича аниқланади.

Оралик дискининг мувозанат шarti:

$$Tk = FR_{yp}z,$$

бунда: T – узатиш буровчи моменти;

k – юкланишнинг динамикавий таъсирини эътиборга олувчи коэффициент: 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 қиймати (16.4-расм);

$$\sigma_{yp} = \frac{\sigma_{\Sigma\Sigma} + \sigma'_{\Sigma\Sigma}}{2}.$$

Адолатли мутаносиблик бўлганда, $\sigma_{\Sigma\Sigma} / \sigma'_{\Sigma\Sigma} = D/d$,

$\sigma'_{\Sigma\Sigma} = \sigma_{\Sigma\Sigma} d/D$ бўлади. Унда:

$$\sigma_{yp} = \frac{D\sigma_{\Sigma\Sigma} + d\sigma'_{\Sigma\Sigma}}{2D} = \sigma_{\Sigma\Sigma} \frac{D+d}{2D}.$$

R_{yp} – чиқикнинг ўртача радиуси (ўртача диаметри ярмиси):

$$R_{yp} = \frac{D+d}{4}.$$

z – чиқиклар сони: $z = 2$.

Бу қийматларни дастлабки ифодага қўйиб, мувозанат шарти асосида соддалаштириб, қуйидаги тенгликни оламиз:

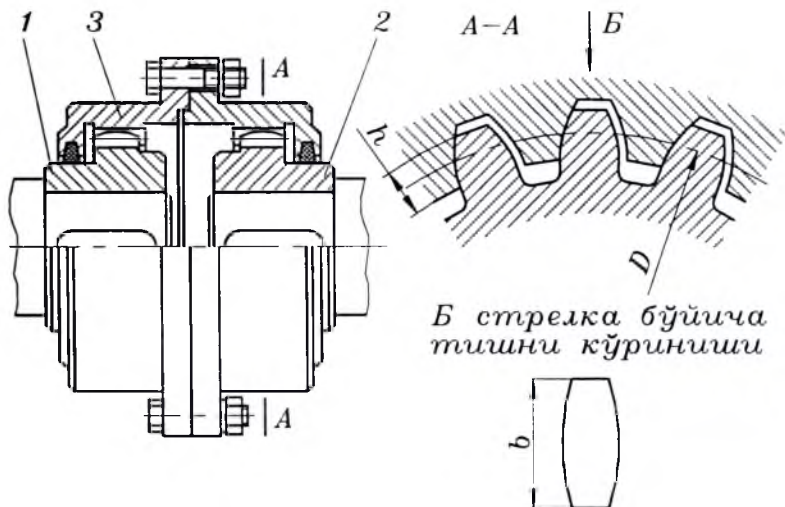
$$Tk = \sigma_{\Sigma\Sigma} h \frac{(D+d)^2 (D-d)}{8D}.$$

Бу шартдан айқашсимон-кулисали муфтларни текширишга ҳисоблаш формуласини келтириб чиқарамиз:

$$\sigma_{\Sigma\Sigma} = \frac{8kTD}{h(D+d)^2 (D-d)} \leq [\sigma_{\Sigma\Sigma}]. \quad (13.1)$$

Айқашсимон-кулисали муфтларнинг деталлари конструкцион ва легирилган пўлатлардан тайёрланади. Бу ҳолда $[\sigma_{\Sigma\Sigma}] = (15 \div 20)$ МПа қабул қилинади.

Хар хил кўринишда бўлган ўқдош жойлашмаган валларни компенсациялашда кўп ишлатиладиган муфталардан яна бири тишли муфталар ҳисобланади (13.5-расм).



13.5-расм.

Шундай муфта 1 ва 2 ярим муфтадан иборат бўлиб, ташки тишлар ва ажралувчи халқа 3 ҳамда икки қаторли ички тишлардан ташкил топган. Тишлар эвольвентавий 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 оралиғидаги ишчи муфталарнинг момент узатиб бериши тишларни ўзаро сирпанишига олиб келади. Ейилиш миқдорини камайтириш учун қисқич халқа ичига суяк мой қуйилади.

Ярим муфтани бочкасимон шаклдаги тишлари қисқич хал-кани тўғри тишлари билан контактда бўлиши юқори кинематик жуфтликда бўлади, шундай экан, тишли узатмалар сингари, муфта тишларини мустаҳкамликка ҳисоблаш контакт кучланиш бўйича бажарилади. Лекин, ҳақиқий контакт кучланишни аниқлаш бирмунча қийин, чунки тишларга таъсир этаётган кучларнинг қиймати, йўналиши ҳамда ўрни шароитга қараб ўзгариб туради. Ундан ташқари, тишлар контактда ишлангандан сўнг, унинг юзалари сезиларли даражада катталашади. Шунинг учун, бу муфталарга ҳисоблашни шартли усули билан алмаштирилади, ҳисоблашдаги аниқсизликлар руҳсат этилган кучланишларни амалиёт жараёнига асосланган ҳолда танлаш билан кифояланилади.

Бу ҳолда мустаҳкамлик шarti қуйидаги кўринишда бўлади:

$$T k = \sigma_{33} b h z \frac{D}{2}$$

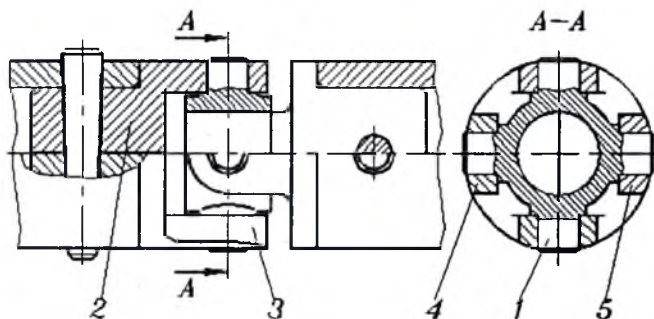
Бунда: T – узатиладиган буровчи момент;
 k – динамик юкланиш коэффициенти;
 b – тиш узунлиги (13.5-расм);
 z – тишлар сони;
 D – тишларни бўлувчи диаметри.

$D = mz$ ни ҳисобга олган ҳолда ва тишнинг фойдали баландлиги ҳақиқий тузилмаларда $h = 1,8 m$ бўлганда, мустаҳкамликнинг шартли формуласи қуйидаги шаклда бўлади:

$$\sigma_{33} = \frac{T k}{0,9 D^2 b} \leq [\sigma_{33}] \quad (13.2)$$

Тишли муфталарнинг деталлари конструкцион ва легирилган пўлатлардан тайёрланади. Бунда $[\sigma_{33}] = (12 \text{ } 4 \text{ } 15) \text{ МПа}$ 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 инobatга олинган бурчак ўқдошлиги $(30 \div 40)^\circ$ 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.



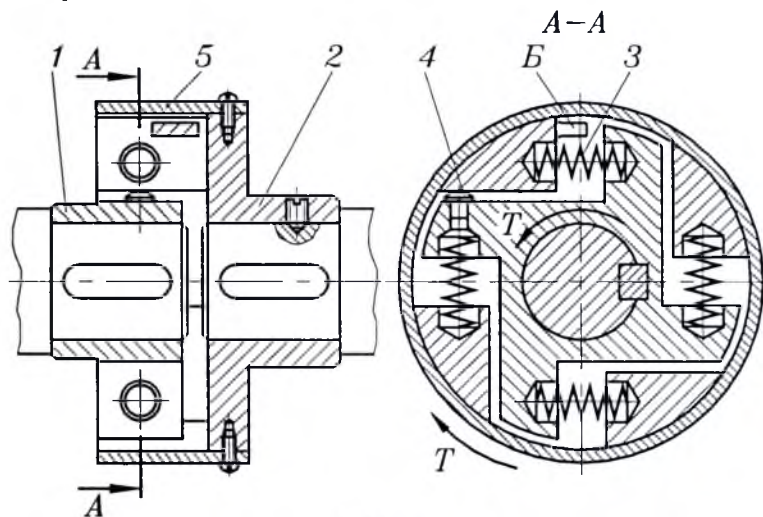
13.6-расм.

Бутсимон палла 1 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 ўкдошлиги қатъий бўлиш ёки бўлмаслигига қарамадан, ҳамма нотекисликларни тўғрилайди (компенсациялайди). Эластик муфталар ўз элементлари билан юритишда кам бикирликка эга бўлган бўгин вазифасини ҳам бажариб, машиналарнинг имконияти борича резонанс шароитда ишламаслигини таъминлайди, тебранишдан саклайди. Бунинг учун муфталарни эластик элементи етарли даражада бикирликка эга бўлиши керак. Бу тўғрида ҳисоблашга зарур бўлган маълумотлар «Машина ва механизмлар назарияси» кутубхонасида берилган.

Эластик муфталарнинг тузилиши ҳар хил кўринишда учрайди. Эластик элемент материалларига қараб бу муфталар икки турга бўлинади: эластик элементлари метали ва металлмас.



13.7-рasm.

Эластик элементи металл симдан ўраб тайёрланган цилиндр-симон пружинали эластик муфта 13.7-рasmда 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 сиқилишга ишлайдиган қилиб, деформацияланган тўртта пружиналар 3 жойлаштирилади.

Бирор бурчакда жойлашган ярим муфтанing дастлабки ҳолати чеклагич 4 билан аниқланади. Пружина деформациялангандан кейин ярим муфтанing нисбатан бурилиш имконияти ярим муфта 2 га ўрнатилган чеклагич Б билан

белгиланади. Муфта ташки томондан саклагич 5 билан беркитилган. Пружина дастлабки сиқувчи куч F_1 таъсирида T_1 момент билан юклангунга қадар бу муфта етарли 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 шarti 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 оркали узатиладиган момент;

D – пружина ўрта диаметри;

τ – пружина ўрамларидаги буровчи кучланиш;

W_P – пружина ўрамининг кўндаланг кесим қаршилик моменти.

$$W_P = \frac{\pi d^3}{16}, \quad (13.6)$$

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:

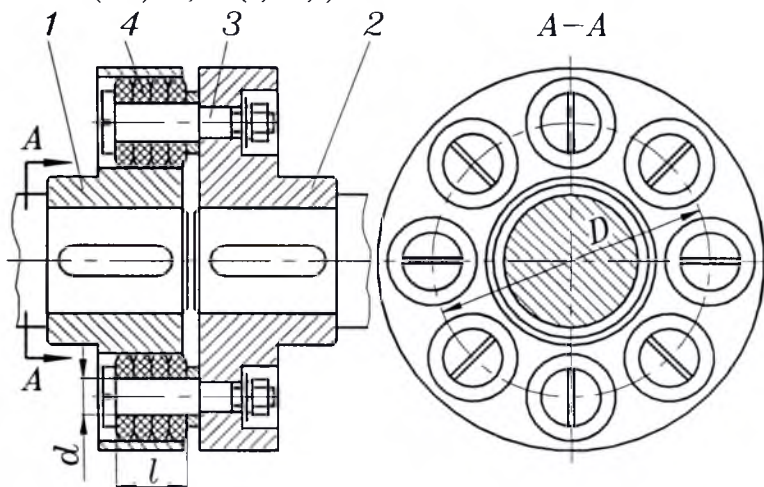
$$\tau = \frac{8DT_{max}k_B}{\pi d^3 R z} \leq [\tau]. \quad (13.7)$$

Пружинани тайёрлаш учун махсус пружинали пўлатлар (пўлат 65Г) ишлатилади. Уларнинг турларига қараб руҳсат 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 қийматли бурувчи моментларни узатиб бериш учун мўлжалланган. Валларинг диаметри 150 мм гача ва узатиб бериш моментлари 15000 Нм гача бўлган муфта ўлчамлари стандартлаштирилган.

Кесими трапеция 4 шаклида бўлган бир неча резинали халка бармоқ 3 га жойлаштирилиб, ярим муфта 2 га маҳкамланган бўлади (13.8-расм). Бу халқалар ярим муфта 1 тешигига киритилади. Бундай муфталар юритманинг кам бикрлик бугини сифатида хизмат қилади ва ўқдош жойлашмаган валларни қуйидаги ораликда компенсация қилади: ўк бўйлаб силжиш $\Delta a \leq 18$, буралиш $\Delta a = (1 \div 5)$ мм, $\Delta r = (0,3 \div 0,6)$ мм.



13.8-расм.

Танлаб олинган муфталарнинг мустаҳкамлигини текшириб кўришда резина халқанинг бармоққа тегиб турган юзаси бўйича эгилишга ҳисобланади. Бунда шунинг ҳисобга олиш керакки, бармоқлар текис юкланган, эгувчи кучланиш эса втулка узунлиги бўйича бир меъёрида тақсимланган. Текширув формуласи қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\sigma_{33} = \frac{2T k}{D z d l} \leq [\sigma_{33}] \quad (13.8)$$

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);

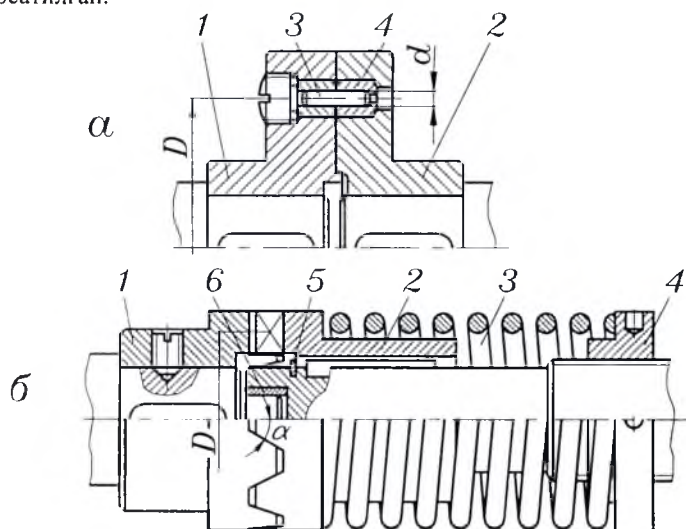
l – бармоқлар узунлиги (13.8-расм).

Резиналар учун рухсат этилган кучланишнинг киймати учун $[\sigma_{\Sigma}] = (1,8 \div 2)$ МПа ни қабул қилиш тавсия этилади.

13.5-§. Сақлагич муфталар

Сақлагич муфталар, ўта юкланиш натижасида авария (бузилиш) ҳолатига тушиб қолган механизмларнинг кинематик занжирларини химоя қилиш учун хизмат қилади, яъни бу муфталар валларни бир-биридан (автоматик) ажралишига имкон яратади. Бундай муфталар икки турга бўлинади. Кесувчи элементли сақлагич муфталар ва синиб кетадиган элементи бўлмаган сақлагич муфталар. Сақлагич муфталар фақат ўқдош валларга ўрнатилиши мумкин, бунда валлар муфта ўрнатилишидан олдин ёки шу муфталар орқали марказлаштирилади.

13.9-а расмда, синиб кетадиган элементи бор муфтанинг тузилиши кўрсатилган.



13.9-расм.

Буровчи момент ярим муфталар 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 коэффициентлари;

z – штифт сонлари; амалиётда $z=1$ ёки $z=2$ қилиб олинади;

K_z – штифтлараро юкланишнинг тенг тақсимланмаганини 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 $[\tau]$ қийматини штифт материални кесилишдаги мустаҳкамлик чегарасига тенг деб ҳисобланади. Нормаллашган конструкциядан пўлатдан тайёрланган штифтлар учун $[\tau]=(300\div 400)$ МПа.

Сикмайдиган элементлик сақлагич муфтлар 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 муфтлар трапеция шаклдаги кулачоклар билан таъминланган. 1 ярим муфта валга жипс маҳкамланган, 2 ярим муфта эса қўзғалувчан шпонкали бирикма ҳисобига вал ўқи бўйлаб силжиши мумкин. Ярим муфтлар кулачокларини ўзаро илашиши пружина 3 билан таъминланади ва 4 гайка орқали бу куч ростланади. Ярим муфта 2 нинг чапга силжиши тўхтатгич халқа 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 ўқ бўйлаб йўналган куч пайдо бўлади, бу куч ярим муфтани ажратишга ва илашмадан чиқаришга ҳаракат қилади. Бунда кулачок сиртларидаги пружина ва ишқаланиш кучи ва қўзғалувчан шпонкали бирикма ҳаракати қаршилик кўрсатади. Муҳандислик ҳисоблашларида ишқаланиш кучини ҳисобга олмаслик мумкин, чунки тебраниш бу кучларни сусайтиради. Унда пружиналаштирилган ярим муфтанинг мувозанат шarti қуйидаги кўринишда бўлади:

$$F = \frac{2Tk}{D}tg\alpha, \quad (13.11)$$

бунда: F – пружина кучи;

T – узатиладиган буровчи момент;

k – динамик юкланиш коэффициентлари;

D – муфтларнинг ўртача диаметри;

α – муштларнинг тўмтоқлашган бурчаги.

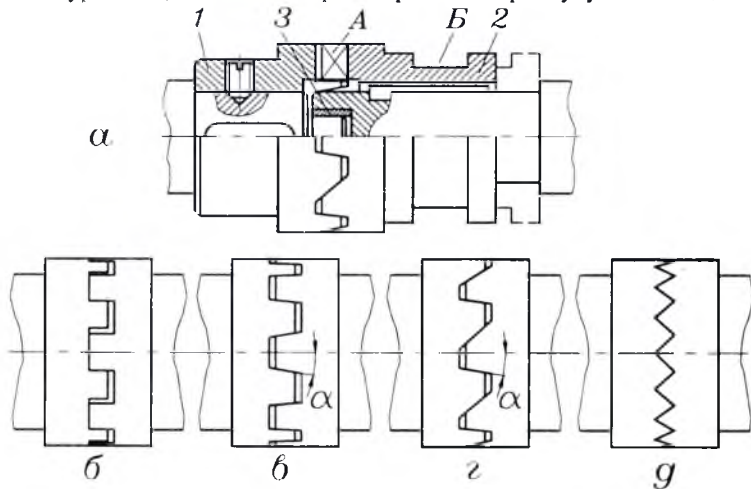
(13.11) шарт максимал узатиб бериладиган моментга қараб пружина танлаш учун хизмат қилади. Муштли сақлагич муфтларни ишлатишда қуйидаги факторларни ҳисобга олиб қўйиш зарур деб ҳисобланади. Маълумки, ўта юкланишда муфтларнинг ишга тушиши кулачокларни ўзаро зарб билан ҳаракатланишига ва ишқаланишини жадаллаштиришга олиб келади, шунинг учун, бундай муфтларни конструкциясига қўшимча равишда юритма двигателини ўчириш учун мосламалар мўлжалланиши керак.

Фрикцион сақлагич муфтлар (дискли ёки конуссимон) шовқинсиз сийқаланиб боради. Лекин ейилиш даражасини камайтириш учун вақт-вақти билан юритма двигателни ўчириб туриш керак. Дискли сақлагич муфтларнинг ҳисоби бошқариладиган уловчи муфтларга ўхшаш бўлганлиги учун, у билан қуйидаги мавзуда танишамиз.

13.6-§. Бошқариладиган ёки илашиш муфтлари

Бошқариладиган муфтлар бошқариш механизми ёрдамида валларни улаш ёки ажратиш учун ишлатилади. Бундай муфтлар ишлаш принципига қараб икки гуруҳга бўлинади: илашиш асосида ишлайдиган (кулачокли, тишли) муфтлар; ишқаланиш асосида ишлайдиган (фрикцион) муфтлар.

Кулачокли муфтлар (13.10-а расм) нинг ярим муфтлари 1 ва 2 кундаланг сиртида чизиклар А ясалган. Иш жараёнида ярим муфтлардан бирининг чизиклари иккинчидаги ботиқлар орасига киради. Муфтларнинг имкониятига қараб, улаш ёки ўчириш учун ярим муфта 2 вал ўқи бўйлаб бемалол сурила оладиган қилиб, йўналтирувчи шпонка қилиб ўрнатилган ярим муфта махсус қурилма воситасида сурилади. Унинг ишчи элементи ариқча Б га кириб туради. Расмда штрихланган чизиклар муфтларнинг ажратилган ҳолатини кўрсатади, ҳалка 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 бўшлиқ 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 бўшлиқ 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 профилли, 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: $\alpha = (3 \ 4 \ 5)8$.

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 мустақамликка ҳисоблаш эзувчи кучланишнинг тақриби бўйича, юкланиш кулачоклар аро тенг тақсимланган деб, қуйидагича ҳисобланади:

$$\sigma_{33} = \frac{2T k}{D z b h} \leq [\sigma_{33}], \quad (13.12)$$

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 рухсат этилган кучланишнинг қуйидаги қийматлари белгиланади:

$[\sigma_{33}] = (90 \div 120)$ МПа – тинч турганда уланадиган;

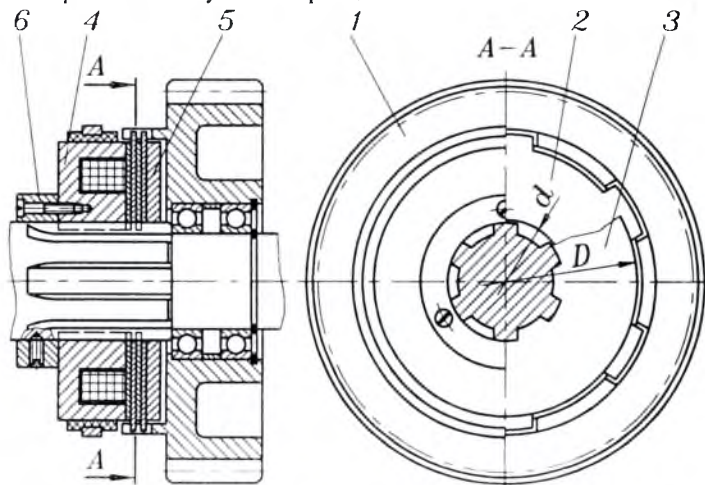
$[\sigma_{33}] = (50 \div 70)$ МПа – секин айланганда уланадиган;

$[\sigma_{33}] = (35 \div 45)$ 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: дискли муфтлар (иш сирти текис); конуссимон муфтлар (иш сирти конуссимон); колотқали, лентали ва бошқа муфтлар (иш сирти цилиндр шаклида).

Электромагнит дискли муфта тузилиши 13.11-расмда кўрсатилган. Бу бошқариладиган фриクション дискли муфта ҳисобланиб, бошқариш воситаси электромагнит ҳисобланади. Бу муфта айланадиган валларни ўзаро бириктириш учун эмас, балки тишли гилдирак билан вални бириктириш учун хизмат қилади. Тишли гилдирак 1 валдаги шарикли подшипникда эркин айланади. Бу гилдирак билан иккита етакловчи 2 дискларнинг ташқи чизиклари гилдиракнинг махсус ботиклар (арикчалар) ига киритиб турган ҳолда боғланган. Иккита етакланувчи диск 3 эса ички чизиклари ёрдамида вал билан боғланган.

Бу икки жуфт дисклар 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 дисклар ярмо билан якор орасида ўзаро бир бирига сиқилган ҳолда бўлиб, ҳаракат тишли гилдиракдан валга узатиб берилади.



13.11-расм

Ҳалқали 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 ташқи ва ички дискларнинг иш сиртларининг диаметри (13.11-расм);

f – диск сиртларининг ишқаланиш коэффиценти;

z – ишқаланадиган сиртлар жуфтлари сони; $z = n - 1$; n – дисклар сони (13.11-расмдаги муфта учун $n = 4$).

(13.13) формуладан кўрииб турибдики, сиқилувчи куч ва дисклар диаметрини ўзгартирмай, муфтанинг дисклар сонини кўпайтирилса, буровчи моментни оширишга эришилади. Фрикцион муфталарнинг 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:

$$P = \frac{4F}{\pi(D^2 - d^2)} \leq [P]. \quad (13.14)$$

Ҳаракатта келтириш принципларига кўра юқорида келтирилган ташки диски муфталар пневматик, гидравлик ва механик бўлиши мумкин. Улар мойланган ва мойланмайдиган ҳолда ишлаши мумкин. Дисклар пўлат, чўян, металл, керамика қопланган ёки металл эмас фрикцион материаллардан тайёрланиши мумкин.

Рухсат этилган солиштира босим ва ишқаланиш коэффиценти 13.2-жадвалда келтирилган. Ишлаш қобилиятига кўпроқ таъсир кўрсатувчилардан бири иссиқлик режими ҳисобланади. Муфталарни исиб кетиши сиртларнинг сирпанишига боғлиқдир. Қисқа вақт ичида уланган муфталарда 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

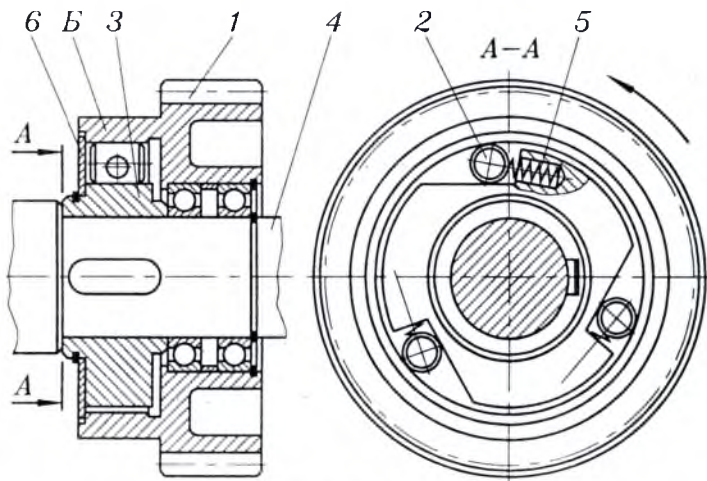
Иссиклик муфта деталларини киздиради ва ташки мухитга таркатади. Бир соат ичида доимий улашиб ишлайдиган муфталарнинг деталларини мойлаб туриш тавсия этилади.

13.7-§. Эркин ҳаракатланувчи ёки ўсувчи муфталар

Эркин ҳаракатланувчи ёки ўсувчи муфталар автоматик муфталар турига кириди. 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 кўринишларда 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 *б* беркитиб туради.



13.12-расм.

Агар тишли гилдирак 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 гилдирак билан вал кўзгалмас бирикмага айланиб, буровчи момент гилдиракдан валга узатилади. Гилдирак қарама-қарши томонга айланса, роликлар ўйикнинг кенг жойига ўтиб олади ва гилдирак 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 коэффициент) 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:

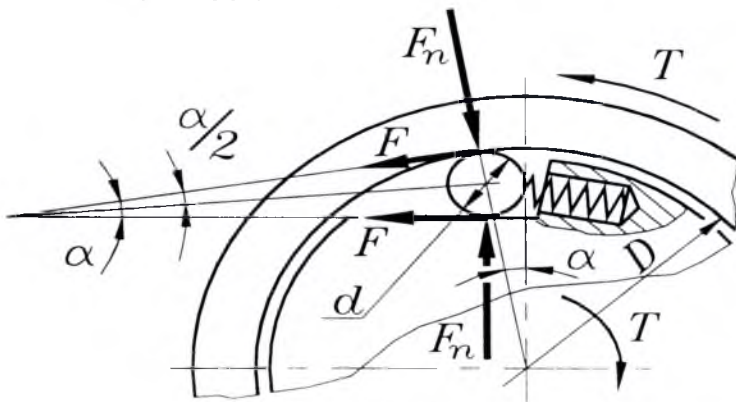
$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \leq f = \operatorname{tg} \rho$$

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 $\alpha = (7 \text{ } 4 \text{ } 8)8$.



13.13-расм.

Ролик ва обойманинг ишлайдиган юзалари ҳамда валдаги ярим муфта контакт кучланиш бўйича ҳисобланади. Тегишли формулани келтириб чиқариш учун обойманинг мувозанат шартини келтирамиз:

$$T k = F \frac{D}{2} z = F_n \frac{D}{2} z \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}, \quad (13.16)$$

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:

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

Ёслатамиз: 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

Пулат дисклардан тузилган диаметри $d = 40$ мм бўлган валга ўрнатилиб, $T = 100$ Нм бўлган буровчи момент узатувчи кўп дискли мойда ишлайдиган фрикцион муфта ҳисоблансин (13.11-расм).

Ечиш. Ҳисоблаш ва лойиҳалаш дискларнинг сонини, ташқи диаметри D ва сонини аниқлаш, сиқувчи кучнинг ҳисоби ва рухсат этилган ҳисобий босимга тикиширув ҳисобидан иборат.

Дискларни сиқувчи куч куйидагича аниқланади (13.13):

$$F = \frac{4Tk}{(D+d)f(n-1)},$$

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; пулат дисклар учун $[p] = 0,7$ МПа (13.2-жадвал).

(13.13) ва (13.14) формулаларни тенглаштираемиз:

$$\frac{4Tk}{(D+d)f(n-1)} \leq \frac{1}{4} \pi (D^2 - d^2) [p].$$

Топилган тенгсизликда иккита номаълум бор: дискнинг ташқи диаметри D ва дисклар сони n . Техник адабиётларда шунга ўхшаш муфтларни ўрганиш натижасида $D = 120$ мм қабул қилинган. У ҳолда дисклар сони:

$$\begin{aligned} n &= \frac{16Tk}{(D+d)(D^2-d^2)\pi[p]f} + 1 = \\ &= \frac{16 \cdot 100 \cdot 1000 \cdot 1,4}{(120+40)(120^2-40^2)3,14 \cdot 0,7 \cdot 0,06} + 1 = 9,29. \end{aligned}$$

Дисклар сонини $n = 10$ деб қабул қиламиз.

Дискларни сиқувчи кучнинг талаб қилинган қийматини аниқлаймиз:

$$F = \frac{4Tk}{(D+d)f(n-1)} = \frac{4 \cdot 100 \cdot 1000 \cdot 1,4}{(120+40)0,06(10-1)} = 6481,5 \text{ Н.}$$

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 кониқарли, чунки $p < [p] = 0,7$ 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. Купгина муфталарни ҳисоблашда қандай кучланишлар асосий белгиловчи ҳисобланади?
8. Сақлагич муфталарнинг турларига изоҳ беринг.
9. Сақлагич муфталарни ишлатилишида валларнинг ўқдошлигига қандай талаблар қўйилган?
10. Кесилувчи элементли сақлагич 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 қобилиятини 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 бикрликда 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 зўриқиш ҳолатда жойлаштирилади. Шунга ўхшаш бирикмаларнинг бир хили келтирилган (валларни ўзаро бириктириш муфтлари). Клеммали бирикмада махсус сиқувчи 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 кесми думалок 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 қиради.

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 камрок 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 белгиловчи мезон мустаҳкамлик ҳисобланади.

Бирикмалар бирикувчи деталлар каторида тенг мустаҳкамликка эга бўлиши керак. Масалан, пайванд чокнинг ва пайвандланадиган деталларни мустаҳкамлик 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 чизиғи 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, қувур тикин ва бошқалар) кесилади.

2. Резба ўки бўйлаб жойлашган кесим шаклига қараб, учбурчакли, трапеция, доиравий ва ҳоказоларга бўлинади.

3. Винт чизигининг йўналишига қараб, ўнг ва чап резбаларга бўлинади. Резба ўрама винт чизиғи бўйлаб чапдан ўнгга қараб йўналса, чап резба дейилади. Ўнг резба кўп ишлатилади, чап резба эса зарурат бўлган ҳолардагина қўлланилади.

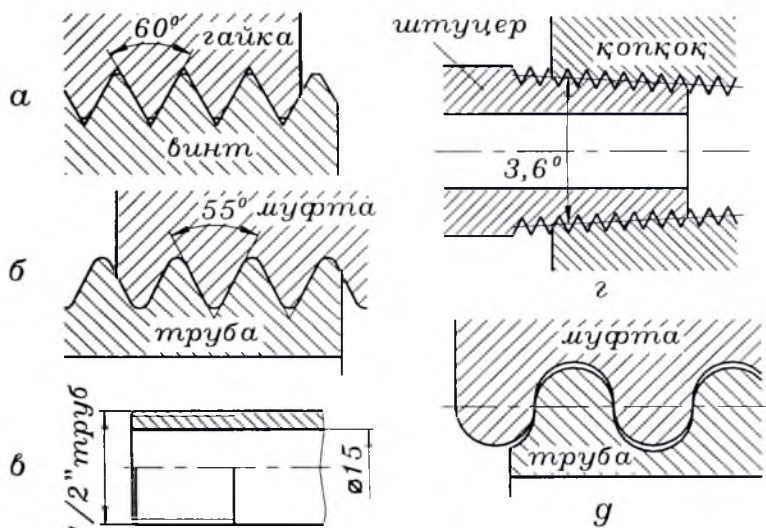
4. Киримлилар сонига қараб, резбалар бир киримли, икки киримли ва ҳоказо бўлади. Резба битта чизикли винт сиртида жойлашган бўлса, бир киримли, иккита параллел жойлашган винт чизиғи текислигида резба қирқилган бўлса, икки киримли, учта бўлса, уч киримли дейилади. Агар киримлилар сони иккита ва ундан 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 мустаҳкамлигини таъминлаш билан бир каторда бириктирилган деталлар ўз-ўзидан бўшашиб кетмаслиги учун етарли даражада ишқаланиш кучини ҳосил қилиши лозим.

Маҳкамлаш учун мўлжалланган резбалар қуйидаги хилларга бўлинади: метрик, қувур ва доиравий. Бундан ташқари бошқа қўринишда бўлган бириктирувчи резбалар ҳам бор, масалан, геология соҳасида ишлатиладиган қовлаш станокларининг қувурлари 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.

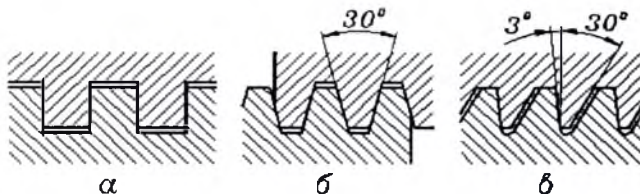


14.1-расм.

Қувурларда ишлатиладиган резбалар цилиндрсимон ва конуссимон бўлади. Асосан, қувурларда доиравий резбалар ишлатилади. Улар қувурларни 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 қувурни ички диаметрига мос келади. Масалан, ярим дюймли қувурли резба (1/2 труб) – бу резба газ ўтказиш учун мўлжалланган стандарт труба 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 илмокларида, 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 кийин 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 тараккийлашгани 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.

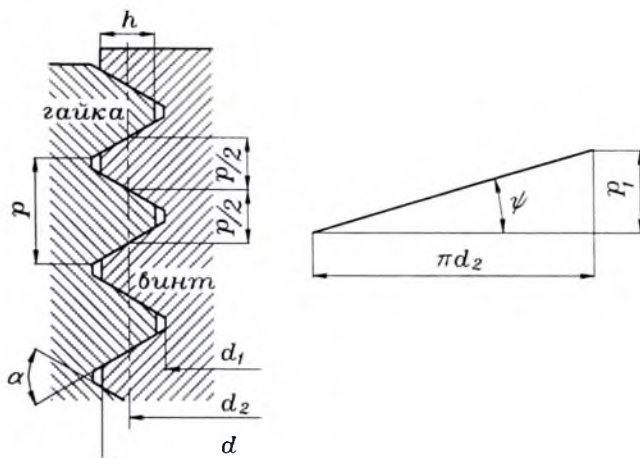
2. Токарлик винт-қирқиш ёки махсус станокларда кескичлар ёрдамида олиш. Майда серияли (майда маҳсулотли) ишлаб чиқаришда ишлатилади.

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 ташқи 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 бушлиқ диаметрларнинг чегарадан чиқиш ҳисобига 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 ўк бўйлаб ўлчанган масофа;

p_1 – резба йўли; бир марта тўла айланган винтнинг ўк 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);

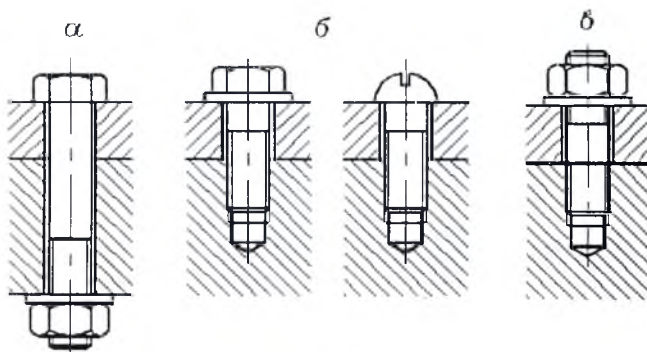
$$\operatorname{tg} \psi = \frac{p_1}{\pi d_2} = \frac{np}{\pi d_2} \quad (14.1)$$

Кенг қўламда деталларни маҳкамлаш учун йирик метрик резба, яъни йирик қадамли резба ишлатилади. Резбани ҳар қандай диаметрига белгиланган қадам мос келади. Масалан, ташқи диаметри 10 мм бўлган резбанинг қадами 1,5 мм, ташқи диаметри 16 мм бўлган резбанинг қадами 2мм га тенг ва ҳ.к. Йирик резба «М» ҳарфи ва унинг диаметри билан белгиланади. Масалан, М10, М16, ва ҳ.к.

Авиасозлик, автомобилсозлик ва машинасозликнинг айрим бошқа соҳаларида резбали бирикмаларнинг ишончли ишлашига қўйилган талаб жуда юкори бўлса, майда кадамли метрик резбалар ишлатилади, яъни резбанинг кадамлари йирик метрик резба кадамларига караганда кам бўлади. Масалан, ташқи диаметри 16 мм бўлган резбага стандарт түртта майда кадамли резбани 1,5; 1; 0,75 ва 0,5 мм инobatга олган. Йирик кадамли резбаларга нисбатан майда кадамли резбаларнинг кўтарилиш бурчаги кичиклиги хисобига ўз-ўзини тўхтатиш (тормозлаш) хусусияти бирмунча юкори, бундай хусусият бириктирилган деталларни ўз-ўзидан бўшаб кетишига ишқаланиш кучининг катталигига қаршилиқ кўрсатади. Майда кадамли резбалар белгисида 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, шпилкалар, гайка ва шайбалар ишлатилади. Бу деталларнинг ҳаммаси стандартлаштирилган бўлиб, сотиб олинадиган маҳсулот хисобланади, 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 калинликка эга бўлмаган деталларни болт ва гайка билан бириктиришни кўзда тутилган. Кўзгалмас бирикма бўлиши учун, улардан биттаси катта калинликка эга бўлиши керак (редуктор корпуси, станок станинаси ва бошқалар), бундай ҳолатдаги деталларни бириктириш учун болт билан гайкани ишлатиш мумкин эмас ёки ўйламасдан танланган усул хисобланади.



14.4-расм.

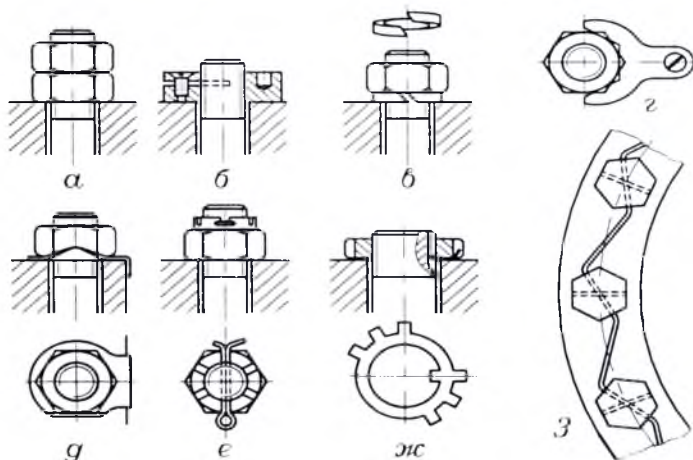
Бундай ҳолларда винтли бирикмани винтлар ёрдамида (14.4- б расм) ёки шпилка билан гайкани (14.4-в расм) танлаш лозим. Иш жараёнида детални олиш ва қўйиш тез-тез такрорланадиган бўлса, шпилкали бирикмани қўллаш

маъқул 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 мақсад: детал сиртларини гайка билан суриб тортиш натижасида шикастланишидан сақлаш, детални эзлишини камайтириш ва бирикма орасидаги бўшликни бартараф этишдан иборатдир.

Оддий шайбалардан ташқари маҳкамлайдиган тўсиқ ёки сақлагич шайбалар ҳам ишлатилади. Бундай шайбалар бирикмаларни ўз-ўзидан бўшаб кетишидан сақлайди. Бириктирувчи резбалар ўз-ўзидан бўшаб кетиши мутлако мумкин эмас, чунки, бирикманинг мустаҳкамлиги йўқолиб, авария ҳолатига олиб келиши мумкин. Ўз-ўзидан бўшаб кетишнинг олдини олиш, бўшашдан 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 автомобилсозлик соҳаларига мос келади.

Тўсиқ воситалари орқали маҳкамлашнинг тўртта ҳолини кўриб чиқамиз.

1. Резбанинг ишқаланишини контур гайка ёрдамида ошириш (14.5-а расм) ёки назорат винти ва қирқилган гайкани қўллаш (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 қўпайтиришнинг 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. Энг ишончли

усулларида 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 ёқлариға, 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 диаметриға 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 ариқчаға шайбани ички чизиги қиради, гайка сириб тортилгандан сўнг, шайбанинг ташки чизикларидан бири гайка йўлагига қайриб қўйилади.

4. Бир нечта гайка ёки винт қаллагини маҳкамлаш. Бундай усулда маҳкамлаш гуруҳ ҳолатидаги бирикмаларда бўлиб, бириктирувчи деталалр 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 қучлар ва моментлар

Резба бирикмадаги қуч ва момент орасидаги боғланиш тенгламасини келтириб чиқарамиз, бунинг учун, болтға ўк бўйлаб F қуч таъсир этаётган бўлса, гайкани бураб киритиш учун қалитға буровчи T момент қўйилса етарли бўлади. 14.6-расмда гайкани бураб киритиш учун қалитға қўйилган буровчи момент кўрсатилган.

Гайкани бураб киритиш натижасида ўк бўйлаб йўналган қучдан ҳосил бўлган резбадаги ва гайканинг ён ёғидаги ишқаланиш қучларини энгиш зарур. Ўк бўйлаб йўналган қуч кўп ҳолларда, сиртиб тортилган қуч ҳисобланиб, қўзғалмас бирикма ҳосил қилишни таъминлайди. Мувозанат шарти қуйидаги кўринишда бўлади:

$$T_{\text{бур}} = T_{\text{ишқ}} + T_p, \quad (14.2)$$

бу ерда: $T_{\text{ишқ}}$ - гайканинг ён ёғидаги ишқаланиш моменти;

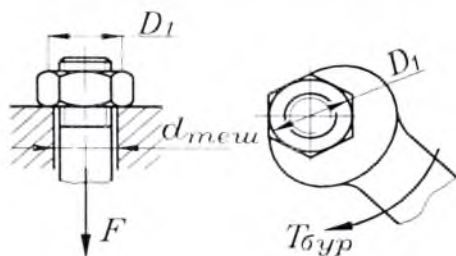
T_p - резбадаги ишқаланиш моменти;

Агар гайканинг деталға тегиб турган юзаси келтирилган радиусиға тенг деб ҳисобланса, унда:

$$T_{\text{ишқ}} = 0,5 F' f D_{yp}, \quad (14.3)$$

бунда: D_{yp} - гайканинг таянч юзасининг ўртача радиуси,

$$D_{yp} = \frac{D_l + d_{\text{меи}}}{2}$$



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 чизигининг 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 $f \approx 0,15$ $F/F_k = 70-80$ 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 бурилиб бўшамаслиги учун уларни ўз-ўзидан тормозланиш хусусияти бўлиши керак. Бу хусусиятни таминловчи асосий

шарт: $I_{\text{оуш}} > 0$ дир. Факат резбани ўз-ўзидан тормозланишини гайканинг ён-ёғидаги ишқаланишни ҳисобга олмаган ҳолда қўриб чиқилса (14.6) дан $\text{tg}(\omega - \psi) > 0$ ҳосил бўлади ёки:

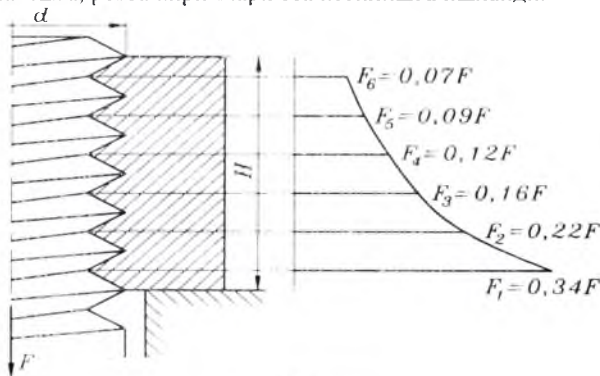
$$\psi < \varphi \quad (14.7)$$

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 караганда 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 коэффициентини 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 қирими F_i куч билан юкланиб, гайка ва винтнинг ўрамларига таъсир қилувчи кучлар йиғиндиси 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 караб, шуни айтиш мумкинки, ўк бўйлаб йўналган куч таъсирида винт чўзилиши бўйича деформацияланади, гайка эса, эзилишга, резба қиримлари эса кесилишга ишлайди.



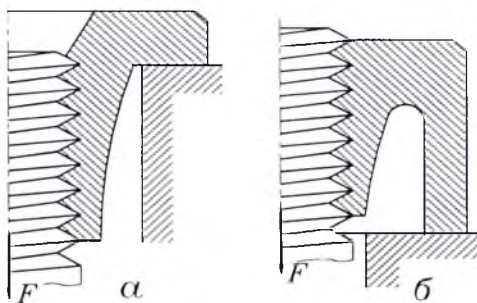
14.7-расм

Назорат ва тажриба асосида изланишлар шуни кўрсатадики, таянч юзадан деформациялаш у билан бир қаторда нагрузка ҳам таянч юзадан гайкаинни биринчи киримида иккинчи киримига нисбатан катта, иккинчиники учинчиникидан катта ва х.к. 14.7-расм учун юкланишнинг киримлараро 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 киримга нисбатан беш баробар кам бўлади. Шунинг учун, кўп киримли 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 киримлараро 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.



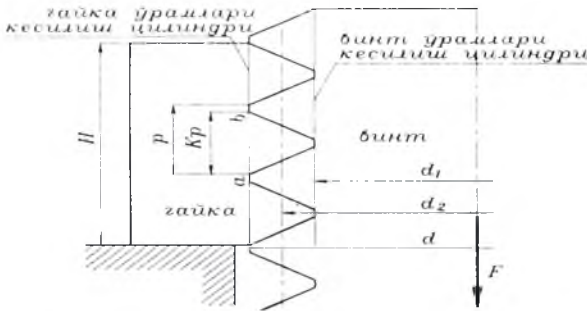
14.8-расм

Тажриба шуни кўрсатадики, резбали бирикмалар учун махсус гайкаларни қўллаш уларнинг динамик мустаҳкамлик хусусиятини (20 ± 30)% оширади

14.6-§. Бириктирувчи резбаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш асослари

Бириктирувчи резбаларнинг ишлаш лаёқати резба ўрамларининг кесилиш даражаси билан белгиланади. Шунинг учун, 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 цилиндри ташки сиртига кесилган, гайка резбаси эса, ички сиртига, шундай экан, кесилувчи сиртлар цилиндрсимон ҳисобланади. 14.9-расмда винт ва гайка резбаларининг ўрамлари цилиндр сиртида кесилганлиги кўрсатишган. Винт ўрамлар цилиндрининг кесилиш диаметри резбанинг ички диаметрига тенг, гайка ўрамларининг кесилиш диаметри эса резбанинг ташки 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 шarti:

$$\tau = \frac{F}{\pi d_1 H K K_m} \leq [\tau], \quad (14.8)$$

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 коэффициентини, винт ўрамларининг калинлиги; резба камадан неча марта кичиклигини кўрсатади (14.9-расм);

$$K = \frac{ab}{p},$$

бириктирувчи резбалар учун $K = 0,87$;

K_m – резба киримларини нотекис юкланганлиги билдирувчи коэффициент; одатда $K_m = 0,6$

$[\tau]$ – резба тармоқларидаги рухсат этилган кесувчи кучланиш, МПа.

(14.8) формулада кўрасагилишича, резбадаги кесувчи кучланиш гайка баландлигига боғлиқдир. Гайкани баландлигини стандарт бўйича белгилаш учун, резба ва болт таёкчасини ўзаро мустаҳкамлаш шартини кўриб чиқамиз.

Болт таёкчасидаги 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 таёкчасини ўзаро мустаҳкамлик шартини тامينлаш учун (14.8) ифоданинг ўртача қисмини ва (14.9) ни ўнг томонини тенглаштириб, (14.10) ни ҳисобга олган ҳолда қуйидагига 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, қуйидагини оламиз:

$$H \approx 0,8 d_1.$$

Шуни ҳисобга олган ҳолда стандартга мос келган гайканинг нормал баландлиги (эҳтиётлик шарт билан) шундай белгиланади:

$$H \approx 0,8 d$$

Келтирилган ҳисоблаш шуни кўрасадики, стандарт нормал гайка резбасини мустаҳкамлиги болт таёкчасини мустаҳкамлигига мос келади, шунинг учун резбани ҳисоблаш шарт эмас. Бириктирувчи деталларни ҳисоблаш болт таёкчасини мустаҳкамлигини аниқлашга олиб келади. Ҳар хил юкланишда бўлган болт (винт) ларни ҳисобини кўриб чиқамиз.

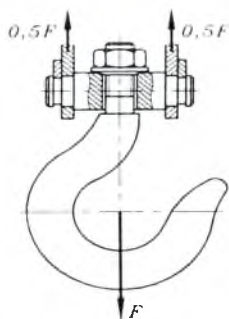
14.7-§. Чўзувчи ташки куч таъсирида зўриктирилмаган ҳолатдаги болтли бирикмаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш

Бундай бирикмага кўтарма кранни зўриктирилмаган ҳолатда осиб қўйилган резбали илгак мисол бўла олади (14.10-расм).

Илгакнинг резба кесилган кесими хавфли ҳисобланади. Бу кесимнинг юзаси резбани ички диаметри бўйича аниқланади. Мустаҳкамлик шартини таёкчани 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.



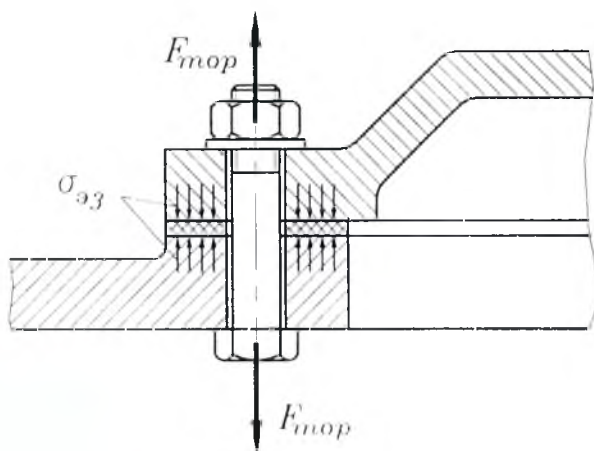
14.10-расм.

14.1-жадвал

Пўлат маркаси	Пўлат 3 ва пўлат10	Пўлат 20	Пўлат 35	Пўлат 45	Пўлат 30X	Пўлат 30XГСА
[σ], МПа	120	140	180	210	380	540

14.8-§. Ташқи юкланиш таъсир этмаганда сириб тортилган болтли бирикмаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш

Бундай бирикмаларга жиқслигига қатга талаб этиладиган машиналарни копкок ва корпусларини сириб маҳкамлаш мисол бўла олади (14.11-расм). Бундай болтнинг таёқчасига сириб тортиш натижасида ҳосил бўладиган чўзувчи F_T ҳамда резбалардаги буровчи момент T_p таъсир этади.



14.11-расм

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 қаршилиқ 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:

$$F_{top} = A \sigma_{\Sigma\Sigma} .$$

бунда: A – бир болтга тўғри келган туташган деталлар юзаси;

$\sigma_{\Sigma\Sigma}$ – туташган деталлардаги эзувчи кучланиш, бунинг қиймати жипсели ёки бошқа бирор конструктив шартга асосан танлаб олинади.

Болт мустаҳкамлиги эквивалент кучланиш билан баҳоланади:

$$\sigma_{\Sigma\Sigma} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq [\sigma] .$$

Бу тенглик кўрсатадики, стандарт метрик резбалар учун:

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

Бу болтларнинг мустаҳкамлигини соддалаштирилган усулда ҳисоблаш имконини беради:

$$\sigma_{\Sigma\Sigma} = \frac{1,3 \cdot 4 F_{top}}{\pi d_1^2} \leq [\sigma] \quad (14.12)$$

Тажриба М8 дан кичик резбали болтни назорат қилинмай сириб гортилса, 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 ортикча момент қўйишга имкон бермайди.

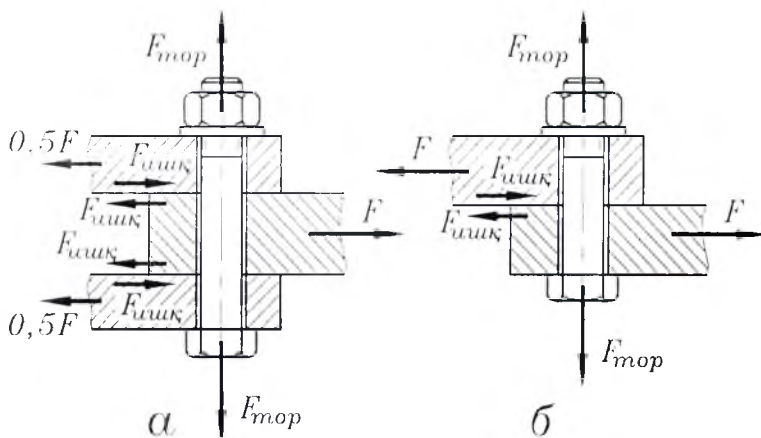
Рухсат этилган кучланишларнинг қиймати 14.1-жадвалда келтирилган

14.9-§. Қўйилган кучлар таъсиридан деталарни туташган жойидан силжитувчи болтли (винтли) бирикмани мустаҳкамликка ҳисоблаш

Бундай бирикмаларнинг ишончли ишлаш шартларидан бири- деталарни туташган жойидан силжитмаслигидир. Бирикманинг тузилиши ҳар 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 таъши F куч деталарнинг туташ жойида болтнинг сириб тортилганлиги туфайли ҳосил 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 шarti шундай кўринишга эга:

$$F \leq i F_{ишқ} = i F_{тор} f, \quad (14.13)$$

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 коэффиценти; 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:

$$F_{тор} = \frac{K F}{i f} \quad (14.14)$$

бунда: K – эҳтиётлик коэффициенти; статик юкланганда $K = 1,3 \div 1,5$; юкланиш ўзгарувчан бўлса, $K = 1,8 \div 2$.

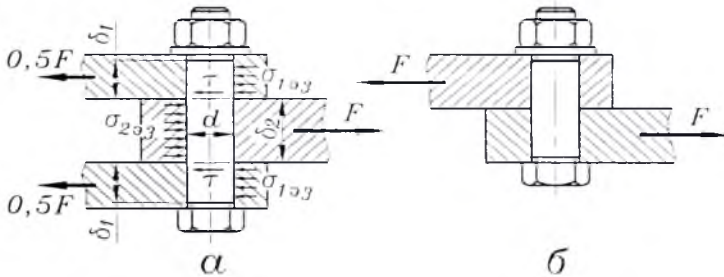
Болт мустаҳкамлиги (14.12) формула бўйича ҳисобланади.

Болт бўшлик бўлмаган ҳолда жойлаштирилган (14.13-расм).

Бундай ҳолларда болт ўрнатиладиган тешиклар ва болт танаси кагта аникликда тайёрланиб, у тигизлик билан тешикка жойлаштирилади. Демак, бунда ташқаридан кўйилган куч детал орқали тўғридан тўғри болт стерженига таъсир қилади. Бунда болтни сириб тортишга ҳожат ҳам қолмайди, шу билан бирга деталарни туташган жойидаги ишқаланиш кучига эътибор берилмайди. Болт таёқчаси эзилиш ва кесилиш кучланиши бўйича ҳисобланади. Кесувчи кучланиш бўйича мустаҳкамлик шarti:

$$\tau = \frac{4F}{\pi d^2 i} \leq [\tau], \quad (14.15)$$

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.



Пулат болтлар учун, кесилишдаги руҳсат 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

Пулат марқаси		Пулат 20	Пулат 35	Пулат 45	Пулат 30X	Пулат 30XГСА
[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 қалинлигига боғлиқ. Агар деталлар ҳар хил қалинликка эга бўлса, ҳар бир детал учун алоҳида кучланиш аниқланади.

Ўртада жойлашган детал учун (14.13-а расм:

$$\sigma_{\text{н}} = \frac{F}{d \delta_2} \leq [\sigma_{\text{н}}] \quad (14.16)$$

Четдаги детал учун:

$$\sigma_{\text{с}} = \frac{F}{d \delta_1} \leq [\sigma_{\text{с}}] \quad (14.17)$$

бунда δ_1 ва δ_2 бирикувчи деталлар калинлиги.

(14.16) ва (14.17) формулаларда деталлар ва болт учун тааллуқлидир. Мустаҳкамликка ҳисоблаш $\sigma_{\text{сз}}$ ифоданинг иккала қийматидан энг каттаси бўйича бажарилади, рухсат этилган кучланиш эса, энг кам мустаҳкамликка эга бўлган болт ёки детал материали бўйича аниқланади. Пулат болтлар ва бирикувчи деталлар пулатдан бўлганда, эзилишдаги рухсат этилган кучланиш болтлар учун $[\sigma_{\text{сз}}]=0,8\sigma_{\text{T}}$ ва деталлар учун $[\sigma_{\text{сз}}]=0,8\sigma_{\text{В}}$ формула бўйича аниқланган қиймати 14.3-жадвалда кўрсатилган.

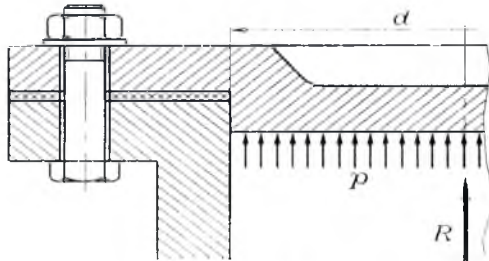
14.3- жадвал

Пулат маркази		Пулат 20	Пулат 35	Пулат 45	Пулат 30Х	Пулат 30ХГСА
$[\sigma_{\text{сз}}]$, МПа	Болт	190	240	290	510	720
	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 килади, 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 куйидагича аниқланиши мумкин:

$$F_{\text{тор}} = K_{\text{тор}} F, \quad (14.18)$$

бунда: F – бирикмага тасир килувчи R ташки юкланишдан, битта болтга мос келган куч (14.14-расм):

$$F = \frac{R}{z},$$

бунда: z – бирикмадаги болтлар сони;

$K_{\text{тор}}$ – таранглик коэффициенти; 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 коэффициенти; 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 коэффициенти резбадаги ишқаланиш моментидан ҳосил бўлган буровчи кучланишни ҳисобга олади.

14.11-§. Ҳисоблашга доир мисол

Куйида берилганларга биноан гидроцилиндрга копкокни 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 копкок билан мис тўшалма ёрдамида зичланади

Юкланиш ўзгармас

Ечиш.

Болтлар шундай тортилиши керакки, уларнинг тортиш кучи мустаҳкамликни таъминлансин. Шунинг учун, ҳисоблашда 14.10-§ даги тавсияларга риоя қиламиз.

Битта болтга ташки юкланишдан тушаётган куч (14.14):

$$F = \frac{p \pi D^2}{4z} = \frac{10 \cdot 3,14 \cdot 100^2}{4 \cdot 4} = 39250 \text{ Н.}$$

Бирикманинг очилмаслик шарти бўйича тортиш коэффициенти: $K_{мор} = 1,6$

Битта болтни тортувчи куч (14.18-расм):

$$F_{мор} = K_{мор} F = 1,6 \cdot 39250 = 62800 \text{ Н.}$$

Ташки юкланиш коэффициенти: $\varepsilon = 0,25$

Болтдаги ҳисобий юкланиш (14.19):

$$F_x = F_{мор} + \varepsilon F = 62800 + 0,25 \cdot 39250 = 72612,5 \text{ Н}$$

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.

Винтни буровчи моментни аниқлаймиз. Бунинг учун олдиндан қуйидаги 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_{yp} - гайка таянч юзасининг ўртача диаметри:

$$D_{yp} = \frac{D_1 + d_{теш}}{2} = \frac{28 + 21}{2} = 24,5 \text{ мм.}$$

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):

$$T_{\text{бур}} = 0,5 F_x d_2 \left[\frac{D_{\text{yp}}}{d_2} f + \text{tg}(\psi + \varphi) \right] = 0,5 \cdot 72612,5 \cdot 18,376 \times \\ \times \left[\frac{24,5}{18,376} 0,15 + \text{tg}(2^\circ 28' 48'' + 9^\circ 49' 48'') \right] = \\ = 278207 \text{ Нмм} = 278,3 \text{ Нм.}$$

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 орқали 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

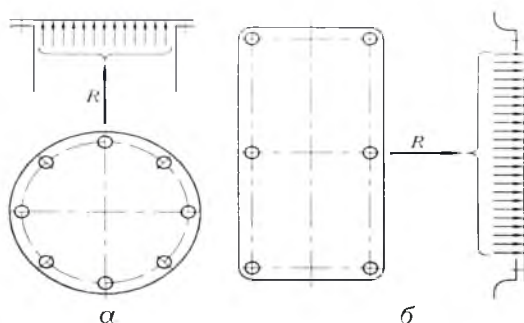
Бир гуруҳдан иборат бўлган резбали бирикмалар бу бир неча болт ёки винт ёрдамида кўзгалмас бирикма ҳосил қилиш демакдир. Бир гуруҳ резбали бирикмаларни ҳисоблашдан асосий мақсад, юқори даражада юкланган болтни ҳисобий юкланишини аниқлашдан иборат. Шундан кейин ушбу болтнинг мустаҳкамлиги юқорида келтирилган 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 урта ҳолини кўриб чиқамиз.

15.1-§. Юкланиш туташган текисликка тик йўналган бўлиб, унинг марказидан ўтади

Бунга босим остида бўладиган газ ва суюқлик жипсланган идишларнинг ҳар хил шаклидаги қопқоғини 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:

$$F = \frac{R}{z}$$

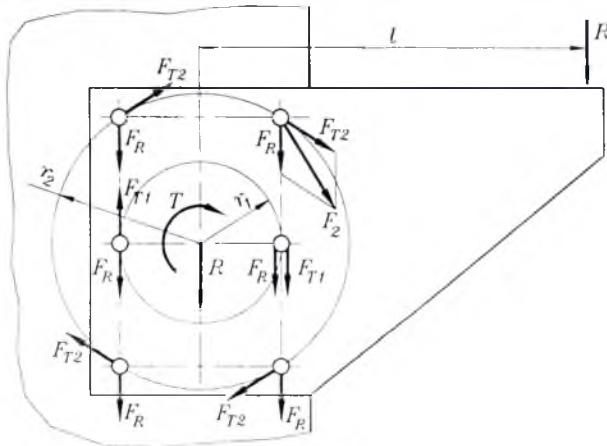
бунда: R — марказий ташқи юкланиш,

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 қўчираемиз.

Бу куч ва момент кронштейнни силжитиб бурашга ҳаракат қилади. R кучдан ҳосил бўлаган 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 қиймати ва йўналиши бўйича ҳар хил бўлгани учун болтлар ҳам ҳар хил юкланган бўлади. Туташ марказидан ўнгда 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:

$$T = 2 F_{T1} r_1 + 4 F_{T2} r_2. \quad (15.2)$$

Ваҳоланки, F_{T1} ва F_{T2} куч қийматлари радиуси r_1 ва r_2 га тесқари 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 қуйидаги 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 (юқоридаги ёки пастдаги) болтга таъсир килувчи кучларнинг умумийси:

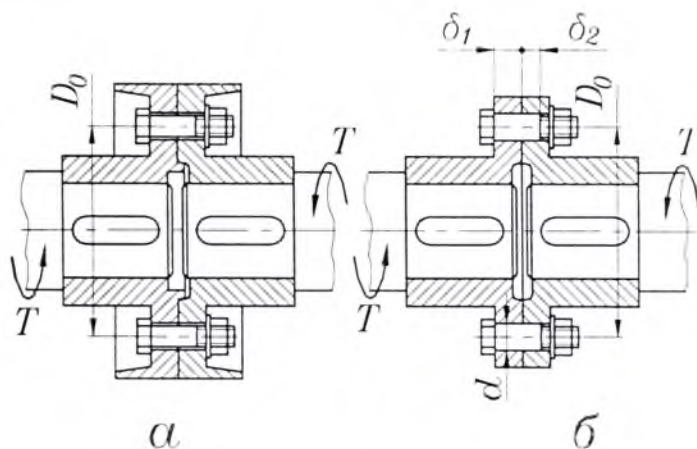
$$F_2 = F_R + F_{T2}. \quad (15.5)$$

Энг оғир юкланган болт (15.4) ва (15.5) ифодаларнинг қийматларини солиштирган ҳолда белгиланади. Бирикмада болтлар тешиққа тигиз ёки тигиз бўлмаган ҳолда ўрнатилиши мумкин. Агар тешиққа тигиз ўрнатиш бўлса, қронштейн туташган жойидан ажралмаслиги учун болт маҳкамланиши керак. Бунда туташган юзада ишқаланиш кучи ҳосил бўлади ва болтлар чўзилиш кучланишга ҳисобланади. Болтлар тешиққа тигиз ўрнатиш бўлса, болт стерженининг мустаҳкамлиги эзилиш ва кесилиш кучланиши бўйича ҳисобланади. Мисол тариқасида, 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 кўрсатишган, бунда болтлар тигиз бирикма ҳолда жойлаштирилган.

Болтни сириб тортиш кучи ўшбу ифодадан топилади:

$$t_{\text{тор}} = \frac{2 T K}{D_0 z f}, \quad (15.6)$$



15.3-расм.

бунда: T – муфта оркали узатилувчи момент;

K – эҳтиёткорлик коэффиценти; статистик юкланишда

$K = 1,3 \div 1,5$; ўзгарувчан юкланишда $K = 1,8 \div 2$;

D_0 – болтнинг жойлашниш диаметри;

z – муфтадаги болтлар сони;

F – туташ жойининг ишқаланиш коэффиценти; 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 қилувчи 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 орқали ҳисобланади. Бу ҳолда болт диаметри ва бириқувчи деталлар қалинлиги ҳисобга олиниши лозим (15.3-расмга қаранг).

15.3-§. Бирикманинг юкланиши деталларнинг туташган жойини оцади ва туташган жойидан силжитади

Мисол тарикасида 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 қўчириб, момент билан тўлдирамиз:

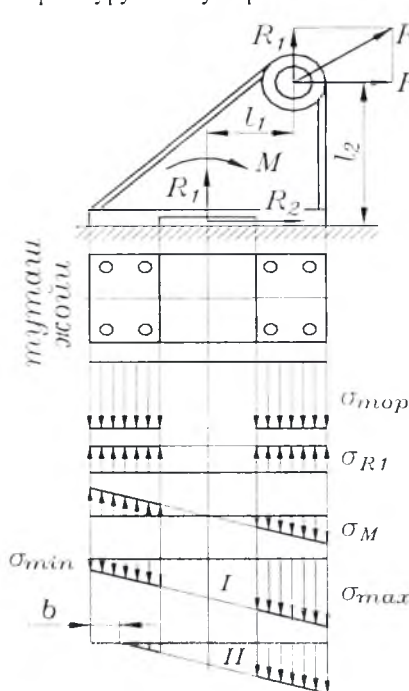
$$M = R_2 l_2 - R_1 l_1$$

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 каршилиқ курсатади. Бу куч туташган жойида эзувчи кучланишни хосил 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 сикади.



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 хосил бўлган кучланишни аниқлаб, шартли равишда, туташ жойини нисбатан айланишини ўзининг қўндаланг 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 қаршилиқ 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 буйича пастга караб 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 караб йўналган, лекин туташ жойининг узунлиги буйича эмас, шунинг учун, б 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: $K = (1,3 \ 4 \ 2)$ – эҳтиёткорлик коэффициенти.

Туташ жойининг очилиб кетмаслик шартига асосланган ҳисоблаш йўллари қуйидагича:

- ҳамма болтларни сириб тортишдан ҳосил бўлган кучланишларни туташ жойининг очилиб кетмаслик шarti буйича аниқлаш (15.11);

- битта болтни сириб тортиш учун талаб қилинган кучни ҳисоблаш (15.8);

- болтни чўзувчи кучланиш буйича мустаҳкамликка ҳисоблаш (14.10-§ қаранг).

Болтларни сириб тортилган қийматлари ҳодисасини бартараф қилиш шarti буйича 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: $f = 0,15 \div 0,2$.

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 кўра қуйидаги 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 узагаётган 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 юзаларининг 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 текширамыз (14.17):

$$\sigma_{33} = \frac{F}{d \delta_1} = \frac{10000}{12 \cdot 10} = 83,3 \text{ МПа.}$$

Пўлат 45 дан тайёрланган М12 болт учун эзувчи кучланишнинг рухсат этилган қиймати $[\sigma_{33}] = 290$ МПа (14.4-жадвал).

Текширув қоникарли, чунки $\sigma_{33} < [\sigma_{33}]$.

15.5-§. Назорат саволлари

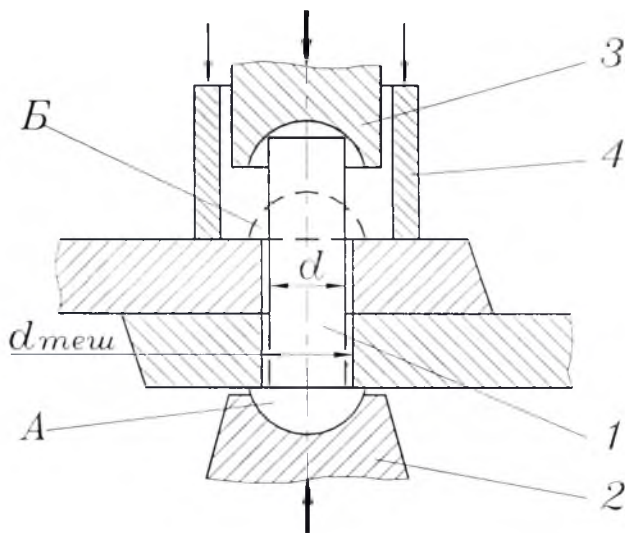
1. Гуруҳ резбали бирикмаларни ҳисоблашдан мақсад нима?
2. Агар симметрик бирикмалар марказий куч билан юкланган бўлса, зуриқиб тортилган болтлар қандай ҳисобланади?
3. Агар қўзғалмас бирикмалар силжитиш кучлари билан юкланган бўлса, зуриқиб тортилган болтлар қандай ҳисобланади?
4. Бир нечта резбали бирикмалар 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 кириди. Улар листлар ва ҳар хил шаклли прокат профилларни бириктириш учун хизмат қилади.

Деталларнинг тешигига парчин мих киритилгандан кейин унинг иккинчи учи ҳам 16.1-расмда кўрсатилгандай парчаланса, парчин михли бирикма ҳосил бўлади.



16.1-расм.

Стержен диаметри d ва бекик қолпоқча A га эга бўлган парчин мих 1 деталлар тешигига тигизланмаган ҳолда киритилади, чунки уларнинг диаметри парчин мих стерженининг диаметридан катта. Бекик қолпоқча 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 болға ёрдамида сиқувчи мосламага уриш орқали бажарилади. Бундай ҳолда бириқувчи детал ушлагичга махсус босувчи восита 4 билан босилади. Парчинлаш жараёнида бирикмалар стандартлаштирилган. Бекик қолпоқча шакли, парчин михнинг стержен диаметри қатъий 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 қўприклар

қуришда, кemasозликда, буг қозонлари ва босим гаъсирида суюкликлар сақланадиган идишлар ясашда кенг қўламда ишлатилади

16.2-§. Парчин михли бирикмаларнинг турлари

Хар 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);

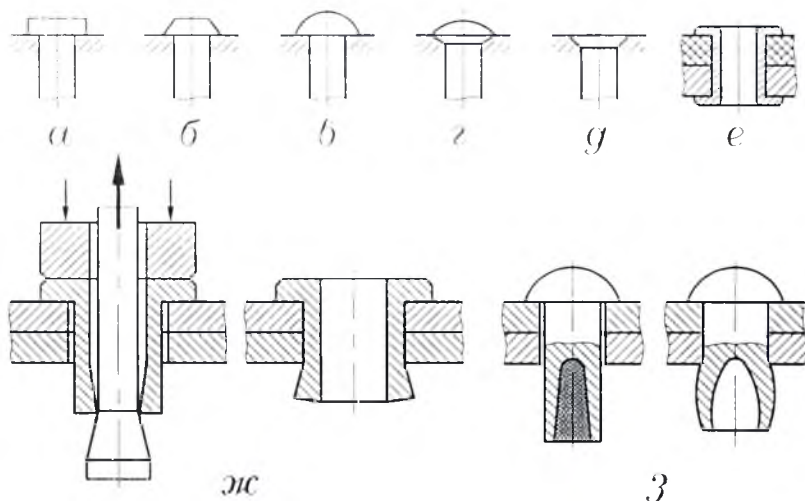
в) ярим доиравий каллакли (16.2-в расм);

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 пластмассада гайёрланган деталларни бириктиришда ҳам ишлатилади;

в) бир томонлама парчинланадиган парчин михлар- агар туташ каллагини ҳосил қилиш учун ўрин бўлмаса, мисол тариқасида самолётнинг ковак канотини олиш мумкин, 16.2-ж расмда конуссимон тешикли ковак парчин мих кўрсатилган. Бунда парчин мих конуссимон гардиш билан биргаликда деталлар

тешигига ўрнатилиниб, махсус боскич билан деталларга босилади; гардиш парчин миҳ тешигидан гортиб олинганда тешиклар орасидан бўшлиқ 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.

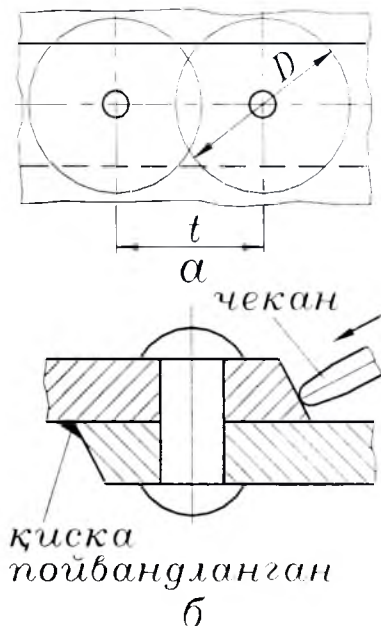
3. Материаллар бўйича:

- а) пўлатли;
- б) мисли;
- в) латунили;
- г) алюминийли;
- д) хоказо.

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 ўтаминз.

Парчин миҳ ёрдамида қўзғалмас бирикмаларни ҳосил қилиш учун бир ёки қўп қатордан иборат бўлган қўп 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 (буг қозонлари, босим таъсирида суюқликлар ёки газ сақланадиган идишлар).

в) жипс чоклар (катга босимга эга бўлмаган резервуарлар)

Чокдаги парчин миҳлар бирор қисмдан t масофада жойлашган бўлади (16.3-а расм).

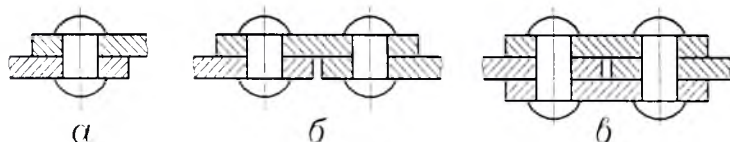
Туташ жойидаги деталларнинг деформацияси ҳар қандай парчин миҳни диаметри D ҳоли бўйича тарқалади. Жипс чокларда қўшни парчин миҳларни таъсир этиш зонаси ўзаро кесилади. бу

16.3а-расмда кўрсатилган, яъни $t < D$ шарт бажарилиши керак.

Жипс чоклар юкори ишончли бўлиши учун, айрим холларда чеканка килинади, (пластик деформациялаш) яъни пневмо (сикилган хаво ишлати лади) болга билан бирикувчи деталлар кирраси тўмтоклаштирилади. Айрим холларда, шу мақсад билан деталлар кирраси киска пайвандлаб ёпиштирилади (16.3-б расм).

2. Парчин миخلي чоклар тузилишига караб куйидаги бирикмаларга бўлинади:

- а) устма-уст (16.4-а расм);
- б) бир кистирмали учма-уч (16.4-б расм);
- в) икки кистирмали учма-уч (16.4-в расм).

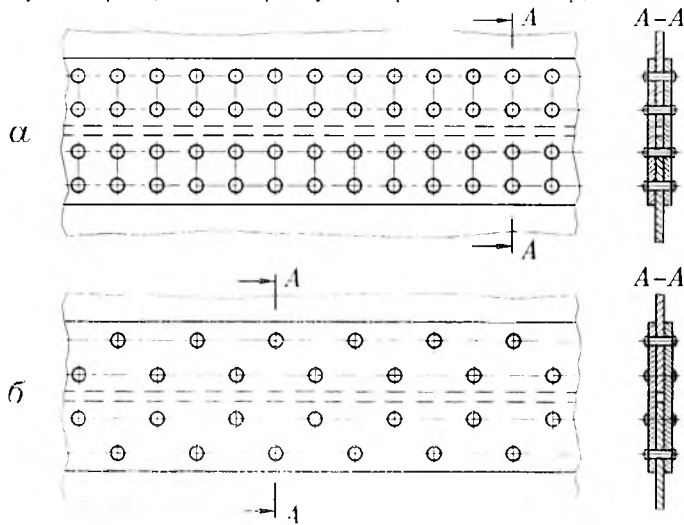


16.4-расм

Парчин миخلар кесилишига ишлайди. шунинг учун, устма-уст ва бир кистирмали учма-уч кўйиб бириктирилганда, улар бир ёклама кесиладиган дейилади. Икки кистирмали учма-уч бирикмалар икки ёклама кесиладиган дейилади.

3. Хар бир листдаги парчин миخلар каторлар сонига караб чоклар бўлади:

- а) бир каторли;
- б) кўп каторли (икки каторли, уч каторли ва бошқалар).



16.5-расм

Кўп қаторли чокларда парчин миҳлар бир қизикда (16.5-а расм) ва шахматсимон қилиб жойлаштирилиши мумкин (16.5-б раем).

16.5-расмда кўрсатилган иккала чок ҳам иккита кистирмадан иборат бўлган икки қаторли ҳисобланади.

16.3-§. Парчин миҳли бирикмаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш

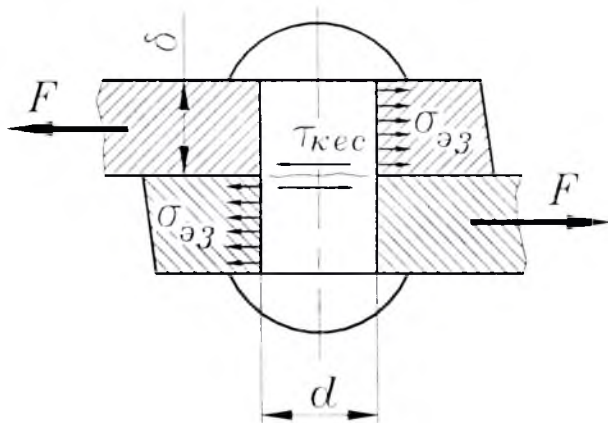
Парчин миҳнинг ишлаши ва ҳисоблаш шарти тиғиз ҳолда жойлаштирилган болтли бирикмаларни ишлаш ва ҳисоблаш шароигга ўхшайди.

Силжитиш кучлар билан юкланган парчин миҳли чокларни ҳисоблашда юкланиш, парчин миҳлараро бир текисда тақсимланган деб, қабул қилинади. Туташ жойидаги деталарни ишқаланиш кучи эса ҳисобга олинмайди. Парчин миҳлар эгилишга ва кесилишга ҳисобланади. Бунда бир нарсани ҳисобга олиш керакки, парчин миҳли 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

- қўп 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 миҳлар учун $[\tau_{кес}] = (100-130) \text{ МПа}$

Эзувчи кучланиш.

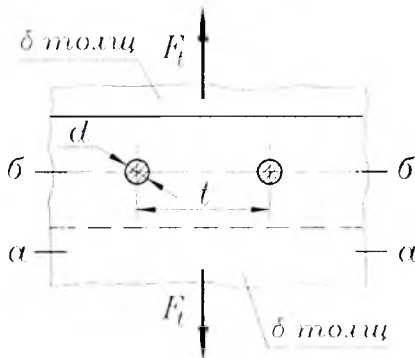
$$\sigma_{33} = \frac{F}{d\delta} \leq [\sigma_{33}]. \quad (16.3)$$

бунда: δ – бирикувчи деталларнинг калинлиги (энг ками олинади).

Ст2 ва Ст3 дан гайёрланган парчин михлар учун

$$[\sigma_{33}] = (250+300) \text{ МПа}.$$

Парчин михни мустаҳкамликка ҳисоблашдан ташқари бирикувчи листларни ҳам текшириб кўриш лозим, чунки уларнинг мустаҳкамлиги парчин



михни ўрнатиш учун ясалган тешиклар 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 калинлиги d га тенг бўлган бирикувчи листларни мустаҳкамлигини камайтиради. Мустаҳкамликнинг пасайиш даражасини аниқлаш учун листларда

чўзувчи кучлардан ҳосил бўлган кучланишларни аниқлаймиз. Бунинг учун листларнинг иккита қесими танлаб олинади: қесим а-а: листлар тешик орқали бўшаштирилмаган; қесим б-б: листлар тешик орқали бўшаштирилган (парчин михлар шу қесимда жойлашган).

Қесим а-а даги чўзувчи кучланиш:

$$\sigma = \frac{F_t}{t\delta} \quad (16.4)$$

Қесим б-б даги чўзувчи кучланиш:

$$\sigma_{II} = \frac{F_t}{(t-d)\delta} \quad (16.5)$$

Кичик кийматли кучланиш

σ (16.4) нинг катта (бўшаштирилган қесим) кийматли кучланиш σ_{II} (16.5) га нисбати парчин михли гайканинг мустаҳкамлик коэффиценти дейилади:

$$\varphi = \frac{\sigma}{\sigma_{II}} = \frac{t-d}{t} \quad (16.6)$$

Бу формула парчин мих билан бириктирилган листлар мустаҳкамлиги камайишини кўрсатади. Масалан, стандарт ўлчамларга асосан, бир қаторли бир ёклама қесиладиган парчин михли чок учун $\varphi = 0.65$, яъни парчин михли бирикма ҳосил қилиниши листларнинг мустаҳкамлигини 35% га камайтиради

Бу қийматни f га кўпайтириш учун кўп қаторли ва кўп ёқлама кесиладиган чоклар ишлатилади.

16.4-§. Назорат саволлари

1. Парчин миخلي бирикма кандай хосил бўлади?
2. Парчин миx ва парчин миخلي бирикмалар кандай турларга бўлинади?
3. Парчин миخلي бирикмалар кандай хисобланади?
4. Парчин миx учун материал кандай танланади?
5. Парчин миخلي чокнинг мустахкамлик коэффициенти кандай аниқланади?

17- боб. Пайванд бирикмаларнинг тузилиши ва мустаҳкамликка ҳисоблаш

17.1-§. Умумий маълумотлар

Пайванд бирикмалар ажралмас бирикмалар туркумига киради. Туташган жойида детал материални пайвандлаш йўли билан ҳеч қандай қўшимча элемент талаб қилмаган ҳолда бирикма ҳосил қилинади.

Пайвандлаш – бу технологик жараён бўлиб, молекуляр ёпишиш кучлар асосида деталларни юкори 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 гилдирақлар, кронштейн, корпус деталлари ва бошқалар бўлиши мумкин. Бу ҳолда пайванд бирикманинг устунлиги металлларни тежаш, конструкцияларнинг енгиллиги ва бикрликни 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 юкори мустаҳкамликка эга бўлган пўлатдан, шейкаси эса, арзон пўлатдан тайёрлангандир. Жилвирлаш станогининг пайвандли станинаси қалинлиги 3 мм ли пўлат листдан тайёрланган қуйма станинага караганда енгил ва арзондир. Камчиликларига: деформациядан ҳосил бўлган қолдик кучланиш мавжудлиги; юкори 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 шуни ҳисобга олиш керакки, пайванд чоклар тебраниш чегараларида ва зарбли юкланган ҳолда ишончли ишламайди. Шунинг учун ҳам пайвандлаш самолёт ва вертолёт корпусларида ва қопламларида 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 металлари эритиш ёки суюқ ҳолатига келтирмасдан киздириб, 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 маҳдум миқдорда кислород (ацетилен, водород) ёндирилиб, оралikka 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 уланадиган жой электр ёйи воситасида киздирилади ва унга электрод суюқлантириб туширилади, натижада пайванд чок ҳосил бўлади. Деталлар орасидаги эритилган электрод боғлаш вазифасини бажаради.

Қўл ва автоматлашган электр ёйи ёрдамидаги пайвандлашни таққосланади. Электр ёйи ёрдамида дастлабки пайвандлаш ёй барқарор ёпишишини ушлаб туриш учун махсус аралашма билан копланган электрод ишлатилади. Дастлабки усулда пайвандлашда деталлар қалинлиги 1мм дан 60 мм гача бўлиши мумкин. Бу ҳолда ток кучи (200÷500) А оралигида бўлади. Бундай усулда пайвандлаш бикрлик миқдорида ҳамда сериялаб ишлаб чиқаришда (чоклар киска-киска ва ноқулай жойлаштирилган бўлса) қўлланилади.

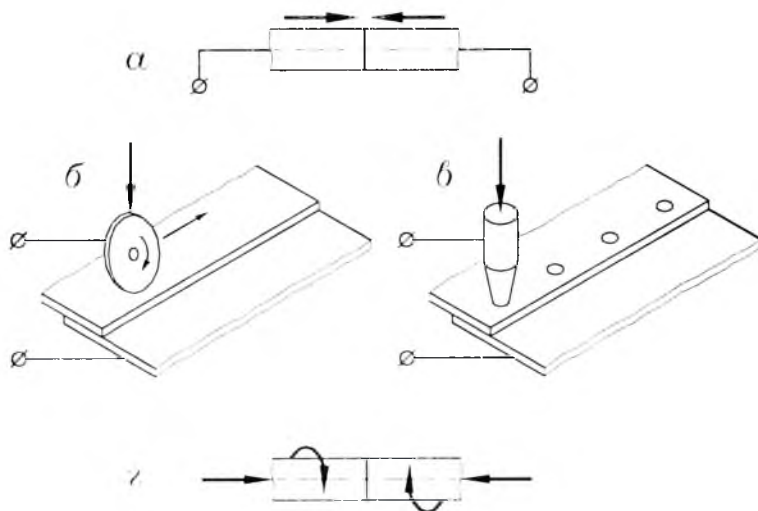
Автоматик пайвандлаш электрод сими орқали бажарилади. Бу симни узатиш ва чок йўналиши бўйича ҳаракатга келтириш механизациялаштирилган. Бу усулдан қалинлиги 2÷130 мм гача бўлган пўлатлар уларнинг қотишмаларини пайвандлашда кенг фойдаланилади. Бунда электр ёйи суюқланаётган металл флюс қатлами остида ёки ҳаво газларидан саклайдиган мухитларда 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) киздирилади.

Электр контакт пайвандлаш ҳар хил пўлатлардан тайёрланган валларнинг қисмларини ёки киркувчи асбобларни (парма, метчик) бириктиришда ишлатилади 17.1-а расм) Электр токни пайвандланувчи деталлар орқали ўтказилганда улар токнинг туташган жойида ўтказкич қаршичилигини

мавжудлиги гуфайли. бу юзлар киска вақт ичида кизиб, 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. Шунни айтиш керакки, нуктали пайвандлаш юкори жипсли (герметик) бирикмани ҳосил қилмайди, шунинг учун, резервуар ва баклар кисмини пайвандлашда ишлатилмайди.

Ишқаланиш воситасида пайвандлашда бириктирувчи деталларни (валлар, асбоблар) қарама-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

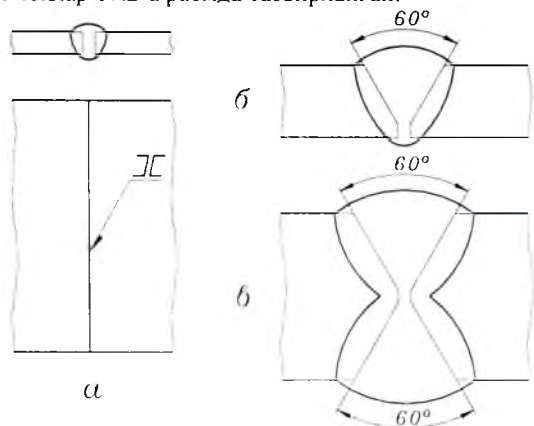
Бириктириладиган деталларнинг ўзаро жойлашишига қараб пайванд бирикмалар куйидагиларга бўлинади:

- 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.

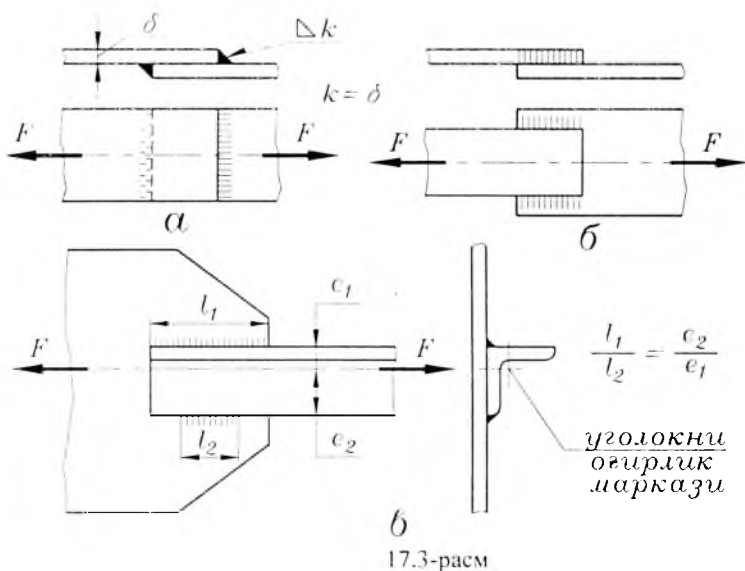
Пайвандланадиган листларнинг қалинлигига қараб, уларни учлари махсус ишловдан ўтказилиб ўқи ўтказилмасдан пайвандлашга тайёрланади. Агар листларнинг қалинлиги 8 мм дан ошмаса, у ҳолда бошланғич ишлов берилмайди (17.2-а расм).

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 (керттиш) ҳосил қилинади. Листлар қалинлиги 26 дан 60 мм гача бўлганда 17.2-в расмда кўрсатилгандек қирралари икки ёклама киритилади.

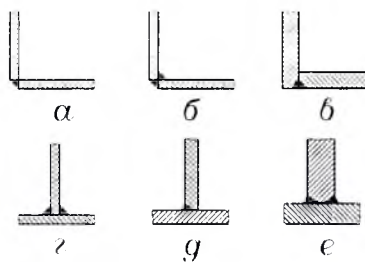
Листларни устма-уст қўйиб бириктирилганда рўпара ва ёнбош чокларга бўлинади. 17.3-а расмда иккита листни икки ёклама рўпара чок билан бириктирилгани кўрсатилган. Шу ернинг ўзида бурчак чок белгиси ўз аксини топган, уни чизмада кўрсатилишича к катетли бурчак чок деб аталади.

Одатда, чок катетининг қиймати бирикувчи листлар δ қалинлигига тенг бўлади. Шуни ҳисобга олмоқ керакки, чўзувчи юқланиш 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.



Деталларни бурчакли бириктириш мумкин: ташки бурчакли чок (17.4-а расм); ташки ва ички бурчакли чоклар (17.4-б расм) ёрдамида ҳамда кирралари кертиниб 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 мустахкамликка ҳисоблаш

Икки ёки бир нечта пайвандланган деталлар пайвандланган узел ҳисобланади. Пайвандли узелнинг мустахкамлиги бутун деталнинг

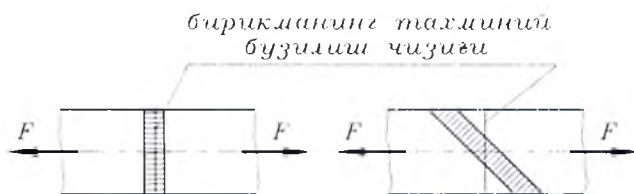
мустаҳкамлигига жуда яқин бўлиши керак. Пайванд бирикманинг мустаҳкамлиги куйидаги асосий факторларга боғлиқдир:

- асосий материалнинг пайвандланиш қобилиятига,
- пайвандлаш усулига,
- таъсир этувчи юкланиш хусусиятига.

Кам ва ўрта углеродли пўлатлар яхши пайвандланади. Юкори углеродли пўлатлар, чўянлар ва рангли металл қотишмалари ёмонроқ пайвандланади. Пайванд чок тўла бир текис баравар 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.

Ташки юкланиш ва юкорида келтирилган факторлар таъсирида пайванд қисми бузилиши чок зонаси бўлади, деб тахмин қилинади (17.5-расм).

Деталларнинг пайвандлашга боғлиқ бўлган мустаҳкамлигини камайиши рухсат этилган қучланишларни белгилашда ҳисобга олинади.



17.5-расм.

Иккинчи бўлақдан ташкил топган учма-уч пайвандланган листларни (17.6-расм) ҳисоблаш куйидагича бажарилади:

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{b\delta} \leq [\sigma_{II}]. \quad (17.1)$$

бунда: F – чўзилиш кучи, Н да;

A – лист юзаси, мм² да;

b – лист эни, мм да;

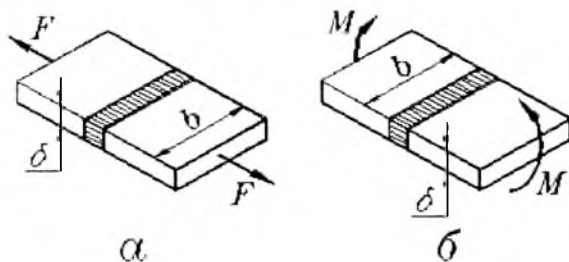
δ – лист қалинлиги, мм да;

$[\sigma_{II}]$ – пайванд учун рухсат этилган қучланиш;

Пайванд бирикма учун мустаҳкамликнинг эҳтиёт коэффициентини ҳисобга олганда:

$$[\sigma_{II}] = 0,9 [\sigma_{ДЕТ}].$$

бунда: $[\sigma_{ДЕТ}]$ – детал материали учун рухсат этилган қучланиш яъни листнинг пайвандланмаган бўлаги



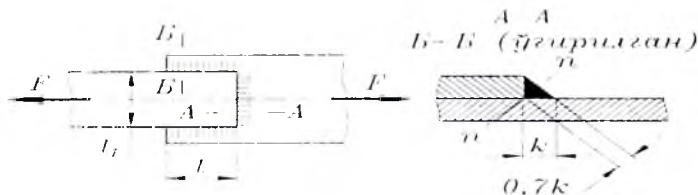
17.6-расм.

Агар пайванд қисм эғувчи момент билан юкланган бўлса (17.6-б расм), унда чокнинг емириладиган қисмини W 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 рўнара 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 τ кучланиш ҳисобланади. Соддалаштириш 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 материалининг 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 қисмининг 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. Анурьев 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 Алиенна 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 таъбири 13,5. Адади 100.
Буюртма рақами № 75.

«IQTISOD-MOLIYA» нашриётида тайёрланди
100084, Тошкент ш. Кичик халка йули кучаси, 7-уй.

Низомий номидаги ТДПУ босмахонасида чоп этилди.
Тошкент ш. Юсуф Хос Ҳожиб кучаси, 103-уй