

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
ТОШКЕНТ АВТОМОБИЛЬ ЙУЛЛАР ИНСТИТУТИ**

С.М.Мухамедов
техника фанлари номзоди, доцент

МАШИНА ҚИСМЛАРИ
Маруза матнлари

Тошкент- 2010

Ma'ruza matni "Mashina detallari" fan dasturi asosida ishlab chiqilib, kuzgi 5 va 6-semestrda 54-soat xajmda o'qilishga mo'ljallangan va "Mashinalarni loyihalash asoslari" kafedrasining 2009 yil 16 sentyabr' (bayonnoma 6) majlisida muhokama qilingan va maqullangan.

Kafedra mudiri

prof. SH.P. Alimukhamedov

ASF ning ilmiy - uslubiy kengashida tasdiqlangan.
24 sentyabr 2009 yil 1 sonli majlis bayoni. (bayonnoma 1) majlisida muhokama qilingan va maqullangan.

ASF dekani

doc. SH. Hikmatov

Мундарижа

Мавзу I (6 -соат). Кириш. Машина қисмларини ҳисоблаш.

ва лойиҳалашга доир умумий масалалар.

Маъруза 1 (2 -соат). Фан тўғрисида умумий маълумотлар.

Маъруза 2 (2 -соат). Деталларнинг ишлаш лаёқати омиллари ва уни таъминлаш асослари.

Маъруза 3 (2 -соат). Юкланиш ва кучланишлар.

Мавзу II (2-соат). Узатмалар.

Маъруза 4 (2 -соат). Узатмалар. Механик узатмаларга доир умумий тушунчалар

Мавзу III (12 -соат). Тишли узатмалар.

Маъруза 5 (2 -соат). Тишли узатмалар ҳақида умумий маълумотлар.

Маъруза 6 (4 -соат). Тишли узатмаларнинг геометрияси ва кинематикаси.

Маъруза 7 (2 -соат). Тишли узатмаларда кучлар ва улар орасидаги боғланишлар.

Маъруза 8 (2 -соат). Тишли узатмалар филдирак тишларини мустаҳкамликка эгувчи кучланиш бўйича ҳисоблаш.

Маъруза 9 (2 -соат). Тишли узатмалар филдирак тишларини мустаҳкамликка контакт кучланиш бўйича ҳисоблаш.

Мавзу IV (4 -соат). Червякли узатмалар .

Маъруза 10 (2 -соат). Червякли узатмалар ҳақида умумий маълумотлар.

Маъруза 11 (2 -соат). Червякли узатмани мустаҳкамликка ҳисоблаш.

Мавзу V (2 -соат). Занжирли узатмалар.

Маъруза 12 (2 -соат). Занжирли узатмалар ҳақида маълумотлар.

Мавзу VI (8 -соат). Ишқаланишга асосланган узатмалар.

Маъруза 13 (2 -соат). Фрикцион узатмалар

Маъруза 14 (2 -соат). Тасмали узатмалар.

Маъруза 15 (2 -соат). Тасмали узатмаларни ҳисоблаш.

Маъруза 16 (2 -соат).) Тасмали узатмаларни танлаш усуллари.

Мавзу- VII (2- соат). Редукторлар

Маъруза- 17 (2-соат). Редукторлар

Мавзу - VIII (2- соат). Муфталар

Маъруза-18 (2- соат). Муфталар

Мавзу - VIII (2- соат). Валлар ва ўқлар

Маъруза -19 (2 соат) Валлар ва ўқлар. Умумий маълумотлар.

Маъруза-20 (2-соат). Вал ва ўқларни ҳисоблаш асослари.

Мавзу- IX (4- соат). Подшипниклар.

Маъруза-21 (2-соат). Подшипниклар. Сирпаниш подшипниклари ва уларни ҳисоблаш асослари.

Маъруза-22 (2-соат).Думалаш подшипниклар. Талаш ва ҳисоблаш

Мавзу- X (4- соат). Бирикмалар. Ажралмайдиган бирикмалар

Маъруза-23 (2-соат). Бирикмалар. Туркумларга бўлиниши. Пайванд бирикмалар.

Мавзу- XI (2- соат). Ажраладиган бирикмалар.

Маъруза- 24 (1 –соат). Резбали бирикмалар. Параметрлари.

Маъруза- 25 (2- соат). Резбали бирикмадаги кучлар ва мустаҳкамликка ҳисоблаш.

Маъруза 26 (1 соат) Шпонкали ва шлицли бирикмалар.

Адабиётлар.

Мавзу- I (6- соат). Кириш. Машина қисмларини ҳисоблаш ва лойиҳалашга доир умумий масалалар

Таянч сўзлар: машина, механизм, деталь, узел, машина қисми, мустаҳкамлик, бикрлик, ейилиш, титраш, иссиққа бардошлик, юкланиш, кучланиш, статик, динамик, зарбли, хисобий, жоиз кучланишлар, эҳтиёт коэффиценти,

Маъруза- 1 (2- соат). Фан тўғрисида умумий маълумотлар

1. Фаннинг мақсад ва вазифалари.
2. Асосий атама ва таърифлар.
3. Деталларга қуйиладиган асосий талаблар.

1. Машинасозлик турли соҳаларни тараққий этиши учун зарур бўлган техникавий база яратади. Хар қандай мамлакатнинг дунёда тутган иқдисодий ўрни кўп жиҳатдан унда машинасозликни қанчалик тараққий этганлиги ва машиналардан унимли фойдаланилишига боғлиқ. Хозирги вақтда машинасозликка алоқадор бўлган ҳарбир ишчи, инженер-техник ходим ҳамда олимларнинг вазифаси замонамиз талабларига тўла жавоб берадиган сифатли, юқори унумли, мустаҳкам ва рақобатбардош машиналарни яратишдан иборат. Табиийки, бундай вазифани юқори малакали мутахассисларгина хал қила оладилар. Ана шундай мутахассислар тайёрлашда «Машина деталлари» фани алоҳида ўрин тутди.

Бу фаннинг пайдо бўлиш ва ривожланиш тарихи узоқ ўтмишга тақалади. Бунда узоқ ўтмишда ижод қилган буюк олимлар Аристотель, Афлотун, Леонардо-да Винчилар билан бир қаторда Марказий Осиё олимлари ҳусусан Мухаммад ал-Фарғоний (механик календарь, бурчак ўлчаш асбоблари), Абу Али ибн Сино (“Ақл мезони” асарида баён қилинган чигир, ричаг, блок ва винтлар), Абу Юсуф ал-Хорозмий (“Илмлар калити” китоби) асарларида машина ва унинг қисмлари ҳақида маълумотлар берилган.

Машиналарни ҳисоблаш ва лойиҳалаш фанига XIX асрда асос солинган бўлиб, бунда рус олимларидан Ц.А. Вишнеградский ва В.Л. Кирпичевнинг биринчи асарлари диққатга сазовордир.

Бу фанни бойитишга рус олимларидан П.К.Худяков, М.А.Саверин, Н.С. Ачеркан, Д.Н. Решетов, ўзбек олимларидан Ҳ.Ҳ.Усмонхўжаев, Р.Г. Маҳкамов, Ғ.С.Қўзибоев, Ғ.Ш.Зокиров, А. Жўраев, Р.И.Каримов, Ш.Алимухамедов, ва бошқа кўплаб олимларнинг хизмати бор.

Машина деталлари фанига оид дарслик ва китоблардан рус тилида М.Иванов, Д.Решетов, Н. Ачеркан, П.Дунаев, С.А.Чернавский, ўзбек тилида нашр қилинган П.Рогов, И.Сулаймонов, Р.Тожибоев ва

А.Жўраев, Ж.К.Ботирмухамедов ва бошқаларнинг ишлари диққатга сазовордир.

Машина деталлари техникавий фан ҳисобланиб, асосан машина қисмларни ҳисоблаш усуллари, қоидалари, меёрларни ва тузилмани яратиш билан шуғулланади.

Машина деталларини ўрганишдан асосий мақсад, қисмларни ҳисоблаш усулларини белгилаб, қоида талабларга риоя қилинган ҳолда инженерлик фаолиятини такомиллаштиришдан иборат.

Машина деталлари умуминженерлик фани ҳисобланиб, ҳамма машинасозлик институтларида ихтисослаштирилган даражада ёки ҳажми ўзгартирилган ҳолда ўқитилади. Бу фан маъруза, амалий ва лаборатория машғулоти иборат бўлиб, бундан ташқари курс лойиҳаси бажарилади.

Маъруза ва амалиётлар буйича машғулотларни ихтисослаштиришни айрим тузилмаларини ҳисоблаш ва унинг хусусиятлари мисол тариқасида уларни ишлаб чиқариш учун ишлатиладиган воситалардан олиб берилади. Машина деталлари фани мустаҳкамликка ҳисоблаш ва машина деталларни лойиҳалаш асосларини ўргатади.

Машина деб, бир қанча деталлардан тузилган механизмлар (узеллар) мажмуидан ташкил топиб, маълум фойдали ишни бажариш учун мўлжалланган воситага айтилади.

Хар қандай машина уч гуруҳ механизмдан: ҳаракатлантирувчи, узатувчи ва ижро этувчи қисмлардан (механизмлардан) тузилган бўлади. Узатувчи механизм энергия манбаи билан иш бажарувчи механизмлар орасида жойлашган бўлади.

Узел деб, машинанинг маълум бир вазифасини бажариш учун мўлжалланган ва бир неча деталларнинг бирикмасидан иборат бўлган қисмига айтилади. Узеллар оддий (масалан, думалаш подшипниклари, муфталар) ва мураккаб (масалан, редукторларга) турларига бўлинади.

Деталь деб, машинанинг бир хил материалдан тайёрланган ва айрим бўлақларга ажралмайдиган қисмига айтилади. (Масалан: гайка, болт, пружина, вал, ғилдирак ва бошқалар).

Демак, машина узеллардан, узеллар эса деталлардан тузилган бўлар экан.

Турли хил машиналар бир турдаги ва маҳсус қисмлардан (узел ва деталлардан) ташкил топган бўлади. **Бир турдаги деталларга** турли турдаги машиналарда қўллаладиган деталлар, **маҳсус деталларга** эса фақат айрим турдаги машиналарда қўллаландиган деталлар киради.

Машиналарни бажарадиган ишига қараб қуйидаги гуруҳларга синфлаш мумкин:

1) Машина–двигателлар. Ҳар қандай турдаги энергияни фойдали механикавий ишга айлантириб беради. (ички ёниш двигателлари, буг машиналари, сув двигателлари, электр двигателлари);

2) Ишчи машиналар. Машина – двигателдан олинган механик ишни меҳнат предмети хусусиятини, шаклини ҳолатини ўзгартириш учун фойдаланилади. (Масалан: деталларга механик ишлов берувчи дастгоҳлар ва х.к.);

3) Транспорт машиналари. Одамларни ва юкларни ташиш, кўтариб тушириш учун ишлатилади (автомобиллар, самолётлар, кемалар, кранлар, лифтлар, ва х.к.);

4) Информацион – машиналар. Ахборотни қабул қилиш, йиғиш, қайта ишлаш, узатиш учун ишлатилади (кибернетика, информатика ва алоқа соҳларида ишлатиладиган машиналар).

Лойиҳаланаётган машина, механизм ва уларни ташкил этувчи деталлари техникавий шартларида кўрсатилган талабларга жавоб бериши керак. Лойиҳаланадиган машина ва унинг қисм (узел, детал)ларга қўйиладиган асосий талабларга қуйидагилар киради:

1) айна шароитда ишлаш лаёқатига эга, яъни маълум вақт давомида ўз мустаҳкамлигини тўла сақлайдиган, ортиқча таъмирлашни талаб қилмайдиган бўлиши;

2) тўғри, ишончли узоқ вақт ишлаши, фойдаланишда хавфсиз бўлиши;

3) тайёрланиши технологик нуқтаи назаридан қулай ва тежамли, яъни мустаҳкамлигини сақлаган ҳолда ўлчамлари кичик, ихчам, оғирлиги имкони борича енгил, кўриниши чиройли ва таннархи арзон бўлиши лозим.

Шундай қилиб, машина деталлари фани инженерлик амалиётида кўплаб учрайдиган, деярли ҳамма турдаги машиналар учун умумий бўлган деталлар ва узелларнинг тузилишини ҳамда уларни иқтисодий жиҳатдан тежамли қилиб ҳисоблаш ва лойиҳалаш усулларини ўрганади. Бу фан назарий механика, механизм ва машиналар назарияси, материаллар қаршилиги, металллар технологияси, материалшунослик, ўзаро алмашинувчанлик, математика ва чизмачилик каби фанларга асосланади. Шу билан бирга, машинасозлик ихтисосликларини ўрганувчи махсус фанларнинг асоси ҳисобланади.

Маъруза 2 (2-соат). Деталларнинг ишлаш лаёқати омиллари ва уни таъминлаш асослари

1. Мустаҳкамлик.
2. Бикрлик.
3. Ейилишга чидамлилик.
4. Титрашга чидамлилик.
5. Иссиққа бардошлик.
6. Машиналарни ишончли ишлашини таъминлаш асослари.
7. Машина деталларини мустаҳкамликка ҳисоблаш хусусиятлари.

Деталнинг ишлаш лаёқати унинг ишлаш шароитига нисбатан белгиланади. Масалан, тишли ғилдираклар учун тиш юзасининг мустаҳкамлиги, сирпаниш подшипниклари учун ейилишга чидамлилик, болтлар учун мустаҳкамлик бўлса, валлар учун эса бикрлик билан мустаҳкамлик муҳим шартларидан ҳисобланади.

1. Мустаҳкамлик деб, деталнинг деформацияланиши меъёрида бўлгани ҳолда, унинг маълум вақт синмай ва бенуқсон ишлай олиш хусусиятига айтилади. Янги деталларни лойиҳалашда, аввалам бор, уларнинг мустаҳкам бўлишини таъминлаш зарур.

Деталнинг мустаҳкамлигини таъминлаш учун унинг хавфли кесимида таъсир этаётган нормал ва уринма кучланишларни топиш ва уни руҳсат (жоиз) этилган қиймати билан солиштириш лозим. Умумий ҳолда, **мустаҳкамлик шартини** қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\sigma \leq [\sigma], \quad \tau \leq [\tau], \quad (1.1)$$

бу ерда σ ва τ - иш жараёнида ҳосил бўлган нормал ва уринма кучланиш; $[\sigma]$ ва $[\tau]$ - жоиз этилган нормал ва уринма кучланишлар.

Юқоридаги формуладаги σ ёки τ куч, момент ва кесим ўлчамлари функцияси сифатида аниқланади. Масалан:

$$\sigma = f(P, T, a, b, c) \leq [\sigma]. \quad (1.2)$$

(1.1) формула ёрдамида бажарилган ҳисоб **текшириш усулига** мансуб. Бу усулни қўллаш учун албатта (1.2) функциядаги a, b, c ўлчамларни билиш лозим. Бунда (1.1) тенгламани қўллаш учун детал ёки тузилмани асосий бўлган ўлчами маълум бўлиши керак. Агарда геометрик ўлчамлар номаълум бўлса, улар тажриба усулига асосланган ҳолда, (1.2) функциянинг ёрдамчи ўлчамларни қийматлари белгиланиб, асосий ўлчам дифференциал усулида топилади. Бу усулни **лойиҳа усули** дейилади.

2. Бикрлик. Баъзи деталлар, айниқса куч таъсирида ишлайдиган деталлар учун мустаҳкамликнинг ўзи етарли бўлмайди. Масалан, маълум куч ва момент таъсирида айланаётган вал мустаҳкам бўлишига қарамай, жоиз этилгандан ортиқ эгилиши мумкин. Бундай вал ишлатилмаслиги керак, чунки валга ўрнатилган деталлар, масалан, тишли ғилдираклар орасидаги масофа чегараланган бўлади. Вални руҳсат этилгандан ортиқ эгилиши бу деталларнинг мўлжалдан олдин ишдан чиқишига сабаб бўлади. Шунинг учун бундай деталларни мустаҳкамлигидан ташқари, бикрлиги таъминланиши, яъни чизиқли f_{max} ва бурчак φ_{max} силжишлари жоиз қийматидан ошмаслиги керак:

$$f_{max} \leq [f], \quad \varphi_{max} \leq [\varphi].$$

Баъзи деталларнинг хаддан ташқари бикр бўлиши уларнинг чидамлигига салбий таъсир этади. Масалан пўлатдан тайёрланган тишли ғилдирак тишларининг ортиқ даражада бикр бўлиши ишлаш

вақтида динамик кучларнинг пайдо бўлишига ва шовқиннинг кучайишига олиб келади. Демак, зарур бўлган ҳолларда деталларнинг маълум даражада мослашувчан бўлиши талаб этилади.

3. Ейилишга чидамлик. Ишқаланувчи деталларнинг тўғри ишлаш вақти ейилиш даражасига қараб белгиланади. Ейилиш натижасида деталларнинг ўлчамлари ўзгаради, улар орасидаги тирқиш катталашади, бу эса ўз навбатида машинанинг нотекис ишлашига сабаб булади. Деталнинг тез ёки секин ейилиши унинг ишлаш шароитига, мойланиш даражасига, контакт кучнинг қийматига ва бошқа омилларга боғлиқдир. Шунинг учун ейилишга чидамликни таъминловчи аниқ бир ҳисоблаш усулини тавсия этиш қийин. Умуман олганда ўзаро контактдаги деталларни ейилиш даражаси асосан ишлаш жараёнига боғлиқ бўлиб улар қуйидагича бўлиши мумкин: механик ейилиш, бу ўз навбатида абразов ва толиқиб ейилишини ҳосил қилади; молекуляр – механик ейилиш (ғажил ёки ёпишиб қолиш) ҳолатида ҳосил бўлади; занглаб – механик ейилиш.

Ҳозирги вақтда ишлатилаётган машиналарнинг 85...90% деталларнинг ейилиши туфайли ишга яроқсиз ҳолга келмоқда, бу эса уларнинг янғиси билан алмаштирилишини талаб қилади.

Ейилишни ҳисоблаш усулларида энг кўп тарқалгани солиштирма босим q ва шартли коэффициент qV -ларни аниқлаб, уларни жоиз катталиклари билан солиштиришдир:

$$q \leq [q], \quad qV \leq [qV],$$

бу ерда V – ишқаланиш тезлиги.

Ишқаланувчи деталларни зарур даражада мойлаб туриш ва уларни тайёрлашда ейилишга чидамлик материаллар бронза, пластмасса ва шу каби материалларни ишлатилиши ейилишни камайтириш йўлларида.

4. Титрашга чидамлик. Машиналарнинг ишлаш тезликларини табора оширилиши ва деталларнинг оғирлигини камайтирилиши ҳар хил титрашларнинг пайдо бўлиши учун имкон яратади. Маълумки титрашлар қўшимча кучларни ҳосил қилади, машинанинг нормал ишлашига салбий таъсир кўрсатади, деталларнинг толиқиши оқибатида ишдан чиқишини тезлаштиради. Бу борада резонанс ходисаси айниқса хавфлидир. Одатда, деталларнинг титрашга чидамлигини таъминлаш учун резонанс ходисасини келтириб чиқарувчи омилларни топиб, ҳисоблаб уларни йўқотиш керак. Машиналарда титраш ходисасини камайтириш учун статик ва динамик мувозанатлаш, шунингдек турли хил титрошни камайтирувчи сўнгдиргичлар масалан, махсус эластик элементларни, пружиналарни қўллаш тавсия этилади.

5. Иссиққа чидамлик. Таркибида бир–бири билан ишқаланувчи деталлар бўлган машиналарда қизиш натижасида иссиқликнинг маълум даражада ортиб кетиши қуйидаги салбий ҳолларга олиб келиши мумкин: деталларнинг мустаҳкамлиги камаяди; мойларнинг мойлаш хусусияти камаяди, натижада деталларни ейилиши ортиб, машинанинг

аниқлиги камаяди. Шунинг учун бундай машина, механизмларни лойиҳалашда уларда ҳосил бўладиган иссиқликнинг меъеридан ортиб кетмаслигини ҳисобга олиш керак, яъни $Q < Q_I$ бўлишига эришмоқ даркор. Бу ерда: Q – машинада ҳосил бўладиган иссиқлик миқдори; Q_I – машинадан ташқарига тарқарилувчи иссиқлик миқдори.

Машиналарнинг қизиши меъеридан ортиқ бўлса, махсус совитгичлар ишлатилади.

6. Машиналарни ишончли ишлаши белгиланган вақт мобайнида уларни тўхтаб қолмай ишлашига қараб белгиланади ва машинани лойиҳалаш, ишлаб чиқариш, ишлатиш ва таъмирлаш даврларида таъминланади. Машиналарни ишончли ишлаш даражаси унинг ишончилилик коэффиценти $P(t)$ билан белгиланади. Масалан, двигателни 100 марта ишга туширилганда 99 мартасида ишлаб кетса

$$P(t) = 99 / 100 = 0,99 \text{ бўлади.}$$

Машинанинг ишончилилик коэффиценти ундаги ҳар бир деталнинг ишончилилик коэффицентларининг кўпайтмасига тенг бўлади, яъни:

$$P(t)_{\text{ум}} = P_1(t) \circ P_2(t) \dots P_n(t).$$

Бундан, агар машина таркибида 100 деталь бўлиб, ҳар бир деталнинг $P_i(t) = 0,99$ бўлса, унда $P(t)_{\text{ум}} = 0,99^{100} = 0,37$ бўлади.

Машиналарни ишончли ишлаши учун уларни лойиҳалаш жараёнида қуйидагиларга аҳамият бериш даркор:

1) машинада иложи борича кам деталь ишлатилиши, қисмларнинг тузилиши оддий бўлиши ва ҳар бирининг ишончли ишлашини таъминланиши;

2) ишчи юзаларида ҳосил бўладиган кучланиш қийматларини камайтириш;

3) ишқаланувчи юзаларни мойлаш, тегишли мой танлаш;

4) стандарт деталь ва узеллардан фойдаланиш;

5) деталларни таъмирлашни яхши йўлга қўйиш.

7. 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 таъсирларни аниқ ажрата олиб, энг зарурини қолдириб, қолганини ҳисобга олмаслик керак. Бу масалани ечишда орттирилган тажриба машина деталлари адабиётларида келтирилган махсус маслаҳатлар, тавсиялар

нормаларини тўғри танлаб олишда ёрдам беради. Лекин қабул қилинган соддалаштиришлар, ихчамлашлар муҳандислик ҳисоблашида тахминий усулга олиб келади ва ҳисоблашда йўл қўйилган ноаниқликлар хавфсизлик коэффиценти билан эҳтиборга олинади (мустаҳкамлик эҳтиёт коэффиценти). Ҳисоблашда бундай коэффицентларни танлаб олиш, айниқса, учувчи аппарат деталларини тузилишини лойиҳалашда маъсул ҳисобланади. Вазифасига кўра мустаҳкамликка ҳисоблашнинг икки усули бор: лойиҳалаш ҳисоби ва текширув ҳисоби.

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

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

Текширув ҳисобида деталнинг ҳақиқий ва асосий ўлчамлари инобатга олинади. Чунки, лойиҳадан сўнг уни параметрлари таҳлилий усулда топилганидан фараз қилиш мумкин.

Маъруза – 3 (2соат). Юкланиш ва кучланишлар

1. Юкланиш турлари.
2. Кучланиш турлари.
3. Жоиз (рухсат этилган) кучланишлар, аниқлаш усуллари.
4. Мустаҳкамликнинг эҳтиёт коэффиценти.

Маълумки, машина узелларини ташкил этувчи аксарият деталлар ҳаракатда бўлади. Бунда деталларга таъсир этувчи юкланиш ва ундан ҳосил бўладиган кучланиш вақт оралигида ўзгариб туриши мумкин.

1. Умуман олганда юкланишлар қуйидаги турларга бўлинади:

а) **Статик юкланиш.** Вақт оралигида юкланишнинг йўналиши ва қиймати ўзгармайди.

б) **Динамик юкланиш.** Вақт оралигида юкланиш вақт – вақти билан ўзини тебраниш даврига яқин ҳолда бўлади.

в) **Зарбли юкланиш.** Контактдаги деталларни тезлиги тўсатдан ўзгаради.

г) **Ҳисобий юкланиш.** Машина деталларини ҳисобини соддалаштириш мақсадида, динамик ва зарбли юкланишлар статик юкланишлар билан алмаштирилади. Бу ҳолда ноаниқликни ҳисобга олиш мақсади-

да юкланиш каттароқ қиймат билан, яъни юкланиш коэффициентини ҳисобга олган ҳолда қуйидаги кўринишда мослаштирилади:

$$P_x = P \cdot k, T_x = T \cdot k,$$

бу ерда P – номинал қувват; T – номинал момент; k – юкланиш коэффициенти.

Демак, юкланиш коэффициенти k , динамик ва зарбли юкланишларни ҳисобга олувчи омил бўлиб қолади.

Деталларда ҳосил бўлган кучланишларни тақсимланиш ҳолатига қараб, **умумий** ва **махаллий** кучланишларга ажратиш мумкин. Умумий кучланиш бу ҳолда – детални бутун хажми ёки ўлчамининг катта сирти, бўлаги деформацияга учраб, ўз ҳолатини ўзгартиришга ҳаракат қилади. Масалан: детал ташқи куч таъсирида сиқилади, чўзилади, буралади, эгилади ва хоказо. Натижада деталда қуйидаги умумий кучланишлар ҳосил бўлиши мумкин ва улар жоиз кучланишлар билан таққосланганда:

$$\text{чўзилишдан } \sigma_u = F / A \leq [\sigma_u];$$

$$\text{кесилишдан } \tau_{кес} = F / A \leq [\tau_{кес}];$$

$$\text{буралишдан } \tau_{бур} = T / W_p \leq [\tau_{бур}];$$

$$\text{эгилишдан } \sigma_{эз} = M / W \leq [\sigma_{эз}],$$

шартлар бажарилиши ёки эҳтиётлик (ҳавфсизлик) коэффициентининг қиймати $S \geq [S]$ бўлиши керак.

бу ерда: F – ташқи куч (чўзувчи, кесувчи); A – кесим юзаси;

T – буровчи момент; M – эгувчи момент;

W ; W_p – кесимнинг эгувчи ва буровчи қаршилиқ моменти ;

$[\sigma_u]$, $[\tau_{кес}]$, $[\tau_{бур}]$, $[\sigma_{эз}]$ -жоиз кучланишлар.

Маҳаллий кучланиш контактдаги деталларнинг маълум кичик қисмини ёки бўлагини қамраб олади. Маҳаллий кучланишнинг хусусий бир холини **контакт кучланиш** деб тушиниш мумкин. Контакт кучланиш деталлар контакти вақтида (ўзаро тегиб турганда) ҳосил бўлиб, нуқтали (икки шар, шар ва юза), чизиқли (икки параллель цилиндр, цилиндр ва юза) ёки юзали холлари мавжуд. Контакт кучланишлар сиртларни емирилишига, уқаланишига сабаб бўлади.

Контакт кучланиш немис олими **Г.Герц (H. Herz)** таклиф қилган формула бўйича ҳисобланади:

$$\sigma_H = \sqrt{q / \rho_{кел} \circ E_{кел} / 2\pi (1 - \mu^2)} \leq [\sigma_H],$$

бу ерда: $q = F / b$ - контакт сиртнинг узунлик бирлигига тўғри келган юкланиши, Н/мм;

$E_{кел} = 2E_1 E_2 / (E_1 + E_2)$ - келтирилган эластиклик модули, МПа;

$$\frac{1}{\rho_{\text{кел}}} = \frac{1}{\rho_1} \pm \frac{1}{\rho_2} \quad \text{-келтирилган эгрилик радиуси, мм;}$$

μ - Пуассон коэффициентлари; $[\sigma_H]$ - жоиз контакт кучланиш, МПа.

Жоиз кучланиш деганда, маълум юкланиш таъсиридаги деталнинг хавфли кесимида ҳосил бўладиган кучланишнинг йўл қўйилиши мумкин бўлган ва унинг етарли даражада мустаҳкам бўлишини, ҳамда талаб этилган вақт ичида бенуқсон ишлашини таъминлайдиган энг катта қиймати тушунилади. Жоиз кучланиш икки усул билан аниқланади:

1) **жадвал усули**: бу усул қадимдан маълум бўлиб амалда жуда кенг қўлланилади. Бунда махсус лабораторияларда ҳар хил материаллардан тайёрланган намуна деталларни синаш йўли билан тузилган жоиз кучланиш қийматлари келтирилган жадваллардан фойдаланади.

2) **дифференциал усул**, бу усул бўйича, деталга таъсир этувчи кучга ва ишлатилган материалнинг турига қараб, чегаравий кучланиш сифатида мустаҳкамлик чегараси- $\sigma_{\text{чег}}$ (мўрт материаллар учун), оқувчанлик чегараси- $\sigma_{\text{ок}}$ (пластик материаллар учун), ёки толиқиш чегараси- σ_{-1} (ўзгарувчан юкланиш) олиниши мумкин, яъни:

-пластик материаллар учун - $[\sigma] = \sigma_{\text{ок}} / [S]$;

-мўрт материаллар учун - $[\sigma] = \sigma_{\text{чег}} / [S]$,

бу ерда $[S]$ – мустаҳкамлик эҳтиёт коэффициентинг жоиз қиймати.

Мустаҳкамликнинг эҳтиёт коэффициентини **дифференциал усулда** яъни учта хусусий коэффициентнинг кўпайтмаси сифатида аниқлаш маъқулдир:

$$S = S_1 S_2 S_3,$$

бу ерда S_1 – деталга таъсир этувчи юкланишларнинг ҳақиқий ва ҳисоблаш учун қабул қилинган қийматлар орасидаги фарқни ҳисобга олувчи коэффициент;

S_2 – материалнинг бир жинслигини ва деталнинг тайёрлаш технологиясини меёрий ҳужжатга мос келишини ҳисобга олувчи коэффициент;

S_3 – муҳим деталларнинг мустаҳкамлик эҳтиётини қўшимча равишда ошириш мақсадида киритиладиган коэффициент.

Мустақил назорат учун саволлар:

1. Машина деталлари фанини ўрганишдан мақсад нима ва бу фаннинг вазифалари нимадан иборат?
1. Машина , узел, деталь орасидаги фарқ нимада?
2. Машиналарни синфланишига кўра турларига изоҳ беринг.
3. Умумий қисмларга кирувчи деталь, узелларга таъриф беринг.

4. Деталларни ишлаш лаёқатини белгиловчи асосий омилларга тавсиф беринг.
5. Мустаҳкамлик ва бикрлик шартларига изох беринг.
6. Ейилишга чидамлилиқ нима? Ейилиш турлари ва уни ҳисоблаш.
7. Титрашга чидамлилиқ ва уни ошириш йўллари.
8. Иссиққа чидамлилиқ ҳақида маълумот беринг.
9. Мустаҳкамликка ҳисоблашда моделлаштириш ва ҳисобий шаклларни ишлатишдан мақсад нима?
10. Машиналарни ишончли ишлашини таъминлаш учун уларни лойиҳалашда нималарга аҳамият бериш керак.
11. Юкланишлар ва уларни турларини баён этинг.
12. Умумий ва маҳаллий кучланишларга таъриф беринг.
13. Қандай кучланишларни жоиз кучланишлар дейилади?
14. Жоиз кучланишлар билан мустаҳкамлик эҳтиёт коэффициенти орасидаги муносабатни қандай тушунасиш?
15. Мустаҳкамлик эҳтиёт коэффициентиға таъсир этувчи омилларга изох беринг.
16. Жоиз кучланишнинг жадвал ва дифференциал усулда аниқлашнинг асосий моҳияти нимада?

Мавзу –II (2-соат). Узатмалар.

Таянч сўзлар: Узатмалар, электрик, механик, пневматик, гидравлик узатмалар, тишли узатмалар, Илашиш, қувват, момент, Ф.И.К., узатиш сони, тезликни поғонали ва поғонасиз ўзгартириш.

Маъруза -4 (2-соат). Узатмалар. Механик узатмаларга доир умумий тушунчалар

1. Умумий тушинча ва маълумотлар.
2. Механик узатмалар, тавсифлари, синфланиши.
3. Тезликни ўзгартириш усуллари.

1. Умумий тушунчалар. Маълумки, машина ва механизмларни ҳаракатга келтириш учун аввалам бор бирор энергия манбаи (ички ёниш двигатели, буғ машинаси, электр двигатель) бўлиши керак. Кўпинча, энергия манбаи сифатида фойдаланиладиган механизмларни ишлаши машинанинг ҳаракатдаги иш бажарувчи қасмга қўйилган талаблардан фарқ қилади. Масалан, автомобилни турган жойидан қўзғатиш вақтида унинг ғилдирагидаги буравчи момент катта қийматга эга бўлиши керак. Бунга ғилдиракларнинг айланиш сонини камайтирилиши ҳисобига эришилади. Демак, автомобилнинг нормал ҳаракатини таъминлаш учун маълум айланиш сони билан ишлаб турган двигателдан фойдаланилган холда, ғилдирок тезлигини бошқариш ва лозим бўлган тақдирда ҳаракат йўналишини ўзгартириш зарурияти туғилади. Кўпчилиқ электрик двигателларнинг ишлаш тартиби (режими) бир-бири-

дан фарқ қилади. Уларни бир-бирига мослаштириш турли узатмалар воситасида амалга оширилади.

Узатмалар деб, энергия манбаи билан машинанинг иш бажарувчи қисми оралиқида жойлашиб, уларни ўзаро боғловчи ҳамда ҳаракатни талаб қилингандек ўзгартирадиган механизмларга айтилади.

Машинасозликда механик, электрик, пневматик, ва гидравлик узатмалардан фойдаланади.

2. Машина деталлари курсида **механик узатмалар** ўрганилиб, бошқалари махсус курсларда ёритилади.

Узатмаларнинг энергия манбаи билан иш бажарувчи қисми ўртасида жойлашади ва бунинг сабаблари қуйидагилар:

1) энергия манбаи (масалан электр двигатель) валининг айланиш сонининг ишчи валнинг айланиш сонидан катталиги;

2) буровчи момент қийматларини узатма валларининг айланиш сони ҳисобига ўзгартириш мумкинлиги;

3) электр двигатель валидаги айланма ҳаракатни илгарилама, тебранма ва бошқа ҳаракатларга айлантириши.

Механик узатмалар ҳаракатни бир валдан бошқа валларга узатиб, асосан икки турга бўлинади:

1) ишқаланиш ҳисобига ишлайдиган узатмалар (фрикцион, тасмали);

2) илашиш ҳисобига ишлайдиган узатмалар (тишли, червякли ва занжирли).

Механик узатмаларни ташкил этувчи асосий деталлар ўзаро туташиб туради (тишли, червякли, фрикцион) ёки эгилувчан бўгин (тасма, занжир) орқали боғланган бўлади.

Бундан ташқари, бу узатмалар валларининг ўзаро жойлашувига қараб, **параллель, кесишган** ва **айқаш** турларига, узатиш сонининг ўзгаришига қараб эса, **узатиш сони ўзгармас, поғанали ўзгарувчан** ва **поғанасиз ўзгарувчан** турларига бўлинади.

Ишқаланиш ҳисобига ишловчи узамаларнинг асосий деталлари (ғилдирак, шкив ва шу кабилар) **силлиқ сиртга**, илашиш ҳисобига ишлайганларда эса (тишли ғилдирак, червяк ва шу кабилар) катта буровчи моментнинг узатилишини таъминлайдиган **тишларга** эга бўлади.

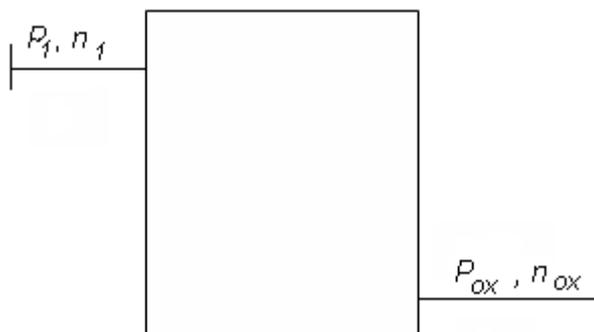
Узатмаларда ҳаракатни энергия манбаидан қабул қилиб олувчи вални **етакловчи вал** деб, бу валдан ҳаракатни қабул қилиб иш бажарувчи қисмга узатувчи вални эса **етакланувчи вал** деб аталади.

Агар узатма бир неча поғанали бўлса, ҳар бир поғананинг энергия манбаи томонидаги биринчи вал иккинчи валга нисбатан етакловчи, иккинчи вал эса поғанадаги етакланувчи вал бўлади.

Узатмаларнинг асосий тавсифлари: валлардаги P –қувват (Вт), T -

буровчи момент (Нм) ва ω – бурчак тезлик (сек⁻¹) ёки n – айланишлар сони (мин⁻¹).

Қўшимча тавсифлари: η - фойдали иш коэффиценти, F_t - айланма куч (Н) ва U -узатиш сони.



4.1- расм.

Узатмаларни лойиҳалаш учун уларнинг камида биринчи ва охириги валларининг қуввати ҳамда айланиш сонлари ёки бурчак тезликлари берилган бўлиши керак (4.1- расм).

Валлардаги қувват ва бурчак тезликлар маълум бўлганда улардаги буровчи момент қуйидагича аниқланади.

$$T = P / \omega \quad \text{ёки} \quad T = 9550 P / n$$

Унда узатманинг **узатиш сони** қуйидагича ифодаланади:

$$U = n_1 / n_2 = \omega_1 / \omega_2 .$$

Энергия оқимининг йўналишидан қатъий назар, исталган икки вал бурчак тезликларининг нисбатлари **узатиш нисбати** дейилади.

$$U_{1-2} = n_1 / n_2 = \omega_1 / \omega_2 \quad \text{ёки} \quad u_{2-1} = n_2 / n_1 = \omega_2 / \omega_1 .$$

Узатиш нисбати умумий тушунча бўлиб, бирдан катта, бирдан кичик ёки бирга тенг бўлиши мумкин. Узатиш сони эса, $n_1 > n_2$ бўлгани учун доим бирдан катта бўлади.

Айланиш сони n билан бурчак тезлиги ω орасида қуйидаги боғланиш мавжуд, $\omega = \pi n / 30$.

Узатманинг **фойдали иш коэффиценти** қуйидагича аниқланади:

$$\eta = P_2 / P_1 .$$

Агарда T_2 моментни T_1 моментга бўлсак,

$$T_2 / T_1 = (P_2 / \omega_2) / (P_1 / \omega_1) = \eta \cdot U$$

келиб чиқади, бундан эса узатиш нисбати,

$$U = T_2 / T_1 \cdot \eta$$

бўлади. Шундай қилиб, узатиш сонини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$U = n_1 / n_2 = \omega_1 / \omega_2 = T_2 / (T_1 \cdot \eta) .$$

Агар узатма бир неча поғонали бўлса, унинг умумий узатиш сони:

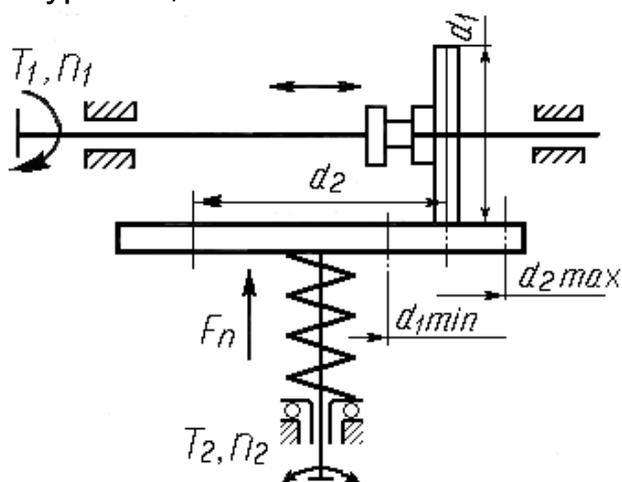
$$U_{ум} = U_1 \cdot U_2 \cdot \dots \cdot U_0 = U = n_1 / n_2,$$

бу ерда U_1 , U_2 ва U_0 – биринчи, иккинчи ва охири валларнинг узатишлар сони;

Кўп поғонали узатмалар турли турдаги узатмалардан (масалан, тасмали, червякли, тишли ва бошқалар) тузилган бўлиши мумкин.

3. Тезликни **поғонали ўзгартиришда**, бир ораликда (диапазонда) ягона бир қийматга эга бўлган тезлик олиш мумкин. Масалан: автомобилларда тезликни ўзгартиш қутичалари асосан тишли узатмалардан иборат бўлган тишли ғилдирак блокларидан фойдаланилади, яъни бир ўзгармас ораликда, тезлик миқдори равон ва шовқинсиз узатилади;

Поғанасиз тезликни ўзгартириш, вариаторлар ёки тасмали узатмалар ёрдамида ҳам амалга ошириш мумкин. Бунга мисол икки ғилдиракдан тузилган фрикцион узатма- оддий вариатор бўлиб, унда биринчи ғилдиракнинг сирти иккинчисининг ён ёғига тегиб ҳаракатланади (4.2 – расм). Утакланувчи валнинг ҳаракатини ўзгартириш учун етакловчи биринчи ғилдирак ўз ўқи бўйлаб силжитилади. Агар етакланувчи валнинг ҳаракат йўналишини ўзгартириш керак бўлса, биринчи ғилдирак ўқ бўйлаб сурилиб,



4.2– расм.

етакланувчи вал ўқидан чап томонга ўтказилади. Демак, биринчи ғилдирак ўз ўқи бўйлаб иккинчи ғилдирак четидан ўрта томонга силжир экан, етакланувчи валнинг тезлиги орта боради. Шундай қилиб, керакли узатиш сони олинади:

$$u_{max} = n_1 / n_{2\ min} = d_{2\ max} / d_1, \quad u_{min} = n_1 / n_{2\ max} = d_{2\ min} / d_1,$$

Узатиш сонининг энг катта қийматини энг кичик қийматига нисбати бошқариш даражаси D деб айтилади. Бошқариш даражаси вариаторларнинг асосий тавсифларидан бири ҳисобланади. Демак бошқариш даражаси қуйидагича бўлади:

$$D = u_{max} / u_{min} = n_{2\ max} / n_{2\ min} = d_{2\ max} / d_{1\ min}$$

Назарий жиҳатдан олганда d_1 нинг қиймати ($d_{2\min} \rightarrow 0$ бўлгани учун) чексиз бўлиши мумкин. Расмда кўрсатилган вариаторнинг фойдали иш коэффиценти кичик бўлсада, тузилиши оддий бўлгани учун улардан кам қувват механизм ва асбобларда кенг кўламда фойдаланилади.

Мустақил назорат учун саволлар

1. Машиналарда узатмаларни қўллашдан мақсад нима?
2. Механик узатмалар қандай турларга бўлинади.
3. Айланма ҳаракат тавсифларига изох беринг.
4. Механик узатмани асосий тавсифлари.
5. Буровчи моментларга изох беринг.
6. Тезликни поғонали ўзгартиришни ўзига хос хусусиятилари.
7. Тезликни бошқариш даражасига изох беринг.

Мавзу III (12 -соат). Тишли узатмалар.

Маъруза- 5 (2 -соат). Тишли узатмалар ҳақида асосий маълумотлар

1. Ту синфланиши.
2. Афзаллик ва камчиликлари.
3. Тузилиши ва ишлатилиши ҳақида маълумотлар.

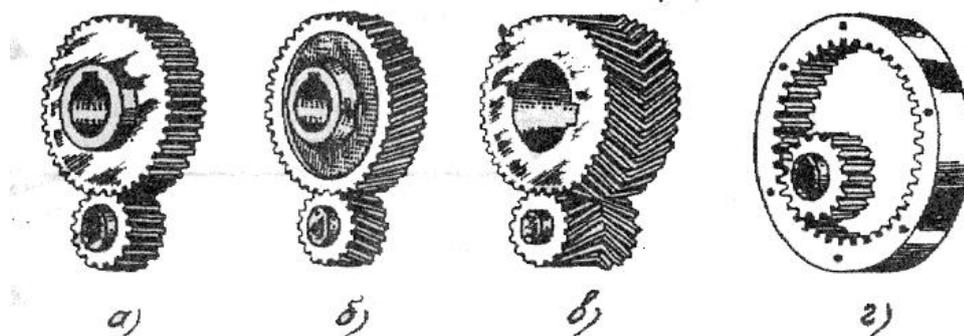
1.Техниканинг турли сохаларида фойдалиниладиган машиналарда тишли узатмалар кенг кўламда ишлатилади. Аниқ асбобсозликда диаметри 1 мм дан кичик бўлган тишли ғилдираклар ишлатилган бир вақтда, оғир машинасозликда диаметри 10 метрга етадиганларини учратиш мумкин.

Тишли узатмалар деб, айланма ҳаракатни бир валдан иккинчи валга ўзаро илашган тишли ғилдираклар воситасида узативчи механизмларга айтилади.

Тишли узатмалар қуйидагича синфлаш мумкин.

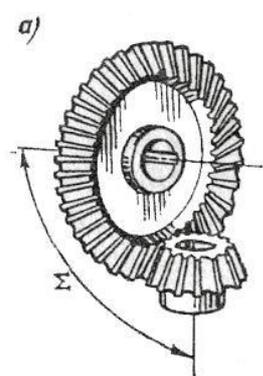
Ҳаракат узатувчи валларнинг бир-бирига нисбатан жойлашувига қараб:

-ўқлари ўзаро параллель, сиртқи ёки ички томонидан илашган **цилиндрсимон** тишли ғилдиракли (5.1-расм);

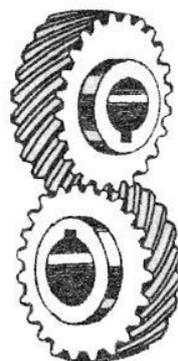
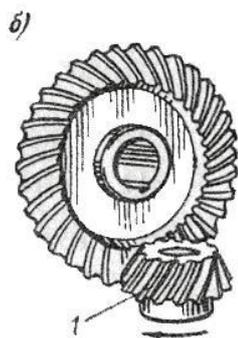


5.1-расм.

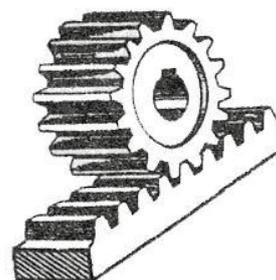
- ўқлари ўзаро кесишувчан, **конуссимон** тишли ғилдиракли (5.2-расм);



5.2-расм.



5.3-расм.



5.4-расм.

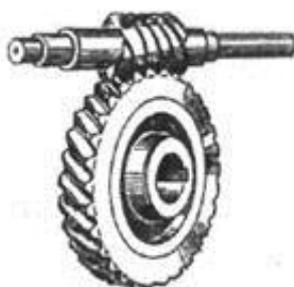
-ўқлари ўзаро айқаш- **винтли** цилиндрсимон ғилдиракли (5.3-расм), **червякли** (5.6 – расм) ва **гипоид** (5.7 – расм) деб аталувчи конуссимон тишли ғилдиракли узатмаларга бўлинади.

Айланма харакатни илгарилама харакатга ўзгартириш учун тишли ғилдирак билан тишли рейкадан иборат **рейкали** узатмалар (5.4-расм) ишлатилади.

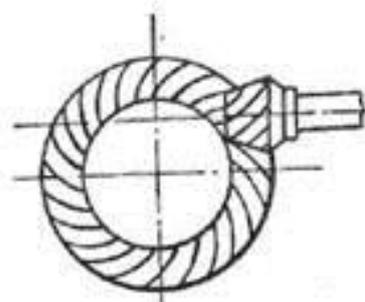
Тишларнинг ғилдирак сиртида жойлашувига қараб: **тўғри тишли** (5.1-расм а ва 5.2-расм а), **қия тишли** (5.1-расм б), **шеврон** (расм 5.1 в), **доиравий** (конуссимон ғилдиракда 5.2-расм б) турларига, тиш профилининг шаклига кўра эса, **эвольвента** (Л.Эйлер ихтироси), **айлана ёйи** (М.Новиков ихтироси, 5.5 – расм) ва **циклоида бўйича** ишлайдиган турларга бўлинади. Булардан эвольвента профилли тишли ғилдираклар кўпроқ ишлатилади.



5.5 – расм.



5.6 – расм.



5.7 – расм.

2. Тишли узатмалар бошқа турдаги узатмаларга нисбатан куйидаги афзалликларга эга:

а) 150 м/с гача тезлик билан катта қувват (бир неча минг кВт) узата олади ва узатиш сони бирнеча юзга етади;

б) сиртқи ўлчамлари нисбатан кичик бўлади;

в) таянчларга тушадиган куч унга катта бўлмайди;

г) фойдали иш коэффициентлари юқори;

д) узатиш сонига салбий таъсир этадиган сирпаниш ҳодисаси бўлмайди;

е) ишлаши ишончли, чидамлилиги юқори;

ж) турли хил материаллардан тайёрланиши мумкин.

Шу билан бирга тишли узатмалар қуйидаги камчиликларга эга:

а) тайёрланишининг нисбатан мураккаблиги;

б) ишлатилаётган вақтда (айниқса катта тезликда) шовқин чиқариши;

в) зарб билан таъсир этувчи кучларнинг зарари кўпроқ сезилади.

г) узатиш сонининг чегараланганлиги (бир поғанали узатмада $U_{max} = 12,5$).

Бу камчиликларга қарамасдан тишли узатмалар машинасозликда асосий ўрин эгаллайди.

Қуйида тишли узатмаларнинг асосий турларини қисқача кўриб ўтамыз.

3. Цилиндрсимон тўғри тишли узатма ғилдиракларида тишлар ғилдирак ўқиға нисбатан параллель (5.1-расм, а), қия тишлида эса маълум бурчак ҳосил қилган (5.1-расм, б) ҳолда жойлашган бўлади. Қия тишли ғилдиракларнинг бир вақтда илашишда бўладиган тишлар сони, ҳамда контакт чизиғининг узунлиги, тўғри тишли ғилдиракларникиға қараганда ортиқ бўлиб, бу унинг афзаллиғига киради. Шунинг учун ҳам қия тишли ғилдиракка тўғри тишли ғилдиракникидан ортиқроқ юкланиш бериш мумкин.

Бундан ташқари, қия тишли ғилдираклардаги тишлар илашишға бир четдан иккинчи четға томон аста-секин киришади. Натижада бу узатма шовқинсиз ва равон ишлайди. Қия тишли узатманинг тўғри тишлиникиға нисбатан асосий камчилиги: ишлаб чиқаришни мураккаброғлиги, ишлаганда ўқ бўйлаб йўналган кучнинг пайдо бўлишидир.

Тишли узатманинг айланма тезлиги $V > 3$ м/с бўлганда қия (ёки шеврон) тишли ғилдираклардан фойдаланиш тавсия этилади, чунки тўғри тишли ғилдиракларнинг бундай тезлик билан қониқарли ишлаши учун уларнинг тайёрланиш аниқлиги жуда юқори бўлиши керак. Қия тишли ғилдиракларнинг тишлари ҳам тўғри тишни қирқадиган асбоб (масалан, рейка) билан қирқилади. Бунинг учун кесувчи асбоб тишнинг талаб қилинган қиялик бурчаги қандай бўлса, шундай бурчакка қийшайтириб қўйилади. Демак, тишларға тик кесим бўйича олинган тишнинг шакли, улар орасидаги қадам, яъни модуль тўғри тишли ғилдиракларникиға мос келади. Бироқ қия тишли ғилдиракларда тишлар орасидаги масофани (қадамни) хар ҳил кесим бўйича ўлчаш мумкин.

Цилиндрсимон узатмаларда $\eta=0,97\dots 0,98$ бўлиб, машиналарда кенг қўлланилади.

Конуссимон ғилдиракли тишли узатмалардан узатма валлари ихтиёрий бурчак (кўпинча 90°) остида кесишган ҳолларда фойдаланилади (5.2–расм). Ғилдирак сиртида тишларни жойлашишига кўра конуссимон ғилдираклар тўғри тишли, қия тишли ва айланасимон тишли турларига бўлинади. Конуссимон узатма ғилдиракларини тайёрлаш цилиндрлик ғилдиракларни тайёрлашга қараганда мураккаброқ бўлиб, тишларни қирқиш учун махсус асбоб ва дастгоҳлардан фойдаланишга тўғри келади. Бу ғилдираклардан иборат узатмани тегишли аниқликда йиғиш ҳам қийин.

Вал ўқларининг ўзаро кесишиви уларнинг таянчларини жойлаштиришни қийинлаштиради ва ғилдиракларнинг бири фақат бир томонлама жойлашган таянчга ўрнатилади. Бу ҳол узатманинг ишлашида тишларга таъсир этувчи кучларнинг нотекис тақсимланишига, бу эса кўшимча динамик кучларнинг пайдо бўлишига сабаб бўлади. Бундан ташқари, конуссимон узатмаларда вал ўқи бўйлаб йўналган кучнинг қиймати катта бўлиб, бу ҳол таянчларнинг тузилишини мураккаблаштиришга олиб келади. Бу камчиликларга қарамай, кесишган валларни ишлатиш зарурати туғилганда конуссимон ғилдиракли тишли узатмалардан кенг фойдаланилади.

Конуссимон узатманинг фойдали иш коэффициенти $\eta = 0,95...0,97$.

Винтли цилиндрсимон узатмаларда валлар айқаш жойлашган бўлиб қия тишли ғилдираклардан тузилган бўлади (5.3-расм). Тишларнинг қиялиги винт чизиғи йўналишида, уларнинг илашиши эса нуқтали бўлади. Бу эса тишлар сиртида ҳосил бўладиган ишқаланиш кучининг катта бўлишига ва тишларнинг нисбатан тез ейилишига олиб келади. Шунинг учун бу узатмаларни катта юкланиш таъсирида ишлатиш мумкин эмас. Булар винтли узатманинг асосий камчилигидир.

Винтли узатма ғилдиракларини иш жараёнида ейилишини камайтириш учун улар турли материаллар қотишмасидан тайёрланади (масалан, тобланган пўлат-бронза, тобланган пўлат-пластмасса).

Червякли узатма валларнинг ўқлари айқаш бўлган ҳолларда ишлатилади (5.6 – расм). Айқашлик бурчагининг қиймати амалда асосан 90° бўлади. Бу узатманинг ишлаш принципи винтли жуфтникига ўхшашдир, бироқ, у резьбали вал–червяқдан ва тишлари махсус шаклли червяк ғилдирагидан тузилади. Червякли узатма ҳақида батафсил маълумот алоҳида марузада берилади.

Гипоид узатмалар қия тишли конуссимон ғилдираклардан тузилган бўлиб, конусларнинг учлари бир жойга келмайди, яъни ўқлар айқаш жойлашади (5.7 – расм). Валлар ўқларининг айланиш бурчаги кўпинча 90° бўлади.

Гипоид узатмаларнинг винтли узатмалардан фарқи, бу узатмалар чизиқли илашиш билан ишлайдиган қилиб тайёрланиши мумкин. Бундан ташқари, бу узатмаларда ҳосил бўладиган сирпаниш тезлиги винтли узатманикидан кичик бўлади. Шунинг учун унга кўпроқ юкланиш

беришга имкон беради ва саноатнинг турли сохаларда, хусусан автомобильсозликда ишлатилади. Гипоид узатмаларда махсус мойдан (гипоид мойдан) фойдаланиш тавсия этилади. Бу узатмаларнинг асосий камчилиги, унинг ғилдиракларни тайёрлаш ва йиғишга аниқлик даражасига юқори талаб қўйилади.

Новиков узатмаси кенг тарқалган эвольвентали илашманинг айрим камчиликларидан холи бўлиб нуқтали илашиш билан ишлайди. Бу узатманинг афзаллиги мустахкамлигининг оддий тишли узаманикдан 1,5...1,7 марта катталиги бўлиб, камчилиги эса юқори даражадаги аниқликда тайёрланишни талаб қилинишидир. Новиков узатмаси ҳақида тўлиқ маълумот М.Н. Ивановнинг дарсликларидан ва илмий ишларида кенг ёритилган.

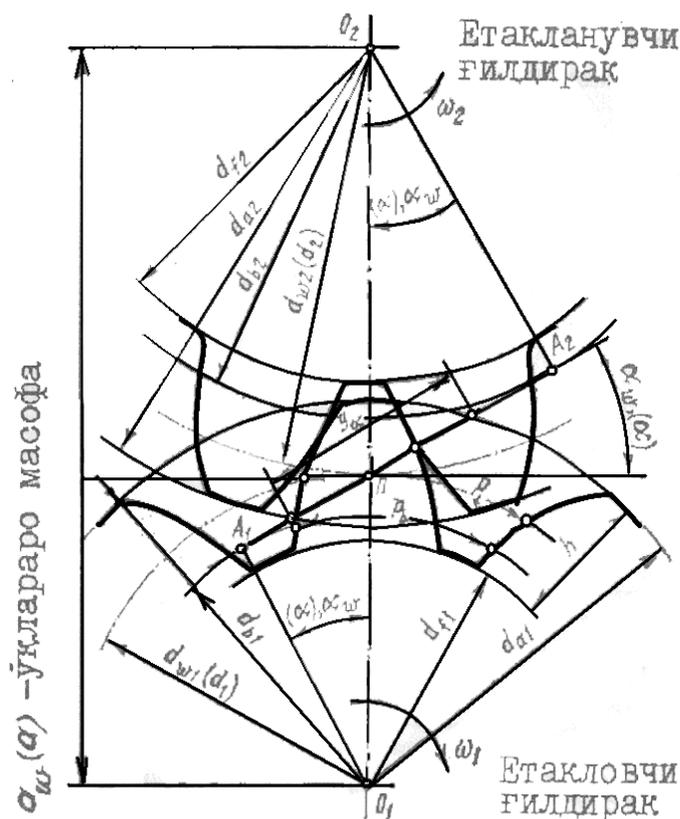
Маъруза 6 (4- соат) Тишли узатмаларнинг геометрияси ва кинематикаси

1. Тишли узатмаларнинг геометрияси
- 2 .ТУ-нинг кинематикаси.

Техникада эвольвента профилли тишли ғилдираклардан иборат узатмалар кўпроқ қўлланилгани учун қуйида шуларни кўриб ўтамиз.

Одатда, илашишда бўлган бир жуфт ғилдиракдан кичигини (етакловчи) **шестерня** деб, каттасини (етакланувчи) эса **тишли ғилдирак** деб номланади, ҳамда улар мос равишда 1 ва 2 индекс билан белгиланади.

1.Цилиндрсимон тишли узатманинг геометрик ўлчамлари қуйидагича ифодаланилади (6.1-расм):



6.1 – расм.

d_1 ва d_2 - шестерня ва тишли ғилдирак бўлувчи айланаларининг диаметрлари.

d_{w1}, d_{w2} –шестерня ва ғилдирак бошланғич айланаларининг диаметрлари. Бу диаметр илашишдаги бўлган ғилдиракларга таалуқли бўлиб, алоҳида олинган ғилдирак учун қўлланилмайди.

Тишлар хеч қандай тузатишсиз тайёрланганда бу диаметрлар бўлувчи диаметрларга тенг яъни $d_w = d$ бўлади. Қуйида шундай тишли узатмаларни ўрганамиз.

d_{a1}, d_{a2} -тишларнинг учидан ўтган айланалар диаметрлари;

d_{f1}, d_{f2} - тишларнинг тубидан ўтган айланалар диаметрлари;

d_{b1}, d_{b2} -асосий айланалар диаметрлари. Бу айлананинг ёйилмасидан тишни ён ёғи сирти учун зарур бўлган эвольвента чизиғи ҳосил қилинади.

Диаметрал параметрларда ишлатилган w, a, f, b индекслар мос равишда шу айланалар билан боғлиқ бўлган бошқа параметрларни ифодалашда қўлланилади.

a, a_w -марказлараро масофа, $d = d_w$ бўлганда, $a = a_w$.

P_t – тишли ғилдиракнинг бўлувчи ёки бошланғич айлана бўйича қадами;

P_b - тишли ғилдиракнинг асосий айлана бўйича қадами;

h - тишнинг баландлиги. $h = h_a + h_f$ бу ерда h_a - бўлувчи айлана билан чегараланган тиш каллагига баландлиги; h_f - тиш оёғи баландлиги (6.2-расм).

Π - илашиш қутби;

$A_1 A_2 = q$ - илашиш чизиғи.

a, α_w - илашиш бурчаги. ГОСТ 13755-81 га асосан тиш кесувчи асбобнинг бурчаги $\alpha = 20^\circ$. $a_w = a$ бўлганда $\alpha_w = \alpha = 20^\circ$.

q_α - фаол илашиш чизиғи, яъни илашманинг ишчи қисми.

Тиш элементларининг геометрик ўлчамларини аниқлаш учун бўлувчи айлана асос қилиб олинади. Ҳар бир ғилдиракдаги ана шу айлананинг узунлиги учун қуйидаги тенгликни ёзиш мумкин:

$$L = \pi \cdot d = z \cdot P_t,$$

бундан $d = z \cdot P_t / \pi$,

бу ерда z - ғилдиракнинг тишлар сони.

Демак, юқорида айлана диаметри қадам ва ўлчовсиз сон π орқали ифодаланмоқда. Шу сабабли, тишли ғилдиракнинг асосий ўлчамларини аниқлаш ва амалда уларни ўлчаш қулай бўлиши учун **илашиш модули** деб аталувчи асосий параметр m киритилади. Бошқача қилиб айтганда, **модуль нисбий кадамдир**, яъни:

$$m = P_t / \pi.$$

Модуль миллиметр хисобида ўлчаниб, унинг қийматлари СТ СЭВ 310-76 да келтирилган. Унда, диаметр модуль орқали қуйидагича ифодаланади: $d = m \cdot z$.

Тишли ғилдиракнинг стандартдан олинган модуль билан ўлчанадиган айланасини бўлувчи айлана дейилади. Ғилдиракнинг бўлувчи айланаси бўйича олинган қадами тиш қирқувчи асбобнинг қадамига тенг бўлади.

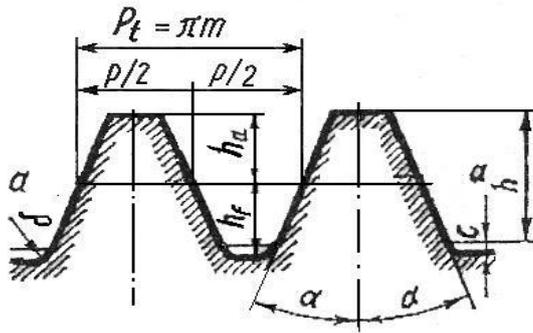
Умуман олганда ҳисоблашларда тузатишсиз тайёрланадиган тишли узатма ғилдиракларининг геометрик ўлчамлари модуль орқали қуйидагича ифодаланади:

$$d_1 = m z_1 ; d_2 = m z_2,$$

$$a = d_1 / 2 + d_2 / 2 = m z_1 / 2 + m z_2 / 2 = 0,5m z_c,$$

$$h_a = m; h_f = h_a + c = 1,25 m; h = h_a + h_f = 2,25 m,$$

бу ерда z_c - тишларининг умумий сони; $c = 0,25 m$ – радиал тирқиш коэффициенти (6.2-расм).



$$d_a = m \cdot z + 2h_a = m \cdot z + 2m = m(z + 2),$$

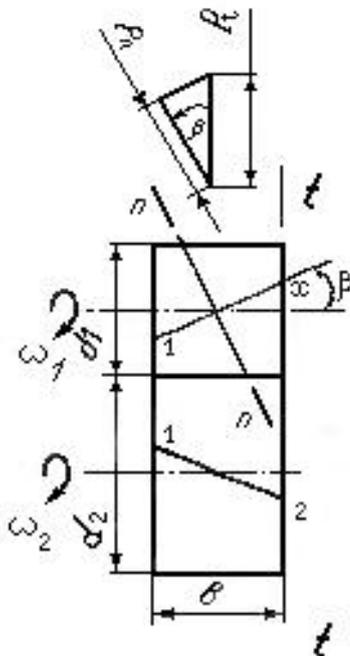
$$d_a = m \cdot z + 2h_a = m \cdot z + 2m = m(z + 2),$$

Илашиш чизиғининг ишчи қисмини қадамга нисбати қопланиш коэффициентини ифодалайди: $\epsilon_\alpha = q_\alpha / P_t$.

6.2-расм.

Бошқача қилиб айтганда, қопланиш коэффициенти бир вақтда илашишда бўлган тишлар сонини кўрсатади. Одатда $\epsilon_\alpha = 1,3$ бўлиши керак. Бунда илашишнинг 30% давомида икки жуфт тиш илашишда бўлиб, 70% давомида эса бир жуфт тиш илашишда бўлади.

Қия тишли узатмаларда тишларга тик кесим бўйича олинган тишнинг шакли, улар орасидаги қадам, яъни модуль тўғри тишли ғилдиракларникига мос келади. Бироқ қия тишли ғилдиракларда тишлар орасидаги масофани (қадамни) хар ҳил кесим бўйича ўлчаш мумкин. Қадамнинг қайси қадам билан ўлчанганлигига қараб, қия тишли ғилдиракнинг геометрик ўлчамлари уч хил қадам ва модуль билан ифодаланади. (6.3 -расм): тишга тик кесим бўйича ўлчанган



6.3 – расм.

нормаль қадам- P_n ва модуль- m_n , филдирак ўқиға параллель кесим бўйича ўлчанган қадам- P_x ва модуль- m_x , филдирак ўқиға тик кесим бўйи-ча ўлчанган ён қадам- P_t ва модуль- m_t .

Қия тишли узатманинг ўлчамларини аниқлашда, асосан, ён модулдан, мустаҳкамликка ҳисоблашда эса, нормал модулдан фойдаланилади. Қия тишнинг $n - n$ кесимдаги профили тўғри тишнинг профилига тўғри келади.

$$m_t = m_n / \cos\beta, \text{ чунки } P_t = P_n / \cos\beta;$$

$$d = m_t \cdot z = m_n \cdot z / \cos\beta.$$

$$d_a = d + 2 m_t,$$

$$a = m_n \cdot z_c / 2 \cos\beta.$$

Қолган геометрик ўлчамлар шунга ўхшаш топилади.

Қия тишли филдиракларда қопланиш коэффициентини билан контакт чизиғи суммар узинлиги орасида қуйидаги муносабат мавжуд:

$$l_\Sigma = b_w \cdot \varepsilon_\alpha / \cos\beta,$$

яъни, бу қия тишли узатмада контакт чизиғи доим тўғри тишлиникидан катта бўлишини кўрсатади, яъни илашишда бўладиган тишлар сони ҳамма вақт баттадан ортиқ бўлади демақдир. Ён қопланиш коэффициенти $\varepsilon_\alpha < 1$, бўлганда ҳам ўқ бўйича қопланиш $b_w > (P_{bt} \cdot \operatorname{tg}\beta)$ таъминланган бўлса, узатмада илашиш узлуксиз давом этади.

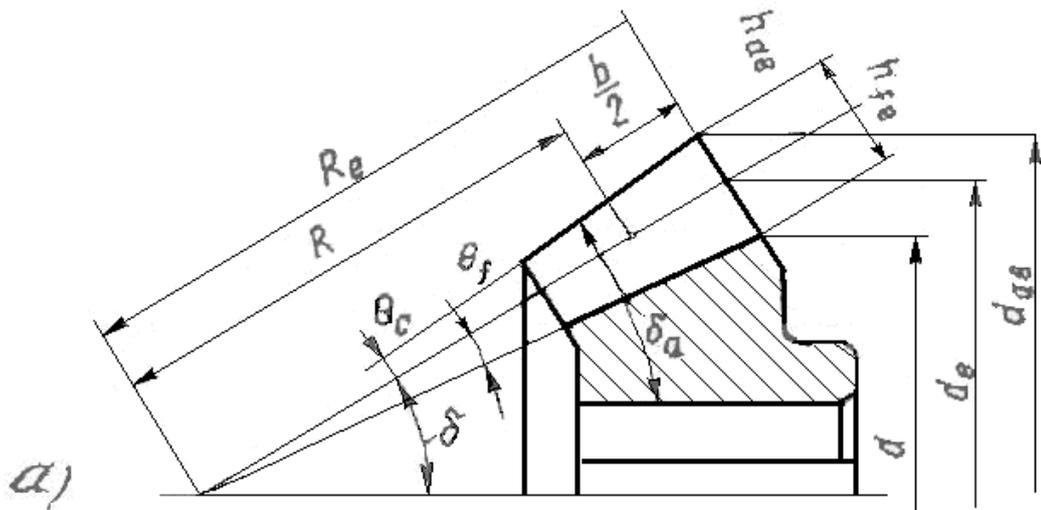
$\varepsilon_\beta = b_w \cdot \operatorname{tg}\beta / P_{bt} \approx b_w \cdot \sin\beta / (\pi \cdot m_n)$ нисбат ўқ бўйича қопланиш коэффициенти дейилади. ($\varepsilon_\beta \geq 1,1$ тавсия этилади).

Тажриба шуни кўрсатадики, тишлар кўрсатилган контакт чизиғи бўйича ҳамма вақт ҳам тўла тегиб туравермайди. Бу ҳол эътиборга олинганида контакт чизиғининг узунлиги қуйидагича аниқланади:

$$l_\Sigma = (0,9 \dots 1,0) b_w \cdot \varepsilon_\alpha / \cos\beta.$$

Кониссимон узатмани чизмадаги асосий геометрик ўлчамларини аниқлашда ҳисобий модуль сифатида тишнинг сиртқи томонидан аниқланган модуль (тўғри тишли филдираклар учун m_e , айланасимон филдираклар учун m_{te}) ишлатилиб, “ e ” индекси ташқи сиртга мос келади.

Конуссимон тишли узатмани асосий геометрик ўлчамлари цилинрик тишли узатмалардек, бошланғич ёки бўлувчи конус ўлчамлари ёрдамида қуйидагича ифодаланади (6.4 –расм):



6.4 – расм.

ғилдирак бўлувчи айланасининг диаметри, $d_e = m_e \cdot z$;

ғилдирак бўлувчи айланасининг ўртача диаметри, $d = m_m \cdot z$;

ғилдирак тишининг ташқи сирти тамонидан аниқланган модули,

$$m_e = m_m \cdot R_e / (R_e - 0,5 b_w);$$

ўртача модуль,

$$m_m = m_e - b \cdot \sin \delta / z;$$

ташқи конус ясовчисининг узунлиги,

$$R_e = d_e / 2 \sin \delta,$$

бу ерда δ , δ_a — бошланғич ва охирги конус бурчаклари.

6.4 – расмда: R - тишнинг ўрта конус узунлиги; θ_f , θ_a — тиш оёғи ва каллагининг бурчаги; h_{fe} , h_{ae} - тиш оёғи ва каллагининг баланд-лиги; d_{ae} - ташқи диаметр; b - тишнинг эни.

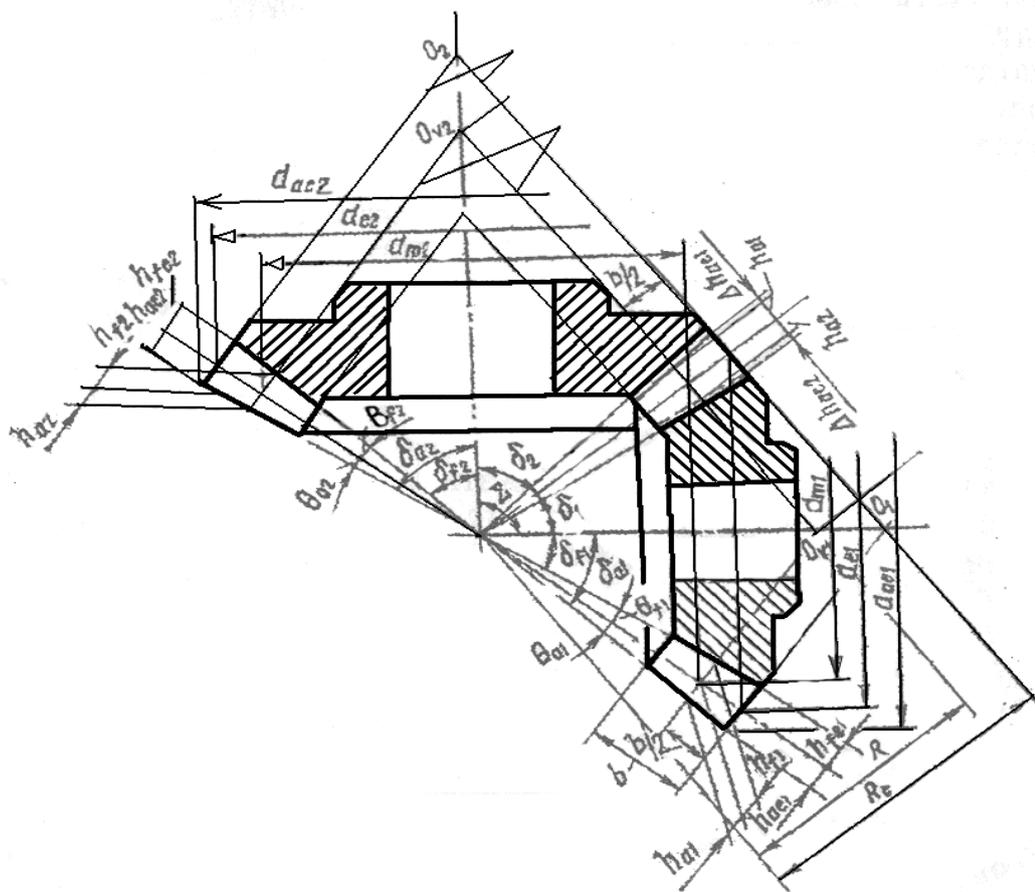
Қолган геометрик параметрлар 6.5 – расмда кўрсатилган.

2. Тишли узатмаларнинг кинематикаси деганда, айланма ва бурчак тезликлари, узатиш сони ва улар орасидаги муносабат тушинилади ва механик узатмалар учун умумий бўлган кинематик тавсифларига асосланади.

Цилиндрик тишли узатманинг айланма тезлиги:

$$V = (\omega \cdot d) / 2 = (\pi \cdot n \cdot d) / 60, \text{ м/с,}$$

бу ерда n - тишли ғилдиракнинг айланишлар сони, айл/мин;



6.5 – расм.

$\omega = 2 \pi \cdot n / 60 = \pi \cdot n / 30$ – ғилдиракнинг бурчак тезлиги, сек⁻¹;

d_w - тишли ғилдиракнинг бошланғич диаметри, м.

Илашишдаги тишли ғилдиракларни, бошланғич айланадаги нуктанинг тезлиги бир хил бўлганини ҳисобга олсак,

$$V = \omega_1 \cdot d_1 / 2 = \omega_2 \cdot d_2 / 2.$$

Диаметрларни илашиш модули ва тишлар сони орқали ифодаласак, $V = \omega_1 \cdot m \cdot z_1 / 2 = \omega_2 \cdot m \cdot z_2 / 2$,

у холда бир поғонали кўрилаётган тишли узатмалар учун узатишлар сони илгариги маърузада баён этилганга асосланиб, қуйидагича топилади,

$$U = \omega_1 / \omega_2 = n_1 / n_2 = d_2 / d_1 = z_2 / z_1.$$

Конуссимон тишли узатмаларда валларнинг ўқлари орасидаги бурчак 90° бўлганда (6.5 –расм) узатиш сони қуйидагича топилиши мумкин: $U = \operatorname{tg} \delta_2 = \operatorname{ctg} \delta_1$.

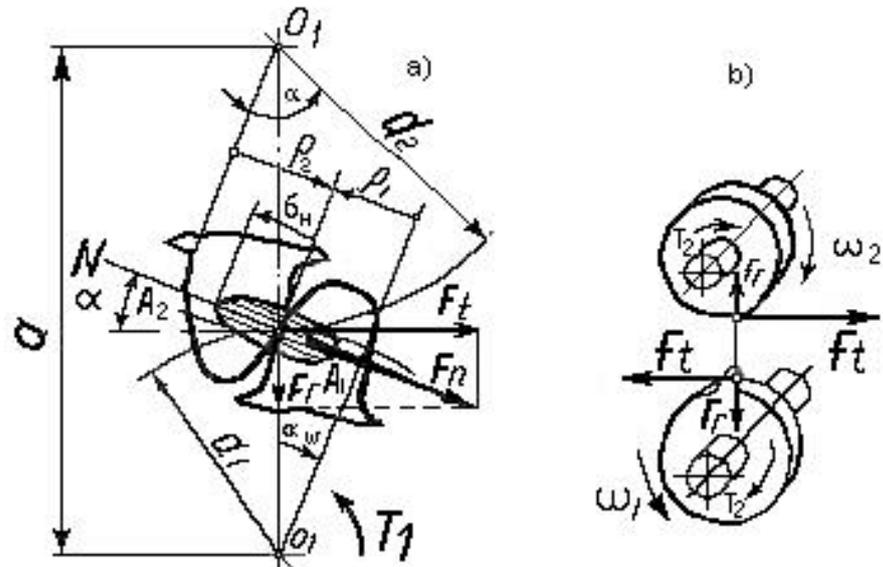
Конуссимон узатманинг қолган кинематик параметрлари цилиндрсимон узатмадагига ўхшаш йўл билан аниқланади.

Маъруза- 7 (2- соат). Тишли узатмаларда кучлар ва улар орасидаги боғланишлар

1. Цилиндрсимон узатмалардаги кучлар.
2. Конуссимон узатмалардаги кучлар.
3. Тишларни емирилиш турлари.

Тишли ғилдиракларнинг илашишида асосан иккита куч ҳосил бўлади. Булардан биринчиси илашиш чизиғи NN бўйлаб тишларнинг эвольвента сиртларига тик йўналган нормаль куч F_n иккинчиси тишлар орасида сирпанишдан ҳосил бўлган ишқаланиш кучи $N = F_n \cdot f$.

1. Одатда, ғилдирак вали ва унинг таянчларини ҳисоблашни осонлаштириш мақсадида F_n куч илашиш қутбига кўчирилиб, цилиндримон тўғри тишли илашмада F_n икки кучга (7.1 – расм), F_t - айланма куч билан F_r - радиал кучга ажратилади.



7.1 – расм.

Узатмаларни ҳисоблашда узатиладиган юкланиш буровчи момент T сифатида берилган бўлади. Шунинг учун кучланишларни аниқлашда авваламбор айланма куч топилиб, сўнгра қолган кучлар аниқланади. Бунда қуйидаги боғланишлардан фойдаланилади:

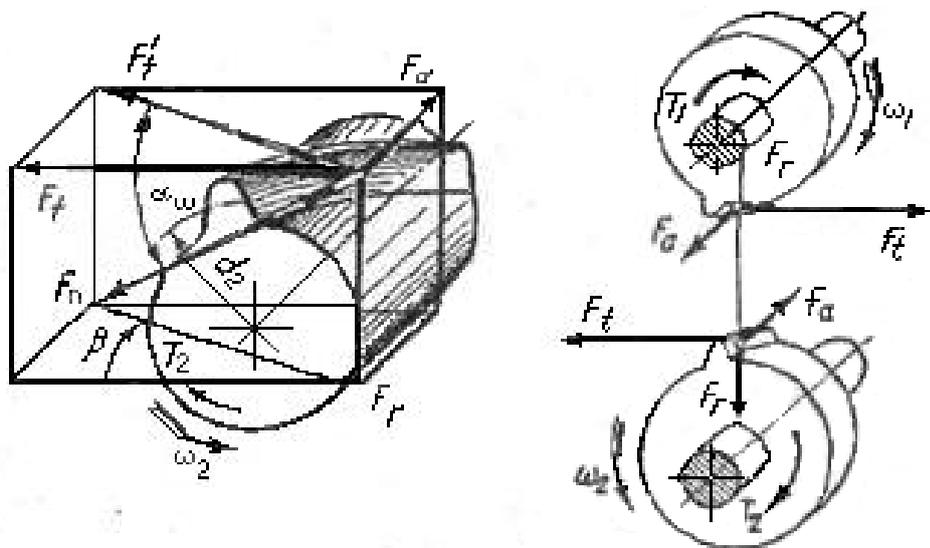
$$F_t = 2T/d; \quad F_r = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha; \quad F_n = F_t / \cos \alpha;$$

Қия тишли ғилдираклар илашганда нормаль куч F_n радиал F_r ва F_t^1 кучдан таъсир этади. F_t^1 куч айланма F_t ҳамда ўқ бўйлаб йўналган F_a кучга ажратилади (7.2 – расм):

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

$$\text{Бу ҳолда радиал куч } F_r = F_t^1 \cdot \operatorname{tg} \alpha_w = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha_w / \cos \beta,$$

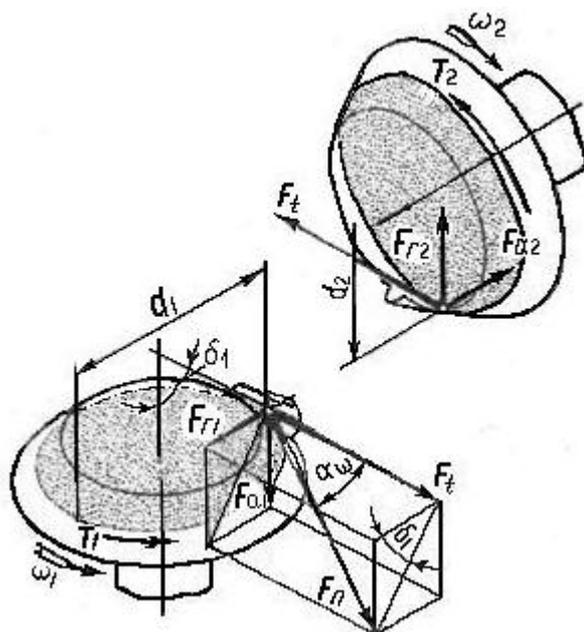
$$\text{Умумий нормал куч } F_n = F_t^1 / \cos \alpha_w = F_t / (\cos \alpha_w \cdot \cos \beta).$$



7.2 – расм.

Кўриниб турибдики, тишнинг қиялик бурчагининг ортиши билан бўйлама кучнинг қиймати ортади. Бу камчилик шеврон тишли ғилдир-акда бўлмайди, чунки унда бўйлама куч тенг икки қисмга ажралиб, қарама-қарши тамонга йўналган холда мувозанатлашади.

3. Конуссимон ғилдираклар илашганда умумий куч F_n тишга тик таъсир этаб айланма F_t ҳамда F_r^1 кучларга бўлинади. F_r^1 куч марказга интилувчи радиал F_r ва бўйлама F_a кучларга ажралади (7.3 – расм).



7.3 – расм.

1) тўғри тишли ғилдираклар учун ($\alpha = 20^\circ$)

айланма куч: $F_t = 2T_2 / d_2 = 2T_2 / (0,857 d_{e2})$;

Етакловчи ғилдирак учун радиал куч:

$$F_{r1} = F_t \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \delta_1 = 0,36 F_t \cdot \cos \delta_1;$$

бўйлама куч: $F_{a1} = F_t \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \delta_1 = 0,36 F_t \cdot \sin \delta_1.$

Етакланувчи ғилдиракдаги кучлар:

$$F_{a2} = F_{r1}; F_{t2} = F_{a1}.$$

2) айланасимон тишли ғилдираклар учун ($\alpha = 20^\circ$, $\beta = 30^\circ$)
етакловчи ғилдиракдаги радиал куч:

$$F_{r1} = F_t (0,44 \cos \delta_1 - 0,7 \sin \delta_1);$$

етакловчи ғилдиракдаги бўйлама куч:

$$F_{a1} = F_t (0,44 \sin \delta_1 + 0,7 \cos \delta_1).$$

Етакланувчи ғилдиракдаги кучлар тўғри тишлиники каби бўлади.

Кўриб ўтилган кучлар таъсирида тишларда асосан икки хил кучланиш ҳосил бўлади. Булар тишларнинг ишлаш қобилиятини белгиловчи тиш сиртида ҳосил бўладиган контакт кучланиш - σ_H ва тишнинг тубида ҳосил бўладиган эгувчи кучланиш - σ_F - дир.

4. Тишлардаги кучланишлар ҳар бир тиш учун бу муайян қийматга эга бўлмай, вақт оралигида ўзгариб туради ва пульсацияланувчи узлукли цикл билан таъсир этади, ҳамда σ_H тишларнинг толиқишдан синишига, σ_F эса тиш сиртларининг уваланишига сабаб бўлади.

Ишқаланиш кучи N нинг мавжудлиги тиш сиртининг ҳар турли емирилишига олиб келади. Бинобарин, тишла узатмаларнинг ишлаш қобилияти, биринчидан тишларнинг синиши, иккинчидан тишлар сиртининг емирилиши оқибатида бўлиши мумкин экан.

Тишлар сиртининг емирилиши деганда қуйидагилар тушунилади:

- а) толиқиш оқибатида уваланиб кетиши;
- б) абразив заррачали мухитда ва оддий ишқаланиш шароитида емирилиши;
- в) катта юкланиш билан ишлаётган узатмаларда бир ғилдирак тишининг сирти юлиниб, иккинчи ғилдирак тиши сиртига ёпишиши;
- г) пластик деформацияланиш оқибатида силжиши;
- д) термик ишлов берилган тишлар сиртқи қаттиқ қатламнинг кўчиб кетиш ҳоллари.

Тишларнинг синишига икки хил сабаб бўлиши мумкин:

1) ўта юкланиш сабабли. Бунда тишда ҳосил бўлган кучланиш материал учун белгиланган жоиз кучланишдан ортиб кетади. Натижада мўрт материаллардан тайёрланган ғилдирак тишлари синади, пластик материаллардан тайёрланган тишлари деформацияланиб, ўз шаклини ўзгартиради ёки синади;

2) ўзгарувчан кучланишнинг узоқ вақт давомида таъсир этиши натижасида тиш тубига яқин жойда материалнинг толиқишидан дарз пайдо бўлади, бу дарз борган сари катталаша бориб тишнинг синиши-

га олиб келади. Дарзлар асосан кучланишлар тўпланган (концентрация) жойда ҳосил бўлади.

Ёпиқ узатмаларда тишли ғилдиракларнинг тиш сиртлари толиқиш натижасида уваланади. Уваланиш икки хил шароитда содир бўлади.

Биринчи хил уваланиш тиш сиртининг қаттиқлиги $HB \leq 350$ бўлган материаллардан ясалган ғилдирак тишлари сиртининг нотекисликлари туфайли бўлади. Ишлаш жараёнида бу нотекислилар ейилиши ва эзилиши туфайли текисланиб кетади. Натижада кучланишларнинг тўпланишига сабаб бўлган нуқталар йўқолади ва уваланиш жараёни тўхтади.

Иккинчи хил уваланишда тиш сиртининг қаттиқлиги $HB > 350$ бўлган материаллардан ясалган ғилдираклар тишларидаги ноаниқликлар туфайли тишлар сиртининг маълум нуқталарида пайдо бўладиган кучланишларнинг тўпланиши таъсирида содир бўлади. Бунда тиш сиртининг айрим нуқталарида билинар-билинемас дарзлар пайдо бўлади. Узатма сермой шароитда ишлаганлиги туфайли бу дарзларнинг ичига катта босим остида мой кира бошлайди, натижада дарзлар катталаниб, тиш сиртидан кичик бўлакчаларнинг ажралишига олиб келади. Оқибатда тиш сиртида чуқурчалар пайдо бўла бошлайди ва уваланиш жараёни тезлашади.

Тиш сиртининг ейилиши уч хил шароитда: абразив заррачали муҳитда, тишларнинг бир-бирига мослашув даврида ҳамда юкли узатмани юргазиш ва тўхтаташ вақтида ейилиши мумкин.

Тиш сиртининг юлиниши катта тезлик ва катта юкланиш билан ишлайдиган узатмаларда, ғилдирак тишларини бевосита тутатиши натижасида тиш юзаларини ниҳоятда қизиқ кетганда содир бўлади.

Пластик силжиш нисбатан юмшоқ пўлатдан ясалган, тезлиги секин, лекин катта юкланиш билан ишлайдиган узатмаларда учрайди. Бунда тиш сиртига тушадиган куч меъёридан катта ишқаланиш кучи ҳосил қилади ва юмшоқ пўлатни деформациялаб, оқувчанлик даражасига олиб боради, оқибатда металл ишқаланиш кучи йўналган тамонга қараб сидирилади.

Тишларнинг емирилиши олдини олиш чоралари асосий масала ҳисобланади.

Маъруза- 8 (2- соат). Тишли узатмалар ғилдирак тишларини мустақамликка эгувчи кучланиш бўйича ҳисоблаш

1. Цилиндрсимон тўғри тишли ғилдирак тишларини эгилишга ҳисоблаш.

2. Цилиндрсимон қия тишли ғилдирак тишларини эгилишга ҳисоблаш ҳусусияти.

3. Конуссимон тишли ғилдирак тишларини эгилишга ҳисоблаш.

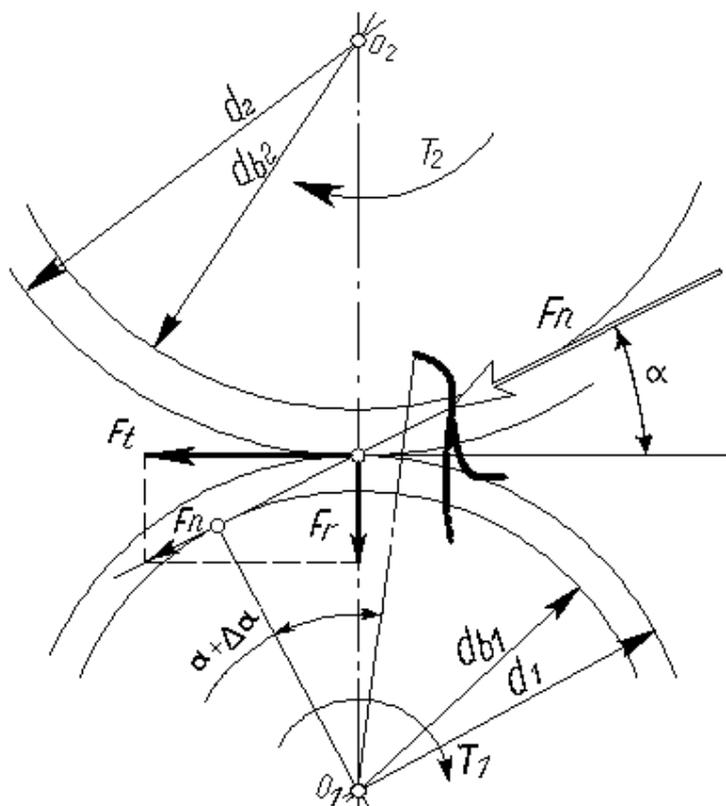
1. Узатмаларни лойиҳалашда ғилдирак тишларини эгилишдаги

кучланишга чидамлилигини аниқлаш асосий ҳисоблардан биридир. Бунда қуйидаги соддалаштиришлар киритилади (8.1 –расм):

а) тишга таъсир этувчи куч унинг учига қўйилган бўлиб, ҳаракат фақат битта тиш тиш воситасида узатилади деб олинади;

б) ишқаланиш кучи кам таъсир кўрсатганлиги учун ҳисобга олинмайди;

в) тиш консолли балка деб қаралади.



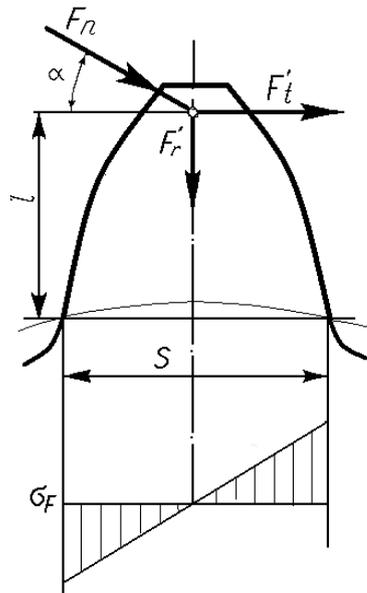
8.1 – расм.

Маълумки, ғилдиракнинг илашишида тишларга таъсир этадиган асосий куч - F_n бўлиб, у илашиш чизиғи бўйича тишларнинг сиртига тик йўналади (8.1-расм). Ҳисобни осонлаштириш учун бу куч илашиш қутбига кўчирилиб, ташкил этувчи айланма куч - F_t , радиал куч - F_r ларга ажратилади. Бу кучлардан тиш асосида ҳосил бўладиган эгувчи кучланишнинг умумий қиймати қуйидагича бўлади:

$$\sigma_F = \sigma_{\varepsilon_2} - \sigma_c, \quad (8.1)$$

бу ерда σ_{ε_2} – эгувчи моментдан ҳосил бўладиган кучланиш;

σ_c - радиал кучдан ҳосил бўладиган сиқувчи кучланиш.



8.2 - расм

Кучни тиш учига қўйилиш фарази туфайли фарқ пайдо бўлади, яъни умумий куч $\alpha' = \alpha + \Delta\alpha$ бурчак остида таъсир этади (8.2 –расм) унда,

$$\sigma_{32} = F'_t \cdot l / W = 6 F'_t \cdot l / (b \cdot s^2); \quad (8.2)$$

$$\sigma_c = F'_r l / (b s), \quad (8.3)$$

бу ерда $F'_t = F \cdot \cos \alpha' = F_t \cdot \cos \alpha' / \cos \alpha$;

$$F'_r = F'_n \cdot \sin \alpha' = F_t \cdot \sin \alpha' / \cos \alpha;$$

$W = (b \cdot s^2) / 6$ – тиш асосининг қаршилик моменти;

$b s$ – тиш асосининг юзи;

b – тишнинг узунлиги (ёки ғилдирак эни).

Формулалардаги l ва s ларнинг абсолют қийматларини аниқлаш қийин бўлганлиги туфайли, ҳар хил модулли тишларнинг ўхшашлигидан фойдаланиб, улар ўлчамсиз коэффициент билан алмаштирилади:

$$l' = l / m, \quad s' = s / m.$$

Юқоридаги (8.1) формулага (8.2), (8.3) ва $l = l' \cdot m, s = s' \cdot m$ ларни қўйиб, қуйидагича ёзиш мумкин,

$$\sigma_F = [(F_t \cdot K_F) / (b \cdot m)] [(6 l' / (s')^2) (\cos \alpha' / \cos \alpha) - \sin \alpha' / (s' \cdot \cos \alpha)] K^H,$$

бу ерда K_F – юкланиш коэффициенти, $K_F = K_{F\beta} \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{Fv}$;

$K_{F\beta}$ - ташқи кучларни тишлараро тақсимланишини ҳисобга олувчи коэффициент;

$K_{F\alpha}$ - тишлар энига таъсир этувчи кучни нотекис тақсимланишини ҳисобга олувчи коэффициент;

K_{Fv} - қўшимча динамик кучларни ҳисобга олувчи коэффициент;

K^H -кучланишлар тўпланишини ҳисобга олувчи назарий коэф-ент.

(8.4) ифодадаги

$[(b \cdot l' / (s')^2) (\cos\alpha' / \cos\alpha) - \sin\alpha' / (s' \cdot \cos\alpha)] K^H = Y_F$ —тиш шакли коэффициенти ва $[(F_t \cdot K_F) / (b \cdot m)] = w_{Ft}$ билан алмаштирсак, тишнинг эгилишдаги кучланишнинг ҳисобий қиймати топилади:

$$\sigma_F = (w_{Ft} \cdot Y_F) / m \leq [\sigma_F], \quad (8.5)$$

бу ерда $[\sigma_F]$ — эгувчи кучланишнинг жоиз қиймати;

w_{Ft} — солиштирма айланма кучнинг ҳисобий қиймати, Н/мм/.

Янги узатмани лойиҳалаш учун (8.5) формулада $F_t = 2T_1 / d_1$, $b = \psi_{bd} \cdot d_1$, $d_1^2 = m^2 \cdot z_1^2$ деб қабул қилиб модулга нисбатан ечилса, қуйидаги формула чиқади:

$$m = K_m \sqrt[3]{(T_1 \cdot K_{F\beta} \cdot Y_{F1} / (z_1^2 \cdot \psi_{bd} [\sigma_F])}, \quad (8.6)$$

бу ерда $K_m = K_{F\alpha} \cdot K_{Fv}$ -ёрдамчи коэффициент бўлиб, тўғри тишли ғилдираклар учун $K_m = 14$; ψ_{bd} -тиш энини диаметрига нисбатан коэф-фициенти. Формуладаги $[\sigma_F]$ қиймати ўрнига $[\sigma_F]_1$, $[\sigma_F]_2$ қийматлари қўйилади ва аниқлаган модуль стандарт бўйича яхлитланади.

2. Қия тишли узатманинг аввалги маърузада қайд қилинган ўзига хос хусусиятларини эътиборга олган ҳолда унинг ғилдираклар тишларини эгувчи кучланиш бўйича ҳисоблаш учун қуйидаги кўринишдаги формула тавсия этилади

$$\sigma_F = Y_F \cdot Y_\varepsilon \cdot Y_\beta \cdot w_{Ft} / m \leq [\sigma_F], \quad (8.7)$$

Бу формуланинг (8.5) дан фарқи Y_ε ва Y_β коэффициентларнинг мавжудлигидир. $Y_\varepsilon = 1 / (K_\varepsilon \cdot \varepsilon_\alpha)$ —тишларнинг қопланишини ҳисобга олувчи коэффициент. Бундан ташқари, формуладаги w_{Ft} қуйидагича топилади: $w_{Ft} = [(F_t \cdot K_F) / (b \cdot m)]$ Н/мм.

Ғилдирак тишларини эгилишдаги мустаҳкамлиги бўйича лойиҳалашда (8.6) формула ишлатилади, фақат $K_m = 11,2$ қилиб олинади.

Қолган ҳисоблашлар тўғри тишлиники каби бўлиб, фақат қуйидаги-ни эътиборга олиш керак

$$a_w = 0,5 m_t (z_1 + z_2) = 0,5 m_n \cdot z_c / \cos\beta.$$

4. Конуссимон тишли ғилдиракларда тишнинг кўндаланг кесими конус учидан асос тамон пропорционал равишда ўзгариб боради. яъни кўндаланг кесим юзи катталашиб боради. Текширишларга кўра, эгувчи кучланиш тишнинг узунлиги бўйлаб ҳамма ерда бир хил бўлади. Амалда ҳисоблашни тишнинг ўртасидан ўтадиган кесимдан фойдаланиб, қуйидаги формулалар асосида бажарилиши мумкин:

$$\sigma_F = w_{Ft} \cdot Y_F / (0,85 m_{tm}) \leq [\sigma_F],$$

$$m_{tm} = K_m \sqrt[3]{(T_1 \cdot K_{F\beta} \cdot Y_{F1} / (z_1^2 \cdot \psi_{bd} [\sigma_F])),}$$

бу ерда $\nu_F = 0,85$ -конуссимон тишли узатмани тўғри тишли цилиндрик узатмага нисбатан тортиш қобилиятини камлигини кўрсатувчи коэффициент; m_{tm} - тишнинг ўрта нормал кесимидаги илашиш модули;

w_{Fc} —ҳисобий солиштирма айланма куч: $w_{Ft} = F_t \cdot K_F / b$

K_m -тўғри тишли конуссимон ғилдираклар учун ёрдамчи коэффициент $K_m = 14,5$. Формуладаги қолган ҳарфларнинг маъноси ва аниқланиши цилиндрик узатмалардаги кабидир.

Маъруза- 9 (2- соат). Тишли узатмалар ғилдирак тишларини муштаҳкамликка контакт кучланиш бўйича ҳисоблаш

5. Цилиндрсимон тўғри тишли ғилдирак тишларини ҳисоблаш.
6. Цилиндрсимон қия тишли ғилдирак тишларини ҳисоблаш ҳусусияти.
7. Конуссимон узатма ғилдирак тишларини ҳисоблаш.

Маълумки, ғилдирак тишлари сиртининг уваланишига асосий сабаб контакт кучланишдир. Шунинг учун тишли узатмаларни лойиҳалашда тишлар контакт кучланиш бўйича ҳисобланади. Бу кучланишни аниқлаш учун шартли равишда эвольвента радиуси тишнинг илашиш қутбидаги эгрилик радиусига тенг бўлган цилиндр билан алмаштирилади. Бу масалани ечишда Г.Герц формуласи ишлатилиб, бунда қуйидаги шартлар қабул қилинади:

- а) кучланиш ўзгармас цикл билан, яъни статик равишда таъсир этади;
- б) таъсир этувчи куч сиртга тик йўналади ва уринма куч бўлмайди;
- в) сиртлар мойланмайди;
- г) деталлар идеал ҳолатдаги эластик материаллардан ясалган деб қаралади.

Бу тахмин асосида ишлаб чиқилган ҳисоблаш усули ГОСТ 21354-75 билан стандартлиштирилган. Бунга кўра тиш сиртлари илашиш қутбида радиуслари ρ_1 ва ρ_2 бўлган цилиндр деб қаралади ва контакт кучланиш қуйидагича аниқланади (9.1-расм):

$$\sigma_H = \sqrt{(q / \rho_{кел}) (E_{кел} / 2\pi (1 - \mu^2))}, \quad (9.1)$$

бу ерда q — тиш сиртига тик бўлган солиштирма босим, Н мм;

$$q = F_n \cdot K_H / b = F_t \cdot K_H / (b \cdot \cos \alpha),$$

$K_H = K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\nu}$ —юкланиш коэффициенти;

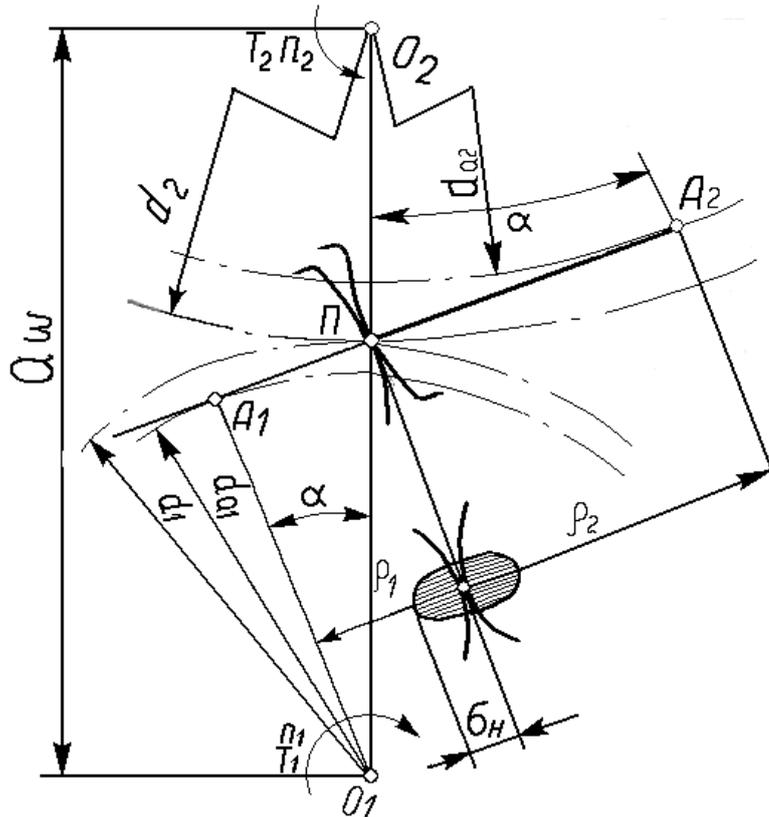
$K_{H\alpha}$, $K_{H\beta}$, $K_{H\nu}$ —юкланишларнинг тишлараро, тиш эни бўйича тақсимланишини, ҳамда қўшимча динамик кучланишни ҳисобга олувчи коэф-

фицентлар;

$\rho_{кел} = \rho_1 \cdot \rho_2 / (\rho_1 + \rho_2)$ – келтирилган эгрилик радиуслари;

9.1 – расмдаги $O_1 P A_1$ ва $O_2 P A_2$ учбурчаклардан $\rho_1 = 0,5 d_1 \cdot \sin \alpha$,
 $\rho_2 = 0,5 d_2 \cdot \sin \alpha$ – филдираклар тишларининг эгрилик радиуслари.
 Бу қийматларни юқоридаги формулага қўйилса:

$$\rho_{кел} = 0,5 d_2 \cdot \sin \alpha / (U + 1);$$



9.1 – расм.

$E_{кел} = 2 E_1 \cdot E_2 / (E_1 + E_2)$ – материал эластиклик модулининг келтирилган қиймати. $E_1 = E_2 = 2,15 \cdot 10^5$ филдираклар материалларининг (пўлат) эластиклик модули;

F_t – айланма куч, Н; U – узатиш сони; $\mu = 0,3$ – Пуассон коэффициент; b – филдирак эни, мм.

q ва $\rho_{кел}$ қийматларини (9.1) формулага қўйилса қуйидаги ифода олинади:

$$\sigma_H = \sqrt{E_{кел} / 2\pi (1 - \mu^2) \cdot F_t \cdot K_H / (b \cdot \cos \alpha) \cdot 2(U + 1) / (d_2 \cdot \sin \alpha) K_H} \leq [\sigma_H], \quad (9.2)$$

бу ерда σ_H ва $[\sigma_H]$ – нормаль ва жоиз контакт кучланишлар, МПа.

Бу формулага соддалаштириш киритилади, яъни:

$$\sin \alpha \cdot \cos \alpha = 0,5 \sin 2\alpha;$$

$Z_H = \sqrt{2/\sin 2\alpha}$ -илашишдаги тишларнинг шаклини ҳисобга олувчи коэффициент, $\alpha = 20^\circ$ бўлганда $Z_H = 1,76$;

$Z_M = \sqrt{E_{кел}/2\pi(1-\mu^2)} = 275 \text{ МПа}^{1/2}$ –узатма ғилдираклари материалларининг механик характеристикаларини ҳисобга олувчи коэффициент;

Формулага қўшимча равишда илашиш чизигининг умумий узунлигини ҳисобга олувчи коэффициент Z_ε киритилади:

$Z_\varepsilon = \sqrt{(4-\varepsilon_\alpha)/3}$. $\varepsilon_\alpha = 1,25 \dots 1,9$ –ён қопланиш коэффициенти, шунда ўртача $Z_\varepsilon = 0,9$. Тўғри тишли ғилдирак учун $K_{H\alpha} = 1,0$.

Бу белгиланишларни (9.2) қўйилса:

$$\sigma_H = Z_H \cdot Z_M \cdot Z_\varepsilon \sqrt{[F_t(U+1)/(b_2 \cdot d_2)] K_{H\beta} \cdot K_{Hv}} \leq [\sigma_H]. \quad (9.3)$$

Агар, юқорида келтирилган коэффициентларнинг сон қийматларни (9.3) қўйилса, контакт кучланишини ҳисобий қийматини аниқлаш формуласини оламиз:

$$\sigma_H = 430 \sqrt{[F_t(U+1)/(b_2 \cdot d_2)] K_{H\beta} \cdot K_{Hv}} \leq [\sigma_H], \quad (9.4)$$

σ_H қийматини аниқлашда жоиз кучланиш $[\sigma_H]$ қайси бир ғилдирак учун кичик бўлса, шу қийматлар (кўпинча етакланувчи ғилдиракники) формулага қўйилади.

Янги узатмани лойиҳалашда T_2 ҳамда узатиш сони U дан фойдаланилади. Бунда $F_t = 2T_2/d_2$; $d_2 = 2a \cdot U / (U+1)$, $b_2 = \psi_{bd} \cdot a$ деб қабул қилиниб, буларни (9.4) формулага қўйилса, тўғри тишли узатманинг ўқлараро масофасини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$a_w = 49,5 (U+1) \sqrt{T_2 \cdot K_{H\beta} / (\psi_{bd} \cdot U^2 \cdot [\sigma_H]^2)}, \quad (9.5)$$

бу ерда a_w –ўқлараро масофа мм; U –узатиш сони; ψ_{bd} –ғилдирак эни коэффициенти бўлиб, улар ГОСТ 21354-75 билан стандартлаштирилган.

2. Қия тишли цилиндрсимон ғилдираклар илашишидаги хусусиятларидан келиб чиққан холда (аввалги маърузаларда баён қилинган) контакт кучланишнинг ҳисобий қийматини аниқлашда тўғри тишли ғилди-раклар учун юқорида келтирилган (9.3) формуладан фойдаланамиз. Бунда коэффициентлар қийматлари фарқли бўлади, яъни қия тишли ғилдирак учун:

$$Z_H = 1,76 \cos \beta \quad \text{ёки} \quad (Z_H \approx 1,71); \quad Z_\varepsilon = \sqrt{1/\varepsilon_\alpha} \quad \text{ёки} \quad Z_\varepsilon \approx 0,8;$$

$\varepsilon_\alpha = [1,88 - 3,2(1/Z_1 + 1/Z_2)] \cos \beta$ – ён қопланиш коэффициентининг силжитиш коэффициенти ишлатилгандаги қиймати. Қия тишли ғилдираклар учун $\varepsilon_\alpha \geq 1,0$ олиш тавсия этилади. $Z_M = 275 \text{ МПа}^{1/2}$ (пўлат материал учун). Буларни (9.3) формулага қўйилса,

$$\sigma_H = 376 \sqrt{[F_t (U + 1)/(b_2 \cdot d_2)] K_{H\beta} \cdot K_{Hv}} \leq [\sigma_H], \quad (9.6)$$

$K_{H\beta}$, K_{Hv} – коэффициент қийматлари юқорида берилган.

Қия тишли узатмани лойихалаш учун (9.6) формулани ўқлараро масофага нисбатан ечиб, қуйидаги ифодани олинади:

$$a_w = 43 (U + 1) \sqrt[3]{T_2 \cdot K_{H\beta} / (\psi_{bd} \cdot U^2 [\sigma_H]^2)}. \quad (9.7)$$

3. **Конуссимон** узатма ғилдирак тишларини контакт кучланиш бўйича ҳисоблашда ҳам Герц формуласига асосланиб, келтирилган радиус қиймати тишнинг ўрта кесимига нисбатан қуйидагича топилади:

$$\begin{aligned} 1/\rho_{кел} &= 1/\rho_1 + 1/\rho_2 = 2 \cos \delta_1 / (d_{m1} \cdot \sin \alpha) + 2 \cos \delta_2 / (d_{m2} \cdot \sin \alpha) = \\ &= 2 / (d_{m1} \cdot \sin \alpha) (\cos \delta_1 + \cos \delta_2 / U). \end{aligned}$$

Тригонометрик функцияларнинг ўзаро муносабатини ҳамда $U = tq\delta_2 = ctq\delta_1$ эътиборга олиб қуйидагича ёзиш мумкин:

$$\cos \delta_2 = 1 / \sqrt{1 + tq^2 \delta_2^2} = 1 / \sqrt{1 + U^2};$$

$$\cos \delta_1 = 1 / \sqrt{1 + tq^2 \delta_1^2} = U / \sqrt{1 + U^2},$$

$\cos \delta_1$, $\cos \delta_2$ қийматларини формулага қўйиб қуйидаги ифода

$$\text{олинади: } 1/\rho_{кел} = 2 \sqrt{(U^2 + 1)} / (d_{m1} \cdot U \cdot \sin \alpha). \quad (9.8)$$

Текширишлар шуни кўрсатадики, тиш сиртининг эгрилик радиуси ҳам, унга тушадиган куч ҳам конус учидан узоқлашган сари пропорционал равишда ўзгариб боради. Шунинг учун тишнинг узунлиги бўйича ҳамма нуқталарда кучланиш бир хил бўлади. Бу ҳолда ғилдиракнинг ўрта диаметрига таъсир этувчи солиштирма юкланиш қуйидагича ифодаланади:

$$q_{\text{ўп}} = (q_{\text{min}} + q_{\text{max}}) / 2 = F_t \cdot K_H / b \cdot \cos \alpha. \quad (9.9)$$

Агар (9.8) ва (9.9) формулаларни тўғри тишли цилиндрик ғилдиракларни ҳисоблашдаги шунга ўхшаш формулалар билан

таққосланса, $1 + U^2$ ўрнига $\sqrt{1 + U^2}$ ҳосил бўлгани кўринади. Унда, (9.3) формулани конуссимон узатманинг ғилдирак тишларини ҳисоблаш учун қуйидаги кўринишда ифодалаш мумкин:

$$\sigma_H = Z_H \cdot Z_M \cdot Z_\varepsilon \sqrt{[F_t / \sqrt{1 + U^2}] / (b_2 \cdot d_2)} K_{H\beta} \cdot K_{Hv} \leq [\sigma_H], \quad (9.10)$$

бу ердаги Z_H , Z_M , Z_e ларнинг маъноси ва қиймати (9.3) формуладаги кабидир. Қўшимча қуйидаги соддалаштиришлар киритилади:

$$d_{m1} = d_{m2} / U = d_{e2} (R_e - 0,5 b) / R_e \cdot U = d_{e2} (R_e - 0,5 \psi_{be}) / U;$$

$$F_t = 2T_1 / d_{m1} = 2T_2 / d_{m1} \cdot U;$$

$$b = \psi_{be} \cdot R_e = \psi_{be} \cdot 0,5 \cdot d_{e2} / \cos \delta_1 = (\psi_{be} \cdot 0,5 \cdot \sqrt{1 + U^2}) / U;$$

$$\psi_{be} = b / R_e = 0,285.$$

Натижада контакт кучланишни ҳисобий қийматини аниқлаш учун қуйидаги ифода олинади:

$$\sigma_H = 2,12 \cdot 10^3 \sqrt{T_2 \cdot U \cdot K_{H\beta} / (d_{e2}^3 \cdot \nu_H)} \leq [\sigma_H]. \quad (9.11)$$

Узатмани лойиҳалаш учун бу формулани етакланувчи ғилдирак диаметрига нисбатан ечилади:

$$d_{e2} = 165 \sqrt[3]{T_2 \cdot U \cdot K_{H\beta} / ([\sigma_H]^2 \nu_H)} \text{ мм}, \quad (9.12)$$

бу ерда ν_H — конуссимон ғилдирак тишларини цилиндрсимон ғилдирак тишларига нисбатан мустаҳкамлигини камлигини ҳисобга олувчи коэффицент (тўғри тишли учун $\nu_H = 0,85$).

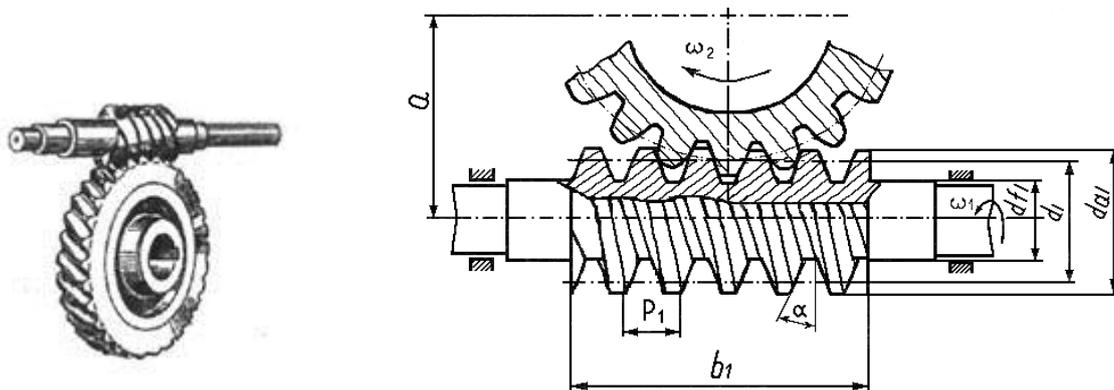
Мавзу- IV (4- соат). Червякли узатмалар

Таянч сўзлар: винтли жуфт, червяк, червякли ғилдирак, гардиш, Ф.И.К., Архимед червяги, глобоид, киримлар сони, кўтарилиш бурчаги, нисбий диаметр, сирпаниш тезлиги.

Маъруза- 10 (2- соат). Червякли узатмалар. Умумий маълумотлар, узатманинг геометрияси ва кинематикаси

1. Умумий маълумотлар.
 1. Червякли узатманинг геометрияси ва кинематикаси.
 2. ЧУ-да сирпаниш.
 3. ЧУ -нинг фойдали иш коэффиценти.
 4. ЧУ –да ҳосил бўладиган кучлар.

1. Червякли узатмалар валларнинг ўқлари айқаш жойлашган ҳолларда ишлатилади. Айқашлик бурчагининг қиймати ҳар хил булиши мумкин, бироқ амалда у асосан 90° бўлади. Бундай узатма червяк ғилдираги билан резбали вал – червякдан тузилади (10.1 - расм) ва унинг ишлаш принципи винтли жуфтнинг ишлаши кабидир.



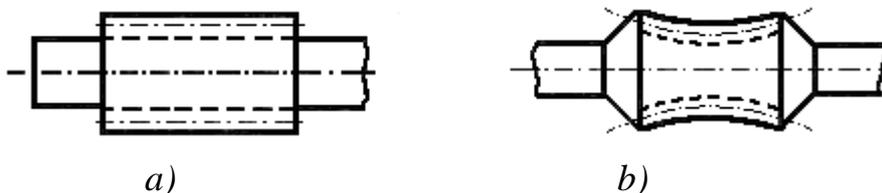
10.1 – расм.

Червякли узатманинг афзалликлари:

- а) бир поғонанинг узатиш сони катта (кинематик узатмаларда $U = 500$ гача, қувват узатмаларда $U = 8...120$ оралиғида) бўлади;
- б) рагон, шовқинсиз ва ишончли ишлайди;
- в) ўз-ўзидан тормозланувчи қилиб тайёрланиши мумкин.

Камчиликлари:

- а) фойдали иш коэффициентининг нисбатан кичиклиги ($\eta = 0,7...0,92$);
- б) ғилдирак тишларининг тез ейилиши;
- в) ғилдирак гардишини тайёрлашда нархи қиммат рангли металлларни (масалан бронза) ишлатиш зарурлиги;
- г) узатиладиган қувватнинг чегараланганлиги ($P = 50...100$ квт);
- д) узатма тўхтавсиз ишлаганда қизиб кетиши.



10.2 Расм.

Червякли узатмалар, червяк танасининг тузилишига қараб, цилиндрик *a)* ва глобоид *b)* (10.2-расм), червяк ўрамларининг шаклига қараб, архимед, эвольвента, конволюта шаклли; червякнинг ғилдиракка нисбатан эгаллаган ўрнига қараб- червяги пастда, ёнида, тепада жойлашган; ўраб турадиган корпуси бор йўқлигига қараб- очик ва ёпик; вазифасига қараб эса куч ва момент узатадиган ёки кинематик турларга бўлинади.

Червяк ўқига тик текислик билан кесилганда хосил бўлган шаклнинг трапеция бўлади. Агар ён томонидан ўрамлар шакли Архимед спиралига ўхшаса, Архимед червяги деб, агар эвольвентага ўхшаса эвольвентали червяк деб аталади. Шакл қисқартирилган ёки

чўзилган эвольвентага ўхшаса, бундай червяк конволютали червяк деб аталади.

2. Червякли узатмаларда ҳам, цилиндрсимон тишли узатмалардагидек бошланғич - d_w , бўлиш - d , ички - d_f , ва сиртки - d_a диаметрлар бўлади. Бу узатмаларнинг тишли узатмалардан фарқи шуки, улардаги айланма тезликларининг йўналиши тишли узатмалардагидек бири-бирига мос бўлмай, айқашлик бурчаги остида кесишади. Илашманинг қадами сифатида рейканинг червяк ўқи бўйлаб ўтган текислик билан кесилганда хосил бўлган қадам - P_t , модуль сифатида эса, $m = P_t / \pi$ олинади.

Червякнинг умумий тузилиши ҳамда ишлаши трапеция профилли винтли жуфтникига ўхшайди. Унинг резьбаси бир киримли ёки кўп киримли бўлиши мумкин. Киримлар сони $Z_1 = 1, 2, 4$ бўлади.

Архимед червягининг геометрик параметрлари (10.1 - расм):

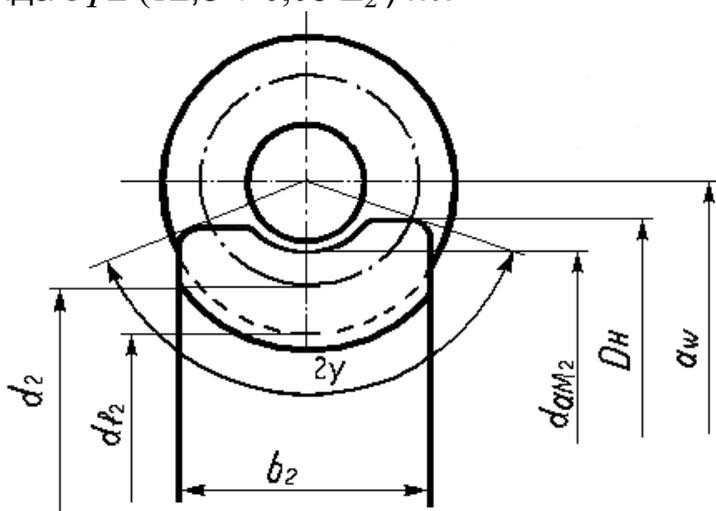
$\alpha = 20^\circ$ – ўқ бўйлаб ўтказилган кесимдаги профиль бурчаги;

$d_1 = m q$, бу ерда q – червякнинг диаметр коэффиценти (нисбий диаметр) бўлиб, бўлиш диаметридаги модуллер сонини билдиради ва унинг қиймати модулга қараб жадвалдан танланади, ёки $q = 0,25 Z_1$ деб олиш тавсия этилади.

$$d_{a1} = d_1 + 2 m, \quad d_{f1} = d_1 - 2,5 m.$$

b_2 -ғилдиракнинг эни ва сиртки диаметри- D_H червякнинг киримлар сонига боғлиқ бўлиб,

b_1 - червякнинг ўрамлар қирқилган қисми узунлиги. Унинг қиймати Z_1 ва силжиш коэффицентиға қараб аниқланади. Силжиш коэффиценти нолга тенг бўлиб, $Z_1 = 1$ ва $Z_1 = 2$ бўлганда $b_1 \geq (11 + 0,06 Z_2) m$ ва $Z_1 = 4$ бўлганда $b_1 \geq (12,5 + 0,09 Z_2) m$.



10.3 – расм.

Червяк ғилдирагининг асосий ўлчамлари (10.3-расм):

$$d_2 = m Z_2; \quad d_{a2} = d_2 + 2m; \quad d_{f2} = d_2 - 2,5m;$$

$h_a = m; h_f = 1,2m$ -тиш каллагы ва оёқчасы баландлиги.

$Z_1 = 1$ бўлса, $D_H = d_{a2} + 2m, b_2 = 0,75 d_{a1}$.

$Z_1 = 2$ бўлса, $D_H = d_{a2} + 1,5m, b_2 = 0,75 d_{a1}$.

$Z_1 = 4$ бўлса, $D_H = d_{a2} + m, b_2 = 0,67 d_{a1}$.

γ -червяк ўрамининг кўтарилиш бурчагини жадвалдан танлаш ёки қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$\operatorname{tg} \gamma = l / \pi d_1 = P_t z_1 / \pi m q = m z_1 / m q = z_1 / q .$$

Червяк филдирагининг тиши червяк танасини ёй бўйлаб $\gamma \approx 100^\circ$ бурчак остида қамраб туради. Тишлар сони $Z_2 \geq 28$ қилиб олиш тавсия этилади.

Марказлараро масофа: $a_w = 0,5 m (q + Z_2)$.

Филдиракнинг қолган ўлчамлари ўзгармайди. Одатда тузатиш (коррекция) коэффициенти $\xi = \pm 1$ қилиб олинади. Червяк филдирагининг ҳамда червяк бошланғич айланасининг айланма тезликлари ҳар хил бўлиб, бир-бири билан 90° бурчак ҳосил қилади. Шунинг учун червякли узатмаларда узатиш сонини бошланғич айланаларнинг диаметрлари орқали ифодалаб бўлмайди, яъни:

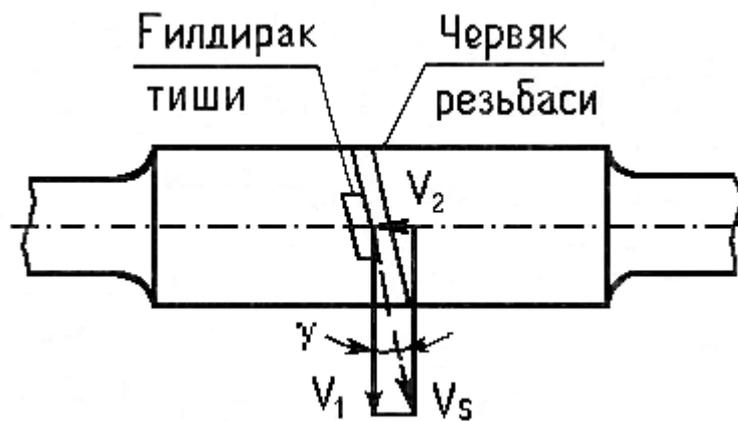
$$U \neq d_2 / d_1.$$

Агар червяк бир киримли қилиб тайёрланган бўлса, у бир марта айланганда, филдирак ўз ўқи атрофида битта тишга мос бурчакка бурилади. Демак филдиракнинг бир марта тўла айланиши учун червяк, филдирак тишлари сони қанча бўлса, шунча айланиши керак. Бошқача қилиб айтганда, бир киримли червяк билан ишлайдиган узатманинг узатиш сони, филдирак тишларининг сонига тенг. Икки киримли червяк билан ишлаганда эса узатиш сони филдирак тишларининг сонидан икки марта кичик бўлади.

Шундай қилиб, червякли узатмаларда узатиш сони қуйидагича бўлади:

$$U = n_1 / n_2 = z_2 / z_1.$$

3. Харакатдаги червякнинг ўрамлари филдирак тишларининг ён сиртида сирпанади. **Сирпаниш тезлиги**- V_s червякнинг винт чизиғига уринма равишда йўналган бўлади. Унинг қийматини червяк ва филдирак айлана тезликларининг қийматларидан фойдаланиб аниқлаш мумкин (10.4-расм).



10.4 – расм.

$$V_s = \sqrt{V_1^2 + V_2^2} = \frac{V_1}{\cos \gamma} : V_1 = \frac{\pi d_1 n_1}{60} : V_2 = \frac{\pi d_2 n_2}{60} : \frac{V_2}{V_1} = \operatorname{tg} \gamma$$

Бу ерда γ - червяк винт чизиғининг кўтарилиш бурчаги. Одатда $\gamma < 30^\circ$ бўлганлиги учун V_2 доимо V_1 дан V_1 эса V_s дан кичик бўлади. Шу сабабли, тишлар тез ейилади ва узатманинг фойдали иш коэффициенти нисбатан кичик бўлади.

Узатмани лойиҳалашда сирпаниш тезлигининг тахминий қийматини қуйидагича аниқлаш мумкин:

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

бу ерда n_1 – червякнинг айланишлар сони, с^{-1} ;

T_2 – червякли ғилдирак валидаги буровчи момент, Нм.

4. Червякли узатманинг **фойдали иш коэффициенти** (ф.и.к.) қуйида-

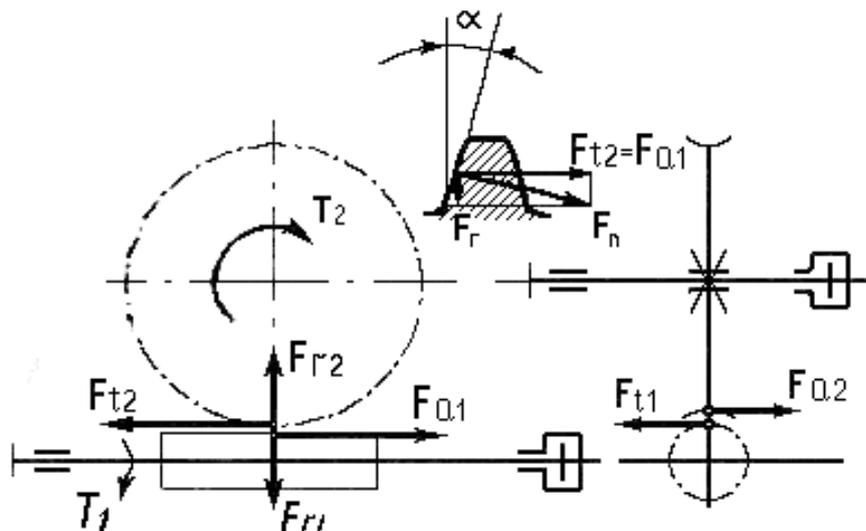
гича аниқланади: $\eta = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg}(\gamma + \rho)}$.

Демак, червякли узатманинг ф.и.к. ни винт чизиғининг кўтарилиш бурчаги γ -ни ошириш ёки ишқаланиш бурчаги ρ -ни камайтириш ҳисобига ошириш мумкин. Одатда червяк етакловчи бўлади, лекин хара-катни ғилдиракдан червякка узатиш ҳам мумкин.

Бундай холларда $\eta = \frac{\operatorname{tg}(\gamma + \rho)}{\operatorname{tg} \gamma}$ бўлади. Бундан кўришиб турибдики γ

$\leq \rho$ қилиб олинса, $\eta < 0$ бўлади. Демак, бундай холларда харакатни ғилдиракдан червяк-ка узатиб бўлмайди, яъни узатма ўзи тормозланадиган жуфтга айланади. Червякли узатманинг бу хусусиятидан кўтариш машиналарида фойдаланилади. Табиийки ўзи тормозланадиган червякли узатмаларда $\gamma < \rho$ бўлганлиги учун, ифодага кўра, уларнинг ф.и.к. ортиғи билан 0,5 га тенг бўлиши мумкин.

5. Ишлаётган узатманинг червяк ва ғилдирагида айланма - F_t , радиал - F_r ва ўқ бўйлаб йўналган кучлар - F_a пайдо бўлади (10.5-расм).



10.5 – расм.

Червякдаги айлана куч:

$$F_{t1} = 2 T_1 / d_1 = F_{a2} .$$

Ғилдиракдаги айлана куч: $F_{t2} = 2 T_2 / d_2 = F_{a1} .$

Узатмадаги радиал куч: $F_{r2} = F_{t2} \circ \text{tg } \alpha .$

Червяк ва ғилдиракдаги буровчи моментлар ўзаро қуйидагича боғланган бўлади: $T_2 = T_1 \circ U \circ \eta .$

Маъруза 11 (2- соат). Червякли узатмаларни мустаҳкамликка ҳисоблаш

1. Узатмани эгувчи кучланиш бўйича ҳисоблаш.
2. Узатмани контакт кучланиш бўйича ҳисоблаш.
3. Червякли узатмаларда қўлланадиган материаллар.
4. Узатманинг қизишини текшириш.

1. Червякли узатмаларда эгувчи кучланишга фақат червяк ғилдирагининг тишлари ҳисобланади, чунки червяк пўлатдан таёрланганлиги учун ўрамларнинг мустаҳкамлиги доимо ғилдирак тишлариникидан юқори бўлади.

Червяк ғилдираги тишларини эгилишга ҳисоблаш қия тишли цилиндрсимон ғилдиракники каби олиб борилади. Лекин червяк ғилдираги тишининг асосини кўндаланг кесими шакли цилиндрик қия тишли ғилдиракникидан фарқ қилади. Бундан ташқари, тиш асоси тўғри чизик бўйича эмас, балки айлана ёйи бўйича жойлашган бўлади. Шунинг учун эгувчи кучланишни аниқлашда қуйидаги ўзгартишлар киритилади:

а) червяк ғилдираги тишининг эни унинг ўртасидан бошлаб, ғилдиракнинг икки четига томон кенгайиб борганлиги сабабли унинг мустаҳкамлиги қия тишли ғилдирак тишлариникидан $\approx 40\%$ юқори бўлади;

б) бир вақтда бир неча тиш ишлашишда бўлганлиги туфайли, хар бир тишга тушадиган куч $\approx 1,5$ марта кам бўлади;

в) тишни тез ейилиши натижасида таг қисми ўзгариб, тишни эгувчи кучланиш бўйича мустаҳкамлиги камаяди. Одатда ейилиш кўпи билан 15 – 20% бўлиши рухсат этилади.

Шуларни эътиборга олиб, $Y_\varepsilon = 0,74$; $Y_\beta = 0,93$; $\gamma = 10^\circ$ қабул қилсак червяк ғилдирагининг тишларини эгувчи кучланиш бўйича ҳисоблаш учун қуйидаги формулани келтириш мумкин:

$$\sigma_F = 0,7 F_{t2} \cdot Y_{F2} \cdot k_F / b_2 \cdot m_n \leq [\sigma_F] \quad (11.1)$$

бу ерда F_{t2} – ғилдиракдаги айланма куч, Н; k_F - юкланиш коэффиценти, $k_F = 1,1 \dots 1,4$; b_2 – ғилдиракнинг эни; m_n – нормал модуль; Y_{F2} - тиш шаклининг коэффиценти, тишлар сонининг “келтирилган” қийматига нисбатан жадвалдан танланади, бунда $z_k = z_2 / \cos^3 \gamma$.

2. Червякли узатмаларда контакт кучланишга ҳисоблашда ҳам тишли узатмалардаги каби Герц формуласидан фойдаланилади:

$$\sigma_H = \sqrt{q \cdot E_{кел} / (\rho_{кел} \odot 2\pi (1-\mu_2))} \quad (11.2)$$

Архимед червяги учун ўқ бўйлаб ўтган текисликда хосил бўлган ўрам кесими тўғри чизиқ бўлгани учун унинг эгрилик радиуси чексиз бўлади. Шунинг учун келтирилган эгрилик радиуси $\rho_{кел}$ ни аниқлашда червяк ўрамининг сирти эътиборга олинмайди, червяк ғилдирагини эса одатдаги қия тишли цилиндрик ғилдирак деб қараш мумкин, яъни

$$1/\rho_{кел} = 2 \cos^2 \gamma / d_2 \odot \sin \alpha, \text{ бўлади.}$$

Узунлик бирлигига тўғри келадиган куч қуйидагича ифодаланади:

$$q = F_n / l_\Sigma,$$

бу ерда $F_n = F_{t2} / \cos \alpha \odot \cos \gamma$; $F_{t2} = 2T_2 / d_2$;

$l_\Sigma = \pi \cdot d_1 \odot 2\delta\varepsilon_\alpha \cdot \xi / \cos \gamma \odot 360$ - контакт чизиғининг энг кичик узунлиги;

$\xi = 0,75$ - ғилдирак тиши сиртининг червяк ўрами сиртига тегиб туриши тўла бўлмаслиги натижасида контакт чизиғи узунлигининг кичрайишини ҳисобга олувчи коэффицент; $\varepsilon_\alpha = 1,9$ - ўқ бўйича олинган қопланиш коэффиценти; $\gamma = 10^\circ$ – червяк ўрамининг кўтарилиш

бурчаги; $2\delta = 100^\circ = 1,75$ рад. Натижада, контакт чизигининг энг кичик узунлиги

$$l_{\Sigma} \approx 1,3 d_1 / \cos \alpha .$$

Унда,

$$q = F_{t2} / 1,3 d_1 \cdot \cos \alpha .$$

$$E_{кел} = 2 E_1 \cdot E_2 / (E_1 + E_2)$$

бу ерда E_1 ва E_2 – червяк ва ғилдирак материалнинг эластиклик модули. $\alpha = 20^\circ$; $E_1 = 2,1 \cdot 10^5$ МПа (пўлат учун); $E_2 = 0,98 \cdot 10^5$ МПа (бронза ва чуян учун), унда $E_{кел} = 1,33 \cdot 10^5$ МПа; $\mu = 0,3$ – Пуассон коэффиценти.

$E_{кел}$, $\rho_{кел}$, q -ларнинг қийматларини ва соддалаштириш учун юқоридаги сон қийматларини (11.2) формулага қўйилса, қуйидаги ифода олинади:

$$\sigma_H = 480 / d_2 \sqrt{T_2 \cdot k_H / d_1} \leq [\sigma_H]. \quad (11.3)$$

Узатмани лойиҳалаш учун (11.3) формулани ўқлараро масофага нисбатан ечилса қуйидаги ифода олинади:

$$a = 61 \sqrt[3]{T_2 \cdot k_H / [\sigma_H]^2} \text{ мм}, \quad (11.4)$$

бу ерда T_2 – ғилдиракдаги буровчи момент, Н·мм; $k_H = k_F = k_v \cdot k_\beta$ - юкланиш коэффиценти (1,1...1,4) оралиғида олинади. Бу ердаги юқори қийматлар ўзгарувчан юкланиш билан юқори тезликда ишлайдиган узатмалар учун олинади.

3. Узатмада сирпаниш тезлигининг қиймати нисбатан катта бўлгани учун червяк пўлатдан (15X, 15XA, 10X, 20XF, 50, 40X, 40XH маркали) ғилдирак эса антифрикцион бронза ёки чўяндан ($V_c > 5$ м/с бўлганда БрОФ, БрОНФ маркали бронзадан, $V_c < 5$ м/с бўлганда БрАЖ-9, БрАЖН-10 маркали бронзадан, $V_c < 2$ м/с да эса СЧ 15-32, СЧ 18-36, СЧ12-28 маркали кулранг чўяндан) тайёрланади. Кинематик узамаларда пластмассалар ишлатилиши мумкин. Ғилдиракларнинг қайси материалдан тайёрланганлигига қараб жоиз кучланишларнинг қийматлари аналитик усулда топилади ёки жадвалдан танланади.

4. Кўпинча узатманинг червяги айланиш тезлиги катта бўлган электродвигателдан харакатга келтирилади. Червякнинг тез айланиши ҳамда сирпаниш ходисасининг мавжудлиги узатмада кўп миқдордаги иссиқлик ҳосил бўлишига олиб келади. Узатманинг хаддан ташқари қизиб кетмаслигини учун қуйидаги шарт таъминлаши зарур.

$$Q \leq Q_1,$$

Бу ерда Q - узатмада ҳосил бўладиган иссиқлик миқдори;
 Q_1 -мавжуд шароитда ташқарига чиқариладиган иссиқлик миқдори.

$$Q = 860 (1 - \eta) N_q \text{ ккал /соат,}$$

бу ерда N_q – узатиладиган қувват, *квт*; η - узатманинг ф.и.к.

Одатда, узатмада ҳосил бўладиган иссиқликнинг бир қисми узатманинг (редукторининг) корпусини ташқаридан хаво билан совитиш орқали чиқарилади. Бундай ҳолда

$$Q_1 = K_T (t_1 - t_2) S \text{ ккал /соат,}$$

бу ерда S – хаво билан совитиладиган юза, m^2 ; t_1 –редуктор ичи ёки мойнинг ҳарорати, $^{\circ}C$; K_T –иссиқлик чиқариш коэффициенти, $ккал / m^2 \cdot град$, яъни ҳароратлар фарқи $1^{\circ}C$ бўлганда бир соат ичида $1 m^2$ юзадан ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори. Вентиляция қилинмайдиган ёпиқ хоналарда $K_T = 7 \div 9$; шамоллатиб туриладиган хоналарда $K_T \approx 12 \div 15$.

Совитилган юза сифатида редуктор корпуси сиртининг ҳамма юзаси эмас, балки унинг ички томондан мой билан ювилиб, ташқи томондан эса хаво билан совитилиб турадиган қисми олинади. Шунинг учун редуктор ерга ўрнатилган бўлса, унинг таги совитилаётган юза сифатида ҳисобга олинмайди. Агар корпуснинг ёнлари ташқи томондан совитиладиган қобирғалар билан таъминланган бўлса, улар сирти юзасининг фақат ярми ҳисобга олинади. Мойнинг ҳарорати унинг турига боғлиқ бўлиб, редукторлар учун $t_1 = 60^{\circ} - 70^{\circ} C$ руҳсат берилади. Узатманинг қизиб кетмаслигини таъминлаш учун зарур бўлса совитишнинг суний усулларида фойдаланиш даркор.

Мустақил назорат учун саволлар

1. Червякли узатмалар қандай синфланади?
2. Нима учун Архимед червяклари кўп қўлланилади?
3. Червякли узатмаларнинг камчилиги ва афзаллигини изохлаш.
4. Червяк ва ғилдирак геометрик ўлчамлари қандай аниқланади?
5. Червякли узатмаларни Ф.И.К. қандай аниқланади?
6. Ф.И.К. ни червяк киримлар сонига қандай қилиб боғлаш мумкин?
7. Нима учун червякли узатмалар юк кўтариш воситаларида ишлатилади?
8. Червякли узатмаларда ўзини-ўзи тормозланишни тушинтиринг.
9. Червякли узатмаларда узатиш сонини аниқлаш хусусияти.
10. Червякли узатмадаги кучлар қандай аниқланади?
11. Червяк ғилдирагининг тишларини эгувчи кучланиш бўйича ҳисоблаш формуласини ёзиб изоҳ беринг.
12. Нима учун червякли ғилдиракнинг мустаҳкамлиги контакт кучланиш бўйича ҳисобланади?

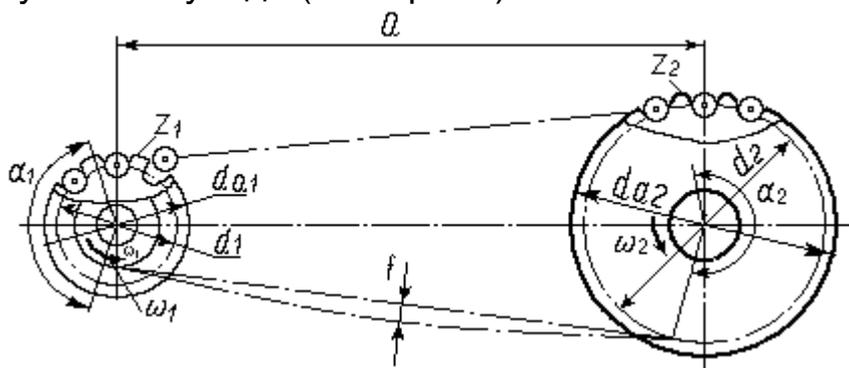
13. Червяк ва червяк ғилдираги қандай материаллардан тайёрланади?
14. Нима учун червякли узатмани иш жараёнида тиш сиртларини уқаланиши ўрнига ғажиш жараёни бўлади ?
15. Нима учун тиш ғилдирагини гардиши учун рангли металл қотишмалари ишлатилади?
16. Нима учун червякли узатмаларни қизишга текширилади?

Мавзу -IV (2-соат). Занжирли узатмалар

Таянч сўзлар: юлдузча, занжир, втулкали, втулка-роликли, роликли ва тишли занжир, пластинка, тармоқдаги кучлар, таранглик кучи, салқилик.

Маъруза -12 (2- соат). Занжирли узатмалар

1. Умумий маълумотлар.
 2. Узатманинг турлари ва умумий тавсифлари.
 3. Узатмадаги кучлар.
 4. Занжирдаги кучланишлар.
1. Занжирли узатма иккита тишли юлдузча ва уларга кийдирилган занжирдан тузилган бўлади (12.1 -расм).



12.1 – расм. Занжирли узатма.

Машинасозликда занжирли узатмаларнинг ҳаракатга келтирувчи механизм- юритма, юк ташиш ва тортиш учун мўлжалланган турлари ишлатилади. Юк ташиш учун ишлатиладиган занжирлар ҳаракат тезлиги катта бўлмаган юк кўтарувчи механизмларда юкни осиб қўйиш ва уни кўтариб-тушириш учун хизмат қилади. Юк тортиш учун ишлатиладиган занжирлар элеватор, конвейер ва эскалатор каби механизмларда ишлатилади. Бундай узатмалар, занжирнинг турига қараб: втулкали, втулка-роликли (12.2-расм), роликли ва тишли(12.3-расм); занжирлар-нинг сонига қараб: бир қаторли ва бир неча қаторли хилларга бўлинади. Бундан ташқари, бу узатмалар очиқ ёки ёпиқ (махсус қобиғ ичига олинган) бўлиши мумкин.

Афзалликлари:

а) ҳаракатни тишли узатмаларга нисбатан узоқ масофага узата олади (валлар орасидаги масофа 8 метргача етади);

б) фойдали иш коэффициентлари етарли даражада юқори ($\eta = 0,96 \dots 0,98$);

в) сирпаниш ходисаси рўй бермаслиги ва шу сабабли узатиш сонининг ўзгармаслиги.

Камчиликлари:

а) занжирларнинг тайёрлашни мураккаблиги ва таннархини юқорилиги;

б) ишлаганда назорат талаб қилиниши;

в) йиғишда юқори аниқлик талаб қилиниши;

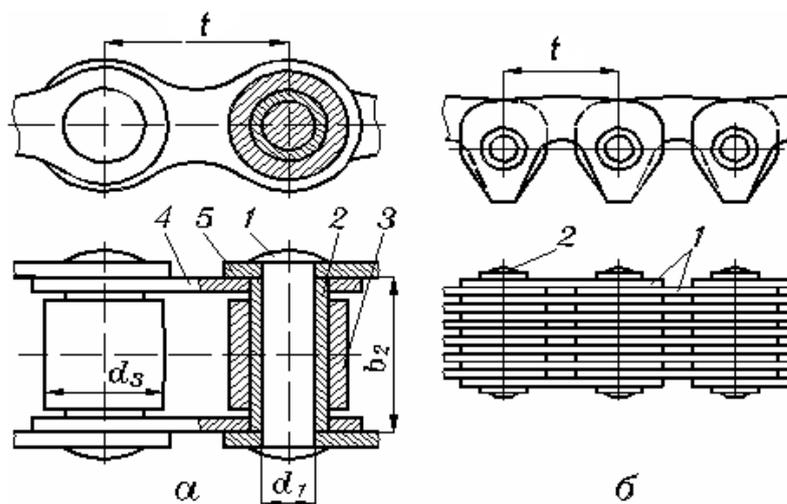
г) занжир элементларининг ейилиши звенолар узунлигининг ортишига ва қўшимча динамик кучларнинг пайдо бўлишига сабаб бўлади, бу ўз навбатида узатманинг нотекис ишлашига олиб келади.

2. Хозирги вақтда машина ва механизм юритмаларида ишлатиладиган занжирларнинг ҳамма ўлчамлари стандартлаштирилган. Втулка-роликли занжир (12.2 – расм а) ташқи звено 5 -га пресслаб ўрнатилган валик 1 ички звено 4 -га пресслаб жойлаштирилган втулка 2 ва втулканинг атрофида бемалол айланадиган қилиб кийдирилган ролик 3 дан тузилган. Занжир юлдузчага роликлар воситасида илашади. Роликнинг юлдузча тишига текканда айланиб кетиши сирпаниб ишқаланишни думалаб ишқаланишига айлантиради. Бу тишларнинг ейилишини сусайтиради ва узатма ишлашини яхшилади. Катта тезлик ва юкланиш билан ишлайдиган узатмаларда кўп қаторли занжирлар ишлатилади.

Втулкали занжирларнинг втулка-роликли занжирдан фарқи шуки, унда втулка устида кийдирилган ролик 5 бўлмайди. Бунинг натижасида занжирнинг оғирлиги ва таннархи камаяди. Бироқ втулкали занжирнинг ҳамда у билан илашишда бўлган юлдузчаларнинг тишлари нисбатан тез ейилади. Шунинг учун улар кам юкланишли ва ҳаракат тезлиги нисбатан кичик узатмаларда фойдаланиш тавсия этилади.

Тишли занжирлар икки учидан тишга ўхшаш чиқиқлари бўлган пластинкалар йиғиндисидан иборат бўлиб, юлдузча тишлари шу чиқиқлар орасида жойлашиб илашма ҳосил қилади (12.2 – расм, б).

Бу занжирлар нисбатан ишончли ва мустаҳкам бўлиб, катта тезлик ва қувват узатмаларда ишлатилади. Лекин тишли занжирларнинг нисбатан оғирлиги ва тайёрлашнинг қийинлиги туфайли камроқ ишлатилади.



12.2– расм. а - втулка- роликли занжир; б - тишли занжир.

Узатманинг қуввати: $P = F_t \cdot V / 1000$, кВт.

Тезлиги: $V = z \cdot t \cdot n / 60 \cdot 1000$ м / с ,

бу ерда z - юлдузча тишларининг сони; t - занжирларнинг қадами; n - юлдузчанинг айланиш сони, мин⁻¹; F_t - айланма куч, КН.

Узатманинг узатиш сони: $U = \omega_1 / \omega_2 = n_1 / n_2 = z_2 / z_1$.

Узатмада $P \leq 100$ кВт , $V \leq 15$ м / с , $n \leq 500$ мин⁻¹ , $u \leq 7$ тавсия этилади. Ўртача тезликдаги роликли узатма учун юлдузчалар учун- $z_{1 \min} = 17 \dots 19$; $z_{2 \max} = 100 \dots 120$.

Юлдузчаларнинг тузилиши тишли ғилдиракларнинг тузилишига кўп жиҳатдан ўхшаш. Унинг бўлиш диаметри u билан илашишдаги занжир валикларининг марказидан ўтади ва қуйидагича аниқланади:

$$d = t / \sin (\pi / z) .$$

Юлдузчалар марказлараро масофаси қуйидагича аниқланади:

$$a_{\min} = (d_{a1} + d_{a2}) / 2 + (30 \dots 50) \text{ мм} ,$$

бу ерда d_{a1} ва d_{a2} - юлдузчаларнинг сиртқи диаметрлари.

Занжирнинг чидамлилиги етарли даражада бўлишини таъминлаш мақсадида $a = (30 \dots 50) t$ мм қилиб олиш тавсия этилади.

Одатда, занжирнинг узунлиги қадамлар сони билан белгиланади:

$$L_t \approx 2 a / t + (z_1 + z_2) / 2 + ((z_2 - z_1) / 2\pi)^2 (t / a) .$$

Аниқланган L_t қийматни бутун жуфт сонгача яхлитланади ва бунга кўра a қайта аниқланади:

$$a = \frac{t}{4} \left[L_t - \frac{Z_1 + Z_2}{2} \sqrt{\left(L_t - \frac{Z_1 + Z_2}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{Z_2 - Z_1}{2\pi} \right)^2} \right]$$

Узатманинг нормал ишлаши учун занжир маълум даражада салқи бўлиши керак. Бунинг учун a -нинг қиймати тахминан $(0,001 \dots 0,002) a$ га

қадар камайтиради.

3. Занжирли узатмаларда қуйидаги кучлар ҳосил бўлади:

F_1 ва F_2 - занжирнинг етакловчи ва етакланувчи тармоқларидаги кучлар; F_t - айланма куч; F_0 - дастлабки таранглик кучи; F_v - марказдан қочма куч таъсирида ҳосил бўладиган куч.

Кучлар орасидаги муносабат қуйидагича:

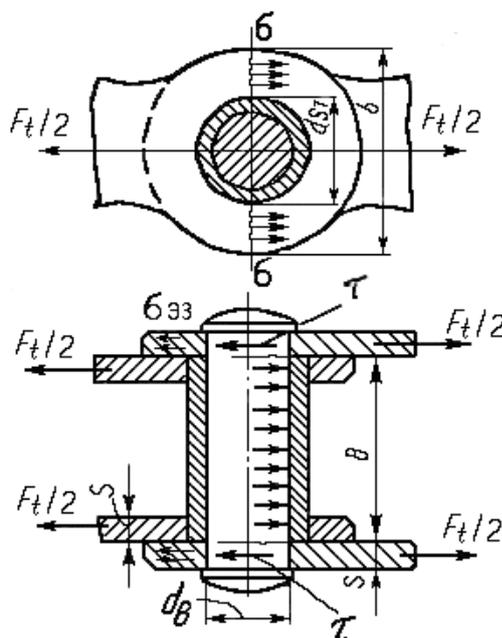
$$F_1 - F_2 = F_t, \quad F_v = m \cdot V^2, \quad F_0 = K_f \cdot a \cdot m \cdot g,$$

бу ерда a – занжирнинг салқилик ҳосил қиладиган қисмининг узунлиги; m - бир метр занжирнинг массаси кГ/м); g - оғирлик кучининг тезланиши, м/сек²; K_f - салқилик коэффиценти (узатманинг горизантал текисликка нисбатан жойлашувига ва f - занжирнинг салқилик қийматига боғлиқ). Одатда, $f \approx (0,01 \dots 0,02) a$ тавсия этилади.

Одатда, узатманинг яхши ишлаши учун $F_2 = F_0 - F_v > 0$ бўлиши керак, яъни занжир элементларининг ейилиш меъёрида бўлиши учун $F_0 > F_v$ шарт бажарилиши керак.

Амалий ҳисобларда одатдаги узатмалар учун $F_1 \approx F_t$, $F_2 \approx 0$ қилиб олиш мумкин.

4. Занжир элементларида асосан қуйидаги кучланишлар ҳосил бўлади (12.3 – расм):



12.3 – расм.

а) ички пластинкаларнинг втулка ўрнатиладиган қисмидаги

чўзувчи кучланиш: $\sigma = \frac{F_t}{2(b - d_{BT})S} \leq [\sigma];$

б) сиртқи пластинкаларнинг валик ўрнатиладиган қисмидаги

эзувчи кучланиш: $\sigma = \frac{F_t}{2b_B S} \leq [\sigma_{эз}];$

в) валиклардаги кесувчи кучланиш: $\tau = \frac{2F_t}{\pi d_B^2} \leq [\tau].$

Бу кучланишлар занжирнинг стандарт ўлчамларини белгилашда эътиборга олинган.

Машинасозликда кўп ишлатиладиган втулка роликли занжирлар учун юқорида келтирилган кучланишдан шарнирда ҳосил бўладиган босим энг асосийсидир. Чунки занжирнинг ишлаш муддати унинг шарнирларининг ишлаш муддати билан белгиланади. Шунинг учун занжир шарнирларининг ейилишга чидамлилигини аниқланади, бунда қуйидаги шарт бажарилиши керак:

$$q = F_t / (B \cdot d_e) \leq [q],$$

бу ерда q - шарнирдаги (валик билан втулка ўртасидаги) босим;

F_t - айланма куч, Н; d_e –валикнинг диаметри; B - занжирнинг эни;

$[q]$ - жоиз босим, унинг қиймати занжирнинг қадамига ва етакчи юлдузчанинг айланиш сонига кўра жадвалда берилади.

Мустақил назорат учун саволлар.

1. Ишлатиш соҳасига қараб занжирлар қандай турларга бўлинади?
2. Занжирли узатманинг бошқа узатмаларга қараганда афзаллиги ва камчиликлари.
3. Ватулкали занжир билан, втулка-роликли занжир орасидаги фарқ нимада?
4. Занжирли узатманинг асосий тавсифларини келтиринг.
5. Тез юрар узатмалар учун қандай занжирлар тавсия этилади?
6. Занжирли узатма ишлаш лаёқати қандай омилга қараб белгиланади?
7. Занжир шарнирдаги ейилишни камайтириш учун нима қилиш керак?
8. Занжирли узатмаларни узунлиги билан марказлараро масофа ўртасида боғланишни қандай изоҳлаш мумкин?
9. Занжирли узатмадаги кучлар қандай аниқланади?
10. Занжирли шарниридаги кучланишлар қандай аниқланади?

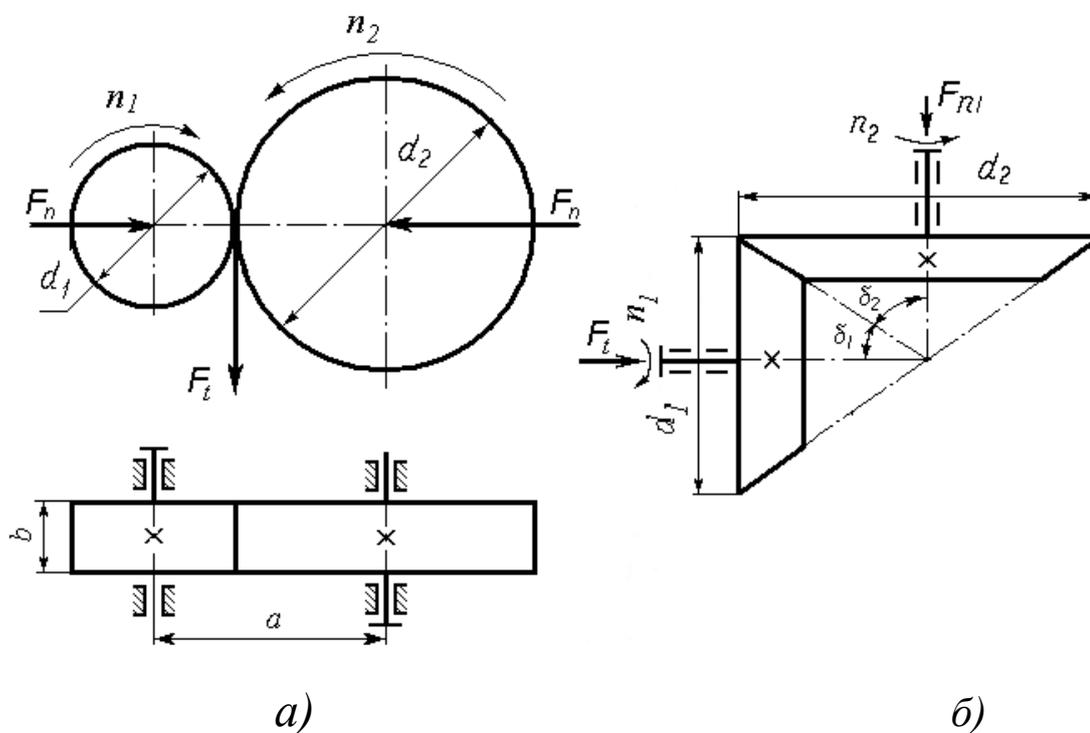
Мавзу- VI (8- соат). Ишқаланишга асосланган узатмалар

Таянч сўзлар: ясси, понасимон, доиравий, тишли тасмалар, сирпаниш, тасма тармоқлари, тарангловчи, фойдали кучлар, тортиш қобилияти, Гук қонуни, нисбий чузилиш, фрикцион вариатор, диски вариатор.

Маъруза- 13 (2- соат). Фрикцион узатмалар

1. Умумий маълумотлар.
2. Узатманинг кинематикаси, геометрияси.
3. ФУ-даги кучлар.
4. ФУ -ни контакт кучланиш бўйича ҳисоблаш.

1. **Фрикцион узатма** деб, ҳаракатни бир валдан иккинчи валга ишқаланиш кучи воситасида ўтказадиган узатмага айтилади.



15.1 – расм.

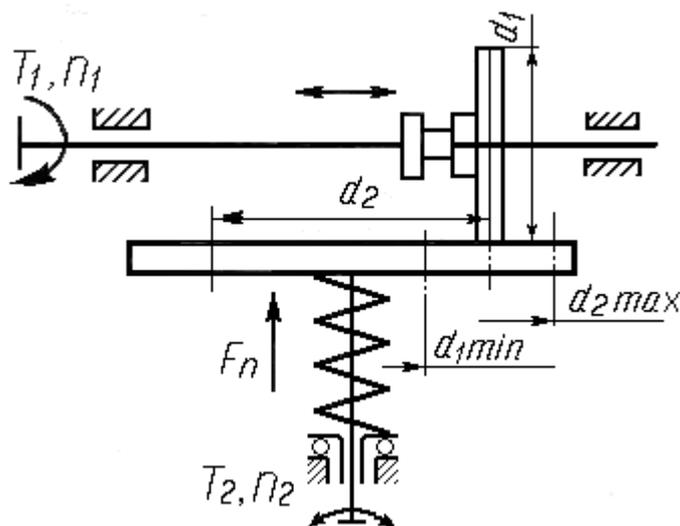
Бу узатмаларнинг энг оддийси бир-бирига маълум куч билан сиқилган текис сиртли иккита ғилдиракдан иборат. Агар ҳаракат ўзаро параллель валлар орасида узатилса, цилинрик ғилдираклар (15- расм а), ўзаро кесишадиган валлар орасида узатилса, конуссимон ғилдираклардан (15.1- расм б) фойдаланилади.

Ишқаланувчи ғилдираклардан бирининг радиуси ўзгарадиган қилинса, у ҳолда, узатиш сони ўзгарувчан фрикцион узатма ҳосил бўлади. Бундай фрикцион узатма вариатор деб аталади. 15.2–расмда келтирилган оддий вариаторда етакланувчи иккинчи валнинг ҳаракатини ўзгартириш учун биринчи ғилдирак ўз ўқи бўйлаб силжитилади. Агар ҳаракат йўналишини ўзгартириш зарур бўлса,

биринчи ғилдирак етакланувчи вал ўқидан чап тамонга суриб ўтказилиди.

Бундан ташқари техникада тезликни поғанасиз бир текисда ўзгарти-риш учун икки бўлак понасимон шкивлардан ва уларга кийдириладиган тасмадан иборат бўлган тасмали вариатор ишлатилади. Бунда шкив бўлаклари орасидаги масофа ўзгартирилади, тасманинг узунлиги эса ўзгармайди.

Бундай узатманинг яна бир тури дискли вариатор бўлиб, унда куч ва момент бир қанча етакловчи ва етакланувчи дисклар мажмуи воситасида узатилади ва узатиш сони марказлараро масофанинг ўзгартирилиши ҳисобига ўзгартирилади.



15.2 – расм.

Афзалликлари:

- а) тузилиши оддий;
- б) ҳаракат бир текис ва шовқинсиз узатилиди;
- в) ишлаш жараёнида узатиш сонини ва тезликни маълум чегарада поғанасиз ўзгартириш мумкин.

Камчиликлари:

- а) иш бажарувчи деталларнинг тез ва нотекис ейилади;
- б) таянчларга тушадиган кучнинг қиймати катта;
- в) сирпаниш мавжудлиги сабабли узатиш сони ўзгарувчан;
- г) ФИК нисбатан кам ($\eta = 0,8 \dots 0,92$);
- д) ғилдиракларни бир-бирига сиқиб туривчи мосламанинг зарурлиги.

Фрикцион узатмаларда $U_{max} = 10$, $P_{max} = 300$ кВт бўлиб, улар кўпин-ча $V_{max} = 25$ м/с, қуввати эса 25 кВт гача бўлган кинематик узатма сифатида ишлатилади.

2. Фрикцион узатмаларнинг ўлчамларининг қийматларини аниқлашда, кўпинча амалий усулларга асосланади. Энг аввал етакловчи ғилди-

рак диаметри аниқланади. Бунда қуйидаги шарт бажарилиши керак:

$$d_2 \geq (4 \dots 5) d_{e1},$$

бу ерда d_{e1} -етакловчи ғилдирак валининг диаметри бўлиб, у қуйидагича аниқланади:

$$d_1 = 130 \dots 150 \sqrt[3]{P_1/n_1},$$

бу ерда

P_1 - етакловчи валдаги қувват кВт;

n_1 - етакловчи валнинг айланиш сони.

У холда, етакланувчи ғилдиракнинг диаметри қуйидагича аниқланади:

$$d_2 = U \cdot d_1 (1 - \varepsilon) \approx U \cdot d_1,$$

бу ерда, U - узатиш нисбати; $\varepsilon = (0,01 \dots 0,05)$ -сирпаниш коэффициентини. Юқоридаги ифодани диаметрга нисбатан ечилса, у холда:

$$U = d_2 / d_1 (1 - \varepsilon),$$

бўлади. Бу тенгламада сирпаниш коэффициенти жуда кам миқдорни ташкил қилгани учун, амалиётда $U = d_2 / d_1$ деб қабул қилинади.

3. Етакловчи ғилдиракдан етакланувчи ғилдиракка айлана кучни узатиш учун ғилдираклар бир-бирига F_n -сиқувчи куч билан сиқиб ишқаланиш кучини хосил қилиши лозим. Сиқувчи куч қуйидагича аниқланади:

$$F_n = k \cdot F_t / f = 2 T_1 \cdot k / f \cdot d_1,$$

бу ерда k -эҳтиёт коэффициенти, $k = 1,2 \dots 1,5$; f -ишқаланиш коэффициенти асосан ғилдиракларни материаллари турига ва мойланишига боғлиқ бўлиб, $f = 0,04 \dots 0,3$ олинади; F_t -айланма куч. Сиқувчи куч топилгандан сўнг ғилдиракларнинг эни топилади. Бунинг учун узунлик бирлигига жоиз босимнинг $[p]$ нисбатидан фойдаланилади. Босимнинг қиймати ғилдиракларнинг материалига қараб жадвалдан олинади.

Ғилдиракларнинг эни $b = F_n / [p]$ тарзда аниқланади. Бунда қуйидаги шарт бажарилиши керак: $b_{max} \leq d_1$.

Фрикцион узатманинг юқорида келтирилган ҳисоблаш усули энг оддий ва тахминий усулидир.

Конуссимон ғилдиракли узатмалар учун валлар орасидаги бурчак (15.2 – расм б),

$$\delta = \delta_1 + \delta_2,$$

бу ерда δ_1, δ_2 - биринчи ва иккинчи ғилдиракни конус бурчаги.

Бу узатмаларда $\delta = 90^\circ$ бўлганда узатиш сони қуйидагича аниқланади:

$$U = n_1 / n_2 = d_2 / d_1 = \operatorname{tg} \delta_2 = \operatorname{ctg} \delta_1.$$

Фрикцион узатмаларни юқорида келтирилган усули ҳисоблашнинг

энг оддий ва тахминий усули ҳисобланади.

4. Аслида фрикцион узатманинг ғилдираклари бир-бирига деярли бир чизиқ бўйлаб уриниб контакт сирт хосил қилади ва бунда сиқувчи куч таъсирида контакт кучланиш ҳосил бўлади. Бу кучланишни аниқлаш учун Герц формуласига асосланиб қуйидаги формула чиқарилади:

$$\sigma_H = 0,418 \sqrt{(F_n \cdot E_{кел}) / (b \cdot \rho_{кел})} \leq [\sigma_H],$$

бу ерда $E_{кел} = (2 E_1 \cdot E_2) / (E_1 + E_2)$ – келтирилган эластиклик модули; келтирилган эгрилик радиуси қуйидагича аниқланади:

$$\rho_{кел} = (\rho_1 \cdot \rho_2) / (\rho_1 + \rho_2) = d_1 \cdot d_2 / 2(d_1 + d_2) = d_2 / 2 (U + 1).$$

Фрикцион узатмаларни лойиҳалаш учун қуйидаги формуладан фойдаланилади:

$$a = (U+1)^3 \sqrt{E_{кел} \cdot K / (\psi \cdot f) \cdot (P_1 / n_2) \cdot (40 / U \cdot [\sigma_H])^2}.$$

Шуни назарда тутиш керакки, контакт кучланиш бўйича чўян, пўлат, тексолитдан ва Гук қонунига бўйсунадиган бошқа материаллардан ясалган ғилдираклар ҳисобланади. Бошқа ҳолларда юқорида қайд этилган соддалаштирилган усулдан фойдаланилади.

Мустақил назорат учун саволлар

1. Тасмаларнинг кўндаланг кесимига қараб узатмаларни синфланг.
2. Тасмалар қандай материаллардан тайёрланади.
3. Узатмани афзаллиги ва камчилигига изох беринг.
4. Тасмали узатманинг узатишлар нисбати, сирпанишни ҳисобга олганда қандай аниқланади.
5. Тасма тармоқларидаги кучлар тўғрисида маълумот беринг.
6. Тасмадаги фойдали кучланишни моҳияти нималардан иборат?
7. Қандай қилиб тасмадаги сирпанишни Ф.И.К. билан боғлаш мумкин?
8. Дастлабки тарангловчи кучланишни, узатмани ишлаш лаёқатига таъсири тўғрисида маълумот беринг.
9. Тасманинг эгилишдаги кучланиши қайси қонун билан ифодаланади?
10. Понасимон тасмали узатмани ясси тасмали узатмага нисбатан афзаллиги нимада?
11. Амалий ҳолларда понасимон тасмали узатма қандай лойиҳаланади?
12. Тасма билан шкив орасидаги ишқаланиш коэффиценти қандай омилларга боғлиқ?
13. Тасмани тортиш қобилияти қандай параметрларга боғлиқ?
14. Тасмали узатмада марказлараро масофа қандай аниқланади?
15. Марказлараро масофа билан тасма узунлиги орасидаги қандай

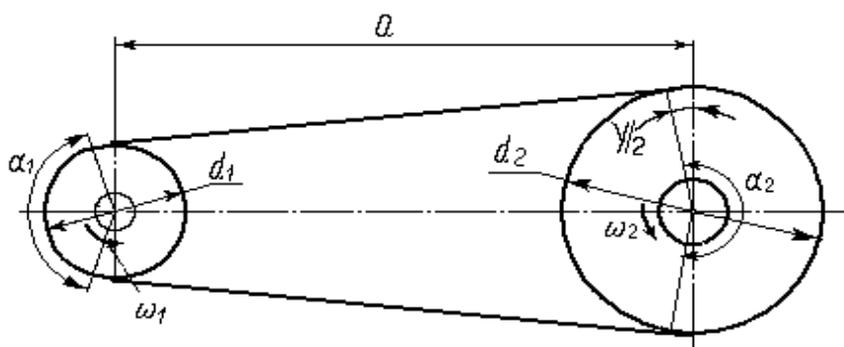
боғланиш бор?

16. Фрикцион узатмаларни қандай синфлаш мумкин?
17. Фрикцион узатмаларни афзаллиги ва камчилиги нимада?
18. Контактдаги ғилдирак сиртларидаги ишқаланиш кучини қандай ошириш мумкин?
19. Фрикцион узатмадаги сиқувчи кучнинг қиймати нимага боғлиқ?
20. Фрикцион узатмани контакт кучланиш бўйича қандай ҳисобланади?

Маъруза 14 (2- соат). Тасмали узатмалар

1. Умумий маълумотлар.
2. Узатманинг геометрияси ва кинематикаси.
3. Тасма тармоқлардаги кучлар.
4. Тасмадаги кучланишлар.

1. Тасмали узаталар деб, етакловчи ва етакланувчи шкивдан ҳамда уларга кийдирилган тасмадан ташкил топган ва ҳаракатни ишқаланиш кучи ҳисобига узатадиган механизмга айтилади (13.1 – расм).

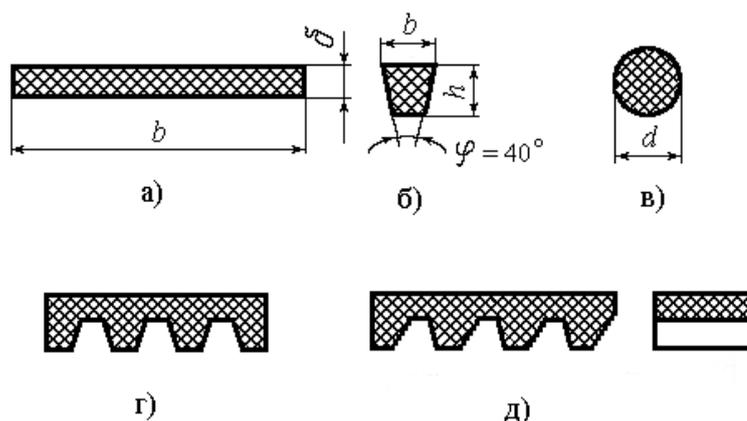


13.1 – расм.

Тасмали узатмалар қуйидаги турларга бўлинади: Тасманинг кўнда-ланг кесимининг шаклига кўра: а) ясси; б) понасимон; в) доиравий (дума-лоқ); г) ярим понасимон; д) тишли (13.2 – расм).

Валларнинг ўзаро жойланишувига кўра: а) параллел ўқли очик; б) параллел ўқли айқаш; в) ўқлари кесишадиган -бурчакли; г) ўқлари кесишадиган -ярим айқаш;

Таранглаш усулига кўра: а) оддий - таранглик тасманинг эластик деформация нитижасида ҳосил қилинади; б) таранг – таранглик буриш валини даврий силжитиш нитижасида амалга оширилади; в) ўз-ўзидан тарангланувчи -таранглик автоматик тарзда таъминланади.



13.2 – расм.

Афзалликлари: 1) харакатни узоқ масофага узатиши $a_{max} = 15$ м - ясси тасмалар учун $a_{max} = 6$ м - понасимон тасмали узатмалар учун; тузилиши оддий ва нархи арзон; равон ва шовқинсиз ишлайди; хизмат кўрсатиш ва назорати оддий.

Камчиликлари: ўлчамлари нисбатан катта; узатиш сони кам (15 гача) ва доимий эмас; тасманинг ишлаш муддати кам (1000...5000 соат); тасманинг чўзилиши ишлатишда қўшимча қурилмаларга эҳтиёж туғдиради; вал ва таянчларига катта куч тушади.

Бу камчиликларга қарамасдан, бу узатмалар ишлатилиши жихатидан тишли узатмадан кейин иккинчи ўринда туради.

Тасмалар пишиқ, эгилувчан бўлиши, узоққа чидаши, шкив билан яхши илашишни таъминловчи юқори ишқаланиш коэффициентига ва зарур тортиш хусусиятига эга бўлиши керак.

Тасмалар резиналанган мато, чарм, ип газлама, жун ва синтетик материаллардан тайёрланади ва иш шароитига ва тезликка қараб танланади.

Резиналанган ип газламали тасмалар (А, Б ва В турлари) А тури энг эгулувчани ва кўп тарқалангани бўлиб, $V_{max} = 30$ м/с.

Чарм тасмалар яхши тортиш хусусиятига эга, $V_{max} = 45$ м/с.

Ип газлама энг арзон, аммо унча пишиқ эмас, $V_{max} = 25$ м/с бўлиб, нам ва $t_{max} > 50^{\circ}\text{C}$ жойларда қўлланмайди.

Жун тасмалар юқори хароратга, кислота буғларига чидамли.

Синтетик тасмалар мустаҳкам, ишқаланиш коэффиценти катта.

2. ТУ геометрик ўлчамлари (13.1 –расм): d_1, d_2 –етакловчи ва етакланувчи шкив диаметрлари; a –ўқлараро масофа; γ -тасма тармоқлари орасидаги бурчак; α_1, α_2 –тасманинг кичик ва катта шкивдаги қамров бурчаклари.

$$d_1 = (1100 \dots 1300) \sqrt[3]{P_1 / n_1}, \quad P_1 - \text{кВт}; \quad n_1 - \text{мин}^{-1}.$$

$$\alpha_1 = 180 - \gamma; \quad \sin(\gamma / 2) = (d_1 - d_2) / (2a).$$

Амалда $\alpha_1 = 180 - \gamma; \quad \sin(\gamma / 2) = (d_1 - d_2) / (2a).$

бўлгани учун синуснинг қийматини аргументига тенглаштирилса,

$$\gamma = (d_1 - d_2) / a \text{ рад} \approx ((d_1 - d_2) / a) \circ 57^\circ.$$

Шундай қилиб, $\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ (d_1 - d_2) / a.$ (13.1)

Тасманинг умумий узунлиги:

$$l = 2a + 0,5 \pi (d_1 + d_2) + (d_2 - d_1)^2 / (4a). \quad (13.2)$$

Агар l маълум бўлса (понасимон тасмаларда) ўқлараро масофани қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$a = (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 8(d_2 - d_1)^2}) / 8, \quad (13.3)$$

бу ерда $\lambda = l - \pi \cdot d_{\text{ўп}}; d_{\text{ўп}} = 0,5 (d_1 + d_2).$

Понасимон тасмалар учун топилган l ни жарвалдаги кийматларга мослаб олиш зарур.

Шкивларнинг айланма тезликлари:

$$V_1 = (\pi \cdot d_1 \cdot n_1) / 60 \cdot 1000 \text{ м/с}; V_2 = (\pi \cdot d_2 \cdot n_2) / 60 \cdot 1000 \text{ м/с}. \quad (13.4)$$

Узатмада тасмани шкив устида сирпанишни мавжудлиги $V_2 < V_1$ га олиб келади. Демак, $V_2 = (1 - \varepsilon) V_1,$

бу ерда ε - сирпаниш коэффициенти (резиналанган тасмада $\varepsilon = 0,01$; понасимонда $\varepsilon = 0,01 \div 0,02$). Амалий ҳисобларда $\varepsilon = 0$ олиш мумкин.

Узатиш нисбати:

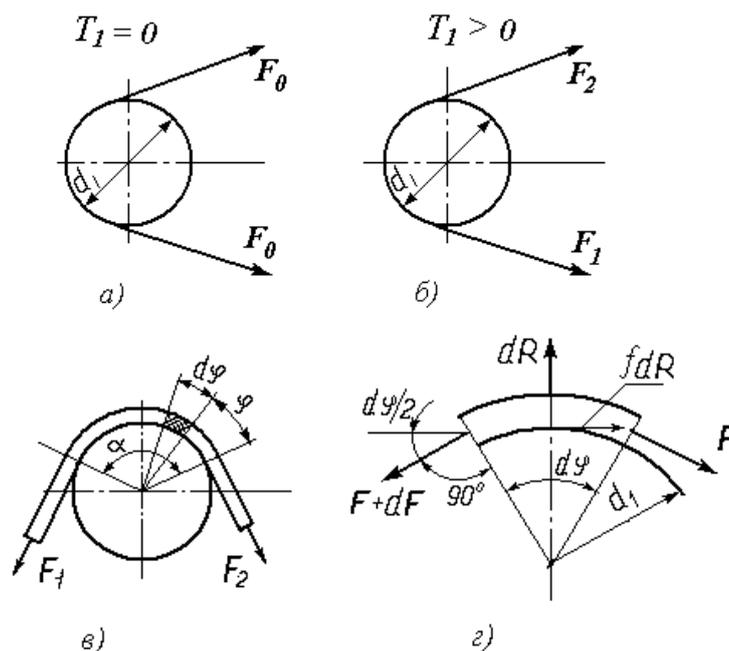
$$U = n_1 / n_2 = V_1 \cdot d_1 / V_2 \cdot d_2 = d_2 / (d_1 (1 - \varepsilon)) \approx d_2 / d_1. \quad (13.5)$$

3. Тасма тармоқлардаги кучлар ва улар ўртасидаги боғланишлар масаласини ҳал қилиш учун юкланишсиз $T_1 = 0$, ҳамда юкланишли $T_1 > 0$ узатмаларни бир-бирига таққослаб кўрамиз (13.3 – расм, $a, б$). Расмда F_0 – юкланишсиз тасма тармоқларидаги таранглик кучи; F_1, F_2 – узатмага юкланиш берилганда тармоқларда хосил бўладиган таранглик кучи. Айланма куч $F_t = 2 T / d_1.$

Етакловчи шкив учун мувозанат шарти $T_1 = 0,5d_1 (F_1 - F_2)$ ёки $F_1 - F_2 = F_t$ бўлади. Бунда етакловчи тармоқнинг чўзилиши етакланувчи тармоқнинг қисқариши билан мувозанатлашади, яъни:

$F_1 = F_0 + \Delta F, F_2 = F_0 - \Delta F$ ёки $F_1 + F_2 = 2 F_0,$
булардан қуйидаги иккита тенгламани оламиз:

$$F_1 = F_0 + F_t / 2; F_2 = F_0 - F_t / 2. \quad (13.6)$$



13.3 – расм.

Тасманинг тортиш қобилияти, авваламбор тасма билан шкив орасидаги ишқаланиш коэффициентини f ва қамров бурчаги α га боғлиқ. Таранглик кучларини бу омилиларга боғлиқ равишда топиш масаласини Эйлер ҳал қилган. Бунда тасманинг элементар бўлаги олиниб, унинг кучлар таъсиридаги мувозанати кўриб чиқилади (13.3 –расм в, г).

Мувозанат шартига кўра, шкив марказига нисбатан олинган моментлар йиғиндиси:

$$F \cdot d/2 + f \cdot dR \cdot d/2 - (F + dF) \cdot d/2 = 0,$$

ёки $f \cdot dR = dF$ -элементар ишқаланиш кучи. (а)

Агар кучларни вертикал ўққа проекциялари йиғиндиси олинса:

$$dR - F \cdot \sin(d\varphi/2) - (F + dF) \sin(d\varphi/2) = 0.$$

Бу тенгликдан иккинчи даражали кичик сонлар чиқарилиб ташланса, $\sin(d\varphi/2) = d\varphi/2$ деб қабул қилинса, $dR = F d\varphi$ (б) бўлади.

(а) ва (б) -лардан $dF/F = f d\varphi$ (в). Маълумки, F –нинг қиймати F_1 -дан F_2 –гача, φ –нинг қиймати эса 0 –дан α_1 –гача ўзгаради. Шуни эътиборга олиб (в) –ни интегралласак:

$\int dF/F = \int f \cdot d\varphi; \ln(F_1/F_2) = f \cdot \alpha; F_1/F_2 = e^{f\alpha}$ ёки $F_1 = F_2 \cdot e^{f\alpha}$ келиб чиқади. Бу ерда $e = 2,71$ - натурал логарифмнинг асоси.

Тенгликларни биргаликда ечиб, қуйидаги боғланишларни топиш мумкин:

$$F_1 = F_t \cdot e^{f\alpha} / (e^{f\alpha} - 1); F_2 = F_t / (e^{f\alpha} - 1);$$

$$F_0 = 0,5F_t ((e^{f\alpha} + 1) / (e^{f\alpha} - 1)). \quad (13.7)$$

Бу формула ёрдамида узатманинг ишини ҳар тарафлама баҳолаш мумкин. Узатма нормал ишлаши учун зарур бўлган таранглик кучининг энг кичик қиймати

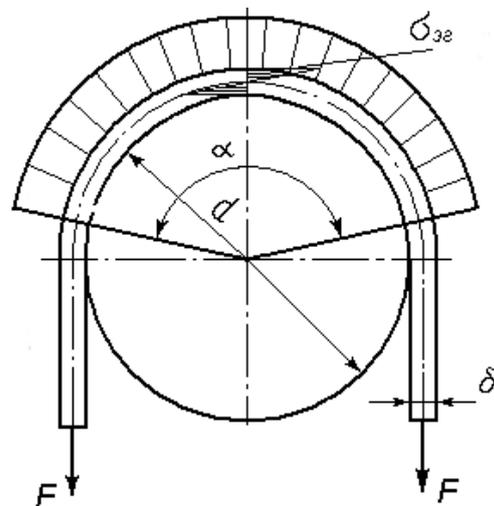
$$F_0 < 0,5F_t ((e^{f\alpha} + 1) / (e^{f\alpha} - 1)),$$

бўлганда тасма тўла сирпанишни бошлайди.

Тасма тармоқларидаги F_1 ва F_2 кучларнинг тенг таъсир этувчиси узатманинг вал таянчларига тушадиган кучини ҳосил қилади. Тенг таъсир этувчи куч қуйидагича аниқланади:

$$Q = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2 F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \gamma} \approx 2 F_0 \cdot \cos (\gamma / 2).$$

4. Тасманинг тармоқларидаги энг катта кучланиш- σ_{max} етакчи тармоқда бўлиб, у тасманинг етакчи тармоғидаги кучдан ҳосил бўлган кучланиш- σ_l , марказдан қочирма кучдан ҳосил бўлган кучланиш- σ_v ва тасманинг шкивни қамраб турган жойида ҳосил бўлган эгувчи кучланиш- σ_{ε} -лар йиғиндисидан тузилади ва қуйидагича аниқланади:



14.1 – расм.

$$\sigma_l = F_l / A; \quad \sigma_v = F_v / A = \rho V^2;$$

$$\sigma_t = F_t / A - \text{фойдали кучланиш}$$

$$\sigma_l = F_0 / A + F / 2A = \sigma_0 + \sigma_t / 2;$$

бу ерда $A = b \cdot \delta$ -тасманинг кўндаланг кесими;

Тасманинг шкивни қамраган қисмида эгувчи кучланиш пайдо бўлади (14.1--расм). Гук қонунига асосланиб

$$\sigma_{\varepsilon} = \varepsilon \cdot E,$$

бу ерда ε -тасма сиртки тола-ларининг нисбий чўзилиши;

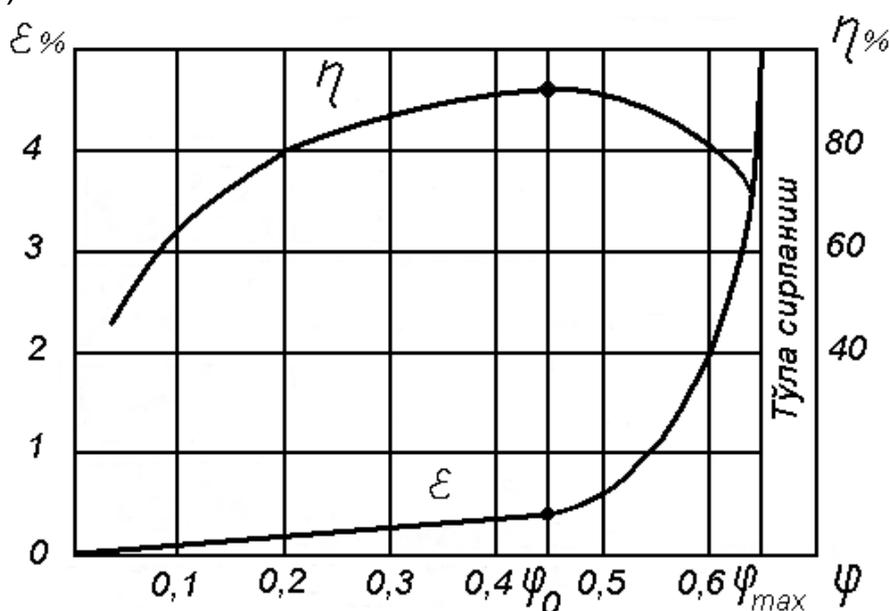
E -эластиклик модули.

ε –ни топиш учун $d\varphi$ бурчак бўлагини кўрамиз.

Маъруза -15 (2-соат). Сирпаниш ва ФИК эгри чизиқлари. Понасимон тасмали узатмалар

1. Сирпаниш ва Ф.И.К. эгри чизиқлари.
2. Тасмали узатмалар учун жоиз кучланишлар.
3. Понасимон тасмали узатмаларнинг ўзига хос хусусиятлари.

1. Ҳозирги вақтда тасмали узатманинг юкланиш қобилияти сирпаниш ва фойдали иш коэффиценти эгри чизиқлари асосида баҳоланади (14.1 -расм).



14. 1 – расм.

Бундай графиклар турли тасмаларни тажрибада текшириш натижа-сида тузилади. Графикда ординаталар ўқига сирпаниш коэффиценти ε ва фойдали иш коэффиценти η , абсциссалар ўқига эса узатманинг тортиш коэффиценти φ орқали ифодаланган юкланиши қўйилади.

Тортиш коэффиценти қуйидагича ифодалананади:

$$\varphi = \frac{F_1 - F_2}{F_1 + F_2} = \frac{F_t}{2F_0} \quad (14.1)$$

Тортиш коэффиценти дастлабки таранглик $2F_0$ нинг қанча қисми фойдали F_t кучни узатишга сарфланилаётганлигини кўрсатади. Бироқ фойдали куч фақат дастлабки тарангликкагина эмас, балки тасма тармоқларидаги тарангликнинг $F_t = F_1 - F_2$ айирмасига ҳам боғлиқ. Бу айирманинг мавжудлиги тасманинг шкив устида сирпанишига олиб

келади. Сирпаниш миқдори сирпаниш коэффициенти билан ифодаланади:

$$\varepsilon = (V_1 - V_2) / V_1.$$

Юқорида айтилганларга биноан, қуйидаги хулосага келиш мумкин: маълум дастлабки таранглик $2F_0$ учун айланма кучни F_t ўзгартириб, тортиш коэффицентининг ҳар хил қийматини олиш мумкин, лекин бу ҳолда сирпаниш коэффициенти ε -нинг қиймати ҳам ҳар хил бўлади.

Маълумки тасманинг дастлабки таранглигидан максимал фойдаланиш учун тортиш коэффицентининг қийматини катталаштиришга ҳаракат қилинади. Бироқ φ -нинг қиймати маълум миқдордан ошириб юборилса, узатмадаги зарарли ҳодиса – тўла сирпаниш ҳодисаси рўй беради. Демак ҳар бир тасма учун φ -нинг шундай қийматини аниқлаш мумкунки (14.1-расмда φ_0), унинг бу қийматида сирпанишнинг салбий таъсири унча катта бўлмагани ҳолда мумкин қадар кўп юкланиш F_t узатилади, натижада узатманинг фойдали иш коэффициенти максимал қийматига етади.

(14.1) нинг сурати ва махражи тасманинг кўндаланг кесим юзига $A = b \cdot \delta$ га бўлинса, қуйидаги ифода келиб чиқади:

$$\varphi = F / 2F_0 = F \cdot A / 2F_0 \cdot A = \sigma_F / 2\sigma_0.$$

Бундан юкланиш натижасида ҳосил бўлган σ_F кучланишнинг қийматини аниқланади: $\sigma_F = 2 \sigma_0 \cdot \varphi$.

σ_{ε} нинг қиймати δ / d нинг жоиз қиймати билан чегараланади.

Бундан ташқари тасманинг чидамлилиги σ_{ε} -нинг таъсир этиш ҳарактерига ва такрорланиб туришига (частотасига) ҳам боғлиқдир. Циклнинг такрорланиш тезлиги тасманинг шкивни айланиб ўтиш сони билан ўлчанади: $I = V / l \text{ с}^{-1}$, бу ерда V – айланма тезлик, м/с;

l – тасманинг узунлиги, м.

2. Бир қанча тасмаларнинг эгри чизиқларини текшириш натижасида фойдали кучланишнинг жоиз қиймати, тасмани тури ва материалига боғлиқ эканлиги аниқланди:

$$[\sigma_F]_0 = A - W \cdot \delta / d_1, \quad (14.4)$$

бу ерда A ва W - тасманинг тури ва материалига боғлиқ ўзгармас коэффицентлар. Бундан ташқари, A коэффицент σ_0 га ҳам боғлиқ бўлади. Бу коэффицентларнинг қийматлари қамров бурчаги $\alpha=180^\circ$ тезлиги $V = 10 \text{ м/с}$ бўлган тасмаларни тажриба усулида синаб аниқланади. $[\sigma_F]_0$ қийматлари махсус жадвалларда келтирилади.

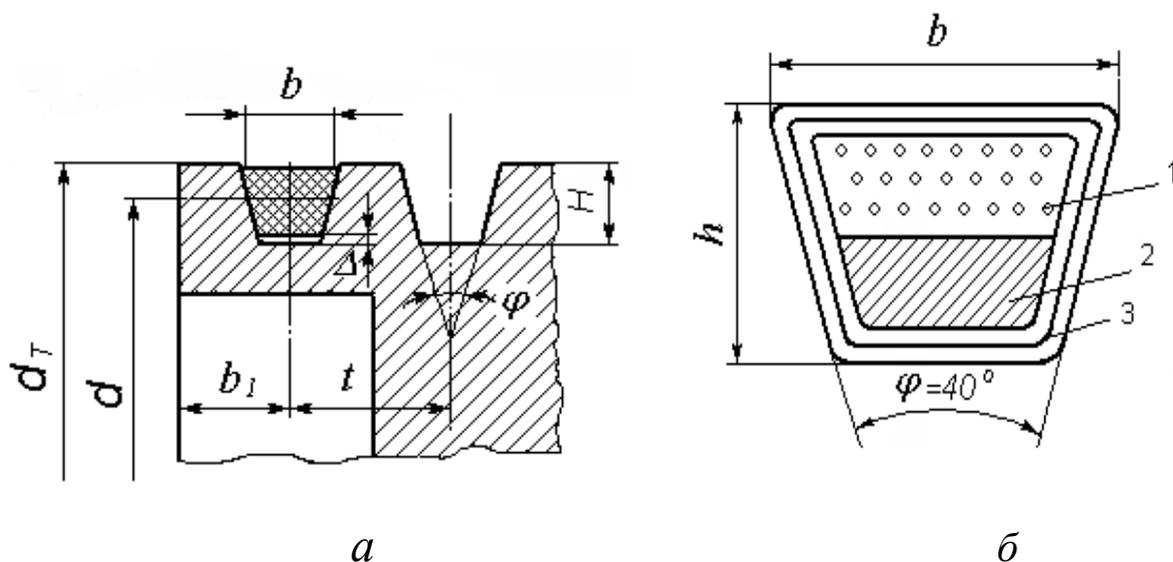
Узатманинг амалда ишлаш шароити юқорида кўрсатилган тажриба

шароитидан фарқ қилганлиги туфайли, ҳисобланаётган аниқ узатма учун жоиз кучланишнинг қийматини белгилашда мавжуд шароитни ҳисобга олувчи тузатмалар киритилади, яъни:

$$[\sigma_F] = [\sigma_F]_0 \cdot K_a \cdot K_V \cdot K_H \cdot K_0, \quad (14.5)$$

бу ерда $[\sigma_F]_0$ - фойдали жоиз кучланишнинг жадвалда келтирилган қиймати; K_a - қамров бурчаги қийматининг узатманинг тортиш қобилиятига таъсирини ҳисобга олувчи коэффицент; K_V -тезликнинг узатма ишига таъсирини ҳисобга олувчи коэффицент; K_H –ишлаш шароитини ҳисобга олувчи коэффицент; K_0 -узатманинг горизонтал текисликка нисбатан жойлашувини ва тасмани таранглаш усулини ҳисобга олувчи коэффицент.

3. Марказлараро масофани кичик, узатиш сони эса катта бўлган узатмаларда ясси тасма қониқарли ишламайди. Бундай холларда **понасимон тасмали** узатмадан фойдаланиш маъқул.



14.3 – расм.

Понасимон тасмаларнинг кўндаланг кесими трапеция шаклида бўлади (14.3–расм). Бундай тасмалар кийдириладигин шкивларда шу тасмаларга мосланган ариқчалар бўлади. Лекин шкив ариқчаларнинг чуқурлиги тасма кўндаланг баландлигидан каттароқ бўлиши керак, чунки тасма шкивдаги ариқчага жойлашганда унинг пастки сирти билан шкив орасида очик жой қолиши лозим. Шундай қилинганда тасманинг ён тамонлари шкивдаги ариқчанинг ён тамонларига тўла ёпишади ва бу понасимон тасманинг ясси тасмаларга нисбатан афзаллигини кўрсатади .

Понасимон тасма корд- 1, тасма ишлаётганда асосан

сиқилишига ишлайдиган қисми резина- 2 ҳамда тасманинг қобиғи резиналанган газлама- 3 дан иборат (14.3, б -расм).

Понасимон тасмаларнинг стандартлаштирилган етти тури ишлаб чиқарилади, уларга оид асосий маълумотлар жадвалда келтирилади.

Бу узатмаларни лойиҳиладда ясси тасмали узатмаларни ҳисоб-лашдаги каби, P_1 , n_1 ва U маълум бўлади, d_1 , d_2 , a , Z ҳамда тасма-нинг турини аниқлаш талаб этилади.

Битта тасмани узата олиши мумкин бўлган ҳисобий қувват қийма-ти қуйидагича ҳисобланади:

$$P_x = \frac{P_1}{K_N \cdot K_D \cdot K_\alpha \cdot K_V \cdot K_H \cdot K_0} \leq P_{жс} \cdot Z \quad (14.6)$$

бу ерда P_1 – берилган қувват; $P_{жс}$ – битта тасманинг узатиши мумкин бўлган қувватнинг жадвалда келтирилган қиймати; Z – қабул қилинган тасма қаторларининг сони; $K_\alpha \cdot K_V \cdot K_H$ ва K_0 -тегишли коэф-нтлар; $K_n = n_1 / 1000$ -айланишлар сони коэффиценти; $K_D = d_1 / (P_{жс})_{max}$ -шків диаметрининг коэффиценти (бу коэффициет танлаб олинган d_1 танлаб олинган 27 –жадвалдаги [1] қийматларидан катта бўлгандагина киритилади). Одатда, ҳисобни бошида K_D , K_α ва K_V қийматлари маълум бўлмайди. Шунинг учун дастлаб улар бирга тенг қилиб олинади ва зарур қийматлар топилгандан сўнг тузатишлар киритилади.

Мустақил назорат учун саволлар

15. Тасмаларнинг кўндаланг кесимига қараб узатмаларни синфланг.
16. Тасмалар қандай материаллардан тайёрланади.
17. Узатмани афзаллиги ва камчилигига изох беринг.
18. Тасмали узатманинг узатишлар нисбати, сирпанишни ҳисобга олганда қандай аниқланади.
19. Тасма тармоқларидаги кучлар тўғрисида маълумот беринг.
20. Тасмадаги фойдали кучланишни моҳияти нималардан иборат?
21. Қандай қилиб тасмадаги сирпанишни Ф.И.К. билан боғлаш мумкин?

Маъруза 17 (2-соат). Редукторлар

1. Асосий тушунчалар
2. Редукторлар ва мультипликаторлар
3. Редукторларнинг турлари ва ишлатилиши

Редуктор деб, машинанинг энергия манбаидан унинг иш бажарувчи қисмига айланма ҳаракатни тезлигини камайтириб узатишга мўлжалланган ва алоҳида қути (корпус) га жойлашган тишли ёки червякли узатмалардан тузилган механизмларга айтилади. Редукторларнинг ўзига хос хусусияти ҳаракатни камайтириб узатишдир, яъни уларда узатиш сони $U \geq 1$ бўлади. Редукторни бу хусусиятидан машина ва механизмларни лойиҳалашда кенг фойдаланилади.

Масалан, автомобилларнинг тезликлар қутиси деб аталадиган редукторлари ана шу асосда ишлайди. Маълумки, автомобилни жойидан қўзғатишда ғилдираклардаги буровчи момент одатдаги текис ҳаракат вақтидаги буровчи моментдан катта бўлиши керак ва аксинча, жойидан қўзғолган автомобиль маълум тезликка эришгач, ҳаракатни давом эттириш учун ғилдирак валларидаги буровчи моментнинг илгаридегидек катта қийматга эга бўлиши шарт эмас. Шунинг учун редуктор воситасида етакланувчи валнинг айланиш частотаси поғонама-поғона катталаштирилади. Бундай механизмлар **мультипликаторлар** ёки тезлатувчилар деб аталади. Уларда узатиш сони ҳар доим $U < 1$ бўлади.

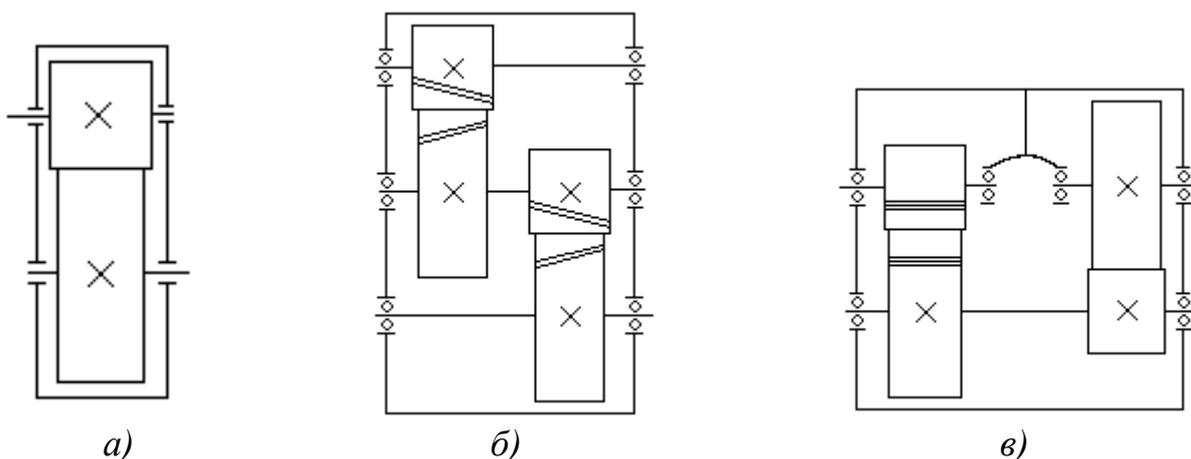
Редукторлар бир-биридан валларининг жойлашиши, ўлчами, узатиш сони ҳамда тузилиши билан фарқ қилади.

Редуктор валларининг фазода ўзаро жойлашишига кўра горизонталь ва вертикаль бўлади.

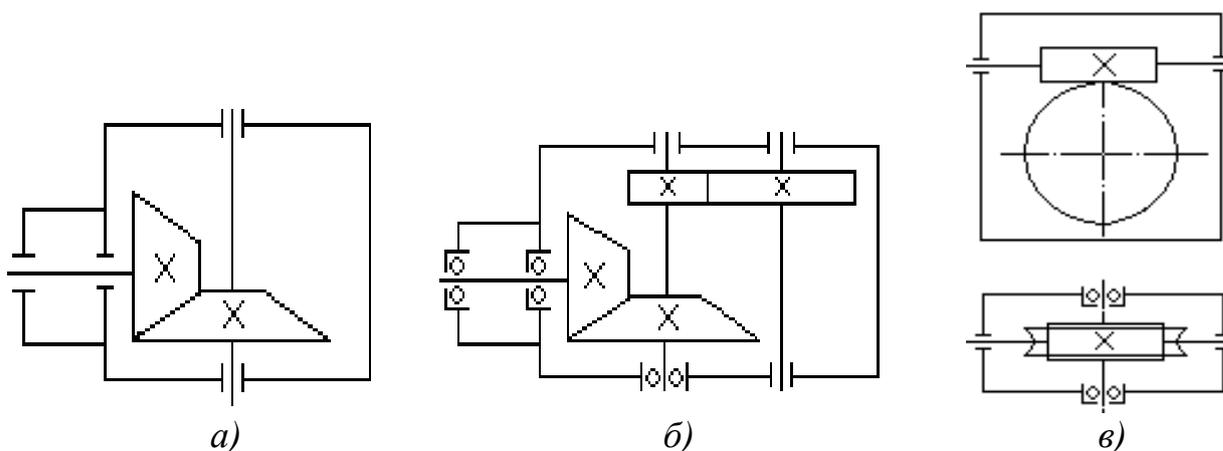
Редукторлар поғоналар сонига кўра бир (16.1-расм *a*, 16.2-расм *a*, 16.2 -расм *в*), икки (16.1-расм *б*, *в*) ва кўп поғонали бўлиши мумкин. Кўп поғонали редукторлар унинг биринчи вали ҳамда охириг валининг айланишлар сони бир-биридан жуда катта фарқ қилганда ишлатилади.

Редукторлар ундаги узатманинг турига кўра цилиндрсимон (16.1-расм *a*), конуссимон (16.2-расм *a*), червякли (16.2-расм *в*) ҳамда аралаш, яъни цилиндрик-конуссимон (16.2-расм *б*), цилиндрик-червякли турларига бўлинади.

Саноатда цилиндрик тишли ғилдиракли редукторлар энг кўп ишлатилиб, унинг тузилиши ва тайёрланиши оддий, чидамлилиги юқори. Одатда узатиш сони $U \leq 6,3$ бўлганда бир поғонали, $U \leq 40$ бўлганда икки поғонали, ҳамда $U \leq 400$ холларда уч поғонали редукторлардан фойдаланилади.



16.1 -расм.



16.2- расм.

Редукторларнинг оғирлиги ва ташқи ўлчамлари асосан узатиш сони қийматини узатма поғоналари бўйича қандай тақсимланишига боғлиқ. Бунда етакланувчи ғилдирак диаметрлари бир хил бўлган редукторларнинг кўрсаткичлари юқори бўлади, чунки бундай редуктор ғилдирак тишларини мойлаш осон.

Редукторларда биринчи поғона юкланиши нисбатан кам бўлганлиги учун, етакланувчи ғилдирак диаметрларини бир хиллигини таъминлаш учун узатиш сонининг қийматини иккинчи поғонага нисбатан каттароқ қилиб олиш тавсия этилади, тиш эни коэффициенти ψ_{ba} –нинг қиймати эса иккинчи поғонада катта бўлади.

Икки поғонали редукторлардан энг кўп ишлатиладигани ғилдираклари кетма-кет жойлашган редукторлардир (16.1-расм б). Бу редукторларнинг тузилиши оддий, бироқ ғилдиракларнинг таянчларга нисбатан носимметрик жойлашганлиги юкланишнинг тишлар узунлиги бўйлаб нотекис тақсимланишига сабаб бўлади. Натижада ғилдиракларнинг ва таянчларнинг ишдаш шароити ёмонлашади. Бу ҳолатни бартараф қилиш мақсадида ғилдиракларни таянчларга нисбатан симметрик жойлашган редукторлардан фойдаланилади.

Редуктор узунлигини камайтириш мақсадида ўқдош редукторлардан (16.1-расм в) фойдаланиш тавсия этилади. Бундай

редукторларнинг асосий камчилиги, айрим вал таянчларининг редуктор ичида жойлаштирилишидир. Бу биринчидан, конструктив жиҳатдан ноқулай бўлса, иккинчидан, таянчларнинг ҳолатини назорат қилишни қийинлаштиради.

Агар узатиш сони $U \leq 6,3$ бўлиб электродвигателга уланадиган вал билан иш бажарувчи қисмига ҳаракат узатадиган валлар ўзаро перпендикуляр ҳолатда жойлашган бўлса, конуссимон ғилдиракли редукторлардан (16.2-расм *a*) фойдаланилади.

Валлари ўзаро тик бўлган редукторлар узатиш сонининг каттароқ бўлиши талаб этилса, конуссимон ва цилиндрлик ғилдираклардан ташкил топган кўп поғанали редукторлардан фойдаланилади (16.2-расм *b*). Бунда редукторнинг конуссимон ғилдираклардан ташкил топган қисмини биринчи поғанага жойлаштириш тавсия этилади.

Ўқлари ўзаро айқаш жойлашган червяк ва червякли ғилдиракдан иборат узатма махсус корпус ичига жойлаштириган бўлса червякли редуктор дейилади (16.2-расм *в*). Бундай редукторларнинг афзаллиги бир поғанали узатмада катта узатиш сонини таъминлаш бўлиб, кинематик узатмалар учун $U=500$ гача, қувват узатмаларда учун $U=8 \dots 120$ бўлиши мумкин.

Редукторларда ишлатиладиган валларнинг қаттиқлиги термик ишлов бериш йўли билан HB 270...300 га етказилади. Диаметри 80 мм гача бўлган валларни 45 маркали пўлат материаллардан, диаметри 80...125 мм бўлган валларни 45ХЦ; 40ХН4 35ХМ маркали пўлатматериаллардан тайёрлаш тавсия этилади. Валларнинг таянчлари сифатида асосан думалаш подшипникларидан фойдаланилади. Енгил ва ўртача юкланиш билан ишлайдиган редукторлардаги вал таянчларида эса роликли подшипниклар ишлатилади.

Редукторларнинг тишли ғилдираклари албатта мойлаб турилиши зарур. Бунинг учун редукторнинг картер деб аталадиган пастки қисмига мой қуйиб қўйилади. Мойнинг сатҳи тез ҳаракатланувчи поғана ғилдираклари учун $2h$ бўлади (бунда h –тиш баландлиги). Секин айланувчи поғана учун етакланувчи ғилдирак радиусининг $1/3$ қисми мойга ботирилган бўлиши керак. Буни таъминлаш учун одатдаги редукторларда ҳар бир кВт қувватга мўлжаллаб 0,4...0,7 литр микдорда мой қуйилади.

Мавзу-VII (2-соат). Муфталар.

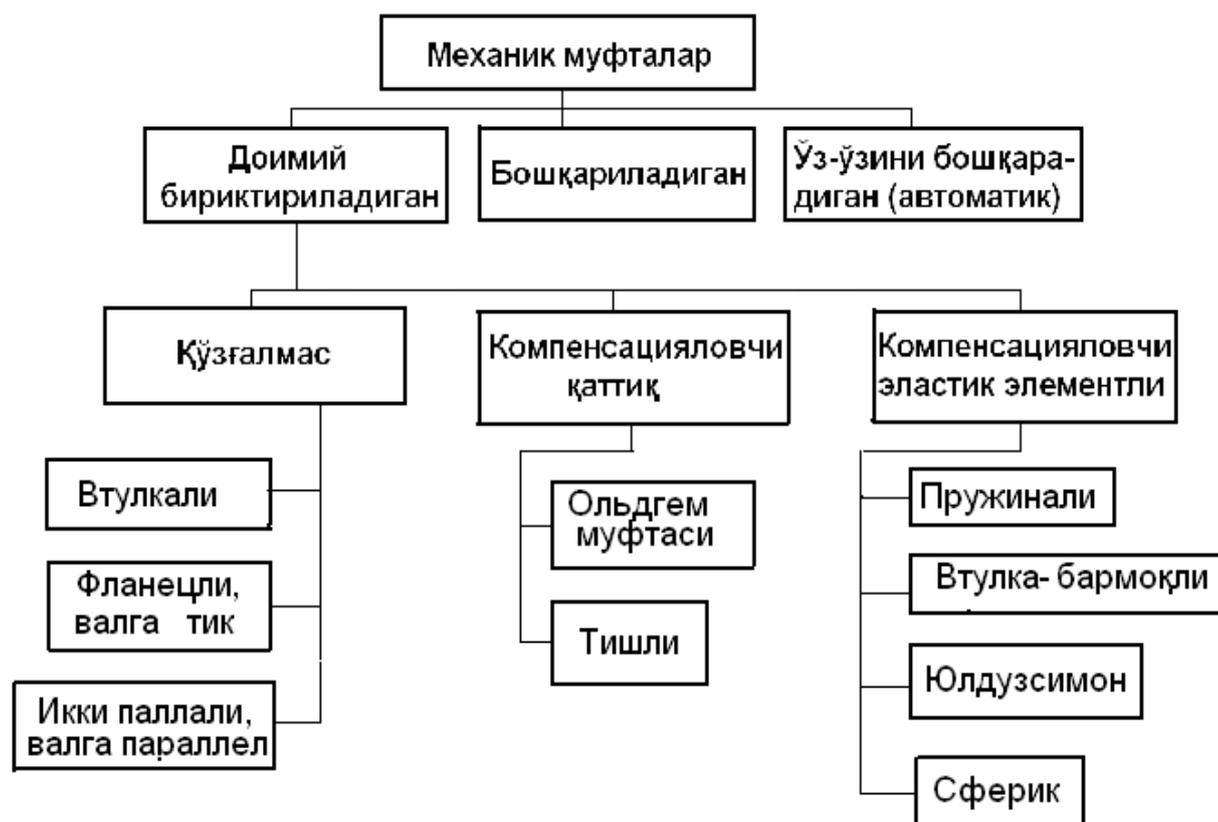
Маъруза- 18 (2-соат). Муфталар

Таянч сўзлар: Муфта; втулкали, фланецли, қаттиқ, эластик, тишли, пружинали, бармоқли муфталар; Сақлагичли (автоматик), илашиш, фрикцион муфталар.

1. Умумий маълумотлар. Муфталарни тавсифланиши.

2. Доимий бириктириладиган (ДБ) муфталар.
3. Бошқариладиган муфталар.
4. Ўз-ўзини бошқарадиган (автоматик) муфталар.

1. **Муфталар** деб, вал, ўқ, стержен, труба ва шу каби деталларнинг учларини бир-бирига улаш учун хизмат қиладиган воситаларга айтилади. Муфталар механик, электромагнитли, гидравлик ёки пневматик бўлиши мумкин. Машина деталларида фақат валларнинг учини ёки валларга ўрнатилган деталларни бир-бири билан улайдиган ва буровчи моментни узатадиган механик муфталарни ўрганилади. Механик муфталар вазифаси ва тузилишига кўра қуйидаги гуруҳларга бўлинади (26.1-расм):



26.1-расм. Муфталарни тавсифланиши.

1) **доимий бириктириладиган муфталар** қўлланилганда машинанинг ишини тўхтатмай туриб, валларни бир-биридан ажратиб бўлмайди.

2) **бошқариладиган муфталар** валларни машина ишлаб турганда ўзаро бирлаштириш ёки бир-биридан ажратиш учун хизмат қилади.

3) **ўз-ўзини бошқарувчи (автоматик) муфталар** машинанинг ишлаш жараёнида талаб қилинган шароит таъминламаганда валларни автоматик равишда бир-биридан ажратади ва талаб қилинган шароит яратилиши билан автоматик равишда яна улайди.

Ҳар бир гуруҳга кирган муфталар ўз навбатида турларга бўлинади.

2. Доимий бириктирилган муфталар кўзгалмас ва кўзгалувчан бўлиши мумкин. Кўзгалмас муфталар валларни бир-бирига нисбатан силжишга йўл қўймайдиган қилиб бириктиради. Кўзгалувчан муфталар эса валларни турли йўналишда маълум даражада силжишга имкон берадиган қилиб бириктиради.

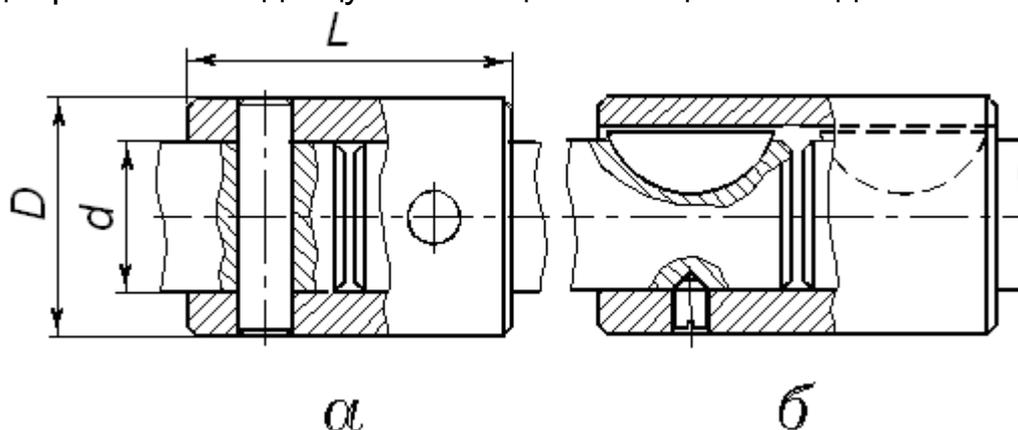
Кўзгалмас муфталарнинг энг оддийлари, втулкали (26.2-расм) ва фланецли (26.3-расм) муфталардир.

Бу муфталар валнинг диаметри ҳамда узатилаётган буровчи моментга нисбатан танланади:

$$T_x = k T \leq [T], \quad (26.1)$$

бу ерда k –муфтанинг ишлаш шароитини ҳисобга олувчи коэффицент.

Втулкали муфталарда, втулка уланаётган валларнинг учига киритилади ва штифт (26.2-а расм), шпонка (26.2-б расм) ёки шлицлар восита-сида кўзгалмас қилиб маҳкамланади.

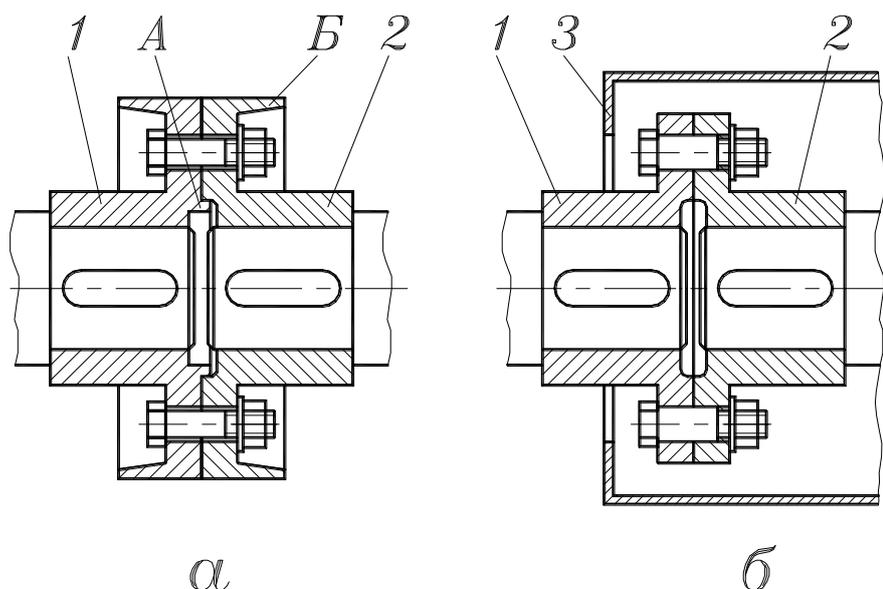


26.2-расм. Втулкали муфталар.

Бу муфталарнинг тузилиши оддий ва ўлчамлари нисбатан кичик, лекин втулкани ўрнатиш учун вални ўқи бўйлаб силжитишига тўғри келади.

Втулка конструкцион пўлат материалдан тайёрланиб, ўлчамлари: $d \leq 70$, $D = (1,5 \dots 1,8) d$, узунлиги $L = (2,5 \dots 4) d$. Муфталарнинг мустаҳкамлиги, шпонкали, штифли ёки шлицли бирикмаларнинг чидамлилиги ҳамда втулканинг мустаҳкамлиги билан белгиланади.

Фланецли муфталар (26.3-расм) вал учларига ўрнатилган иккита ярим паллалар **1** ва **2** муфтадан иборат бўлиб, улар болтлар ёрдамида маҳкамланади. Бу муфтанинг бир турида (26.5-а расм) болтлар тирқишли ўрнатилиб, буровчи момент иккала ярим муфтанинг ажратиш сиртларида ҳосил бўладиган ишқаланиш кучи ҳисобига узатилади. Валларнинг ўқдошлиги чапдаги ярим муфтани марказлаштирувчи **А** буртикка ўнг томондаги ярим муфтанинг тешигига жойлашиши билан таъминланади. Техник хавфсизликни таъминлаш учун **Б** буртик берकिлади.



26.3-расм. Фланецли муфталар.

Фланецли муфтанинг иккинчи турида (26.5-б расм) ярим муфталар бўшлиқсиз ўрнатилаган болтлар ҳисобига марказланиб, буровчи момент, асосан, кесилиш ва эгилишга ишлайдиган болт стерженлари ҳисобига узатилади. Бунда хавфсизлик ўрвчи восита- 3 билан таъминланади.

Бу муфталарда болтни маҳкамлаш учун керакли бўлган кучнинг қиймати қуйидагича аниқланади:

$$T = F \cdot f \cdot D_0 \cdot z / (2 S),$$

бундан $F = 2T \cdot S / (f \cdot D_0 \cdot z),$ (26.5)

бу ерда F –болтни маҳкамлаш учун керакли бўлган кучнинг қиймати;

$S = 1,2 \dots 1,5$ -хавфсизлик коэффициенти; D_0 -болт ўрнатиладиган айлана диаметри; z -болтлар сони; $f = 0,15 \dots 0,2$ – ишқаланиш коэффициенти.

Юқорида кўрилган муфталарнинг тузилиши валларнинг ўқдошлиги аниқ бўлишини талаб қилади,

Кўзгалувчан компенсацияловчи муфталар ташқи куч таъсирида валнинг эгилиши олдини олиш мақсадида қўлланилади. Бу муфталар турли хил кўринишда бўлиб, компенсацияловчи элементлари **қаттиқ ва эластик** бўлиши мумкин.

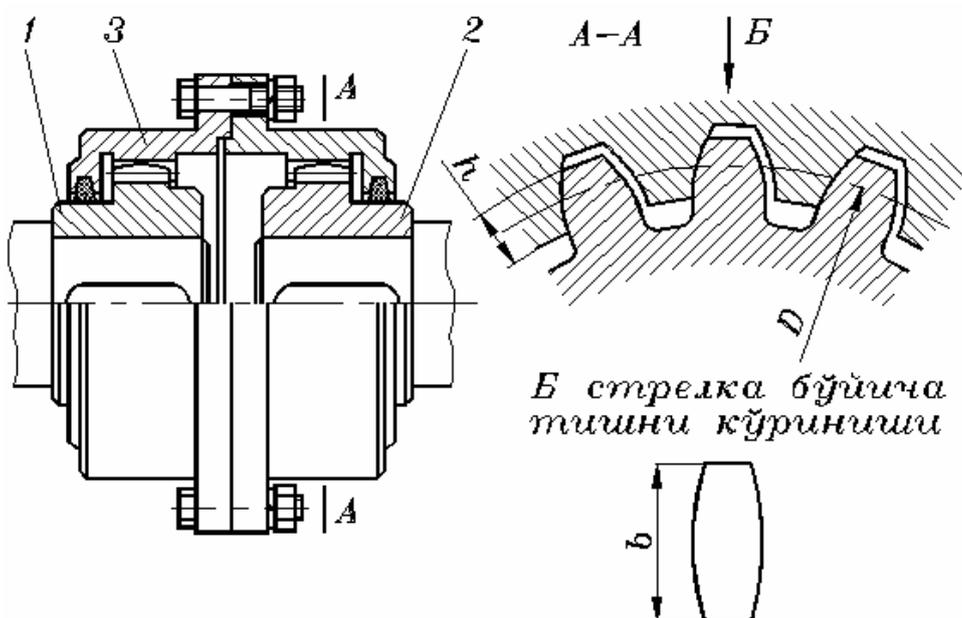
Тишли муфта компенсацияловчи элементи қаттиқ (26.4-расм) бўлиб 1 ва 2 ярим муфтадан иборат, эквивольвент ташқи тишлар ва ажралувчи ҳалқа- 3 ҳамда икки қаторли ички тишлардан ташкил топган.

Валларнинг ноўқдошлигини компенсациялаш учун муфтада ўқлар аро тирқиш- δ ҳамда илашишида радиал ва ёнбош тирқиш бўлиши керак. Бундан ташқари, ярим муфта тишларининг гардишлари цилиндрсимон қилинмай, сферик шаклида, тишлари эса бочкасимон бўлади.

Бундай 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. Шунинг учун бу муфталарни ҳисоблашнинг шартли усули билан алмаштирилади. Бу ҳолда мустаҳкамлик шarti қуйидаги кўринишда бўлади:

$$T \cdot k = \sigma_{\text{сз}} b \cdot h \cdot z \cdot \frac{D}{2}. \quad (26.5)$$

бу ерда: T -узатиладиган буровчи момент; k -динамик юкланиш коэф-фициенти; b -тиш узунлиги; z -тишлар сони; D -тишларнинг бўлувчи диаметри.



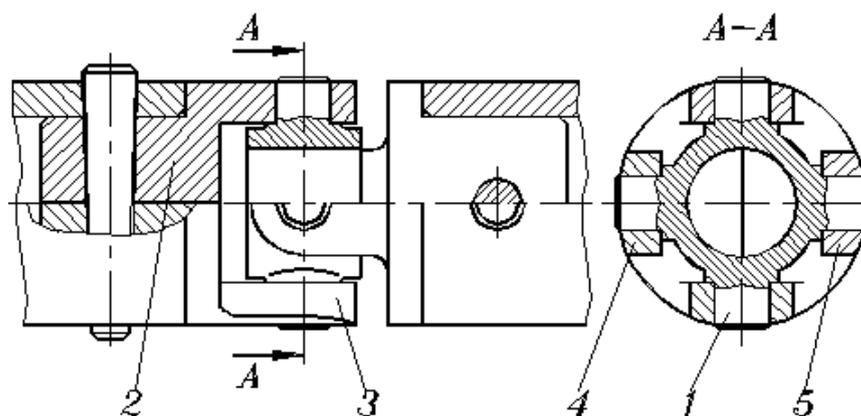
26.4-расм. Тишли муфта

$D = m \cdot z$, тишнинг баландлиги $h = 1,8 m$ бўлса:

$$\sigma_{\text{сз}} = T \cdot k / (0,9 D_2 \cdot b) \leq [\sigma_{\text{сз}}]. \quad (26.5)$$

Тишли муфталарнинг деталлари конструкцион ва легирланган пўлатлардан тайёрланади. $[\sigma_{\text{сз}}] = (12415)$ МПа қабул қилинади.

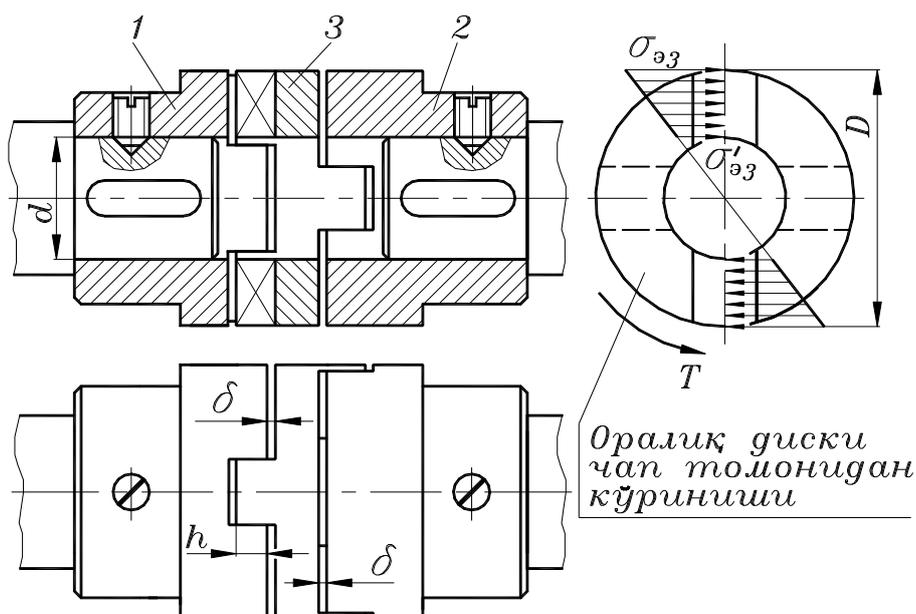
Бутсимон-шарнирли муфталарни тузилиши кардон шарнирга асос-ланган (Гук шарнири) (26.5 –расм). Монтаж камчиликларини компенсация -ловчи муфталардан фарқи, бу муфталар машинанинг тузилмасида ино- батга олинган бурчак ўқдошлиги $(30 \div 40)^\circ$ га мос келмаган валларни бириктириш учун транспорт ва технологик машиналарда ишлатилади.



26.5 –расм. Бутсимон-шарнирли муфта.

Бутсимон палла- 1 ўзаро перепендикуляр (тик) текисликдаги ярим муфта билан шарнирли боғланган. Бутсимон паллали ярим муфталар билан бириктиришни ярим муфталарнинг иккита ярим бўлақлардан- 2, 3 ва 4, 5 -ярим муфталар валга штифтлар ёрдамида бириктирилган.

Компенсацияловчи Ольдгем муфтаси (26.6-расм) муштсимон



26.6-расм. Ольдгем муфтаси.

дискли муфтадир. Муфта иккита ярим паллали 1 ва 2 муфтадан ҳамда оралиқда жойлашган диск 3 дан иборат. Перепендикуляр текисликда жойлашган диск ва ярим муфталар орасидаги бўшлик δ эса валларнинг ўқ бўйлаб, радиал ва бурчак силжишига олиб келади, натижада бу силжиш- лар муфта ёрдамида текисланади. Одатда, ўқдош бўлмаган валларнинг радиал силжиши $\Delta r \leq 0,04d$, бурчак силжиши эса $\Delta \alpha \leq 0^\circ 30'$ орасида чегараланиши керак. Бу муфталар эзилишдага кучланишга ҳисобланади:

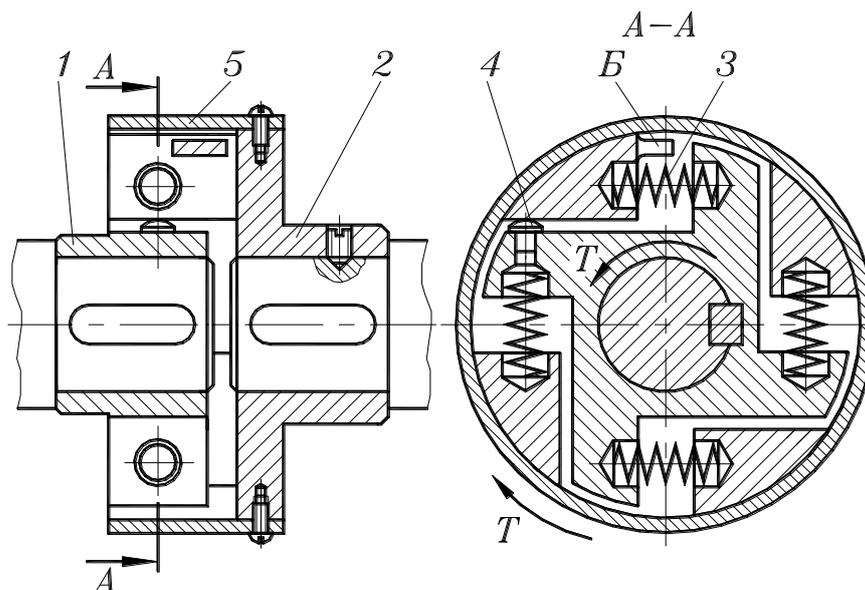
$$\sigma_{\text{эз}} = 6 k \cdot T \cdot D / [h (D^3 - d_1^3)] \leq [\sigma_{\text{эз}}]$$

бу ерда k – динамик коэффициент; h – диск чиқиғининг баландлиги;

$D/d = (2,5 \dots 3)$ олинади. $[\sigma_{\text{эз}}] = (15 \dots 20)$ МПа.

Компенсацияловчи элементи эластик бўлган муфталарни эластик муфталар дейилади. Улар валлар ўқдошлиги қатъий бўлиш ёки бўлмас лигига қарамасдан, ноаниқликларни тўғрилайди (компенсациялайди). Эластик муфталар ўз элементлари билан юритмада кам бикрликка эга бўлган бўғин вазифасини ҳам бажариб, машиналарнинг имконияти борича резонанс шароитда ишламаслигини таъминлайди, тебраниш-дан сақлайди. Бу муфталар эластик элементининг материалларига кўра **металл ва металл бўлмаган** турларига бўлинади.

Цилиндрсимон пружинали эластик муфта (26.7-расм) эластик элементи металл-пружина бўлиб етакловчи **1** ва етакланувчи **2** ярим муфталардан иборат, шпонка ёрдамида валга маҳкамланади. Ярим муфталарнинг махсус тешикларига сиқилишга ишлайдиган пружиналар- **3** жойлаштирилади.



26.7-расм. Цилиндрсимон пружинали эластик муфта.

Бирор бурчакда жойлашган ярим муфтанинг дастлабки ҳолати чеклагич **4** билан аниқланади. Пружина деформациялангандан кейин ярим муфтанинг нисбатан бурилиш имконияти ярим муфта **2** га ўрнатилган чеклагич- **Б** билан белгиланади. Муфта ташқи томондан сақлагич **5** билан беркитилган. Пружина дастлабки сиқувчи куч F_1 таъсирида T_1 момент билан юклангунга қадар бу муфта етарли бикрликдаги компенсацияловчи муфталар сингари ишлайди.

$$T_1 = F_1 R z, \quad (26.5)$$

бунда: R – пружина жойлашган тешик радиуси; z – пружиналар сони.

Агар узатиладиган T -буровчи момент T_1 моментдан 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:

$$F \frac{D}{2} = \frac{\tau W_P}{k_B}, \quad (26.6)$$

бунда: F -пружинани сиқувчи бўйлама куч:

$$F = \frac{T_{max}}{R} \quad (26.7)$$

бу ерда: T_{max} -муфта орқали узатиладиган момент; D -пружинанинг ўрта диаметри; τ -пружина ўрамларидаги буровчи кучланиш;

W_P – пружина ўрамнинг кўндаланг кесим қаршилик моменти.

$$W_P = \frac{\pi d^3}{16}, \quad (26.8)$$

бу ерда: d – пружина симининг диаметри; k_B – ўрамлар эгилувчанлик таъсирини ҳисобга олувчи коэффициент.

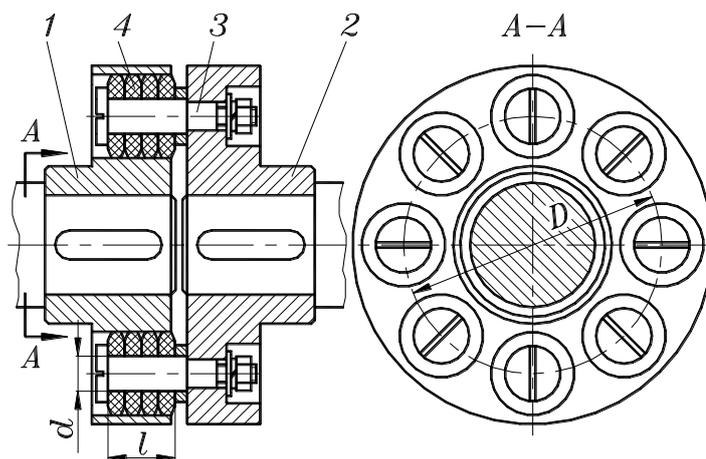
Юқоридаги формулалардан пружинани текшириш учун қуйидаги формула чиқади :

$$\tau = \frac{8DT_{max}k_B}{\pi d^3 R z} \leq [\tau]. \quad (26.9)$$

Пружина махсус пружинали пўлатлар (пўлат 65Г) тайёрланади. Уларнинг турига қараб жоиз кучланиш $[\tau] = (5004900)$ МПа олинади.

Эластик элементи металл бўлмаган муфталарга втулка- бармоқли, эластик элементи юлдузсимон ва сфера шаклидаги муфталар мисол бўлади.

Втулка - бармоқли муфта (26.8-расм) тайёрланишини соддалиги ва резина элементларини алмаштириш осонлиги ҳисобига, кўпинча электр двигателнинг вали билан юритма валини бириктириш учун ишлатилади. Кичик ва ўрта қийматли бурувчи моментларни узатиб бериш учун мўлжалланган.



26.8 –расм. Втулка - бармоқли муфта.

Кесими трапеция- 4 шаклида бўлган бир неча резинали ҳалқа бармоқ- 3 га жойлаштирилиб, ярим муфта- 2 га маҳкамланган бўлади. Бу ҳалқалар ярим муфта- 1 тешигига киритилади. Бундай муфталар юрит- манинг кам бикрлик бўғини сифатида хизмат қилади ва ўқдош жойлаш- маган валларни қуйидаги оралиқда компенсация қилади: ўқ бўйлаб силжиш $\Delta\alpha \leq 18$, буралиш $\Delta\alpha = (145)$ мм, $\Delta r = (0,3 \text{ } 4 \text{ } 0,6)$ мм.

Танлаб олинган муфталарнинг мустаҳкамлигини текшириш резина ҳалқанинг бармоққа тегиб турган юзаси бўйича эгилишга ҳисобланади.

Бунда шуни ҳисобга олиш керакки, бармоқлар текис юкланган, эгувчи кучланиш эса втулка узунлиги бўйича бир меъёрида тақсимланган.

$$\sigma_{\text{эз}} = \frac{2Tk}{Dzdl} \leq [\sigma_{\text{эз}}], \quad (26.10)$$

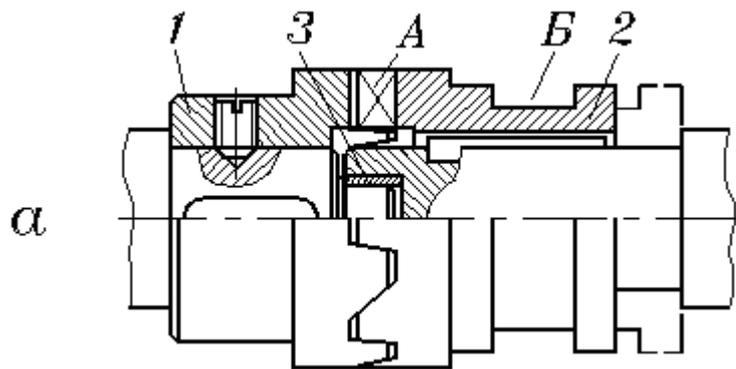
бу ерда: T -узатиладиган буровчи момент; k -динамик юкланишни ҳисобга олувчи коэффицент; D -бармоқлар жойлашган айлананинг диаметри; z, d, l -бармоқлар сони, диаметри, узунлиги.

Резиналар учун $[\sigma_{\text{эз}}] = (1,842)$ МПа .

3. **Бошқариладиган муфталар** бошқариш механизми ёрдами-да вал-ларни улаш ёки ажратиш учун ишлатилади. Бундай муфталар ишлаш принципига қараб икки гуруҳга бўлинади:

- илашиш асосида ишлайдиган (кулачокли, тишли) муфталар;
- ишқаланиш асосида ишлайдиган (фрикцион) муфталар.

Кулачокли муфтанинг (27.1-а расм) ярим муфталари 1 ва 2 кўндаланг сиртида чизиқлар A ясалган. Иш жараёнида ярим муфталардан бирининг чизиқлари иккинчидаги ботиқликлар орасига киради.



27.1-а расм. Кулачокли муфта.

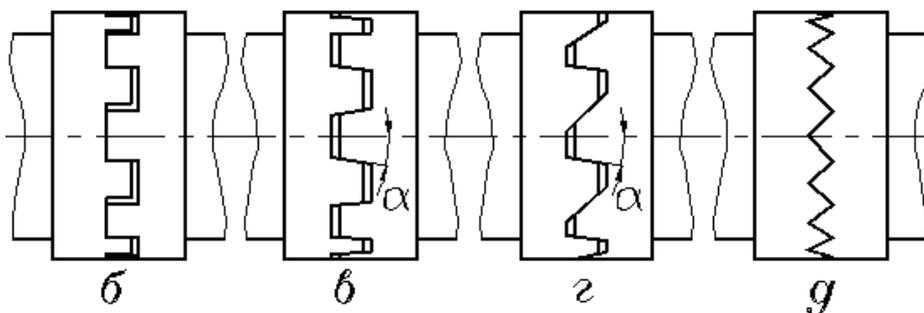
Муфталарнинг имкониятига қараб, улаш ёки ўчириш учун ярим муфта 2 вал ўқи бўйлаб бемалол сурила оладиган қилиб, йўналтирувчи шпонка қилиб ўрнатилган ярим муфта махсус қурилма воситасида сурилади.

Унинг ишчи элементи ариқча Б га кириб туради. Расмда штрихланган чизиқлар муфталарнинг ажратилган ҳолатини кўрсатади, ҳалқа 3 валларни марказлаштириш учун хизмат қилади.

Кулачокли муфталарни улаш ёки ажратиш статик ҳолатда ёки айланиши даврида содир бўлади. Катта динамик юкланишининг олдини олиш учун улаш даврида кулачокнинг айланма тезлигини камайтириш талаб қилинади ($v \leq 1$ м/с).

Кулачок тўғри бурчак профилли шаклида (27.1-б расм) бўлса, статик ҳолатда уланадиган ярим муфталарнинг ўзаро жойлашувида жуда катта аниқлик талаб этилади.

Бундай муфталарнинг ён томонларида албатта бўшлиқ бўлади (тайёр- лаш технологияси натижасида ёки айланаётган вақтида валларни улаш имконияти учун) ва шу билан бирга йўналиши ўзгарган вақтда зарб билан ишлайдиган бўлади.



27.1-расм. Муфта кулачокларининг шакллари.

Ярим муфталар трапеция шаклидаги симметрик (27.1 -в расм) ва носимметрик профилли (27.1-г расм) бўлса, бу муфталарнинг ён томонларида бўшлиқ бўлмайди ва уларни уланиши учун катта аниқлик

талаб этилмайди. Етакчи вал гоҳ бир томонга, гоҳ иккинчи томонга айланадиган бўлса, трапеция шаклидаги тишлар симметрик профилни, агар вални айланиши доимо бир томонга бўлса носимметрик профилли бўлгани маъқул. Муфталар ўз-ўзидан ажралиб кетмаслиги учун кулачокларнинг тўмтоқлик α бурчагини (27.1-б расм) шундай танлаш керакки, у ўз-ўзини тормозлаш хусусиятига эга бўлсин: $\alpha = (3 \text{ } 4 \text{ } 5)8$.

Кўндаланг сиртда учбурчакли тишлар жойлашган ярим муфталар (27.3- расм ∂) катта қийматга эга бўлмаган буровчи моментларни узатиб бериши учун имконияти борича ярим муфталар доимо уланган ҳолда бўлиши керак.

Кулачокли муфталарнинг мустаҳкамликка эзувчи кучланиш бўйича ҳисобланади:

$$\sigma_{\text{эз}} = \frac{2Tk}{Dzbh} \leq [\sigma_{\text{эз}}], \quad (27.4)$$

бунда: D - кулачокнинг ўртача диаметри; z - ярим муфтадаги муштлар сони; b - кулачок узунлиги; h - кулачок баландлиги.

Кулачокларнинг юзаси қаттиқ бўлиши учун ейилишни камайтириш мақсадида ярим муфталар пўлат 45 ёки 40Х дан тайёрланиб, ҳажмий табланади ёки пўлат 15Х, 20Х цементланиб, сиртқи қисми тобланади.

Бошқариладиган фриксион муфталар уловчи муфталар бўлиб, буровчи момент ишқаланиш кучи ҳисобига узатилади. Бу муфталарда буровчи моментнинг қиймати контакт сиртлардаги сиқувчи кучга боғлиқ бўлиб ярим муфталарни сиқадиган куч ошган сари оша боради. Бу ҳолат ярим муфталар нисбатан тез айланганда ва катта юкланиш бўлган ҳолларда валларни ўзаро бириктириш имконини беради.

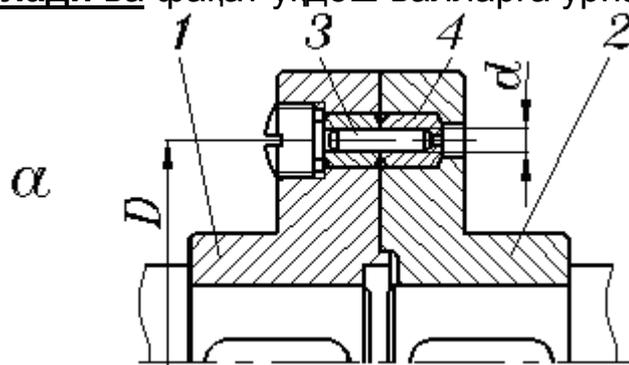
Фриксион уловчи муфтанинг чегаравий буровчи моменти узатмага ростланган бўлиб, машина мустаҳкамлиги учун хавфсиз бўлса, бундай муфталар сақлагич муфталар функциясини ҳам бажариш мумкин.

Фриксион муфталар ишчи сиртларининг шаклига кўра қуйидаги уч гурӯҳга бўлинади: **дискли муфталар** (иш сирти текис); **конуссимон муфталар** (иш сирти конуссимон); **колодкали, лентали ва иш сирти цилиндрсимон муфталар** (чизмалар адабиётда келтирилган).

5. **Автоматик муфталар** зарур бўлган ҳолларда валларни ишлаш шароитига қараб валларни автоматик равишда ажратиш ва улаш учун хизмат қилади. Қуйида автоматик муфталарни айримларини кўрамир.

Сақлагич муфталар ўта юкланишда авария (бузилиш) ҳолатига тушиб қолган механизмларнинг кинематик занжирларини ҳимоя қилиш учун хизмат қилади, яъни валларни бир-биридан автоматик ажратади.

Бундай муфталар **синувчи** (27.3-а расм) ва **синмайдиган элементли** (27.3-б расм) бўлади ва фақат ўқдош валларга ўрнатилади.



27.3-расм а. Синувчи элементли сақлагич муфта.

Буровчи момент **ярим муфталаро штифт- 3** орқали узатиб берилди. Ўта юкланишда штифт синиб кетади. Шундан сўнг муфтани қайта ишга тушириш учун штифт алмаштирилади. Тобланган **втулка- 4** штифтларнинг алмаштиришини енгиллаштиради. Штифтга узатилаётган буровчи момент:

$$Tk = \frac{z}{K_z} \frac{D}{2} \frac{\pi d^2}{4} \leq [\tau]$$

бу ерда: T -узатиладиган момент; k -динамик юкланиш коэффициенти; z -штифтлар сони; амалиётда $z = 1$ ёки $z = 2$ қилиб олинади;

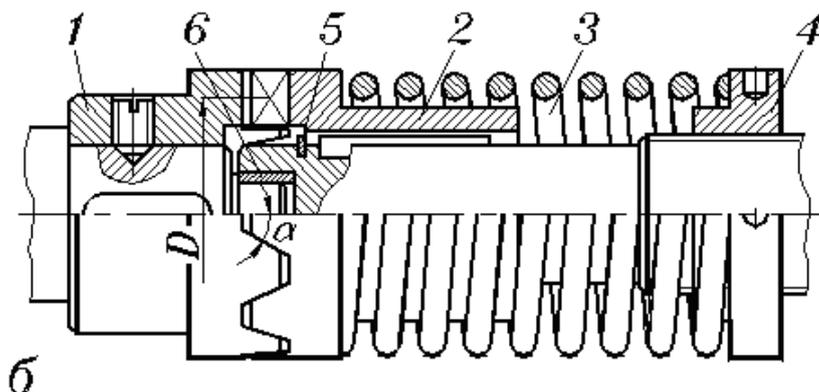
K_z –штифтларо юкланишнинг тенг тақсимланмаганини билдирувчи коэффициент; $z = 1$ бўлганда $K_z = 1$; $z = 2$ бўлганда $K_z = 1,2$;

D – штифтларни жойлашиш диаметри; d – штифт диаметри;

$$d = \frac{8TkK_z}{\pi z D [\tau]}$$

Конструкциядан пўлатдан тайёрланган штифтлар учун $[\tau] = (300 \div 400)$ МПа.

Синмайдиган элементли сақлагич муфталар авария ҳолатидан кейин ўзининг ишлаш қобилиятини тиклаш учун вақт талаб қилмайди, улар хар доим ишга тайёр бўлади. **Кулачокли (муштли) сақлагич муфтанинг** тузилиши 27.3 -расм б да кўрсатилган.



27.3-рasm б. Синмайдиган элементли кулачокли сақлагич муфта.

1 ва 2 ярим муфталар трапеция шаклдаги кулачоклар билан таъминланган. Ярим муфта-1 валга жипс маҳкамланган, ярим муфта-2 эса кўзга- лувчан шпонкали бирикма ҳисобига вал ўқи бўйлаб силжиши мумкин. Ярим муфталар кулачокларини ўзаро илашиши пружина- 3 билан таъминланади ва гайка- 4 орқали бу куч ростланади. Ярим муфта- 2 -нинг чапга силжиши тўхтатгич ҳалқа- 5 билан чегараланган, бу чегараланиш ярим муфтани олдиндан валда монтаж қилиш учун зарур. Валларнинг ўқдошлиги марказлаштирувчи втулка- 6 орқали амалга оширилади.

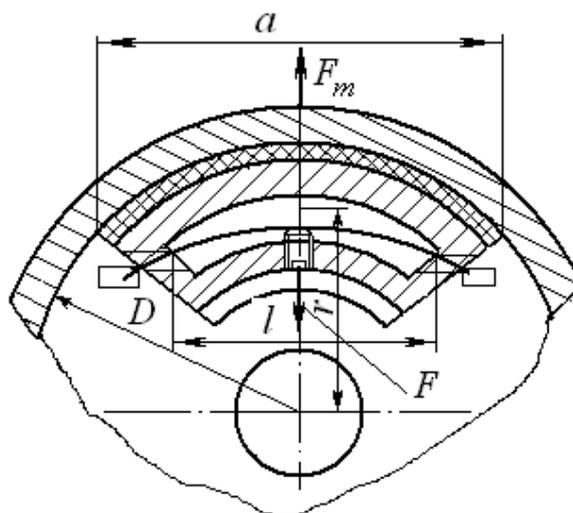
Буровчи моментни узатишда кулачокли илашмада ўқ бўйлаб йўналган куч пайдо бўлади, бу куч ярим муфтани ажратишга ва илашмадан чиқаришга ҳаракат қилади. Пружинали ярим муфтанинг мувозанат шarti қуйидагича бўлади:

$$F = \frac{2Tk}{D} \operatorname{tg} \alpha,$$

бу ерда: F -пружина кучи; T -узатиладиган буровчи момент; k -динамик юкланиш коэффиценти; D -муфталарнинг ўртача диаметри; α -муштлининг тўмтоқлик бурчаги.

Муштли сақлагич муфталарни конструкциясига қўшимча равишда юритма двигателини ўчириш учун мосламалар мўлжалланиши керак.

Марказдан қочирма автоматик муфталар (27.4 –рasm). Бу муфта колодкали бўлиб, айланиш сони маълум қийматдан ортганда валларни улаб, айланиш сони пасайганда автоматик равишда бири-биридан ажратади. Бундай муфталарни ички ёнув двигатели билан ишлайдиган машина- ларда фойдаланишга мақсадга мувофиқ. Бунда двигатель бутунлай тўхтаб қолмайди, чунки муфта двигателни юкланишдан озод қилади.



27.4 – расм. Марказдан қочирма автоматик муфта.
Зарур буровчи момент қуйидагича аниқланади:

$$T \cdot k \leq 0,5 (F_M - F) f \cdot z \cdot D = 0,5 m \cdot z \cdot d \cdot r \cdot f (\omega_1^2 - \omega_0^2),$$

бунда z - колодкалар сони; f -ишқаланиш коэффициенти; ω_1 -колодканинг барабанга теккунча бурчак тезлиги; ω_0 - зарур бўлган буровчи моментни узатишга имкон берувчи бурчак тезлиги;

$F = 48 E \cdot I \cdot y / l^2$ – пружина кучи; $I = b \cdot h^{3/2}$ – пружина кўндаланг кесимининг инерция моменти; y – пружинадаги салқилик.

Назорат саволлари

1. Муфталар нима учун керак?
2. Машинасозликда ишлатиладиган муфталар турларига изоҳ беринг.
3. Доимий бириктирилган муфталарнинг афзаллик ва камчиликлари.
4. Втулкали муфталарни тузилиши ва ҳисоланишини баён этинг.
5. Фланецли муфталар ҳақида маълумот беринг.
6. Тишли муфтани тузилиши ва ҳисоланишини баён этинг.
7. Втулка-бармоқли муфтанинг тузилиши, ишлатилиши ва ҳисоби.
8. Эластик муфтанинг функцияси нимадан иборат?
9. Бошқариладиган муфта турларига изоҳ беринг.
10. Кардан шарнирли муфта нима учун ишлатилади?
11. Кўпгина муфталарни ҳисоблашда қандай кучланишлар асосий белгиловчи ҳисобланади?
12. Сақлагич муфталарнинг турларига изоҳ беринг.
13. Сақлагич муфталарни ишлатилишида валларнинг ўқдошлигига қўйилган талаблар?
14. Кесилувчи элементли сақлагич муфталар ва уларни ҳисобаш.

15. Бошқариладиган кулочокли муфталарнинг афзаллик ва камчиликлари.
16. Синмайдиган элементли кулачокли сақлагич муфтани тузилиши.
17. Марказдан қочирма автоматик муфта ҳақида нима биласиз?

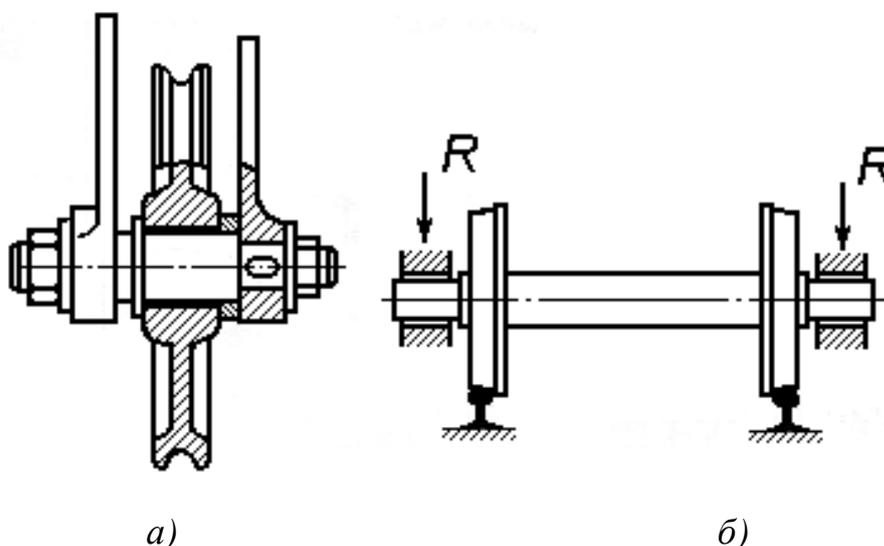
Мавзу- VIII (4- соат). Валлар ва ўқлар

Таянч сўзлар: Вал, ўқ, цапфа, бўйин, тавон, шип, статик, тахминий усул, тақрибий усул, аниқлаштирилган усул.

Маъруза- 19 (2- соат). Валлар ва ўқлар. Умумий маълумотлар

1. Вазифаси ва ишлатилиши.
2. Валлар ва цапфаларни турлари.
3. Қўлланиладиган материаллар.

1. Валлар ва ўқлар машина, механизмларнинг деталларини тутиб туриш ва ҳаракатни бир деталдан иккинчи деталга узатиб берувчи деталдир. Валлар ва ўқлар бир-биридан ишлаш шароитига кўра фарқ қилади. Ўқлар юкланишни қабул қилиб, уни таянчларга узатади ва доим эгилишга ишлайди, валлар эса, юкланишни қабул қилиш билан бирга буровчи моментни узатиб беради.



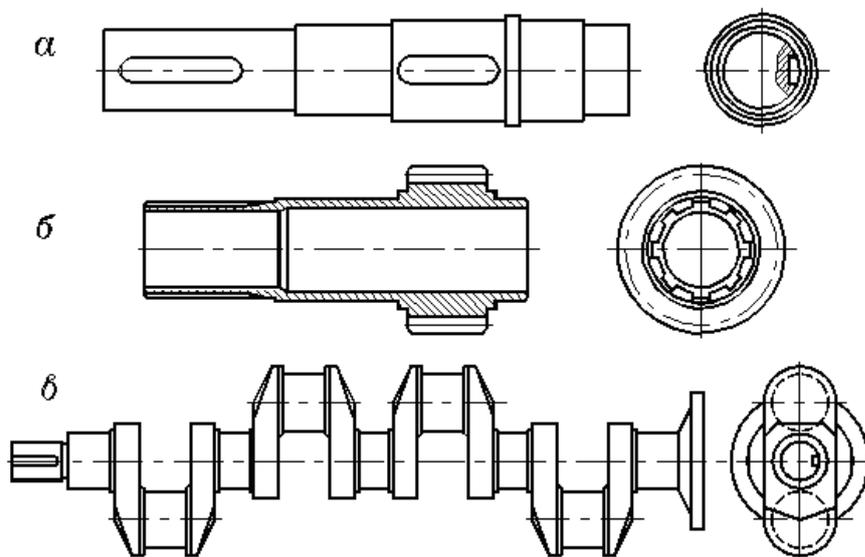
19.1 –расм.

Ўқлар деталь билан бирга айланиши ҳам, айланмаслиги ҳам мумкин. Масалан, юк кўтариш механизмнинг блок ўқлари шкив билан бирга айланмайди (19.1-расм *a*), темир йўл вагонларининг ўқлари эса ғилдирак билан бирга айланади (19.1-расм *b*). Баъзи валлар ўқ вазифасини бажариб, деталларни тутиб туриш билан бирга шу деталь билан бирга айланади. (масалан, эластик валлар, тирсакли вал).

Шундай қилиб вал эгувчи куч ва буровчи момент таъсирида

хосил бўладиган кучланишларга ишласа, ўқ эса фақат эгувчи куч таъсирида-ги кучланишга ишлайди.

2. Ўқлар геометрик тузилишига кўра кўпинча текис бўлса, валлар эса тўғри текис, поғонали, тирсакли, эгилувчан бўлиши мумкин. Энг кўп ишлатиладиган тўғри валлардир. Улар, асосан текис ва поғонали бўлади. 19.2- расм *а* да тўғри поғонали вал кўрсатилган, ундаги



19.2-расм. Валларнинг турлари.

шпонка деталларни жойлаштириш ва маҳкамлаш учун хизмат қилади. 19.2- расм *б* да самолёт редукторининг вал-шестерняси кўрсатилган. Вал енгил бўлиши учун ковак қилиб тайёрланган. Валнинг охири шлицали бўлиб, муфтани бириктириш учун хизмат қилади.

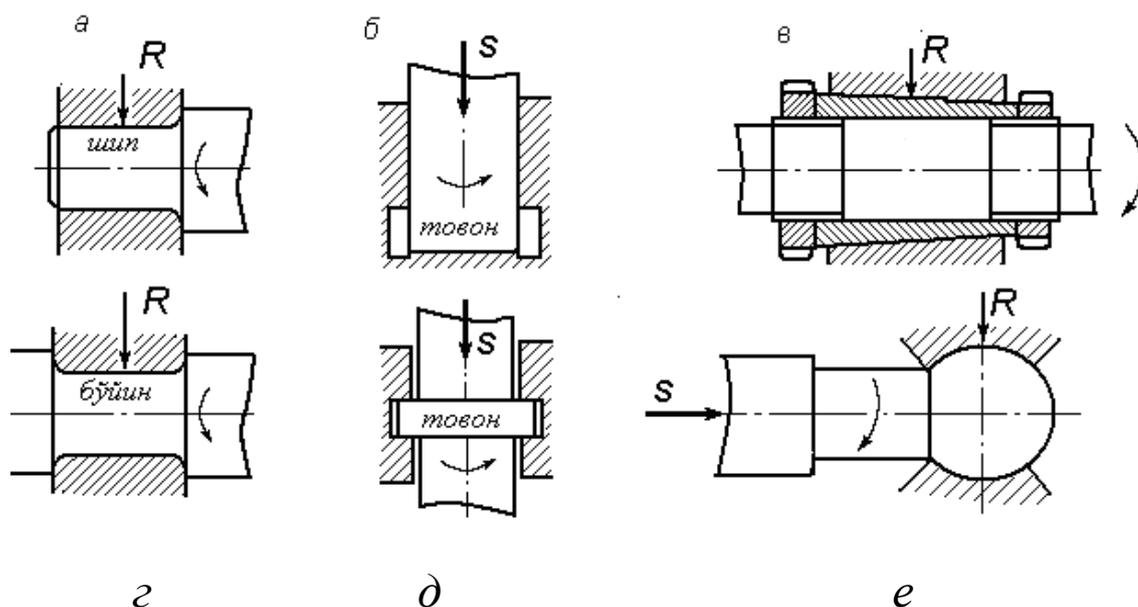
Тирсакли валлар поршенли машиналарда (двигатель, компресорлар ва ҳоказо) қўлланилади. Дизел М-17 нинг тирсакли вали 19.2-расм *в* да кўрсатилган. Бу валга деталларни маҳкамлаш чап томондаги шпонка ва ўнг томондаги фланец ёрдамида амалга оширилади.

Эгилувчан валлар айланма ҳаракатини буралган ҳолатда, (масалан, стоматология тишни ковлаш машинасида, автомобилларда) айлана ҳаракатни узатиш қутичаси валидан тезликни ўлчаш мосламасига узатиб беради.

Вал ва ўқлар конструкцион пўлатлардан тайёрланган бўлиб, зарурият туғилганда сиртларнинг қаттиклигини ошириш учун термик ишлов берилади.

Вал ва ўқларнинг таянчларга ўрнатишга мўлжалланган қисмини **цапфа** дейилади. Цапфаларнинг шакли цилиндрсимон (19.3 -расм *а*), *б*, *г*, *д*) конуссимон (19.3 -расм, *в*), шарсимон (19.3 -расм, *е*) бўлиши мумкин. Агарда валга радиал юкланиш берилганда вал ёки ўқнинг учида жойлашган цапфани **шип** (19.3-расм *б*), ўртасида жойлашганини эса **бўйин** (19.3 – расм, *г*) дейилади. Агарда валга

фақат ўқ бўйлаб юкланиш берилса, бундай валларнинг айланадиган қисми **тавон** (19.3 – расм, б, д) дейилади.



19.3 – расм. Цапфаларнинг турлари.

Вал ва ўқлар тайёрлаш учун термик ишлов бериш мумкин бўлган углеродли ва легирланган 45, 45Х маркали пўлат материаллар танланади. Бунда катта юкланишли машина валлари 40ХН, 40ХН2МА, 30ХГСА маркали пўлат материаллардан тайёрланиб, уларни хоссаларини яхшилаш, юқори частотали ток ёрдамида тобланади. Катта тезлик билан айланувчи валлар (масалан, сирпаниш подшипникларида) углерод билан тўйинтирилган 20Х, 12ХН3А, 18ХГТ ёки азот тўйинтирилган 39Х2ИЮА маркали пўлар материаллардан тайёрланади. Хром билан тўйинтирилган цапфанинг чидамлилиги 3-5 марта кўп бўлади.

Тирсакли ҳамда оғирлиги катта бўлган валлар мустаҳкамлиги юқори даражали бўлган чўян материаллардан тайёрланиши мумкин.

Маъруза- 20 (2- соат). Валларни ҳисоблаш асослари

1. Валларни ҳисоблаш усуллари.
2. Мустаҳкамликка ҳисоблашнинг таҳминий усули.
3. Тақрибий усул.
4. Аниқлаштирилган усул.
5. Бикрликка ва титрашга ҳисоблаш.

1. Валлар асосан ишлаш шароитига қараб мустаҳкамликка, бикирликка ва титрашга 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 омиллар ва машинани ишга тушириш даври ҳисобланади.

Валларни мустаҳкамликка ҳисоблаш қуйидаги босқичлар иборат:

- лойиҳа ҳисоблаш асосида вал диаметри тахминий аниқланади;
- валнинг тузилиши яратилади;
- валнинг (тақрибий усулда) хавфли кесимидаги кучланиши ва диаметри аниқланади;
- валнинг хавфли кесимларини толиқишга текширилади;
- зарурият бўлса валнинг тузилишига аниқлик киритилади.

Валларни мустаҳкамликка ҳисоблаш тахминий, тақрибий ва аниқлаштирилган усулда толиқишга ҳисобланади

2. Валларни лойиҳалашда унинг диаметрал ўлчамларини статик мустаҳкамлиги тахминий усулда аниқланади. Бунда даставвал ҳисоблашга доир шакл тузилади. Бу ҳолда валнинг оғирлиги ҳисобга олинмайди, вал орқали узатилаётган куч ва моментлар филдирак энига қўйилган деб ҳисобланади.

а) Статик мустаҳкамликка ҳисоблаш:

1) Валларни эгилишга ҳисоблаш

текшириш учун:
$$\sigma_F = \frac{M}{0,1 \cdot d^3} \leq [\sigma_F],$$

лойиҳалаш учун:
$$d = \sqrt[3]{\frac{M}{[\sigma_F]}}$$
,

$[\sigma_F]$ - жоиз кучланиш, МПа; $0,1d^3 = W$ – вал кесимининг эгилишдаги қаршилик моменти, мм³.

2) Валларни буралишга ҳисоблаш

текшириш учун:
$$\tau = \frac{T}{0,2 \cdot d^3} \leq [\tau]$$

лойиҳалаш учун:
$$d = \sqrt[3]{\frac{1000T}{0,2[\tau]}}$$

бу ерда T - буравчи момент, Н м;

$[\tau] = (20 \div 30)$ МПа – трансмиссион валлар учун; $[\tau] = (12 \div 15)$ МПа – редуктор валлари, тезлик қутилари валлари учун.

$0,2 d^3 = W_P$ - вал кесимининг қутб қаршилик моменти, мм³.

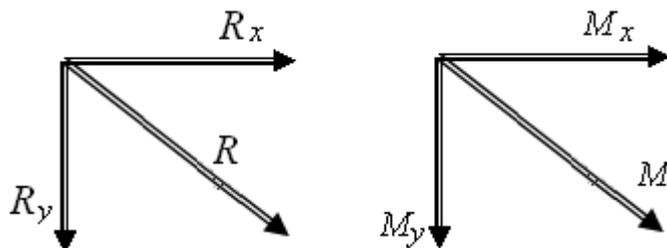
Тахминий усул бўйича аниқланган валнинг диаметри ГОСТ бўйича танлаб олинади ва валнинг бошқа ўлчамларига тузатиш киритилади.

3. Валлар эгилиш ва буралишга тақрибий ҳисоблаш қуйидаги тартибда олиб борилади.

а) ҳисоблашга доир шакл тузилади, таъсир этувчи кучлар

қўйилади, кучлар бир текисликда бўлмаса, у холда уларни икки ўзаро текисликларга бўлинади.

б) таянчлардаги реакциялар аниқланиб эгувчи моментларини топилади, сўнгра уларни геометрик ёки алгебраик йиғиндиси топилади:



$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

$$M = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}$$

Бу ерда M_x ва M_y – горизонталь ва вертикаль текисликларда эгувчи моментлари.

в) учинчи мустақамлик назарияси бўйича буровчи моментнинг эпюраси қурилиб, валга таъсир қилувчи келтирилган ёки тенг қийматли (эквивалент) моментнинг қиймати аниқланади:

$$M_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{M^2 + T_Y^2},$$

$$\text{Текшириш учун } \sigma_{\text{ЭКВ}} = M_{\text{ЭКВ}} / (0,1d^3) \leq [\sigma_F].$$

Бу асосда лойиҳалаш учун вал хавфли кесимининг диаметри (мм. да) аниқланади:

$$d = \sqrt[3]{\frac{10 M_{\text{ЭКВ}}}{[\sigma_F]}}$$

бу ерда $\sigma_{\text{ЭКВ}}$ - вал кесимидаги ҳисобий кучланиш;

$[\sigma_F] = 50 \dots 60$ МПа – эгилишдаги кучланишнинг жоиз қиймати.

4. Валнинг хавфли кесимларини толиқишга ҳисоблаш (аниқлаштирилган усул). Бунда валнинг мустақамлигига таъсир этувчи муҳим омиллар ҳисобга олинади: масалан, валдаги кучланишнинг қийматини ўзгариши, материалнинг хусусияти, вал ўлчамларини таъсири, вал юзасини тозалиги, термик ишлов бериш, кучланишларнинг тўпланиши-ни ўзгариши ва ҳ.к.

Вални хавфли кесими аниқлангандан сўнг ҳисобий усулда унинг ҳақиқий мустақамлик эҳтиёт коэффициенти S топилиб уни жоиз

этилган $[S]$ қиймати билан солиштирилади:

$$S = S_\sigma S_\tau / \sqrt{S_\sigma^2 S_\tau^2} \geq [S] ,$$

S_σ – эгилиш бўйича мустаҳкамлик хавфсизлик коэффициенти;

S_τ -буралиш бўйича мустаҳкамлик эҳтиёт (хавфсизлик) коэффициенти.

Жоиз эҳтиёт коэффициентлари $[S] = 1,5 \dots 2,5$. $[S]$ -нинг юқори қиймати валнинг ишлаш шароитига қараб белгиланади.

$$S_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_\sigma}{K_d \cdot K_F} \sigma_a + \psi_\sigma \cdot \sigma_m}$$

$$S_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_\tau}{K_d \cdot K_F} \tau_a + \psi_\tau \cdot \tau_m}$$

σ_a, τ_a - кучланиш циклининг ўзгарувчан қисми;

σ_m, τ_m – кучланиш циклининг ўзгармас қисми;

σ_{-1}, τ_{-1} – вал материалнинг чидамлилиқ чегараси;

K_σ, K_τ -эгилиш ва бурилиш бўйича белгиланган кучланишларни тўпланиш коэффициентлари;

K_d, K_F -вал диаметрини ва сирт тозалигини ҳисобга олувчи коэффициентлар;

ψ_σ, ψ_τ -кучланиш циклининг ўзгармас қисмини мустаҳкамликка таъсирини ҳисобга олувчи коэффициентлар бўлиб вал материалнинг характеристикасига боғлиқ.

Формуладаги $K_\sigma, K_\tau, K_d, K_F, \psi_\sigma, \psi_\tau$ коэффициентларни қиймати жадваллардан танлаб олинади.

σ_{-1}, τ_{-1} қийматларини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$\sigma_{-1} = 0,43 \sigma_u, \tau_{-1} = 0,58 \sigma_{-1}.$$

Агарда валга таъсир этуши ўқ бўйлаб йўналган куч бўлмаса, чўзилиш ёки сиқилиш ҳисобга олинмайди, яъни,

$$\sigma_m = 0, \sigma_a = \sigma_F ,$$

бу ерда σ_F -вал кесимидаги эгилиш ва бурилиш бўйича ҳисобий кучланиш.

Агарда вал юзисида шпонка жойлаштириш учун ўйиқча бўлса, у холда эгилиш бўйича кучланиш:

$$\sigma_F = M / W_{\text{нетто}} \leq [\sigma_F],$$

$W_{\text{нетто}}$ - вал кесими шпонка ариқчаси бўйича олинган қаршилик моменти:

$$W_{\text{нетто}} = \frac{\pi d^3}{32} - bt(d-t)^2 / 2d,$$

d - вални ҳисобий кесимидаги диаметри;

b - шпонкали ўйиқчанинг эни;

t - шпонка ўйиқчасининг чуқурлиги.

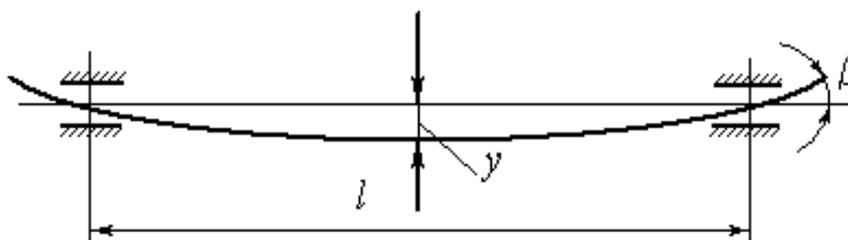
Бу холда шу кесимдаги буровчи кучланиш қуйдагича топилади:

$$T = \frac{\tau_m}{0,2d^3};$$

Валларни бикрлиги яъни иш жараёнида эгилиши уларнинг ҳамда улар билан боғланган деталларнинг ишига салбий таъсир кўрсатади. Шу сабабли валларнинг эгилишдан ҳосил бўладиган салқилик y -нинг ҳамда таянчга нисбатан қиялик бурчаги β -нинг қиймати маълум чегарадан (жоиз қийматдан) ортиб кетмаслиги лозим (20.1 –расм), яъни:

$$y \leq [y], \beta \leq [\beta]$$

шарт бажарилиши керак.



20.1 -расм

Бикрликка ҳисоблашдан мақсад, юкланиш таъсирида эластик деформацияни аниқлаш ва рухсат этилган қиймат билан солиштиришдан иборат.

Валларни титрашга чидамликка ҳисоблашдан мақсад, валларнинг синишига сабаб бўладиган резонанс ҳодисасига йўл қўймасликдир. Валларнинг резонанс ҳодисаси бошланадиган айланиш тезлиги айланиш частотасининг критик виймати билан белгиланади:

$$n_{кр} = 30 \omega_{кр} / \pi = 30 / \pi \sqrt{q / y_{ст}}$$

бу ерда $\omega_{кр}$ -ташқи куч таъсирида ҳосил бўлган тебраниш частотасининг (бурчак тезликнинг) критик қиймати; $q = 9,81 \text{ м/с}^2$;

$y_{ст}$ – валда ҳосил бўладиган статик салқилик.

Одатда, резонанс ҳодисаси бермаслиги учун бикр валларда $n \leq 0,7 n_{кр}$, эгилувчан валларда эса $n \leq 1,3 n_{кр}$ бўлишини таъминлаш даркор.

Мустақил назорат учун саволлар

1. Вал ва ўқларни ишлатишдан мақсад?
2. Қандай хусусияти билан вал ўқдан фарқ қилади.
3. Қандай хусусиятларга қараб валларни синфлаш мумкин?
4. Цапфа, шип, бўйин, тавонларга изох беринг.
5. Ўқлар мустаҳкамликка қандай ҳисобланади.
6. Валларни статик мустаҳкамликка қандай ҳисобланади.
7. Таҳминий усулда валларни ҳисобига тушунча беринг.
8. Вал ва ўқларни мустаҳкамлик шартини тушунтиринг.
9. Тақрибий усулда валларни мустаҳкамликка ҳисоблаш.
10. Валларни аниқлаштирилган усулда толиқишга ҳисоблаш.
12. Валларни бикрликка ва титрашга ҳисоблашни баён этинг.
11. аниқлаштирилган усулда толиқишга ҳисоблаш.
12. Валларни бикрликка ва титрашга ҳисоблашни баён этинг.

Мавзу IX (4- соат). Подшипниклар

Таянч сўзлар: Подшипник; Сирпаниш, Думалаш подшипниги; Радиал; Тирак; Радиал-тирак; Ичқўйма (Вкладыш); Куруқ, Суюқ, Ним куруқ, Ним суюқ ишқаланишлар;

Маъруза- 21 (2- соат). Подшипниклар. Сирпаниш подшипниклари ва уларни ҳисоблаш асослари

1. Умумий маълумотлар.
2. Сирпаниш подшипник (СП)-ларни ишлаш шароити ва қўлланиладиган материаллар.
3. СП -ларда ишқаланиш.
4. Суюқликда ишқаланиш шартлари ва ҳисоби.
5. СП ҳисоби.

1. Подшипниклар айланадиган ўқлар ҳамда валларнинг цапфаларига ўрнатилиб таянч вазифасини ўтайдиган машинанинг асосий қисмларидан биридир. Машинанинг ишлаш қобилияти ва чидамлилиги подшипник-ларнинг сифатига кўп жихатдан боғлиқ. Тўғри танланган, ҳисобланган ва аниқ ўрнатилган подшипниклар берилган юкланишларни қабул қилиши ва ишқаланишга сарфланадиган қувватни иложи борича камайтириши зарур.

Вал ёки ўқнинг цапфалари айланиб подшипникларда ишқаланади. Ва бу ишқаланишнинг турига кўра, подшипниклар **сирпаниш** билан **думалаш** подшипникларига бўлинади.

Умуман подшипниклар юкланишни қабул қилишига кўра: **радиал** - радиал юкланишни, **тирак** -ўқ бўйлаб йўналган юкланишни ва **радиал-тирак** -бир вақтда радиал ва ўқ бўйлаб йўналган юкланишни қабул қиладиган турларига бўлинади.

Сирпаниш подшипникларининг ҳозирги замон машинасозлигида ишлатилиши камайган, (улар ўрнига қатор афзалликлари бўлган думалаш подшипниклари ишлатилмоқда). Шундай бўлсада, сирпаниш подшипникларидан қуйидаги холларда фойдаланилади:

- а) тез айланувчи валларда;
- б) вал ва ўқларни жойлаштиришда катта аниқлик талаб қилинса;
- в) диаметри катта бўлган валларда;
- г) валларни цапфаларига думалаш подшипникларни ўрнатиб бўлмаса (масалан: тирсакли вал);
- д) зарбли кучлар таъсир қиладиган ва катта тебраниш бўлганда.

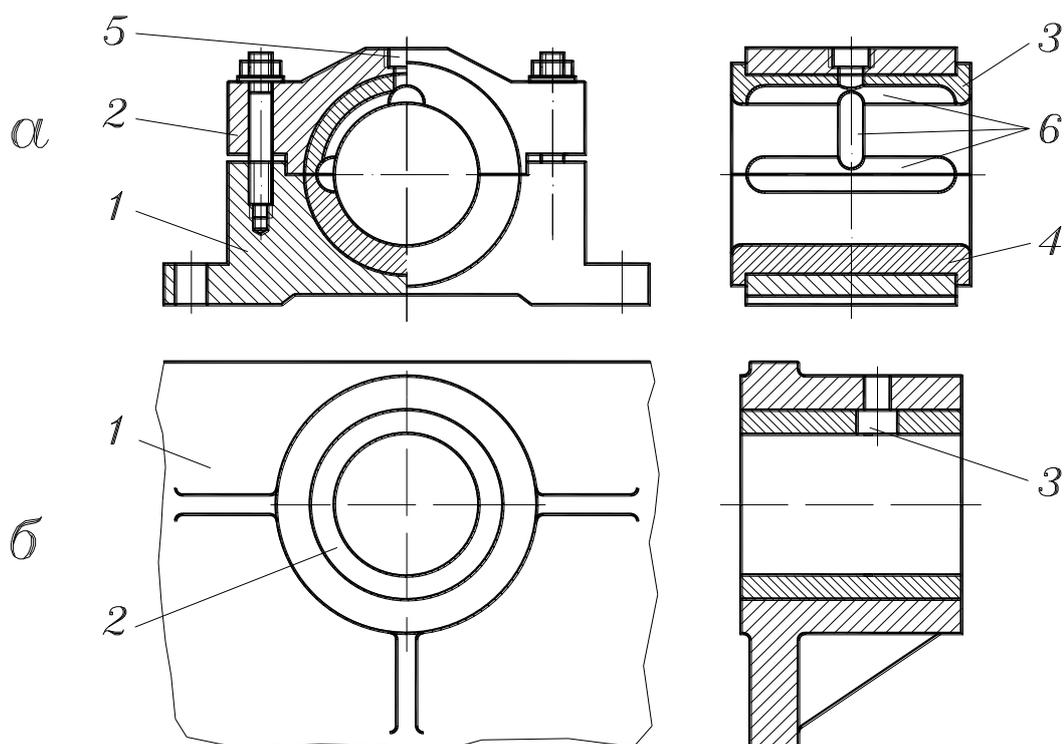
2. Подшипниклар цапфаларга ўрнатиш шаклига кўра цилиндр-симон, конуссимон ҳамда, шарсимон бўлиши мумкин (19.3-расм).

Конуссимон подшипниклар (19.3 –расм *в*) валнинг марказий ҳолати аниқлигини сошлаб туриш ва подшипниклар ейилиши натижасида ҳосил бўлган тирқишни камайтириш учун ишлатилади. Бунда валга конуссимон втулка ўрнатилиб, унинг ҳолати гайка ёрдамида растлаб турилади.

Шарсимон подшипниклар (19.3 –расм *е*) валлар ўз ўқларига нисбатан мувозанатни йўқотган холларда ишлатилади. Улар ўзини-ўзи ростлаш хусусиятига эга бўлиб, асосан, шарнир сифатида стерженли механизмларда қўлланилади.

СП тузилишига кўра **ажраладиган (корпусли)** (12.1–расм, *а*) ва **ажралмайдиган (корпуссиз)** (12.1 б –расм) бўлади.

Ажраладиган подшипник (12.1–расм, *а*) **1-корпус** ва **2–қопқоқдан иборат** бўлиб, ўзаро резъбали бирикма ёрдамида маҳкамланади.



12.1-рasm.

СП-нинг корпус ва қопқоққа қўйиладиган энг муҳим ички қисми - икки паллани - 3, 4 **ичқўйма (вкладыш)**лардир. Подшипник қопқоғидаги 5-тешикча орқали мойланиб, мойни яхши тақсимлаш учун ичқўймада 6-ариқчалар мўлжалланган.

Ажралмайдиган подшипниклар тузилиши кўра нисбатан содда ва арзондир, лекин йиғиш қийинроқ. Бунда у умумий корпус- 1 га ўрнатириб асосий элементи 2 - втулкадир (12.1 –рasm, б).

Ичқўймаларнинг қалинлиги- δ қуйидагича аниқланади:

$$\delta = (0,035 \dots 0,05) d + 2,5 ,$$

бу ерда d –цапфанинг диаметри.

Цапфа подшипникда айланганда ишқаланиб қизийди. Подшипник-нинг нормал ишлаши учун, ҳосил бўлаётган иссиқлик миқдори мавжуд имко-ниятлар (корпус, вал, мой) воситасида чиқарилаётган иссиқлик миқдоридан ортиқ бўлмаслиги керак. Акс ҳолда, подшипникнинг қизи-ши рухсат этилган даражадан ортади, мойнинг қовушқоқлиги камайиб ейилиш жараёни ҳосил бўлиши мумкин. Ейилиш миқдори ошиб кетса, подшипник ва цапфа орасида тирқиш катталашади, подшипникнинг ишлаши ёмонлашиб, тебраниш ҳосил бўлади, товуш чиқа бошлайди ва натижада подшипник ишга яроқсиз холга келади.

Подшипник ичқўймаси ва втулкаларнинг материаллари вал сиртига мослашувчан, ишқаланиш коэффиценти кичик, иссиқликни яхши ўтказадиган, ейилишга чидамли ва ўзида мойни сақлай олиш хусусиятига эга бўлиши керак. Бунда ичқўйма ва втулкани ейилишга чидамлилиги вал цапфасининг чидамлилигидан кам бўлиши керак.

Чунки, валнинг тузилиши ва массаси оғир бўлгани учун таннархи қиммат, алмаштириш эса қийин.

Валлар, асосан, пўлат материаллардан тайёрланади, унинг ишчи юзасига термик ишлов берилиб, сўнгра углерод ёки азот билан тўйинтирилиб, қаттиқлиги HRC 55...60 га етказилади.

Подшипник ичқўймаси ва втулкалар қуйидаги антифрикцион материаллардан тайёрланади:

-**бронзалар** (кенг миқёсида ўта катта ва катта серияда ишлаб чиқариладиган машиналарида);

- **жезлар** (бронзага нисбатан кам юкланганда);

- **чўянлар** (секин юрар ва ўртамиёна юкланган подшипникларда);

- **баббитлар** (сирпаниш подшипниклари учун энг яхши материалдир. Баббитларнинг таннархи нисбатан қиммат бўлгани учун, подшипникларнинг ўлчамларига қараб ичқўйманинг ишчи юзаларига 1...10 мм қалинликда қуйилади. Бу ҳолда ичқўйманинг ўзи эса хоҳланган материалдан тайёрлаш мумкин);

-**металлокерамика** (юқори иссиқлик даражасида прессланган бронза, графит, мис, қўрғошин порошоклар) (ғоваклилик хусусиятига эга бўлиб мойни ўзидан яхши ўтказди ва узоқ вақт сақлаб тура олади);

- **пластмассалар (капрон, текстолит)** (сувли мойланишда ишлаши мумкин бўлиб. гидротрубиналарда ва кимё машинасозлик насослари-да ишлатилади).

3. СП ишлаш қобилияти, асосан ейилиш сурати билан белгиланади. Уларни сиртидаги суюқликнинг қалинлигига кўра қуйидаги муҳитда ишлайдилар:

-**қуруқликда ишқаланиш**- мойланмайдиган сиртлар орасидаги ишқаланишдир.

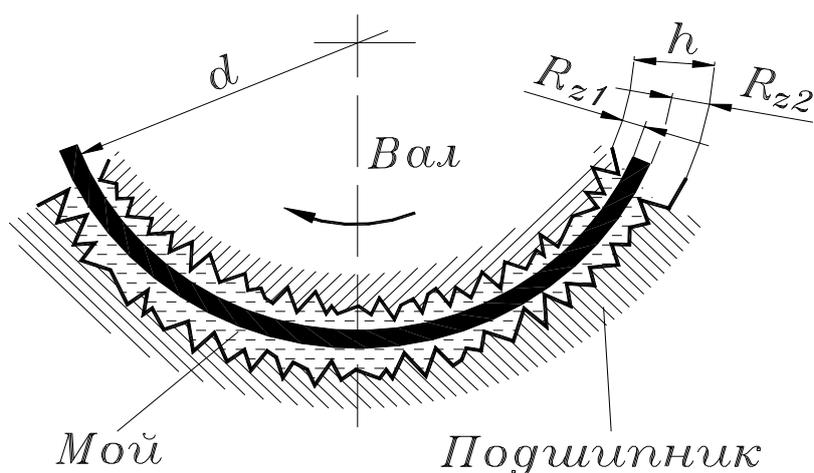
-**суюқликда ишқаланиш**, бунда ишқаланаётган сиртлар ўзаро қовушқоқ мой қатлами билан ажралган ҳолда бўлади;

- ним қуруқликда ёки ним суюқликда ишқаланиш, бундай ишқаланиш, асосан икки сиртни ажратиб турадиган мой қатлами етарли даражада бўлмаса ҳосил бўлади. Агар подшипник қуруқ ишқаланишга яқин бўлса ним қуруқлик ишқаланиш, агар суюқ ишқаланишга яқин бўлса ним суюқликда ишқаланиш дейилади.

Сирпаниш подшипниги нормал режимда ишлаши учун, энг қулай шароит – суюқликда ишқаланишдир (12.2 –расм). Суюқликда ишқаланишда сиртлар ўзаро мой (қалин чизиқ) билан ажралган бўлади.

Бунда мой қатламининг қалинлиги- h сиртларнинг ишлов беришидан ҳосил бўлган нотекистиклар йиғиндисидан катта бўлиши, яъни қуйидаги шарт бажарилиши керак:

$$h > R_{z1} + R_{z2}. \quad (12.1)$$

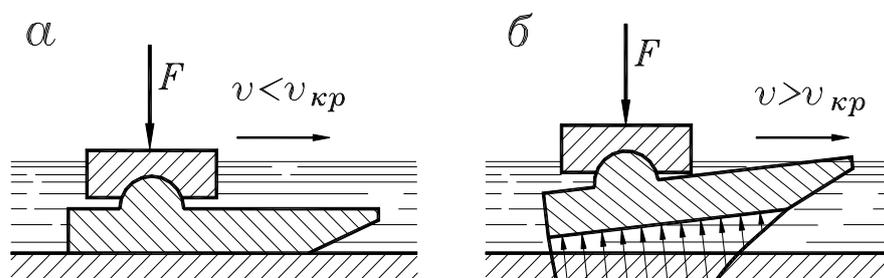


12.1-расм.

Бу шарт бажарилганда ташқи юкланишни мой қатлами қабул қилади. Натижада сиртлар ўзаро контактда бўлмайди ва ейилмайди. Бунда $f = 0,001 \dots 0,005$

.Юқоридаги шарт (12.1) бажарилмаганида, подшипник ним суюқликда ёки ним қуруқ ишқаланиш билан ишлайди. Ним суюқликда ишқаланишда $f = 0,008 \div 0,1$, ним қуруқ ишқаланишда $f = 0,1 \dots 0,2$ бўлади.

4.Суюқликда ишқаланиш режимига таълуқли масалаларни ечиш мойланишнинг гидродинамикавий назариясига асосланган (Петров Н. П. 1883 й.) Бу назария қовушқоқ суюқликнинг гидродинамикасига тегишли дифференциал тенгламалар воситасида босим, тезлик ва суюқлик муҳитида силжишга кўрсатиладиган қаршилик каби омилларни бир-бири билан боғлайди. Мой билан тўлдирилган муҳитда ясси жисм устма-уст жойлаштирилган бўлиб, ҳаракатланувчи жисм асосига нисбатан тик йўналган F куч таъсир қилади (22.3-расм). Агар ҳаракат тезлиги V кичик бўлса (22.3- расм, *а*), ним суюқликда ишқаланиш ҳосил бўлади, яъни сиртлар юпқа қатламга эга бўлган мой билан қопланган бўлади. Тезликни ошиши билан бу ҳолат ҳаракат тезлиги $-V_{кр}$ критик тезлик $-V_{кр}$ дан кам бўлгунга қадар сақланиб қолади. Агар ҳаракат тезлиги ошса, у ҳолда ҳаракатланувчи жисм мой қатлампдан кўтарила боради ва сувда сузаётган қайиқчага ўхшаб кетади (22.3 – расм, *б*).



22.3 -расм.

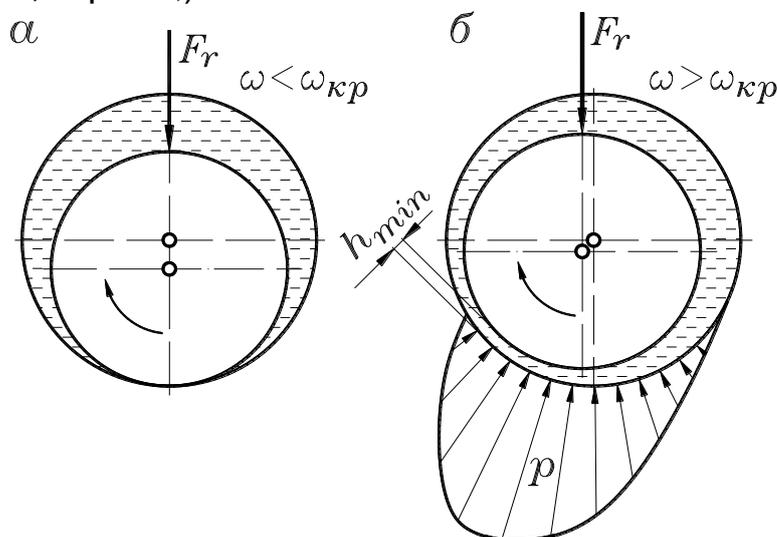
Мойни тирқишдан ўтиши гидродинамик босим q (расмда p) ни ҳосил этади, бу эса ташқи юкланиш F ни мувозанат ҳолига олиб келади ва ҳаракат суюқлик ишқаланишда давом этади.

Гидродинамик босим фақат шундай тор понасимон тирқиш (оралиқ) бўлган ҳолдагина ҳосил бўлиши мумкин (22.3,б –расм).

Масалан, радиал подшипникларда (22.4-расм) ҳаракатсиз турган вал ўз оғирлиги билан ичқўймани босиб туради, яъни бунда улар орасида бўшлиқ бўлмайди (22.4, а-расм). Агар валнинг бурчак тезлиги $\omega < \omega_{кр}$ бўлса, сиртлар орасида ним суюқлик ишқаланиш ҳукм суради.

$\omega > \omega_{кр}$ бўлганда мойнинг гидродинамикавий босими p валнинг оралиғини енгадиган даражага етгач, цапфа билан подшипник орасида мой қатлами ҳосил бўлади ва иш сиртлари бир-биридан батамом ажралади (22.4, б-расм.). Мой қатламининг минимал қалинлиги h_{min} бурчак тезлик ошган сари катталашиб боради.

Масалан, радиал подшипникларда (22.4-расм) $\omega < \omega_{кр}$ бўлса, сиртлар орасида ним суюқлик ишқаланиш ҳукм суради. $\omega > \omega_{кр}$ бўлганда мойнинг гидродинамикавий босими p валнинг оралиғини енгадиган даражага етгач, цапфа билан подшипник орасида мой қатлами ҳосил бўлади ва иш сиртлари бир-биридан батамом ажралади (22.4, б-расм.).



22.4-расм.

Подшипникда ҳосил бўладиган мой қатламининг қалинлиги h иш режимини белгилайди. Татқиқотлар қуйидаги функция билан ифодаланишни берди:

$$h = \Phi(\mu \cdot \omega / q), \quad (12.2)$$

бу ерда $\mu \cdot \omega / q$ подшипник иш режимининг тавсифи; μ – қовушқоқлик $\text{Н} \cdot \text{с} / \text{м}^2$; ω -валнинг бурчак тезлиги, с^{-1} ; $q = F_r / l \cdot d$ - солиштирма босим, $\text{Н} / \text{м}^2$ (Па); F_r - радиал юкланиш, Н;

l, d –подшипникнинг узунлиги ва диаметри.

Суюқликда ишқаланиш режимини ҳосил қилиш учун қуйидаги уч шарт бажарилиши зарур:

- Ўзаро ишқаланадиган сиртлар орасидаги тирқиш понасимон шаклда бўлиши керак;
- Маълум қовушқоқликда мой етарли даражада бўлиб, узлуксиз бўшлиқни тўлдириб туриши лозим;
- Жисмларнинг ўзаро ҳаракатланиш тезлиги мой қатламида ташқи юкланишга тенг келадиган гидродинамик босим ҳосил қила оладиган бўлиши керак.

Айрим шароитларда подшипникларни мойлаш учун фақат мой эмас, балки қовушқоқлик хусусиятига эга бўлган сув ва ҳаво ишлатилади. Агар подшипник ва цапфа орасидаги понасимон бўшлиққа суюқлик ёки газ ўз-ўзидан тортилиб, суюқлик ёки газли ишқаланиш таъминланса, **гидродинамик** ёки **аэродинамик** подшипник дейилади.

Агарда валнинг айланиш тезлиги катта бўлмай радиал юкланиш сези-ларли катта бўлса, гидродинамик шарт бажарилмай, ним суюқлик ишқала-ниш давом этади. Айрим ҳолларда суюқ ишқаланишни ҳосил қилиш учун (автомобил ва самолёт двигателлари, турбогенераторлар, центрифугалар ва бошқалар) суюқлик ёки газ подшипникларга гидронасос ёки компрессор ёрдамида босим билан етказиб берилади.

Гидронасос ҳосил қилган босим цапфани мойда сузишига имкон яратса, **гидростатик** подшипниклар дейилади. Агар цапфани подшипник ҳаво ёстиқчаси узлуксиз юборилаётган сиқик ҳаво билан ушлаб турса, бундай подшипниклар **аэростатик** дейилади.

Аэродинамик ва аэростатик подшипниклар юкланишлари катта бўлма-ган тезюрар валларда ($n > 10000$ айл/мин) ёки юқори иссиқлик шароитда мой ўзининг хусусиятини йўқотадиган жойларда ишлатилади.

5. Ним қуруқ ва ним суюқ ишқаланиш шароитида ишлайдиган сирпа-ниш подшипниклари учун асосий бўлган шартли ҳисоб икки хил йўл билан бажарилиши мумкин:

а) солиштирма босим бўйича,

$$q = F_r / (d \cdot l) \leq [q]; \quad (22.3)$$

б) солиштирма босим билан сирпаниш тезлигининг кўпайтмаси бўйича

$$q \cdot v = [q \cdot v], \quad (22.4)$$

бу формулаларда q — солиштирма босим; v — сирпаниш тезлиги, м/с; $[q]$ ва $[q \cdot v]$ - жоиз қийматлар, Па ва Па·м/с.

Ҳисоблаш пайтида, подшипник (ичқўйма) цапфасининг узунлиги унинг диаметрига қараб белгиланади.

$$l = \varphi \cdot d, \quad (22.5)$$

бу ерда $\varphi = l/d = 0,5 \dots 1,2$ -ўз-ўзидан ўрнашадиган подшипникларда; $\varphi \geq 2$ -калта подшипникларда; агар цапфа билан ичқўймани қамров бурчаги 180° бўлса- $\varphi = 0,3 \dots 0,5$.

(22.5) ни (22.3) га қўйсақ $q = F_r / (\varphi \cdot d^2) \leq [q]$,

Бундан

$$d = \sqrt{F_r / (\varphi [q])}, \quad \text{мм.}$$

$[q]$ ва $[q \cdot v]$ қийматлари ичқўйманинг материалига қараб жадваллардан танланади.

Муҳим машиналар учун мўлжалланган подшипниклар суюқликда ишқаланиш шароитини таъминлаш нуқтаи назаридан ҳисобланади. Бунда юқорида келтирилган (12.2) функция асос қилиб олинади.

Подшипникларни суюқликда ишқаланиш режими бўйича ҳисоблашда соддалаштирилган график усулдан кенг фойдаланади. Бунда қуйидаги ўлчовсиз коэффицентлар қабул қилинади:

l/d –подшипникнинг нисбий узунлиги; ψ –подшипникдаги нисбий тирқиш; $\chi = e / (0,5 \delta)$ - нисбий эксцентриситет.

Ҳисоблашда, одатда, цапфа диаметри- d , юкланиш- F_r ва айланиш сони n (ёки ω) берилган бўлади. Ҳисоблаш натижасида подшипник узунлиги– l , вал билан ичқўйма орасидаги тирқиш- δ , мой тури– μ ва уни сарфланиш миқдори топилади.

Ҳисоблашни қуйидаги тартибда бажариш тавсия этилади.

1) l/d нинг қиймати танланади (қиймати юқорида келтирилган) ва (23.2) бўйича текширилади;

2) Нисбий тирқишнинг қиймати аниқланади: $\psi \approx 8 \cdot 10^{-4} V^{0,25}$;

Нисбий тирқишнинг абсолют қиймати топилади: $\delta = d \cdot \psi$;

3) Мойнинг тури унинг қовушқоқлиги ҳамда ишлатилиш соҳаларини ҳисобга олган ҳолда ГОСТ бўйича танланади;

4) Подшипникнинг юкланиш даражасини белгиловчи коэффицент ҳисоблаб топилади: $k = q \cdot \psi^2 / \mu \cdot \omega$. Адабиётда келтирилган графикдан нисбий эксцентриситет χ қиймати аниқланади, сўнгра мой қатламининг қалинлиги ҳисоблаб топилади:

$$h = \delta / 2 - e = (\delta / 2) \cdot (1 - \chi);$$

6) $h_{min} = (1,5 \dots 2) (R_{z1} - R_{z2})$ аниқланади;

7) Мой қатлами қалинлиги бўйича ишончлилик эҳтиёт коэффициенти аниқланади ва унинг жоиз қиймати билан солиштирилади:

$$S_h = h / h_{min} \geq [S_h] = 1,5 \dots 2.$$

Назорат саволлари

1. Подшипник нима? Уларнинг қандай турларини биласиз?
2. СП -ларни тайёрлашда қўлланиладиган материаллар.
3. Суюқликда ишқаланишни ним суюқликда ишқаланишдан фарқи.
4. Гидродинамик ва гидростатик подшипникларни фарқи.
5. Аэроостатик ва аэродинамик подшипниклар, уларни ишлатилиши.
6. Сирпаниш подшипникларини ҳисоблаш омиллари.
7. Сирпаниш подшипникларини емирилиш сабабларини айтинг.
8. Ним қуруқ ва ним суюқ ишқаланишда подшипникларни шартли ҳисоби.
9. Суюқликда ишқаланиш подшипникларини ҳисоблаш тартиби.

Маъруза -22 (2-соат). Думалаш подшипниклари

1. Умумий маълумотлар.
2. ДП турлари ва шартли белгиланиши .
3. ДП кучлар.
4. ДП кинематикаси ва ишлаш лаёқати.
5. Подшипникларни динамик юк кўтарувчанлик бўйича танлаш.
6. Подшипникларни статик юк кўтарувчанлик бўйича танлаш.

1. Думалаш подшипниклари (ДП) машиналарда кенг миқёсда ишлатиладиган узелдир. ДП тузилиши жихатидан ариқчали **икки ҳалқадан (ички ва ташқи)**, ҳалқалар орасида жойлашган **думаловчи эламентлар (шарча-золдир ёки ролик)**дан ва айрим холларда уларни ажратиб ва йўналтириб туришга хизмат қиладиган **сепаратордан** иборатдир.

ДП афзалликлари:

1) ДП да ишқаланиш коэффициентининг қиймати кичик ($f = 0,0015 \div 0,006$);

2) вални дастлаб қўзғатиш моменти СП нисбатан кичик ($5 \dots 10$ марта);

3) хизмат кўрсатиш осон ва мойлаш тизими содда. Масалан ён томонлари берктирилган подшипниклар тайёрлаш вақтида мойланган бўлиб, ишлаш муддати давомида қўшимча мойлаш талаб қилмайди;

4) стандартлаштириш имконияти подшипникларни кўплаб ишлаб чиқаришга ва уни таннархини камайтиришга имкон беради.

ДП камчиликлари:

- 1) конструкцияси ажралмайдиган бўлгани учун, айрим холлар-да уни валларга (масалан: тирсакли валлар) ўрнатиш имкони йўқ;
- 2) сирпаниш подшипникларига нисбатан радиал ўлчамлари катта;
- 3) тезлиги чегараланган;
- 4) тебранма ва зарбли юкланишларда ишлаш қобилияти кам;
- 5) сувда ва хавфли муҳитларда ишлаш имконияти йўқ. Чунки под-шипник қисмлари пўлатдан тайёрлангани учун, занглаш эҳтимоли бор.

2. Подшипниклар қуйидаги турларга бўлинади.

Думалаш элементининг турига кўра:

-**шарчали** (золдирли), **роликли** ва **игнасимон**;

Қабул қиладиган юкланишнинг йўналишига кўра: **радиал**, **тирак** ва **радиал-тирак** бўлади.

Қаторлар сонига кўра: **бир** ва **икки қаторли** бўлиши мумкин.

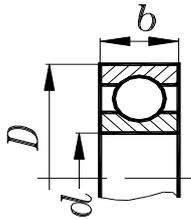
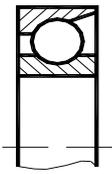
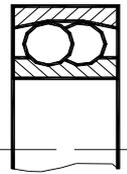
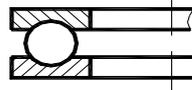
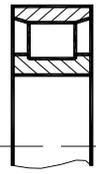
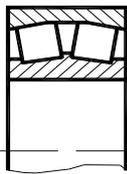
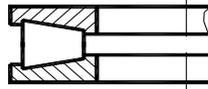
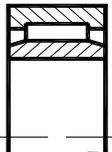
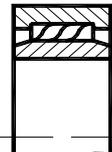
ДП юкланиш қобилияти ва ўлчамларига (диаметр ва энига) кўра **7 серияга** бўлинади: **ўта енгил (0)**, **жуда енгил (1)**, **енгил (2)**, **енгил энли (5)**, **ўрта (3)**, **ўрта энли (6)** ва **оғир (4)**.

ДП асосий ўлчамлари: ташқи ҳалқанинг ташқи диаметри- D (корпус тешигини диаметри), ички ҳалқанинг ички диаметри- d (вал диаметри) ва эни- b .

ДП турлари ва белгиланиши қуйидаги 24.1-жадвалда келтирилган.

Шарчали (золдирли) **радиал подшипниклар** (Шартли белгиланиши – **0**). ажралмайдиган, радиал юкланиш билан бирга ўзгармас бўйлама юкланишни ҳам қабул қилади. (радиал кучнинг $\approx 80\%$).

24.1-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>игнасимон</i>	 4	 5		

Шарчали радиал-тирак подшипник (6) ўқ бўйлаб йўналган ва ўзгарувчан катта юкланишлар таъсирида ишлаши мумкин.

Шарчали сферик подшипник (1) Ташқи контакт сиртлари сферик шаклида бўлиб, шарчалари шахмат тартибида 2 қаторда жойлашади. Ўқ бўйлаб йўналган катта бўлмаган юкланишни қабул қилади.

Шарчали тирак подшипник (8) ажраладиган, фақат ўқлама юкланишни қабул қилади.

Роликли радиал подшипник (2), ажраладиган, цилиндрсимон роликдан иборат, катта радиал юкланишни қабул қилади.

Роликли радиал-тирак (конуссимон подшипник) (7)- конуссимон роликдан иборат, етарли даражада радиал ва бўйлама юкланишни қабул қилади. ташқи ҳалқа енгил чиқади.

Роликли сферик подшипник (3) роликлари бочка шаклида бўлиб катта юкланишни қабул қилади.

Роликли тирак подшипник (9) конуссимон роликдан иборат, катта бўйлама юкланишда ишлай олади.

Игнасимон подшипниклар (4) фақат радиал юкланишга мўлжалланган. Думалаш элементи–игна, (диаметри узунлигидан 5 ÷ 8 марта кичик) ажраладиган, тезлиги чегараланган, монтаж қилиш қийин, кам ишлатилади.

Игналари винтли ариқчали игнасимон подшипниклар (5)- ариқчалар мойланишни яхшилайдди.

Подшипникларнинг ҳалқа ва думалаш элементлари махсус мустаҳкамлиги юқори бўлган ШХ6, ШХ9 ва ШХ15 (хромли шарикоподшипник)

маркали пўлатлар, ҳамда 18ХГТ, 20Х2Н4А маркали лигерланган пўлат материаллардан тайёрланади. Дастлабки механик ишловдан сўнг термик ишлов берилиб, жилвирланади.

Сепараторлар кўпинча лентали пўлатлардан штамплаб тайёрланади. $V > 15$ м/с -да сепараторлари бронзадан, латундан, дюралюминий ёки пластмассадан тайёрланади.

ДП аниқлиги бўйича 5 синфга бўлинади: 0 – нормал, 6, 5, 4 ва 2 – синфлар. Аниқлик синфи ДП шартли белгисининг олдида тире кўйилиб ёзилади. Аниқлик синфи ёзилмаса у нормаль синфга мансуб бўлади. Аниқлик синфи ошиши билан подшипникни таннархи ҳам ошади (24.2-жадвал).

24.2-жадвал

Аниқлик синфи	0	6	5	4	2
Нисбатан нархи	1	1, 3	2	4	10

Подшипникларнинг ҳамма турлари стандартлаштирилган бўлиб, ГОСТ 3189-75 бўйича сонлар ва ҳарф билан шартли белгиланади.

Ўнг томондаги икки рақам подшипникнинг ички диаметрини аниқлайди (подшипник ўрнатиладиган валнинг диаметри):

- агар $d = (20 \div 495)$ мм бўлса, у ҳолда бу икки рақамни 5 га кўпайтирилса, d диаметрнинг қийматини беради.

- агар $d < 20$ мм бўлса, у ҳолда охириги икки рақам билан диаметр d орасидаги боғланиш 24.3-жадвалда кўрсатилгандек бўлади.

24.3-жадвал

Охириги икки рақам	00	01	02	03
Ички диаметр d , мм	10	12	15	17

- агар $d \leq 9$ мм бўлса, у ҳолда диаметрни ўнг томондаги охириги битта рақам 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, сурати эса подшипник тури ва сериясини кўрсатади.

Ўнг томондан учинчи рақам радиал шарчали подшипниклар учун ($d \leq 9$ – иккинчи рақам) подшипникнинг диаметр ва эни бўйича сериясини кўрсатади.

Ўнг томондан тўртинчи рақам подшипникнинг турини кўрсатади. Турларнинг белгилари 24.1-жадвалда берилган. Белгилаш лозим бўлган радиал шарикли подшипник белгисида 0 рақами кўрсатилмаган.

Ўнг томонида 4 та рақам подшипникни таърифлаб берадиган асосий рақамлар ҳисобланади. Чапроқдаги кейинги рақам ва ҳарфлар (агар бўлса) подшипникнинг тузилиш хусусиятларини (подшипникнинг

даражасини, конуссимон подшипник контакт бурчаги, ва х.к.) ва аниқлик синфини ифодалайди.

Подшипникларнинг белгиланишини қуйидаги мисолларда кўрамиз:

17 – ички диаметри $d = 7$ мм, 1- ўта енгил серия, радиал шарчали аниқлиги -0 (нормал);

203 – $d = 17$ мм, 3- ўрта серияли, радиал шарчали, аниқлиги нормал;

314 – $d = 70$ мм, 3- ўрта серияли, радиал шарчали, аниқлиги нормал;

5-7512 – $d = 60$ мм, 5- енгил энли серия, 7- конуссимон роликли, аниқлиги 5 –синф ;

6-1320 – $d = 100$ мм, ўрта серияли, шарчали сферик, 6 -синф аниқликда;

11207 - $d = 35$ мм, 2-енгил серия, 1- икки қаторли, 1- подшипникни валга маҳкамлаш учун резьбали втулка ўрнатилган, аниқлиги нормал.

3. Радиал кучлар таъсирида ДП думалаш элементлари нотекис, яъни ярми юкланишли ярми юкланишсиз бўлади (24.1-расм).

Мувозанат шартидан фойдаланиб, таъсир этувчи кучни шарчалар орасида тақсимланишини аниқлаш мумкин:

$$F_r = F_0 + 2F_1 \cos \gamma + 2F_2 \cos 2\gamma + \dots + 2F_n \cos n\gamma,$$

бу ерда $\gamma = 360/z$ – шарчалар орасидаги бурчак; z – шарчалар сони.

Ҳар бир шарчага таъсир этувчи куч қуйидагича аниқлаш мумкин:

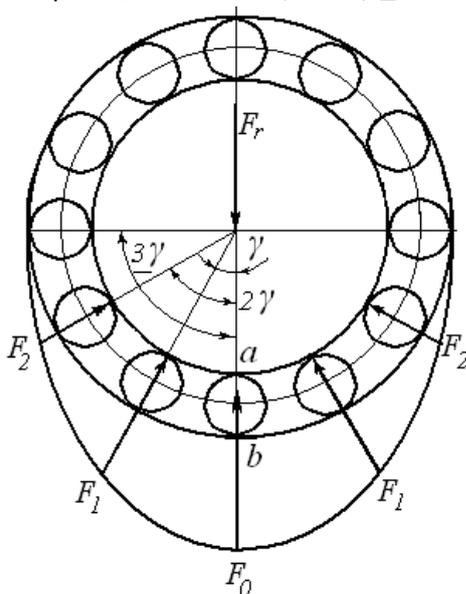
$$F_1 = F_0 \cos^{3/2} \gamma, F_2 = F_0 \cos^{3/2} 2\gamma \dots F_n = F_0 \cos^{3/2} n\gamma.$$

Топилган қийматларни мувозанат шартига қўйиб

$$F_r = F_0 (1 + 2) \sum \cos^{3/2} n\gamma$$

ифодани оламиз. Бундан энг катта кучни қийматини аниқалаймиз:

$$F_0 = k F_r / z; k = z / (1 + 2) \sum \cos^{3/2} n\gamma.$$



25.1-расм.

Бунда контакт кучланиш ўзга-рувчан цикл билан таъсир қилишни эришиш керак.

Таъсир этувчи кучлар қийматлари аниқлангач, подшипник деталларини уваланиб ишдан чиқишига асосий сабаблардан бири бўлган контакт кучланиш-ларни топиш мумкин (бу ерда келтирилмайди). ДП яхши ишлаши учун ички халқани айлани-шини таъминлаш тавсия этилиди.

4. ДП кинематикасини ўрганиш учун ички халқаси айланадиган қилиб ўрнатилган подшипник деталлари учун тузилган тезликлар планидан фойдаланамиз (25.2-расм). Бунга кўра:

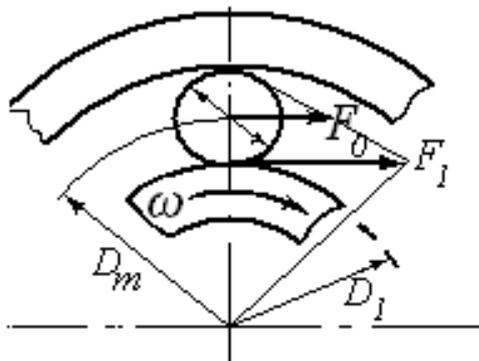
$$V_0 = V_1 / 2, \quad V_1 = \omega D / 2.$$

Шарчанинг (ёки роликнинг) ўз ўқи атрофида айланиш частотаси:

$$\omega_{ш} = 2 (V_1 - V_2) / d_{ш} = 0,5 \omega D_1 / d_{ш} .$$

Сепараторнинг айланиш частотаси шарчанинг вал ўқи атрофида айланиш частотатасига тенг бўлади, яъни

$$\omega_c = 2 V_0 / d_{ш} = 0,5 \omega D_1 / (D_1 + d_{ш}) \approx 0,5 \omega .$$



25.2-расм.

Ўзгарувчан кучланиш таъсирида контактдаги юзалар толиқади ва емирилишига асосий сабаб бўлади. Хозирда ДП мустаҳкамликка ҳисоб лаш икки усулга асосланган:

- қолдиқ деформация бўлмаслиги учун статик юк кўтарувчанлик бўйича;

-толиқишдан емирилиш бўлмаслиги учун, динамик юк кўтарув-чанлик бўйича.

Амалда машиналарни лойиҳалашда ДП ҳисобланмайди, балки таянчга таъсир этувчи куч ва бошқа зарур омилларни эътиборга олиш асосида стандарт бўйича жадвалдан танлаб олинади. Чунки ҳар қандай подшипник учун юк кўтарувчанлик ҳисобланган.

5. Динамик юк кўтарувчанлик шундай доимий юкланишки, бунда подшипник 1 млн. марта айланганда ҳам, 90% текширилган подшипник лар элементларида уваланиш ҳодисаси бўлмайди. Валнинг айланиш сони $n \geq 10$ айл/мин бўлганда, подшипник динамик юк кўтарувчанлик бўйича танланади.

Подшипникнинг паспорти бўйича юк кўтарувчанлиги C ташқи юкланиш ва подшипникни ишлаш муддати (ресурси) билан боғланган бўлиб, қуйидаги эмпирик тенглама билан ифодаланади:

$$C \propto P^p \sqrt{L}, \quad (25.1)$$

бу ерда: P – эквивалент динамик юкланиш, Н; p – илдиз кўрсаткичи золдирли подшипниклар учун $p = 3$, роликли подшипниклар учун $p = 3,33$; L – ишлаш муддати, млн. айл:

$$L = 60 n \cdot 10^{-6} L_h,$$

бу ерда: L_h – ишлаш муддати, соатда; n – айланишлар сони, айл/мин.

Эквивалент динамик юкланиш подшипникнинг ҳақиқий ишлаш шароитини ҳисобга олиб, унинг чидамлилигини ва ишлаш муддатини таъминлаб беради, Золдирли радиал, радиал-тирак ҳамда роликли радиал-тирак подшипниклар учун:

$$P = (X \cdot V \cdot F_r + Y \cdot F_a) k_b \cdot k_m.$$

Тирак золдирли ва роликли радиал подшипниклар учун:

$$P = (X \cdot F_r + Y \cdot F_a) k_b \cdot k_m.$$

Цилиндрик калта роликли подшипниклар учун:

$$P = V \cdot F_r \cdot k_b \cdot k_m, \quad F_a = 0.$$

Тирак подшипниклар учун: $P = F_a \cdot k_b \cdot k_m, \quad F_r = 0,$

бу ерда: F_r ва F_a – радиал ва бўйлама юкланиш; X ва Y – радиал ва бўйлама юкланиш коэффицентлари, каталогдан подшипник турига, радиал ва бўйлама юкланиш нисбати кўра танланади; V – ҳалқаларни айланишини ҳисобга олувчи коэффицент, ички ҳалқа айланганда $V = 1$, ташқи ҳалқа айланганда – $V = 1,2$;

k_b – хавфсизлик коэффиценти, юкланишни характериға боғлиқ бўлиб, юкланиш текис бўлса $k_b = 1$; нотекис бўлса $k_b = 1,3 \dots 1,5$; зарбли бўлса $k_b = 2 \dots 3$ қабул қилинади.

k_m – подшипникни қизишини ҳисобга олувчи коэффицент, ишчи иссиқлик $t = 100^\circ$ да $k_m = 1$; $t = 125^\circ \div 250^\circ$ да $k_m = 1,04 \div 1,4$.

Тенгламанинг ўнг томонидаги қийматга қараб каталогдан подшипникка мос бўлган динамик юк кўтарувчанликнинг энг яқин қиймати танлаб олинади.

6. Стандарт бўйича айланишлар сони $n < 10$ айл/мин бўлганда, подшипниклар статик юк кўтарувчанлик бўйича қуйидаги шарт асосида танланади:

$$C_0 \propto P_0, \quad (25.7)$$

бу ерда C_0 – паспортли (каталогли) статик юк кўтарувчанлик;

P_0 – эквивалент статик юкланиш, Н:

Золдирли радиал, радиал-тирак ҳамда роликли радиал-тирак подшипниклар учун:

$$P_0 = X_0 F_r + Y_0 F_a, \quad (25.8)$$

бу ерда X_0 ва Y_0 – радиал ва бўйлама юкланиш коэффициентлари, каталогдан подшипник турига, радиал ва бўйлама юкланиш нисбатига қараб жадвалдан танланади.

Эквивалент юкланишни (25.8) тенглама билан ҳисоблаб, каталогдан статик юк кўтарувчанлик бўйича, энг яқин катта қийматга эга бўлган подшипник танланади.

Назорат саволлари

1. Думалаш подшипникларининг қандай турларини биласиз?
2. Қандай подшипниклар радиал ва бўйлама юкланишларни қабул қилади?
3. Қандай подшипниклар ажраладиган турларга бўлинади?
4. Думалаш подшипникларининг ички диаметри қандай белгиларга қараб аниқланади?
5. Подшипникнинг статик ва динамик юк кўтарувчанлиги нима?
6. Думалаш подшипникларининг ишлаш қобилиятини қандай омиллар белгилайди?

Мавзу X(4- соат). Бирикмалар. Ажралмайдиган бирикмалар

Маъруза 23 (2- соат). Пайванд бирикмалар ва чокларни мустаҳкамликка ҳисоблаш

1. Пайвандлаш усул ва турлари.
2. Пайванд бирикма чокларининг турлари ва уларни ҳисоблаш асослари.
3. Деталларни учма-уч пайвандлаш.
4. Устма-уст пайвандлаш.
5. Бурчакли ва таврсимон пайвандлаш.

1. Пайванд бирикмалар ажралмас бирикмалар асосий туридир.

Пайвандлаш –молекуляр ёпишиш кучлари асосида деталларни юқори даражада маҳаллий қиздириб бириктиришдир.

Машина деталлари, қурилиш тузилмаларининг элементлари, қозон идишлар ва резервуарлар, газ ва нефть магистраллари ва х.к. пайвандланиб тайёрланади.

Афзалликлар: кам меҳнат талаб қилади; металлни тежайди; мураккаб шаклли оғир чўян қуймалар ўрнига енгил пўлат деталларни пайвандлаб зарур конструкцияни ҳосил қилиш 30-40% материални тежашга имкон беради.

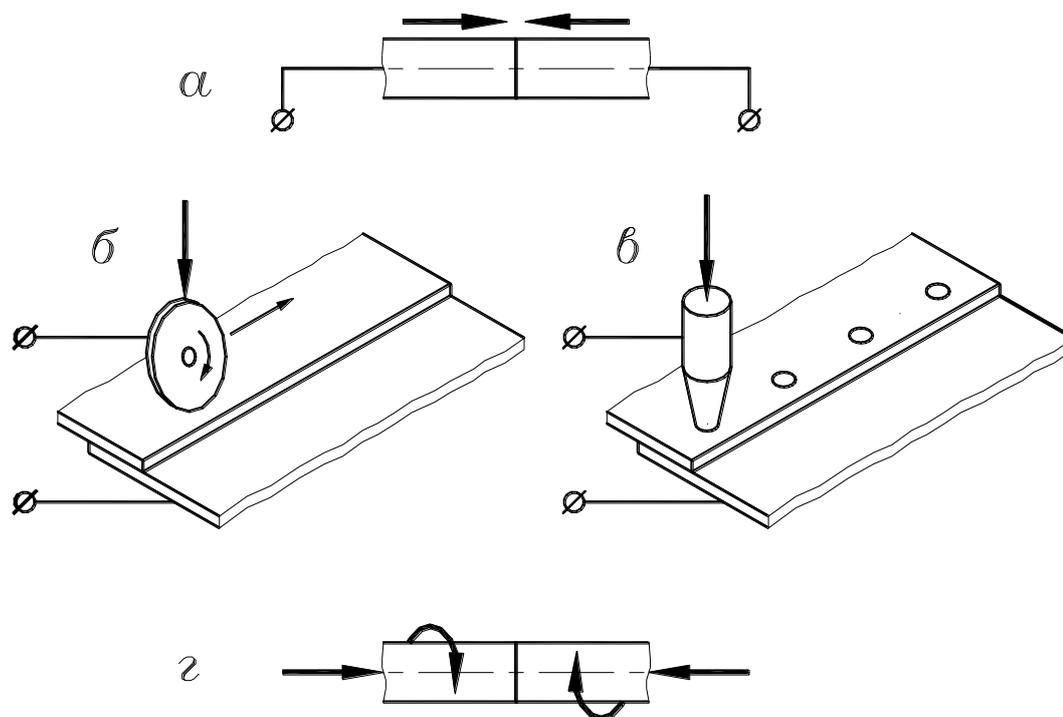
Камчиликлари: термик қайта ишланганда бирикмалар деформацияланиши мумкин; барча турдаги материалларни пайвандлаб бўлавермайди.

Электр энергияси ва **газ алангасидан** фойдаланиб пайвандлаш энг кўп қўлланиладиган усуллардир.

Газ алангасида пайвандлашда электродлар орасида ёнувчи газлар маълум миқдорда кислород (ацетилен, водород) ёндирилиб, оралиққа горелка каналидан ўтади. Пайвандланувчи металл таркибига мос пайвандлаш сими ишлатилади. Газ ёрдамида пайвандлаш юпқа деворли пўлатдан тайёрланган деталларни ва рангли металлларни бириктиришда ишлатилади.

Электрик пайвандлаш усули қулай ва тежамли бўлиб, пайвандлаш жараёнини автоматлаштириш мумкин ва шунинг учун асосан саноат ва қурилишда кенг қўлланилади. Бу усул **электр ёйи** ва **контакт пайвандлаш** турларига бўлинади. Электр ёйи ёрдамида пайвандлашда уланадиган жой электр ёйи воситасида қиздирилади ва унга металл суюлтирилиб туширилади. Бунда сиртига бўр билан суюқ шиша аралашмаси қопланган металл стержень - **электрод** ишлатилади. Электрод ток манбаининг бир қутбига, пайвандланадиган металл эса иккинчи қутбга уланади (3.1-расм, *a*).

Контакт пайвандлашда уланадиган деталлардан бир неча минг амперли электр ток ўтказилиди. Бунда контакт жойида кўп миқдордаги иссиқлик ажралиб чиқади ва пластик ҳолатга келади. Шунда деталлар бир-бирига куч билан сиқилса, пайванд чок ҳосил бўлади.



33.1-расм.

Электр контактли пайвандлаш листларни пайвандлашда ҳам ишла- тилади, масалан, деталлар устида айланадиган ролик электрод вазифасини бажарса контактдаги лентали пайванд чокни (33.1- расм, б) ва нуқтали пайванд чокни (33.1- расм, в) ҳосил қилади.

Ишқаланиш воситасида пайвандлашда бириктирувчи деталлар- ни қарама-қарши томонга айлантирилиб, бир-бирига сиқилади (33.1 -расм э). Ишқаланиш натижасида ҳосил бўлган иссиқлик деталларни пластик ҳолатига келтириб пайвандлайди.

Автоматик пайвандлашда электрод симни узатиш ва чок йўналиши бўйича ҳаракатга келтириш механизациялаштирилган. Бу усулдан қалинлиги 2÷130 мм гача бўлган пўлатлар ва уларнинг қотишмаларини пайвандлашда кенг фойдаланилади. Бу ҳолда ток кучи 1000 ÷ 3000 А бўлиб, электр ёй барқарор ёниши учун суюқланаётган металл флюс қатлами остида бўлади.

2. Пайванд бирикмалар (ПБ) бириктириладиган деталларни **пайванд узел** дейилади ва чокларнинг ўзаро жойлашишига кўра: **а) учма-уч; б) устма-уст; в) бурчакли** турларига бўлинади.

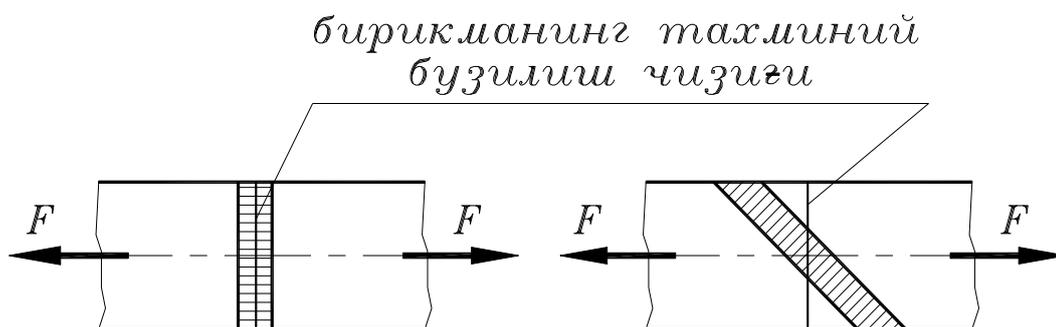
ПБ мустаҳкамлиги қуйидаги асосий омилларга боғлиқдир:

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

Кам ва ўрта углеродли пўлатлар яхши пайвандланади.

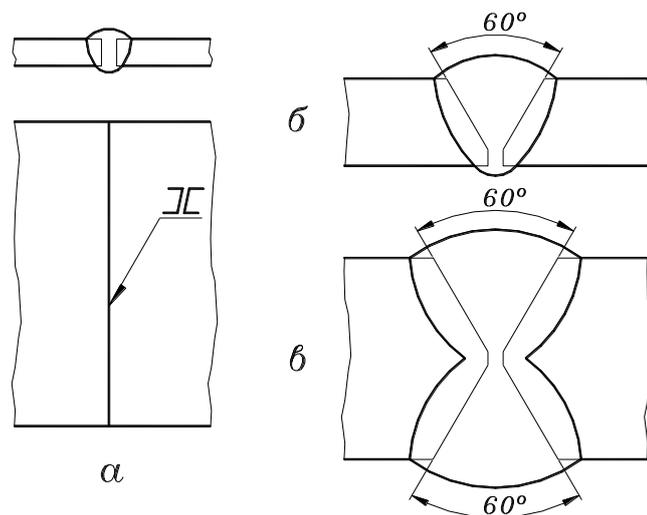
Ташқи юкланиш ва юқорида келтирилган омиллар таъсирида пайванд қисмининг бузилиши чок зонасида бўлади деб тахмин қилинади (34.1-расм).

Деталларнинг пайвандлашга боғлиқ бўлган мустаҳкамлигини камайиши жоиз кучланишларни белгилашда ҳисобга олинади.



34.2 -расм.

3. Учма-уч пайванд чоклар туташган чоклар дейилади (34.2-расм).



34.3-расм.

Листларнинг қалинлиги $\delta \leq 8$ мм бўлса листларга бошланғич ишлов берилмайди (34.3 -расм а). $\delta = 8 \dots 25$ мм бўлса, листларнинг туташа -диган қирраларига бир ёқлама дастлабки ишлов берилиб (34.3- расм б), фаска (кертиш) ҳосил қилинади. $\delta = 26 \dots 60$ мм бўлганда қирралари икки ёқлама киртишланади (34.3- расм в).

Учма-уч пайванд чоклар мустаҳкамлиги (34.4-расм) қуйидагича аниқланади:

1) Чўзувчи (сиқувчи) куч таъсирида бўлганда (34.4-расм, а)

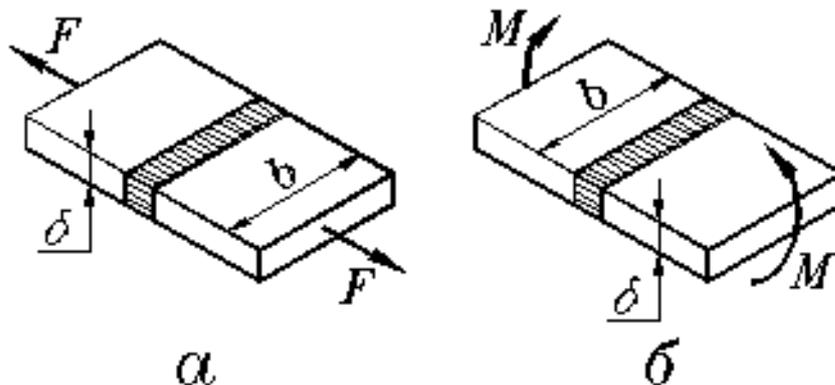
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F}{b\delta} \leq [\sigma_{II}],$$

бунда: F – чўзувчи куч, Н; A – лист юзаси, мм²; b – лист эни, мм; δ – қалинлиги, мм; $[\sigma_{II}]$ – пайванд жоиз кучланиш;

Мустаҳкамликнинг эҳтиёт коэффициентини ҳисобга олганда:

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

бунда $[\sigma_{ДЕТ}]$ – деталь материали учун жоиз кучланиш.



34.4-расм.

Эгувчи момент таъсирида бўлса (34.4- расм, б),

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{6M}{b\delta^2} \leq [\sigma_{II}],$$

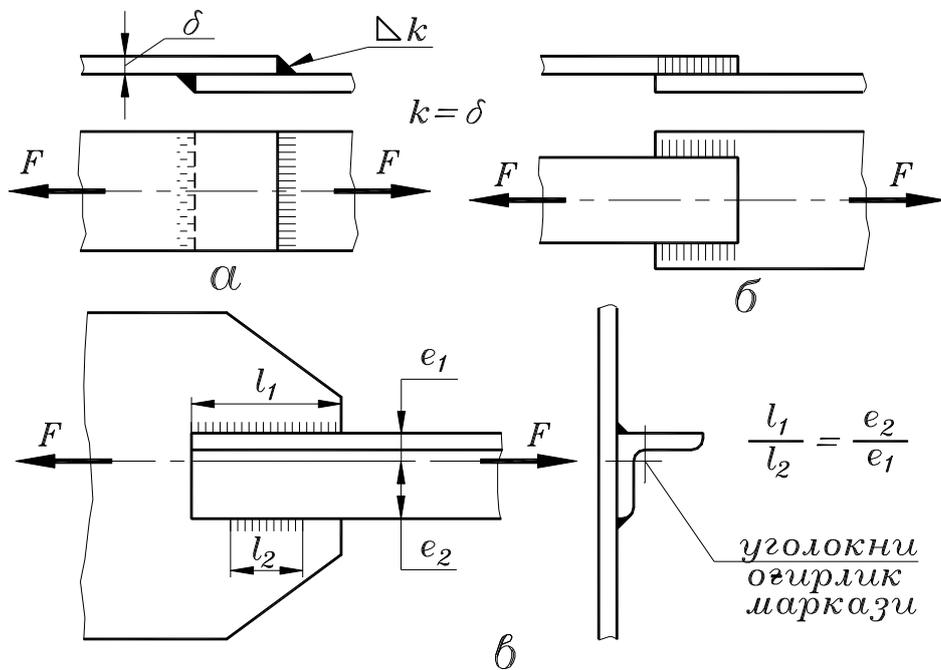
бунда W -чокнинг емириладиган кесимининг қаршилик моменти.

Чўзувчи (сиқувчи) куч эгувчи момент таъсирида

$$\sigma = F / (b \delta) + 6 M / (b \delta^2) \leq [\sigma'_{II}].$$

4. Деталларни устма-уст пайвандлаш рўпара ва ёнбош чокларга бўлинади. 34.5 -расм, *а* да иккита листни икки ёқлама рўпара чок кўрсатилган. Шу ернинг ўзида бурчак чок белгиси ўз аксини топган, уни чизмада кўрсатилишича k катетли бурчак чок деб аталади.

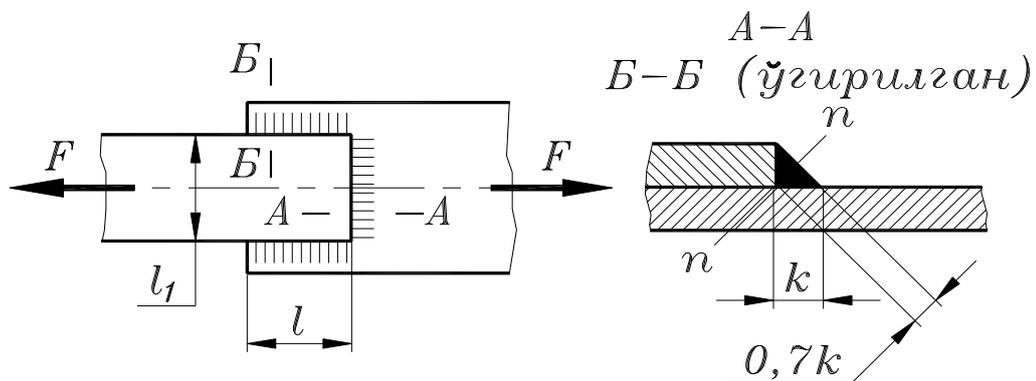
Бурчакли ёнбош чоклар 34.5 -расм, *б* -да кўрсатилган.



34.5-расм.

Деталларни бириктиришда чокларга таъсир этадиган чўзувчи куч- F уголок кесимини оғирлик марказидан ўтади деб тахмин қилинади (34.5 -расм *б*).

Листларни устма-уст қўйиб бурчакли ёнбош ва рўпара чоклар ёрдамида ҳосил бўлган бирикма ҳисобини (34.6-расм) кўриб чиқамиз.



34.6 -расм.

Бундай чокларнинг биссектрисаси орқали ўтган $n - n$ кесимни ўртача уринма кучланиш бўйича тахминий ҳисобланади. Чокнинг мустаҳкамлик шarti:

$$\tau = \frac{F}{0,7k(2l + l_1)} \leq [\tau_{II}] .$$

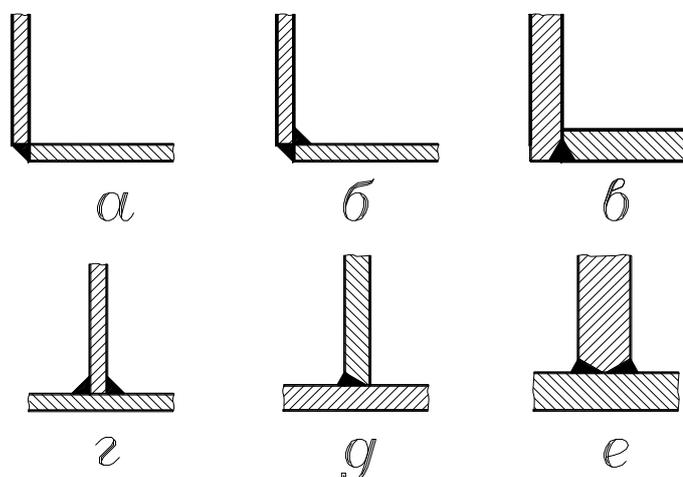
Мустаҳкамлик эҳтиёт коэффициентини ҳисобга олганда:

$$[\tau_{II}] = 0,6 [\tau_{ДЕТ}] ,$$

бунда: $[\tau_{II}]$, $[\tau_{ДЕТ}]$ -пайванд бирикманинг ва деталь материалининг кесувчи жоиз кучланиши.

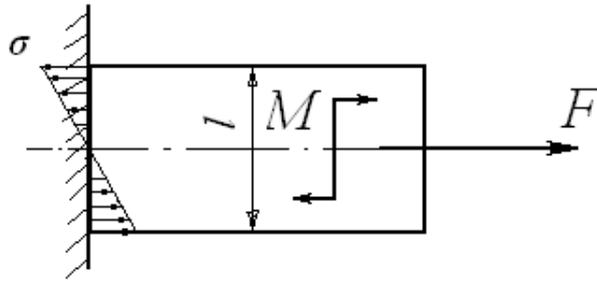
4. Деталларни тик (бурчакли) ва тик (таврсимон) ва бириктириш қуйидаги усулларга бўлинади (34.7–расм):

- а) ташқи бурчакли чок;
- б) ташқи ва ички бурчакли чоклар;
- в) қирралари кертилиб туташган чок;
- г) қирралари кертилмаган бурчакли чоклар;
- д) бир қирраси кертилган бурчакли чок;
- е) икки қирраси кертилган бурчакли чок.



34.7-расм.

Ўзаро тик пайвандлашда дастаки мослама ишлатилса бурчакли чок ҳосил бўлади (34.7 –расм, г) ва унинг чўзилишга ва момент таъсиридан мустаҳкамлиги (34.8 –расм):



34.8 –расм.

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

Пайвандлаш автоматик равишда бажарилса, учма-уч чок ҳосил бўлади (34.7–расм, e), бунда чокнинг мустаҳкамлиги:

$$\sigma = 6M / (\delta \cdot l^2) + F / (\delta \cdot l) \leq [\sigma'].$$

Назорат саволлари

1. Пайвандлаш ва пайванд чок нима?
2. Пайвандлашнинг қандай турлари мавжуд?
3. Деталларнинг пайвандлашда бирикма турлари.
4. Пайванд бирикмаларнинг афзаллик ва камчиликлари.
5. Пайванд қисмининг қайси жойи емирилади?
6. ПБ мустаҳкамлиги қайси асосий омилларга боғлиқ?
7. Учма-уч пайванд бирикмани чўзилиш ва эгилишга ҳисоблаш.
8. Устма-уст бурчакли ёнбош ва рўпара чоклар мустаҳкамлиги.
9. Ўзаро тик пайвандлашда чокларни мустаҳкамлиги.

Мавзу-ХI (2-соат). Ажраладиган бирикмалар.

Таянч сўзлар: қўзғалувчан ва қўзғалмас боғланишлар; бирикмалар; ажраладиган ва ажралмайдиган бирикмалар; резъбали, клеммали, шпонкали ва шлицли бирикмалар; ўнг ва чап, метрик ва дюмли резъба; йирик ва майда қадамли резъба.

Маъруза- 24 (2-соат). Резъбали бирикмалар

1. Умумий маълумотлар.
2. Резъба турлари ва геометрияси.
3. Резъбали бирикмалар ҳосил қилиш.
4. Резъбали бирикмаларни маҳкамлаш усуллари.

1. Машинани ташкил этувчи деталлар бир-бири билан у ёки бу усул боғланган бўлади. Бу боғланишлар **қўзғалувчан** (турли хил шарнирлар, подшипниклар, илашмалар ва х. к.) ва **қўзғалмас** бўлиши мумкин. Қўзғалмас боғланишлар машинани узеллар ва деталларга ажратишни мақсадга мувофиқлиги билан асосланади. Бу машина ва унинг қисмлари- ни ишлаб чиқариш, йиғиш, таъмирлаш, юклаб ташиш

ва х. к. -ларни осонлаштиришга, соддалаштиришга имкон беради. Бундан ташқари айрим деталларини конструктив хусусиятларига кўра бир бутун қилиб тайёрлашнинг иложи бўлмайди.

Техникада қўзғалмас боғланишларни **бирикмалар** деб аталади.

Бирикмалар **ажраладиган** ва **ажралмайдиган** турларга бўлинади. Ажраладиган бирикмаларда узеллар деталларга ажратилганда уларга шикаст етказилмайди. **Резьбали, клеммали, шпонкали ва шлицли бирикмалар** шундай бирикмаларга киради.

Машинанинг яхши ишламаслиги, муддатидан олдин ишдан чиқиши, ишлаш жараёнида шовқинни кучайиши, ундаги бирикмаларнинг сифатининг пастлиги сабаб бўлади.

Бирикмаларнинг ишлаш қобилиятини ва ҳисоблашни белгиловчи асосий омил мустаҳкамлик ҳисобланади.

2. Ажраладиган бирикмаларнинг энг кўп тарқалган тури резьбали бирикмалар (РБ) бўлиб, улар воситасида йиғилган узелларни керак бўлганда айрим деталларга ажратилиши ва яна қайта йиғилиши мумкин.

Резьба- бу винт ва гайкаларнинг асосий юзасида ҳосил қилинган ва винтли чизиқ бўйлаб жойлашган ўйиғлардир.

РБ афзалликлари:

- нисбатан катта юкланиш таъсирида ишончли ишлайди;
- ажралиш ва йиғиш осон;
- нисбатан арзон; ўлчамлари стандартлаштирилган.

РБ резьбаларни тузилишига кўра ҳар хил бўлади (28.1-расм):

1) резьба кесилган сиртнинг шаклига кўра: цилиндрсимон ва конуссимон бўлиб, асосан, биринчиси ишлатилади. Жипс бирикмалар ҳосил қилиш учун эса резьба конуссимон сиртда (масалан, қувурларда) кесилади;

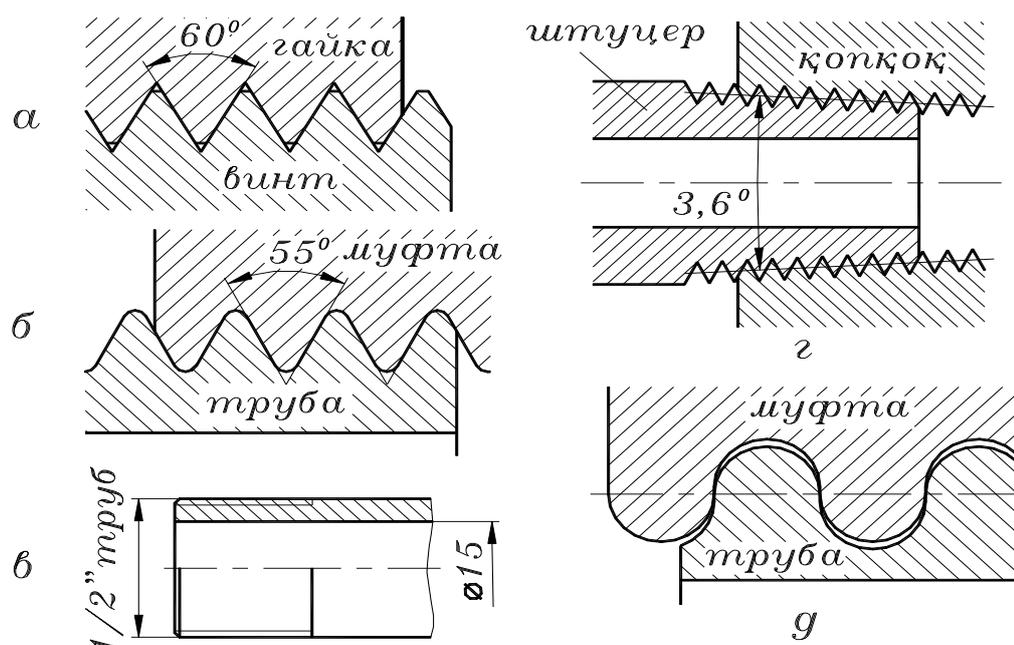
2) резьба ўқи бўйлаб жойлашган кесим шаклига кўра: учбурчакли, трапецияли, доиравий ва ҳ.к.;

3) резьба ўрамининг йўналишига кўра: ўнг ва чап резьбалар. Ўнг резьба кўпроқ ишлатилади;

4) резьба қиримлари сонига кўра: бир қиримли, икки қиримли ва кўп қиримли.

Бир қиримли резьбалар кўпроқ ишлатилади. Ишлатилиш соҳасига қараб резьбалар, **маҳкамловчи** резьбаларга ва ҳаракатни узатиш учун мўлжалланган **кинематик** («винт-гайка») резьбаларга бўлинади. Қуйида юқоридаги таснифлаш асосида маҳкамловчи резьбаларни ўрганамиз, кинематик резьбаларни эса винтли узатмалар мавзусида кўрилади.

Маҳкамлаш резьбанинг ўлчамлари миллиметрда ифодаланса - метрик резьба деб, дюйм билан ифодаланганда эса- дюймли резьба деб аталади. Хозирда асосан метрик резьбалар ишлатилади.



28.1-расм.

Резьбалар қуйидаги усулларида тайёрланади:

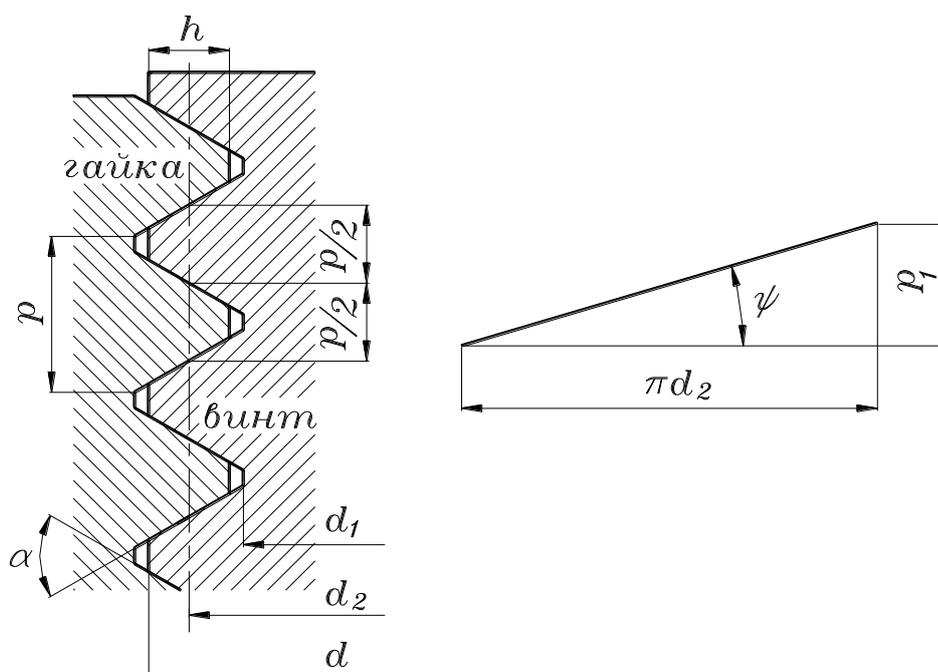
-метчик (ички сиртига) ва плашка (ташқи сиртига) асбоблари ёрдамида резьба қирқилади. Бунда резьба ўлчагич воситлар кўпгина стандарт резьба ўлчамларига мос келади. Бу усул унимдор ҳисобланиб, деталларни тиклашда ишлатилади.

-винт қирқиш токарлик ёки махсус дастгоҳларда кескичлар ёрдамида резьба қирқилади. Майда серияли ишлаб чиқаришда қўлланилади.

-резьба фрезалаш станокларида қирқилади. Катта диаметрли винтлар резьбасига юқори аниқлик талаб қилинганда ишлатилади («винт-гайка» узатмаларида, масалан, токарлик винт қирқиш дастгоҳининг ҳаракатланувчи винти).

• сиртига резьба очилган махсус резбани босиб юмалатиш (накатка) асбобли автомат-станокларда очилади. Бундай усул билан очилган резбали деталларнинг мустаҳкамлигини юқори бўлади.

Метрик резьбалар учбурчак шаклда бўлиб, профил бурчаги $\alpha = 60^\circ$ (28.1-а расм). Унинг геометрик ўлчамлари ГОСТ 8724-81 бўйича стандартлаштирилган (28.2 -расм):



28.2-расм. Метрик резьбаларни ўлчамлари.

d –резьбанинг ташқи диаметри (мм); d_1 -ички диаметри; d_2 -ўрта диаметр; h – резьба шаклининг баландлиги; p – резьбанинг қадами; p_1 -резьба йўли, яъни бир марта тўла айланган винтнинг ўқ бўйлаб силжиш масофаси;

Бир киримли резьбалар учун $p_1 = p$, кўп киримли учун эса $p_1 = n \cdot p$, бунда n – киримлар сони; маҳкамлаш учун мўлжалланган резьбалар асосан бир киримли бўлади; α –резьба шаклининг бурчаги; ψ –винт чизиғининг кўтарилиш бурчаги (ўрта диаметри бўйича):

$$\operatorname{tg}\psi = \frac{p_1}{\pi d_2} = \frac{n p}{\pi d_2} \quad (28.1)$$

Метрик резьбалар йирик қадамли ва майда қадамли бўлади.

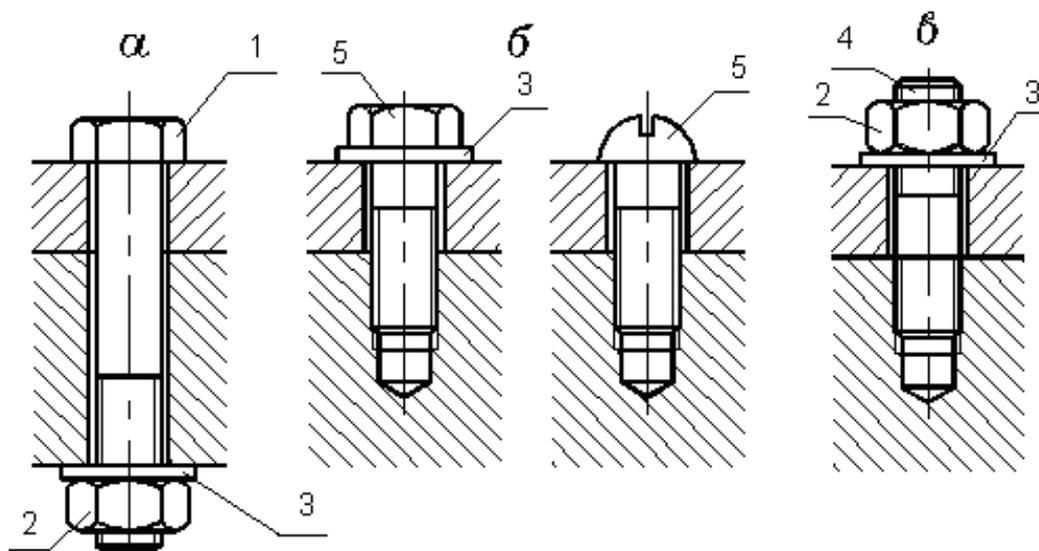
Йирик метрик резьба кўпроқ ишлатилади. Резьбани ҳар қандай диаметрига белгиланган қадам мос келади. Масалан, $d=10$ мм бўлган резьбанинг қадами $p=1,5$ мм, $d=16$ мм бўлса, $p=2$ мм ва ҳ.к. Йирик резьба «М» ҳарфи ва унинг диаметри билан белгиланади, масалан: М10; М16; ва ҳ.к.

Майда қадамли резьбалар машинасозликнинг айрим соҳаларида ишончли ишлашига қўйилган талаб жуда юқори бўлса ишлатилади. Бунда резьбанинг қадамлари йирик резьбаникига қараганда кам бўлади. Масалан, $d=16$ мм резьбага стандарт тўртта майда қадамни, яъни 1,5;

1; 0,75 ва 0,5 мм кўзда тутган. Бу резьбаларда кўтарилиш бурчагининг кичиклиги ҳисобига ўз-ўзини тўхтатиш (тормозланиш) хусусияти нисбатан юқори. Бундай хусусият бириктирилган деталларни ўз-ўзидан бўшаб кетишига ишқаланиш кучининг катталиги қаршилик кўрсатади.

Маида қадамли резьбаларни белгилашда диаметр ва қадам қиймати кўрсатилади: M1030,75; M1631,25.

3. Резьбали бирикмаларни ҳосил қилиш учун, асосан, болтлар, винтлар, шпилкалар, гайка ва шайбалар ишлатилади (28.3- расм). Бу деталларнинг ҳаммаси стандартлаштирилган. Болтли бирикма билан (28.3-а расм) иккита ва ундан ортиқ, нисбатан катта қалинликка эга бўл- маган деталларни болт ва гайка билан бириктиришни кўзда тутилган.



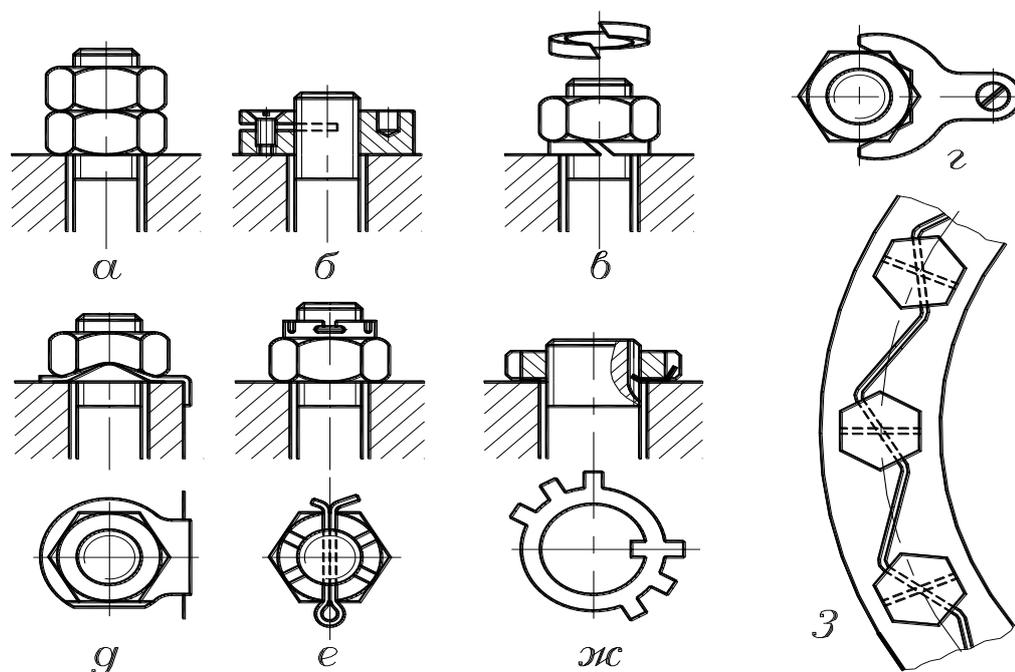
1- болт; 2 – гайка; 3 – шайба; 4 – шпилька; 5 – винт.

28.3 - расм.

Кўзғалмас бирикма ҳосил бўлиши учун, улардан биттаси катта қалинликка эга бўлиши керак (редуктор корпуси, станок станинаси ва бошқалар), бундай ҳолда деталларни бириктириш учун болт билан гайкани ишлатиш мумкин эмас. Бундай ҳолларда бирикмани болт ёки винтлар ёрдамида (28.3- б расм) ёки шпилка билан гайкани (28.3-в расм) танлаш лозим.

Иш жараёнида детални олиш ва қўйиш тез-тез такрорланадиган бўлса, шпилкали бирикмани қўллаш маъқул бўлади. Маълумки, шайба- лар гайка ёки винт каллагининг тагига жойлаштирилади, бундан асосий мақсад: деталь сиртларини гайка билан суриб тортиш натижасида шикастлани-шидан сақлаш, детални эзилишини камайтириш ва бирикма орасидаги бўшлиқни бартараф этишдан иборатдир.

4. Ўзгарувчан куч ва момент таъсирида резьбали бирикмалар ўз-ўзидан буралиб бўшаши мумкин. Бунинг сабаби, титраш натижасида резьбалардаги ишқаланиш камаяди ва ўз-ўзидан тормозланиш хусусияти йўқолади. Резьбаларнинг ўз-ўзидан буралмаслигини қуйидаги усул-лар ёрдамида эришиш мумкин (28.4 –расм):



28.4 -расм.

1) Резьбанинг ишқаланишини ошириш учун контр гайка (28.4-а расм) ёки назорат винти ва қирқилган гайкани қўлланади (28.4-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;

2) Гайка ёки винт каллаги билан корпусни ўзаро фиксация қилиш усуллари. Пружинали шайбанинг (28.4 в-расм) ўткир қирралари гайка билан корпус сиртларига ботиб, ўз-ўзидан буралиб кетишига тўсиқ бўлади. Энг ишончли усулларида бири махсус шаклга эга бўлган планка (28.4 г-расм) ёки тўсиқ ҳосил қилувчи шайба (28.4 д-расм) ҳисобланади. Бу шайбанинг бир томони гайкани ён томонларига, иккинчи томони эса корпус қиррасига букилади;

3) Гайка ва болтларни ўзаро фиксация қилиш энг кўп тарқалган усул ҳисобланади. Бу, асосан, гайка ва болтни шплинтлашдан иборат. Бунинг учун гайканинг ёндош томонида қирқилган ариқчалар бўлиб, болт стерженида эса, симнинг ёки штифтнинг диаметрига мос келган тешикча очилган бўлади. Гайка сириб тортилгандан сўнг, гайка

ариқча- си билан болтдаги тешик мослаштирилиб, сим ёки шплинт киритилиб, маҳкамлаб қўйилади (28.4-е расм).

Думалоқ шаклдаги ён ёқларида калит жойлаштириш учун ариқчалари бўлган гайкалар ишлатилганда, уларни маҳкамлаш учун кўп ботиқ- ли планкасимон шайбалар (28.4-ж расм) қўлланилади, болтда эса, ўқи бўйлаб йўналган ариқчалар бўлади. Мана шу ариқчага шайбани ички чизиғи киради, гайка сириб тортилгандан сўнг, шайбанинг ташқи чизиқ -ларидан бири гайка йўлагига қайириб қўйилади.

4) Бир нечта гайка ёки винт каллагини маҳкамлаш усули (28.4 з-расм). Бу усул гуруҳли бирикмаларда, бириктирувчи деталалар бири- биридан катта бўлмаган масофада жойлашганда қўлланилади. Буларни ўзаро маҳкамлаш учун, умумий тўсиқловчи қирралари қайиладиган шайба ёки болт каллагидagi тешикчалар орқали ўтказилган юмшоқ симлар ишлатилади.

Маъруза- 25 (2-соат). Резьбали бирикмадаги кучлар ва мустаҳкамликка ҳисоблаш

1. Резьбали бирикма (РБ)-даги куч ва моментлар.
2. Резьбани мустаҳкамликка ҳисоблаш.
3. Болт стерженини мустаҳкамликка ҳисоблаш.

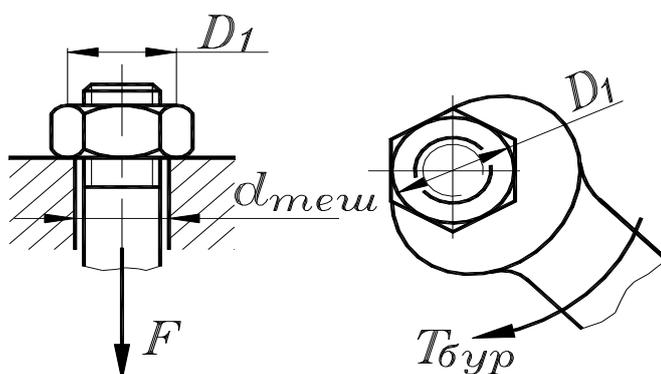
1. РБ-даги болт ўқи бўйлаб F куч таъсир этганда, гайкани бураб киритиш учун калитга қўйилган $T_{бур}$ буровчи момент қиймати (29.1-расм) қуйидагича аниқланади:

$$T_{бур} = T_{ишк} + T_p, \quad (29.1)$$

бу ерда: $T_{ишк}$ – гайканинг ён томонидаги ишқаланиш кучининг momenti;
 T_p – резьбадаги ишқаланиш momenti;

$$T_{ишк} = 0,5 F f D_{ур}, \quad (29.2)$$

бунда: $D_{ур}$ – гайканинг таянч юзасининг ўртача радиуси,



29.1-расм.

$$D_{yp} = \frac{D_1 + d_{meш}}{2}$$

f – таянч юзасининг ишқаланиш коэффициенти.

$$T_p = 0,5 F d_2 \operatorname{tg}(\psi + \varphi), \quad (29.3)$$

бунда: d_2 – резъбанинг ўрта диаметри; ψ – ўрта диаметр бўйича винт чизигининг кўтарилиш бурчаги; φ – резъбанинг ишқаланиш бурчаги:

$$\varphi = \operatorname{arctg} f_{кел},$$

бунда: $f_{кел}$ – резъбанинг келтирилган ишқаланиш

коэффициенти,

$$f_{кел} = f / \cos \gamma (\gamma - \text{резъба профил}$$

бурчагининг ярми, маҳкамловчи метрик резъба учун $\gamma = 30^\circ$).

(29.2) ва (29.3) ни (29.1) га қўйиб, гайкани бураб киритиш формула- сини оламиз:

$$T_{бур} = 0,5 F d_2 \left[\frac{D_{yp}}{d_2} f + \operatorname{tg}(\psi + \varphi) \right]. \quad (29.4)$$

Гайкани бўшатиш учун керакли момент қуйидагича аниқланади.

$$T_{буш} = 0,5 F d_2 \left[\frac{D_{yp}}{d_2} f + \operatorname{tg}(\varphi - \psi) \right]. \quad (29.5)$$

Гайкали бирикмалар буралиб бўшаб кетмаслиги учун уларни ўз-ўзидан тормозланиш хусусиятни тامينловчи асосий шарт: $T_{буш} > 0$. Бунда гайканинг ён томонидаги ишқаланишни ҳисобга олмаганда (29.5) дан $\operatorname{tg}(\varphi - \psi) > 0$ ҳосил бўлади, яъни ўз-ўзидан тормозланиш шарти:

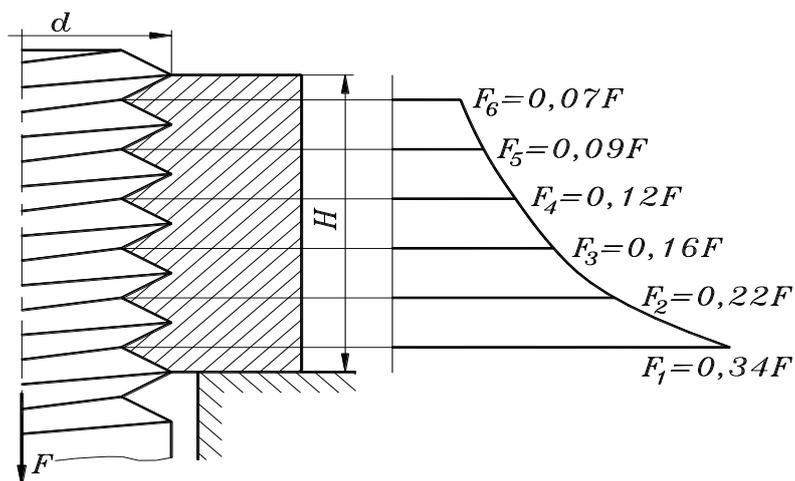
$$\psi < \varphi. \quad (29.6)$$

Кўтарилиш бурчаги $\psi = 2^\circ 30' \dots 3^\circ 30'$ ораликда, ишқаланиш бурчаги φ эса, f га нисбатан 6° ($f \approx 0,1$)... 16° ($f \approx 0,3$) ораликда бўлади.

Винтли жуфтнинг фойдали иш коэффициенти гайкани бурашдаги ишқаланишни ҳисобга олинмаганда ($f = 0$; $\psi = 0$) сарфланган ишни ишқаланишни ҳисобга олингандаги иш қийматига нисбатдан топиш мумкин, яъни:

$$\eta = T_2 / T_1 \text{ ёки } \eta = \operatorname{tg} \psi / \operatorname{tg}(\psi - \omega).$$

Винтнинг ўқ бўйлаб йўналган кучи F (29.2 -расм) гайка резъбаси орқали узатилиб, уларнинг таянчдаги реакциялари билан мувозанатла- шади. Резъбанинг ҳар бир кирими F_i куч билан юкланиб, гайка ва винт- нинг ўрамларига таъсир қилувчи кучлар йиғиндиси ўқ бўйлаб йўналган кучга тенг бўлади: $\sum F_i = F$.

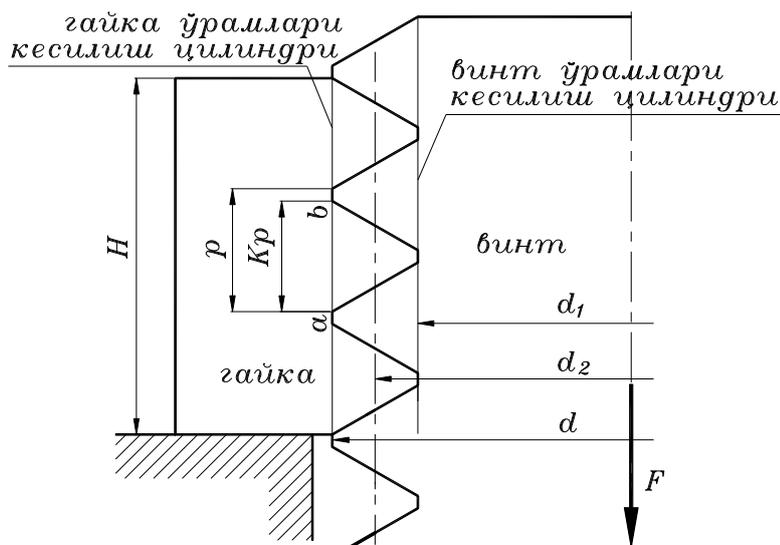


29.2-расм.

Стандарт гайкалар олти ўрам бўлиб, баландлиги $H = 0,8d$.

2. Резьбаларнинг ишлаш лаёқати резьба ўрамларининг кесилиш даражаси билан белгиланади. Шунинг ҳисобга олганда бириктирувчи резьбаларни ҳисоблаш ва ишлаш қобилиятини белгиловчи мезони мустаҳкамлик бўлиб, кесувчи кучланиш билан боғлиқдир (29.3 -расм).

Винт ўрамлари цилиндрнинг кесилиш диаметри резьбанинг ички



29.3-расм.

ўрамларининг кесилиш сиртлари гайканикидан кучли эканлиги келиб чиқади. Шунинг учун гайка ва винт материаллари бир хил бўлса, кесувчи кучланиш бўйича фақат винт резьбаси ҳисобланади. Винт резьбаси-нинг кесувчи кучланиш бўйича мустаҳкамлик шarti:

$$\tau = \frac{F}{\pi d_1 H K K_m} \leq H \approx 0,8d_1, \quad (29.7)$$

бу ерда: τ -резьба ўрамларининг кесувчи кучланиши, МПа; d_1 -резьбанинг ички диаметри, мм; H -гайка баландлиги, мм; K -гайканинг

тўлдириш коэффициенти, винт ўрамларининг қалинлиги бўлиб, резьба қадамидан неча марта кичиклигини кўрсатади:

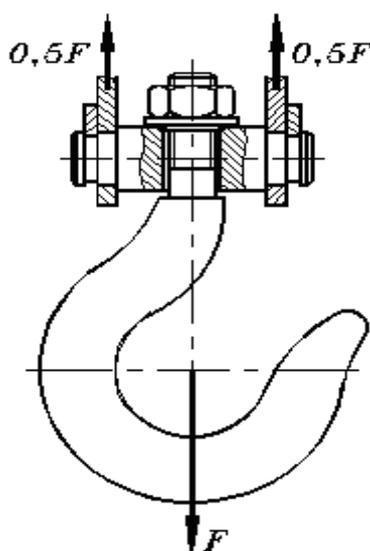
$$K = \frac{ab}{p}, \quad (29.8)$$

K_m –резьба киримларини нотекис юкланганлиги коэффициенти;

$[\tau]$ –резьба тармоқларидаги жоиз кесувчи кучланиш, МПа.

4. Стандарт нормал гайка резьбасининг мустаҳкамлиги болт стерже- нини мустаҳкамлигига мос келади. Шунинг учун резьбани ҳисобламай, деталларни бириктирувчи болт стерженининг мустаҳкамлиги аниқланади. Ҳар хил юкланишда бўлган болтларнинг бирнечта ҳолларини кўриб чиқамиз.

1-ҳол. Болт стерженига фақат чўзувчи куч таъсир этади. Бунга кўтарма краннинг зўриқтирилмаган ҳолатда осиб қўйилган резьбали илгаги мисол бўлади (29.4-расм).

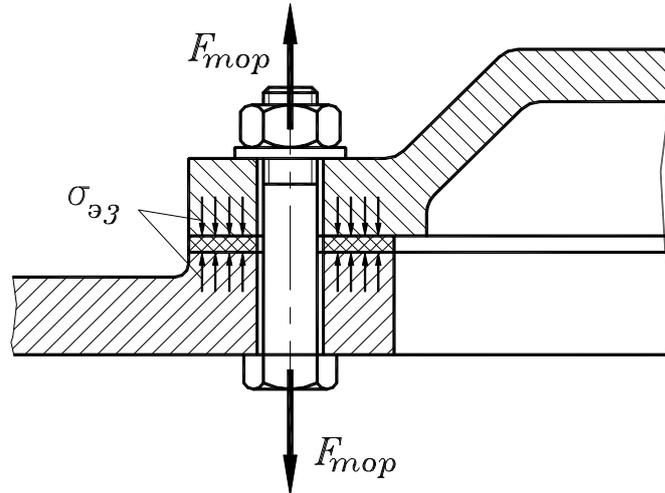


29.4-расм.

Илгакнинг резьба кесими хавфли ҳисобланади унинг юзаси резьба- нинг ички диаметри бўйича аниқланади. Мустаҳкамлик шarti стерженини чўзилишдаги кучланиши бўйича белгиланади:

$$\sigma = \frac{4F}{\pi d_1^2} \leq [\sigma] \quad , \text{ унда } d_1 = \sqrt{4F / \pi [\sigma]} \quad (29.11)$$

2-ҳол. Болт сириб тортилган стерженга ташқи куч таъсир этмайди. Бунга ёпиқ узатманинг қопқоғини сириб маҳкамлаш учун ишлатиладиган болтлар киради (29.5 -расм).



29.5-расм.

Бундай болтнинг стерженига сириб тортиш натижасида ҳосил бўладиган чўзувчи куч- F_{TOP} ҳамда резьбалардаги буровчи момент- T_P таъсир этади. F_{TOP} таъсиридан ҳосил бўлган кучланиш:

$$\sigma = \frac{4 F_{top}}{\pi d_1^2} .$$

T_P -дан ҳосил бўлган буровчи кучланиш: $\tau = \frac{T_P}{W_P}$,

бу ерда: W_P -болт кесимининг поляр қаршилик momenti:

$$W_P = \frac{\pi d_1^3}{16} = 0,2 d_1^3 .$$

W_P ва T_P (29.3) ифодаларини дастлабки формулага қўйилса, куйида-гини оламиз:

$$\tau = \frac{0,5 F_{top} d_2 \operatorname{tg}(\psi + \varphi)}{0,2 d_1^3} .$$

Болт стерженининг мустаҳкамлиги куйидаги эквивалент кучланиш билан баҳоланади:

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

Стандарт метрик резьбалар учун:

$$\sigma_{\text{эк}} \approx 1,3 \sigma .$$

Бу болтларнинг мустаҳкамлигини соддалаштирилган усулда ҳисоблаш имконини беради: Бунда

$$\sigma_{\text{эк}} = \frac{1,3 \cdot 4 F_{top}}{\pi d_1^2} \leq [\sigma] .$$

Болт резьбасининг ҳисобий диаметри

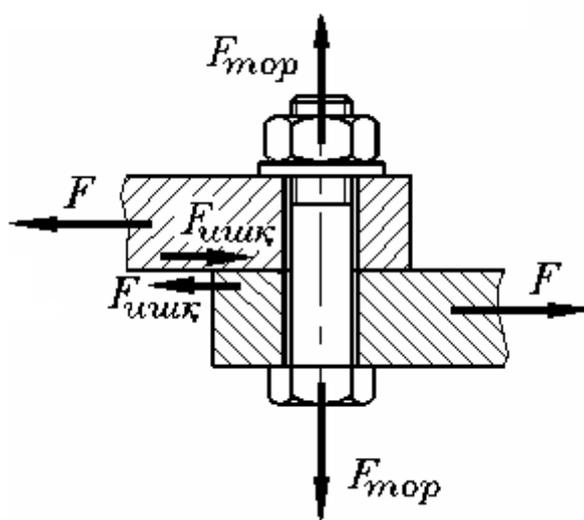
$$d_1 \geq \sqrt{5,2 F_{\text{тор}} / \pi [S]} \quad \text{мм.} \quad (29.12)$$

3-ҳол. Болтли бирикмада куч ўққа тик йўналган. Бирикмада болт икки хил ўрнатилиши мумкин:

а) Болт билан деталь ўртасида тирқиш мавжуд бўлиб, (29.6-расм) ташқи F куч деталларнинг туташ жойида ҳосил бўлган ишқаланиш кучи $F_{\text{ишқ}}$ ҳисобига мувозанатланади. Болтга таъсир қилувчи кучнинг қиймати:

$$F \leq i F_{\text{ишқ}} = i F_{\text{тор}} f,$$

бунда: i – туташган сиртлар сони; учта деталь бириктирилганда $i = 2$ иккита деталь бўлганда $i = 1$.



29.6-расм.

f – деталларнинг туташ жойидаги силжимаган ҳолдаги ишқаланиш коэффиценти; қуруқ ҳолатдаги пўлат ва чўянларнинг сиртлари учун $f = 0,15 \div 0,2$.

Сириб тортиш учун зарур бўлган куч (29.13) ни ҳисобга олганда:

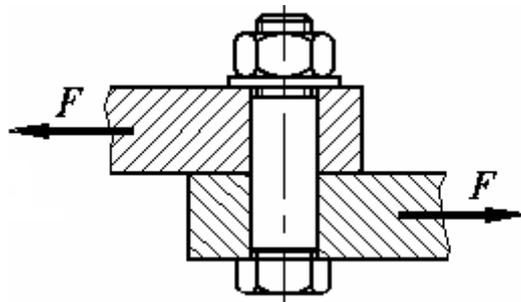
$$F_{\text{тор}} = \frac{K F}{i f},$$

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

Болт мустаҳкамлиги (29.12) формула бўйича ҳисобланади.

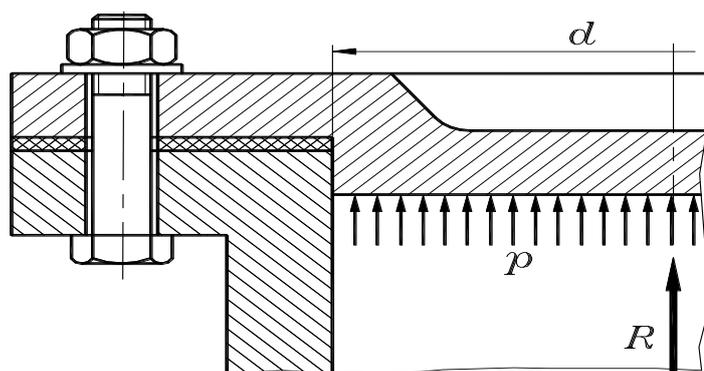
б) Болт билан деталь ўртасида бўшлиқ бўлмаганда (29.7-расм) ташқаридан қўйилган куч детал орқали тўғридан тўғри болт стерженига таъсир қилади ва деталларни туташган жойидаги ишқаланиш кучига эътибор берилмайди. Болт стержени кесилишдаги кучланиш бўйича текширилади:

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



29.7-расм.

4-ҳол. Болт сириб тортилган, ташқаридан болт стерженига чўзувчи куч таъсир этади. Бунга суюқлик ёки газ босими p остида бўлган герметик резервуар ёки гидро (пневмо) цилиндрларнинг қопқоғини болтлар билан бириктирилиши мисол бўлади. (29.8-расм).



29.8-расм.

Сириб тортилган болтли бирикма жипслигини ёки юкланиш таъсири-да туташган сиртларнинг ажралмаслигини тامينлаш лозим. Бирикмага иккита куч таъсир қилади, деб фараз қилайлик: болтларни дастлабки сириб тортилган куч ва ташқи юкланиш. Ташқи юкланиш болтларни қўшимча равишда чўзади ва сириб тортилган кучни камайтиради. Агар дастлабки сириб тортилган куч етарли даражада бўлмаса, айрим шароитларда ташқи юкланиш зўриқтирилган кучни камайтириб нол ҳолатига келтиради ва натижада сиртларнинг туташган жойи очила боради, бунга эса йўл қўйиш мумкин эмас. Битта болтнинг зўриқтирилган кучи қуйидагича аниқланади:

$$F_{\text{мор}} = K_{\text{мор}} F,$$

бунда $F = R / z$, F – бирикмага тасир қилувчи R ташқи юкланишдан битта болтга мос келган куч; z – бирикмадаги болтлар сони; $K_{\text{ТОР}}$ – таранглик коэффиценти; жипслик шarti бажарилиб доимий ўзгармас юкланишда бўлганда $K_{\text{ТОР}} = 1,25 \div 2$, ўзгарувчан юкланишда эса $K_{\text{ТОР}} = 1,25 \div 4$.

Ташқи юкланиш инobatга олинганда ҳисобий юкланиш:

$$F_X = F_{\text{мор}} + \varepsilon F ,$$

бунда: ε - ташқи юкланиш коэффициентини; кўп ҳолларда $\varepsilon = 0,2 \div 0,3$.

Болтнинг мустаҳкамлик шартини:

$$\sigma = \frac{1,3 \cdot 4 F_X}{\pi d_1^2} \leq [\sigma] .$$

1,3 коэффициентини резьбадаги ишқаланиш моментидан ҳосил бўлган буровчи кучланишни ҳисобга олади.

Болтнинг диаметрини (29.12) формула асосида аниқлаш мумкин.

Маъруза 26 (1 –соат). Шпонкали ва шлицли бирикмалар

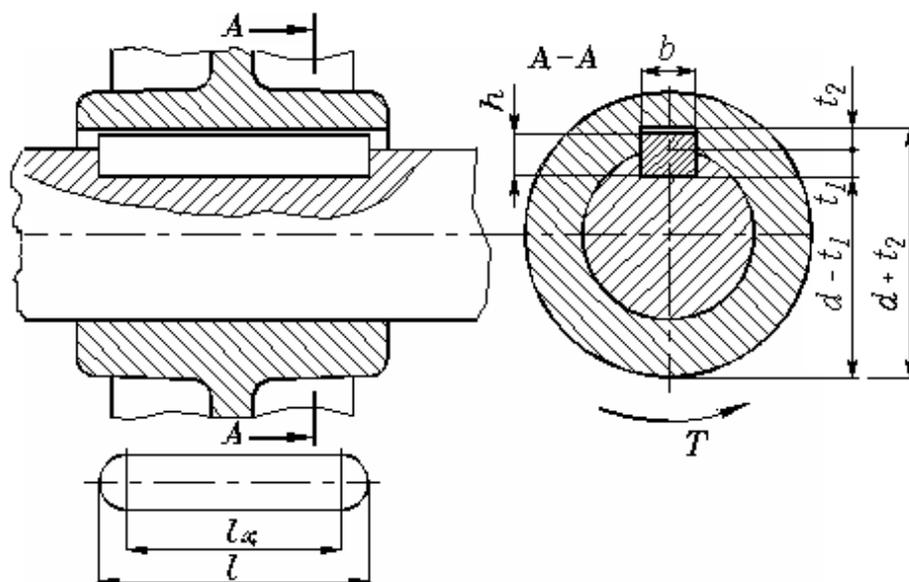
1. Шпонкали бирикма турлари ва уларни мустаҳкамликка ҳисоблаш.
2. Шлицли бирикма турлари ва уларни мустаҳкамликка ҳисоблаш.

Шпонкали ва шлицли бирикмалар деталларни айланадиган вал ёки ўқларга марказлаштириб ўрнатиш ва буровчи моментни узатиш учун хизмат қилади.

1. Шпонкали бирикмалар (ШБ) нинг афзаллиги тузилишини оддийи ҳамда уларни йиғиш ва қисмларга ажратишнинг осонлигидир. Асосий камчилиги бирикувчи деталларда шпонка учун ўйиқ қилиниб, уларнинг мустаҳкамлигини камайишидир.

ШБ зўриққан ва зўриқмаган бўлиши мумкин. Зўриққан ШБ юкланиш қўйилганига қадар эзувчи кучланиш ҳосил бўлади.

Зўриқмаган ШБ ларда **призматик** (31.1-расм) ва **сегментли** (31.3 -расм) шпонкалар, зўриққан бирикмаларда эса **понасимон** (31.4 -расм) ва **цилиндрсимон** (31.5 -расм) шпонкалар ишлатилади.

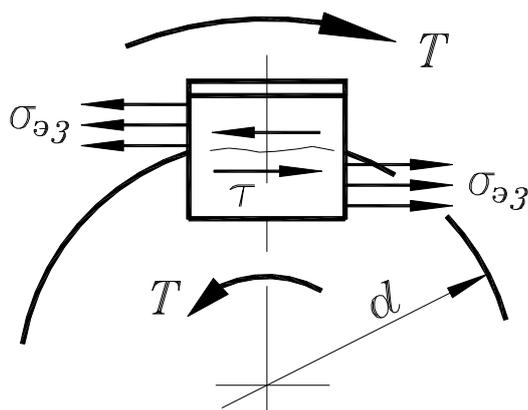


31.1-расм.

Призматик шпонкаларнинг учлари айланасимон текис ёки бир тамони айланасимон иккинчи тамони текис бўлиши мумкин. Ўлчамлари валнинг диаметрига кўра стандарт асосида танланади.

Шпонканинг ён тамонлари буровчи момент таъсирида ҳосил бўлган эзувчи кучланишга текширилади (31.2 – расм):

$$\sigma_{\text{эз}} = \frac{4T}{d t_2 l_x} \leq [\sigma_{\text{эз}}] \quad (31.1)$$

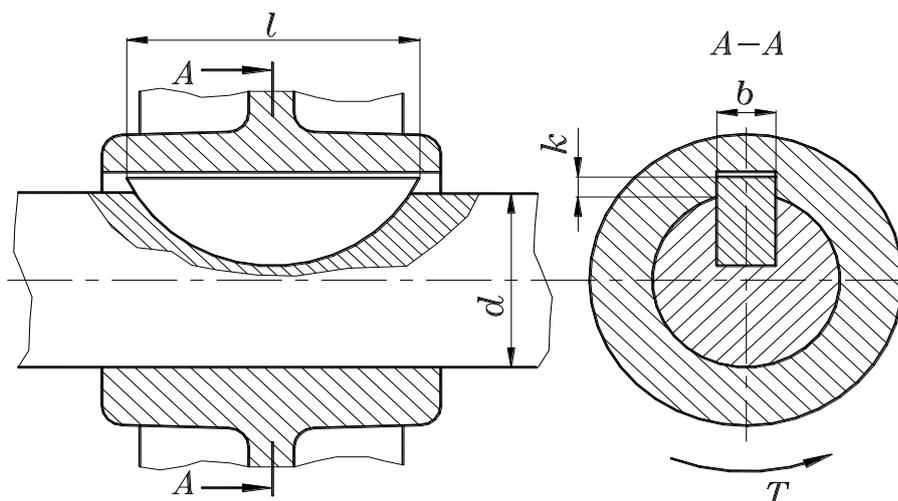


31.2 – расм.

бу ерда T – буровчи момент; l_x - шпонканинг ҳисобий узунлиги;

t_2 - шпонканинг губчакка ўтказилган қисмининг баландлиги;

Сегментли шпонкалар (31.3-расм) буровчи момент нисбатан кичик бўлганда ишлатилади. Шпонканинг баландлиги $h = 0,4d$ узунлиги $l = d$.



31.3 -расм.

Бу шпонкалар эзилишга ва энсиз бўлгани учун қўшимча кесилишга текширилади:

$$\sigma_{\text{эз}} = 2T / [d (h - t) l] \leq [\sigma_{\text{эз}}],$$

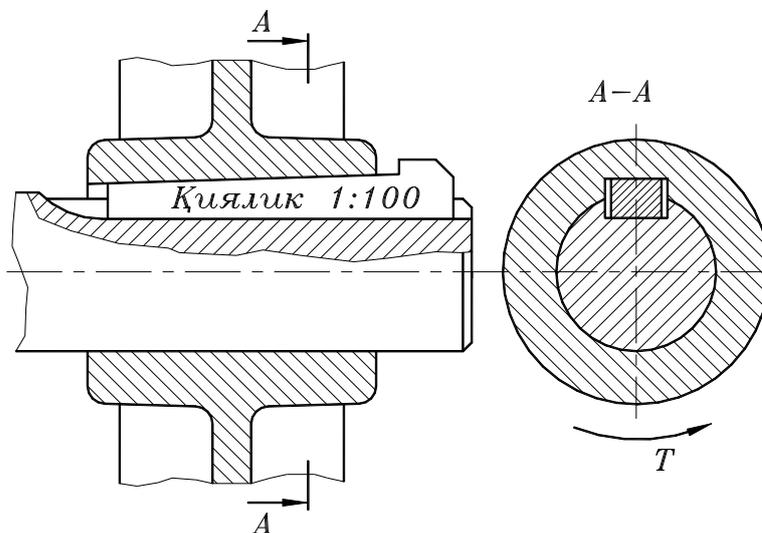
$$\tau_{кес} = 2T / (d b l) \leq [\tau_{кес}]. \quad (31.2)$$

Понасимон шпонканинг (31.4 -расм) юқори юзаси ва деталь ўйиғи қия қилиб ишланади. Буровчи момент шпонканинг устки ва остки сиртларидagi тифизликдан ҳосил бўлган ишқаланиш кучи ҳисобига узатилади. Бундай шпонка деталлар валнинг фақат четига ўрнатилганда ишлатилиши мумкин. Шпонкани тифизлик билан ўрнатиш деталларнинг марказларини силжитиб дисбалансга олиб келади ва юқори тезликларда ишлашига имкон бермайди. Шунинг учун улар, асосан, секин юрар оғир юкланган механизмларда ишлатилади.

Бундай бирикманинг мустаҳкамлиги қуйидагича текширилади:

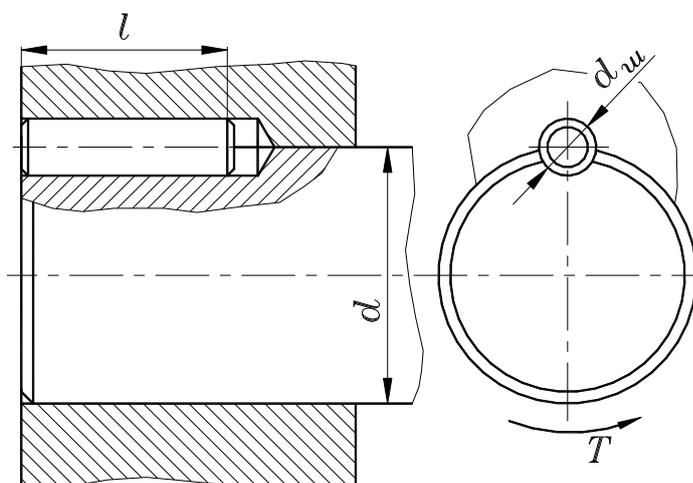
$$\sigma_{эз} = 2T / [b l (f d + b/6)] \leq [\sigma_{эз}],$$

бунда b –шпонканинг эни; l –узунлиги; d –вал диаметри; f –ишқаланиш коэффициенти.



31.4-расм.

Цилиндрик шпонкалар деталлар валларнинг учига ўрнатиладиган ҳолларда ишлатилади (31.5-расм).



31.5-расм.

Деталь валга ўрнатилгандан кейин тешик пармаланади, сўнгра шу тешикка цилиндрсимон шпонка тиғизлик билан киритилади. Танланган шпонка эзилишга текширилади:

$$\sigma_{\text{ЭЗ}} = \frac{4T}{dl d_{\text{ш}}} \leq [\sigma_{\text{ЭЗ}}], \quad (31.4)$$

бунда $d_{\text{ш}} = (0,13 \dots 0,16) d$ – шпонка диаметри; узунлиги $l = (3 \dots 4) d_{\text{ш}}$.

Стандарт шпонкалар мустаҳкамлиги чегараси $\sigma_B = 500$ МПа дан кам бўлмаган углеродли ёки легирланган пўлатлардан тайёрланади.

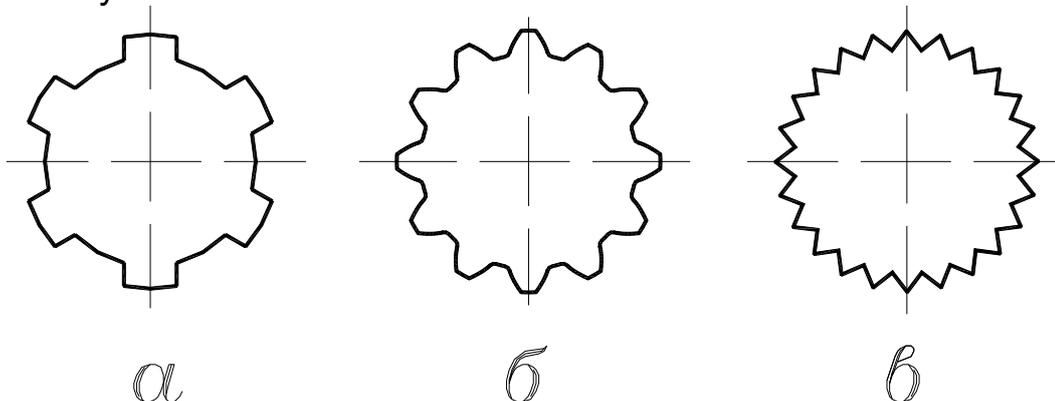
$[\sigma_{\text{ЭЗ}}] = (100 \text{ 4 } 180)$ МПа, кўзғалмас бирикмалар учун;

$[\sigma_{\text{ЭЗ}}] = (20 \text{ 4 } 30)$ МПа, кўзғалувчан бирикмалар учун.

2. Тезюрар, динамик юкланган валларнинг шпонка ўйиғи атрофида кучланишлар тўпланиши содир бўлади, бу бирикманинг ишлаш қоби- лиятини пасайтиради. Бундай ҳолларда шлицли бирикмаларни қўллаш мақсадга мувофиқ бўлади.

Валнинг сиртида ва унга ўрнатиладиган деталь губчаги тешигининг сиртида ариқчалар ўйилиб, улар бир-бирига ўрнатилса **шлицли бирикмалар (ШлБ)** ҳосил бўлади. ШлБ қуйидаги афзалликларга эга: деталлар валда яхши марказлашади; катта буровчи момент узата олади; динамик (зарбли) юкланишда ишончлилиги юқори.

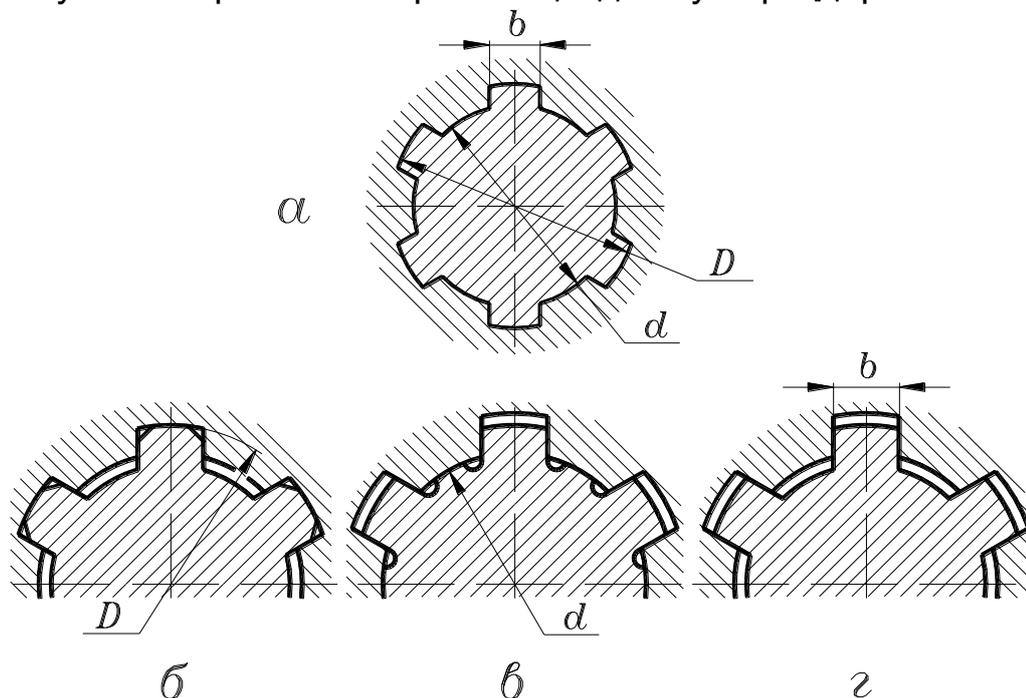
Шлицлар профил шаклига кўра, тўғри тўртбурчакли (31.6 -а расм), эвольвентали (31.6 -б расм) ва учбурчакли (31.6 -в расм) бўлиши мумкин.



31.6 -расм.

Машинасозликда, тўғри тўртбурчакли шлицли бирикмалар энг кўп ишлатилади. Ишлаш шароитига кўра бу бирикмалар стандартга кўра учта серияси мавжуд: енгил, ўрта ва оғир, улар бир-биридан шлицлар сони ва ўлчамлари билан фарқ килади. Деталлар валга нисбатан уч усул, ташқи диаметр (D) ва ички диаметр (d) ёки ён тамонлари (b) бўйича марказлаштирилади (31.7 –расм *a, б, в*). Агар

вал ва гупчакнинг ўқдош бўлишига талаб юқори бўлса, D ва d бўйича марказлаштирилади. Иш шароити оғир, зарбли ёки реверсли юкланиш бўлса b бўйича марказлаш-тириш мақсадга мувофиқдир.



31.7-расм.

D ёки d бўйича марказлаштирилиш технологик талаблар асосида белгиланади. Агар втулка унчалик қаттиқ бўлмаган материалдан ($< 350\text{HB}$) тайёрланган бўлиб, шлицнинг тешиги сидирғич (протяжка) билан ишлов берилган бўлса, марказлаштириш D бўйича амалга оширилиши тавсия қилинади. Бунда вални марказлашадиган юзаси жилвирланади. Агар втулка қаттиқ бўлиб, шлицнинг тешиги сидирғич билан ишлов бериб бўлмаса, у ҳолда марказланишга d танланиб, вал ва втулкаларнинг марказлашадиган юзалари жилвирланади. b бўйича марказлаштириш технологик қийинроқ, чунки уларнинг юзаларини жилвирлаш учун махсус дастгоҳлар керак бўлади.

Иш жараёнидаги эгилиш ва буралиш вал ва втулкани тебранма силжишга олиб келади, натижада шлицларнинг ишчи юзалари ейилади ва эзилади. Юзаларнинг ейилишига чидамлилигини ҳисоблаш етарли ўрганилмаганлиги сабабли шлицлар асосан эзилишга текширилади.

Шлицларнинг ён тамонларидаги эзувчи кучланиш:

$$\sigma_{33} = 2T / (K z h d_{\text{ўр}} l) \leq [\sigma_{33}], \quad (31.5)$$

бу ерда: T – валдаги буровчи момент; $d_{\text{ўр}}$ – ўртача диаметр; z – шлицлар сони; h – тишнинг ички баландлиги; l – шлицнинг ички узунлиги; K – юкланишнинг нотекис тақсимланишини ҳисобга олувчи коэффициент.

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

бунда: f – фасканинг ўлчами.

Қўлланилган адабиётлар

1. Сулаймонов И. И. Машина деталлари. Тошкент нашриёти, 1988.
2. Тожибоев Р.Н., Жўраев А.Ж. Машина деталлари. Тошкент, «Ўқитувчи», 2002
3. Пятаев А.В., Муҳаммаджонов Б.К. Машина деталлари. Ўқув қўлланма., Тошкент, 2004.
4. Иванов М.Н. Детали машин. Москва, «Высшая школа», 1991.

