

15-МАЪРУЗА. ЎЛЧАМЛАР ЗАНЖИРЛАРИ ВА УЛАРНИ ҲИСОБЛАШ УСУЛЛАРИ.

(Lecture 15. Calculation of dimensional tolerances included in dimensional chains.)

Режа:

15.1. Ўлчамлар занжирлари ва уларнинг аҳамияти. Ўлчамлар занжири турлари.

15.2. Ўлчамлар занжирининг ташкил этувчи элементлари.

15.3. Ўлчамлар занжирининг ҳисоблаш усуллари.

Маърузачи: катта ўқитувчи Рустамов Мухаммадазим

Аннотация

Ушбу маъруза дарсида деталлардаги ва техникада қўлланиладиган ўлчамлар занжири тўғрисидаги тушунчаларни ўрганадилар. Ўлчамлар занжири турлари, унинг ташкил этувчилари ва ўлчамлар занжирини ҳисоблашни ўрганадилар.

15.1. Ўлчамлар занжирлари ва уларнинг аҳамияти. Ўлчамлар занжири турлари.

Машиналарнинг меъёрий ишлаши учун, унинг ташкил этувчилари, деталлари, уларнинг иш юзалари бир-бирига нисбатан аниқ жойлашган бўлиши керак. Бу ҳолатлар детал юзалари, ўлчамлари ва бошқа параметрларининг айнан қийматларига ва ўзаро жойлашиш аниқлигига кўп жиҳатдан боғлиқ бўлади. Тутаשמаларда ҳосил бўладиган ораликлар, деталларга ишлов берилганида ўлчамларнинг аниқлиги, деталларга ишлов бериш учун белгиланган ўлчам жоизлигига боғлиқ ҳолда шаклланади. Бу шаклланиш жараёни ўлчамлар занжирини ҳисоблаш ва таҳлил қилиш асосида ўрганилади.

Ўлчамлар занжирини ўрганишда қўлланиладиган барча таянч сўзлар ва иборалар стандартлаштирилгандир. Ўлчамлар занжири деб, ёпиқ контур ҳосил қилувчи ва қўйилган масалани ечишда иштирок этувчи ўлчамлар мажмуасига айтилади. Ўлчамлар занжирининг ҳар бири лотин алифбосининг бирорта бош ҳарифи билан ифодаланади. Масалан, “А” - ўлчамлар занжири, “В” - ўлчамлар занжири ва ҳоказо. Ўлчамлар занжири қўлланилиш объектига қараб детал ўлчамлари занжири ёки йиғма birlikлар ўлчамлари занжири бўлиши мумкин. Умуман олганда, ўлчамлар занжири ундаги ўлчамларнинг характериға қараб чизиқли ўлчамлар, бурчакли, электрик ва бошқа турларға бўлиниши мумкин. Шунингдек қайси босқичда қўлланилишиға қараб конструкторлик, технологик, ўлчаш ўлчамлар занжири бўлиши мумкин. Ўлчамлар контурининг ёпиқ бўлиши - ўлчамлар занжирини тузиш ва ўрганишнинг асосий шартларидан биридир.

Бўғинларнинг ўзаро жойлашишиға қараб ўлчамлар занжири чизиқли, текислик ва фазовий бўлиши мумкин. Чизиқли ўлчамлар занжири деб, барча ташкил этувчи бўғинлари ўзаро параллел жойлашган ва ёпиқ контур ҳосил қилувчи ўлчамлар мажмуасига айтилади. Текислик ўлчамлар занжири деб, бўғинлари бир ёки бир нечта ўзаро параллел текисликларда ихтиёрий жойлашган ўлчамлар занжирига айтилади. Фазовий деб, бўғинлари уч ўлчамли фазода бир-бириға нисбатан ихтиёрий ҳолатда жойлашган ўлчамлар занжирига айтилади. Барча турдаги ўлчамлар занжирларини лотин алифбосининг бош ҳарифлари билан ифодалаш қабул қилинган. Масалан, А - “А” ўлчамлар занжири, В - “В” ўлчамлар занжири ва ҳоказо.

15.2. Ўлчамлар занжирининг ташкил этувчи элементлари.

Ўлчамлар занжирини ҳосил қилувчи элементлар (ўлчамлар), занжир бўғинлари деб аталади.

Ўлчамлар занжири ташкил этувчи ва боғловчи бўғинлардан иборатдир. Ташкил этувчи бўғинлар ўлчамлар занжирини ифодаловчи лотин алифбосининг бош ҳарфиға бўғинлар навбат индекс сонларини қўйиб

белгиланади. Масалан, A_3 – “А” ўлчамлар занжирининг 3-ташқил этувчи бўғини, B_1 – “В” ўлчамлар занжирининг 1-ташқил этувчи бўғини ва ҳоказо. Боғловчи бўғин эса ҳар бир ўлчамлар занжири учун ягона бўлиб, ўлчамлар занжирининг лотин алифбосидаги бош ҳарфи орқали олинган ифодасига “ Δ ” индексини қўйиб белгиланади. Масалан, A_Δ – “А” ўлчамлар занжирининг боғловчи бўғини, B_Δ – “В” ўлчамлар занжирининг боғловчи бўғини ва ҳоказо. Юқорида таъкидланганидек, ташқил этувчи бўғинлар $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_n$ ёки B_1, B_2, B_3, \dots ва ҳоказо кўринишида ифодаланади.

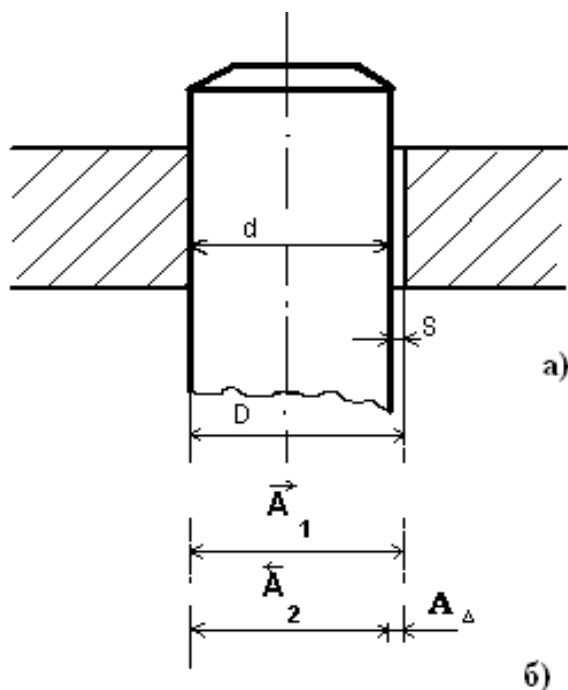
Боғловчи бўғин (A_Δ, B_Δ ва ҳоказо) деб, номинал қиймати ва чегаравий четга чиқишлари механизмнинг функционал хусусиятларидан келиб чиқиб белгиланадиган ва механизм ёки деталнинг ўлчамлар занжирини ечиш асосида таъминланадиган бўғинга айтилади. Бу бўғиннинг номинал қиймати ва четга чиқаришлари асосида ташқил этувчи бўғинлар ўлчамлари ва уларнинг четга чиқишлари ҳисоблаб топилади.

Ташқил этувчи A_i бўғинларнинг ўзгариши боғловчи бўғиннинг миқдор ўзгаришига олиб келиши мумкин. Боғловчи бўғиннинг номинал қиймати мусбат, манфий ва нолга тенг бўлиши мумкин.

Ташқил этувчи бўғинлар боғловчи бўғинга бўлган муносабати асосида ошувчи ва камаювчиларга бўлинади. Ошувчи бўғин деб, боғловчи бўғин миқдори ошганида миқдори ошувчи ташқил этувчи бўғинга айтилади. Ошувчи ташқил этувчи бўғин юқори қисмида ўнг томонга йўналтирилган вектор чизигининг мавжудлиги билан аниқланади (\vec{A}_j). Камаювчи ташқил этувчи бўғин деб, боғловчи бўғин миқдори ошганида миқдори камаювчи бўғинга айтилади. Камаювчи ташқил этувчи бўғин юқори қисмида чап томонга йўналтирилган вектор чизигининг мавжудлиги билан аниқланади (\overleftarrow{A}_j).

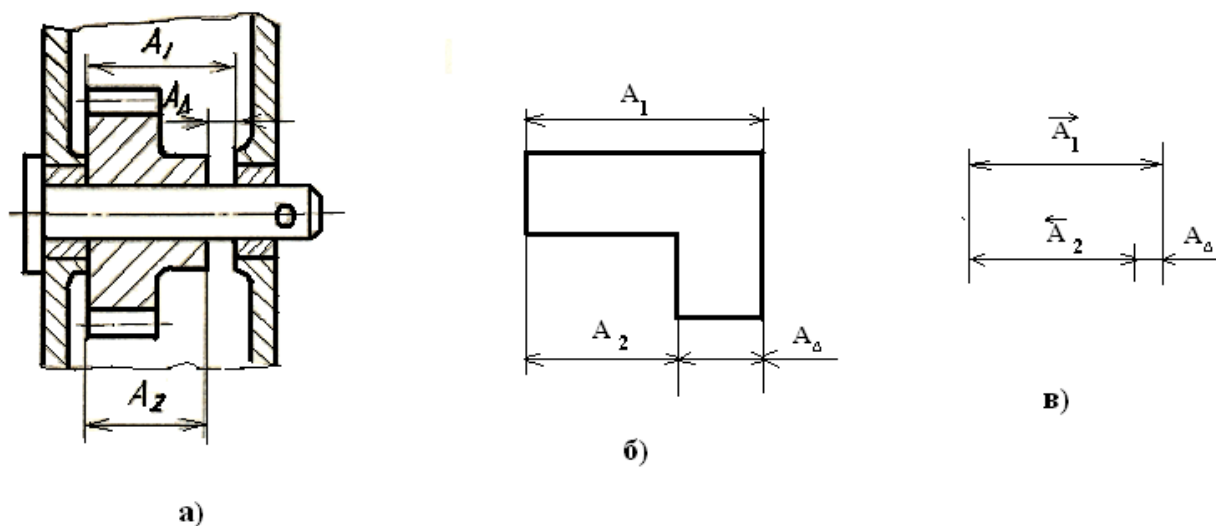
Энг содда ўлчамлар занжири сифатида тешик (D), вал (d) ва улар ўртасидаги оралиқни (S) кўрсатиш мумкин. Бу ерда тешикнинг ўлчами \vec{A}_1 , валнинг ўлчами \overleftarrow{A}_2 ва улар ўртасидаги оралиқ A_Δ билан белгиланиши

мумкин. Ўлчамлар занжирининг схемаси ва бўғинларнинг ифодаланишидан кўришиб турибдики кўрилатган мисолда тешикнинг диаметри ошувчи ташкил этувчи \vec{A}_1 , валнинг диаметри камаювчи ташкил этувчи \overleftarrow{A}_2 , улар ўртасида ҳосил бўладиган оралиқ миқдори эса боғловчи бўғин A_Δ васифасини бажаради (15.1-расм).



15.1-расм Оралиқли цилиндрик туташманинг(а) ўлчамлар занжири (б).

Ўлчамлар занжирини ҳисоблашни ўрганиш машина, деталлардан фойдаланиш ва иқтисодий талаблардан келиб чиқиб, уларнинг ўлчамлари ва жоизликлари ўртасидаги ўзаро боғланиш, уларнинг номинал қиймати ва четга чиқишлари ўртасидаги боғланишларни миқдорли баҳолаш имкониятини беради (15.2-расм). Уларни яратишда мақсадга мувофиқ ўзароалмашувчанлик турини қўллаш, иш чизмаларида ўлчамларни тўғри кўйиш, операцион кўйимларни ҳисоблаш, конструктив ўлчамларни технологик ўлчамларга узатиш имкониятларини яратади.



15.2-расм. Ўлчамлар занжирини ҳосил қилиш босқичлари:

- а) механизм қисмлари тузилиши; б) ўлчамлар занжирининг схемаси;
в) ўлчамлар занжири.

15.3. Ўлчамлар занжирининг ҳисоблаш усуллари.

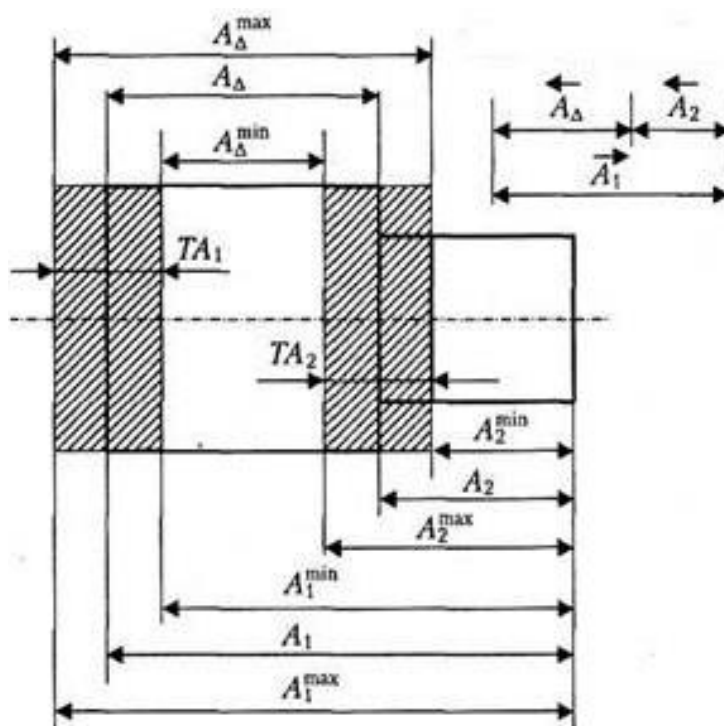
Ўлчамлар занжирини ҳисоблаш – қурилма конструкциясининг ўзига хослиги ва тайёрланиш технологиядан келиб чиқиб барча бўғинлар номинал, чегаравий ўлчамлари, четга чиқишларини аниқлашдир. Ўлчамлар занжирини ҳисоблашда икки турдаги вазифалар фарқланади: 1) ташкил этувчи бўғинларнинг номинал қиймати ва чегаравий ўлчамлари асосида боғловчи бўғин номинал ва чегаравий ўлчамларни ҳисоблаш (текшириш ҳисоби); 2) ташкил этувчи бўғинларининг номинал ва чегаравий ўлчамларининг қийматларини берилган боғловчи бўғин қийматлари асосида аниқлаш (лойиҳавий ҳисоб).

Шунингдек, ўлчамлар занжирини ҳисоблашда тўлиқ, қисман ва эҳтимолий ўзаро алмашувчанликни таъминловчи усуллар ҳам мавжуддир.

Бу усулларнинг қўлланилиши объектга қўйиладиган функционал вазифалар ва ҳисоблаш маҳсулот фаолиятининг қайси бир босқичига тегишли бўлишига боғлиқдир.

Тўлиқ ўзаро алмашувчанликни таъминловчи ўлчамлар занжирини ҳисоблаш муҳим аҳамиятга эга бўлиб, бу усулдан фойдаланилганда маҳсулот

Йиғилишида талаб қилинган аниқликни олиш учун қўшимча меҳнат сарфланиши талаб қилинмайди. Талаб қилинган аниқлик тўғридан-тўғри йиғиш жараёнида шаклланади.



15.3-расм. Уч бўғинли ўлчамлар занжири.

Ўлчамлар занжирида тўлиқ ўзаро алмашувчанликни таъминлаш учун максимум-минимум усулидан фойдаланилади (15.3-расм). Бу усулдан фойдаланилганда боғловчи бўғин жоизлиги ташкил этувчи бўғинлар жоизлигини арифметик қўшиш натижасида олинади ва ўлчамлар занжири шаклланиши жараёнида барча бўғинларнинг чегаравий ўлчамларининг бир нусха маҳсулот тайёрланишида ҳосил бўлиш эҳтимолидан келиб чиқиб ҳисобланади ва маҳсулотни тайёрлашнинг охириги босқичида, йиғишда қўшимча меҳнат сарфламасдан тўлиқ ўзароалмашувчанлик таъминланади. Боғловчи бўғин номинал ўлчамини ҳисоблаш умумий ҳолда ошувчи “n” сонли бўғинлар номинал ўлчамлари $\overrightarrow{A_j}$ йиғиндисидан “p” сонли камаювчи бўғинлар ўлчамлари $\overleftarrow{A_j}$ йиғиндисининг айирмасига тенг:

$$A_{\Delta} = \sum_{j=1}^n \overrightarrow{A_j} - \sum_{j=n+1}^{n+p} \overleftarrow{A_j} \quad (1)$$

$$A_{\Delta} = 60 - 28 = 32 \text{ мм}$$

Боғловчи бўғиннинг ҳақиқий ўлчамини аниқлашда ҳам шу формуладан фойдаланиш мумкин:

$$A_{\Delta x} = \sum_{j=1}^n \overrightarrow{A_{jx}} - \sum_{j=n+1}^{n+p} \overleftarrow{A_{jx}} \quad (1.a)$$

Шуни таъкидлаш керакки, детал тайёрланишида боғловчи бўғинга ишлов берилмайди, у бошқа ташкил этувчи бўғинларга ишлов бериш йўли билан ҳосил қилинади.

Боғловчи бўғиннинг чегаравий ўлчамлари қуйидаги формулалар ёрдамида ҳисобланади:

$$A_{\Delta \max} = \sum_{j=1}^n \overrightarrow{A_{j \max}} - \sum_{j=n+1}^{n+p} \overleftarrow{A_{j \min}} \quad (2)$$

$$A_{\Delta \max} = 60,2 - 27,86 = 32,34 \text{ мм}$$

$$A_{\Delta \max} = \sum_{j=1}^n \overrightarrow{A_{j \min}} - \sum_{j=n+1}^{n+p} \overleftarrow{A_{j \max}} \quad (3)$$

$$A_{\Delta \max} = 59,8 - 28,14 = 31,66 \text{ мм},$$

бу ерда: - $\overrightarrow{A_{j \max}}$, $\overleftarrow{A_{j \max}}$, $\overrightarrow{A_{j \min}}$, $\overleftarrow{A_{j \min}}$ -тегишли равишда j-чи ошувчи ва камаювчи бўғинларнинг максимал ва минимал ўлчамлари.

Боғловчи бўғин жоизлиги қуйидаги формуладан топилади:

$$TA_{\Delta} = \sum_{j=1}^n \overrightarrow{TA_j} + \sum_{j=n+1}^{n+p} \overleftarrow{TA_j} \quad (4)$$

$$TA_{\Delta} = 0,68 \text{ мм}$$

Агар ҳамма бўғинлар сонини m деб қабул қилсак, $TA_{\Delta} = \sum_{j=1}^{m-1} TA_j$ яъни боғловчи бўғин жоизлиги, ташкил этувчи бўғинлар жоизликлари йиғиндисига тенгдир.

Юқоридаги боғланишдан фойдаланиб ўлчамлар занжирининг ҳар қандай бўғини жоизлигини аниқлаш формуласини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$TA_g = TA_{\Delta} - \sum_{j=1}^{m-2} TA_j \quad (5)$$

Боғловчи бўғин номинал қиймати ва чегаравий четга чиқишлари ташкил этувчи бўғинларининг тегишли параметрлари билан қуйидагича боғланган:

$$A_{\Delta \max} = A_{\Delta} + Es(A_{\Delta}) = \sum_{j=1}^n [\overline{A_j} + Es(\overline{A_j})] - \sum_{j=n+1}^{n+p} [\overline{A_j} + Ei(\overline{A_j})] \quad (6)$$

$$A_{\Delta \min} = A_{\Delta} + Ei(A_{\Delta}) = \sum_{j=1}^n [\overline{A_j} + Ei(\overline{A_j})] - \sum_{j=n+1}^{n+p} [\overline{A_j} + Es(\overline{A_j})] \quad (7)$$

Боғловчи бўғиннинг чегаравий рухсат қилинган четга чиқишларини қуйидаги формулалар ёрдамида аниқлаймиз:

$$Es(A_{\Delta}) = \sum_{j=1}^n Es(\overline{A_j}) - \sum_{j=n+1}^{n+p} Ei(\overline{A_j}) \quad (8)$$

$$Ei(A_{\Delta}) = \sum_{j=1}^n Ei(\overline{A_j}) - \sum_{j=n+1}^{n+p} Es(\overline{A_j}) \quad (9)$$

$$Ei(A_{\Delta}) = -0,34 \text{ мм}$$

$$Es(A_{\Delta}) = 0,34 \text{ мм}$$

2-вазифа (лойиҳавий ҳисоб): бу турдаги вазифаларда боғловчи бўғиннинг номинал ўлчами, чегаравий қийматлари берилган бўлади. Боғловчи бўғин тўғрисидаги маълумотларга таянган ҳолда ташкил этувчи

бўғинлар параметрлари ҳисобланади. Бу ҳисобни бажаришнинг икки усули мавжуд:

- тенг жоизликлар усули;
- бир хил квалитетлар усули.

Тенг жоизликлар усули ташкил этувчи бўғинлар ўлчами қиймат жиҳатидан яқин (бир интервалда) бўлганида қўлланилгани, у ўлчамларни тахминан бир хил иқтисодий аниқлик билан олиш имкониятини беради.

Бунда қуйидаги шарт қабул қилинади:

$$TA_1 = TA_2 = \dots = TA_{m-1} = T_{\dot{y}p} A_j \quad (10)$$

Бу тенгликдан фойдаланиб қуйидагини аниқлаймиз:

$$T_{\dot{y}p} A_j = TA_{\Delta} / m - 1 \quad (11)$$

Олинган натижа ҳар бир ташкил этувчининг аниқ қиймати ва конструктив ўзига хослигини ҳисобга олиб тўғрилаб чиқилади ва натижа қуйидаги шартга жавоб бериши керак:

$$TA_{\Delta} \geq \sum_{j=1}^{m-1} TA_j \quad (12)$$

TA_j -лар ҳисоблап топилган қийматлари яхлитланишида, улар стандартда кўрсатилган қийматларга мос қилиниб, имкон бўлганда афзал жоизликлар қаторидан бўлиши таъминланиши керак.

Тенг жоизликлар усули содда лекин аниқлик талабларига тўлиқ жавоб бермайди. Шунинг учун бу усулдан одатда дастлабки ҳисобларда фойдаланилади.

Бир хил квалитет усули барча ташкил этувчи бўғинларнинг нисбатан бир хил аниқлик даражасида бўлишини таъминлайди. Ташкил этувчи бўғин жоизлигини

$$TA_j = a_j \cdot i \quad (13)$$

формулага мувофиқ қуйидагича ёзиш мумкин:

$$TA_{\Delta} = a_1 i_1 + a_2 i_2 + a_{m-1} i_{m-1} \quad (14)$$

вазифа шартига кўра $a_1 = a_2 = \dots = a_{m-1} = a_{\dot{y}p}$

$$TA_{\Delta} = a_{\dot{y}p} \sum_{j=1}^{m-1} i_j \quad (15)$$

Агар 1-500 мм диапазондаги ўлчамлар учун боғланиш аниқлаштирилса, куйидагича бўлади:

$$TA_{\Delta} = a_{\dot{y}p} \sum_{j=1}^{m-1} (0,45\sqrt[3]{D_j} + 0,001D_j) \quad (16)$$

бундан:

$$a_{\dot{y}p} = \frac{TA_{\Delta}}{\sum_{j=1}^{m-1} (0,45\sqrt[3]{D_j} + 0,001D_j)} \quad (17)$$

бу ерда: - TA_{Δ} , мкм; D_j мм.

Аниқлик бирлиги сони $a_{\dot{y}p}$ (17) боғланишдан аниқланиб, унга энг мос бўлган квалитет- аниқлик даражаси белгиланади ва бу квалитет бўйича ҳисобланган жоизликлар (12) муносабат талабига жавоб бериши керак, яъни ташкил этувчи бўғинлар жоизликлари йиғиндиси боғловчи бўғин жоизлигига тенг ёки иқтисодий рухсат қилинган ораликда кам бўлиши керак.

Топилган $TA_1, TA_2, \dots, TA_{m-1}$ ларни шундай жойлаштириш керакки натижада (8), (9) боғланишлар бажарилсин.

Ўлчамлар занжирини максимум-минимум усулидан фойдаланиб ҳисоблаш тўлиқ ўзаро алмашувчанликни таъминлайди. Лекин, бу усулдан фойдаланиш фақат юқори аниқлик талаб қилинмайдиган механизмлар учун иқтисодий афзалдир. Бўғинлар аниқлиги юқори бўлиши талаб қилинганида ёки боғловчи бўғин ташқи муҳит таъсирида тез ўзгарувчан бўлганида иқтисодий аниқлигини таъминлаш учун эҳтимоллик назарияси, гуруҳлаб (селектив) йиғиш, созлаш ва мослаш (пригонка) каби усуллардан фойдаланилади.

Боғловчи бўғин жоизлиги (TA_{Δ}) эҳтимоллик назарияси усулидан фойдаланиб ҳисобланганида қуйидаги боғланишдан аниқланади:

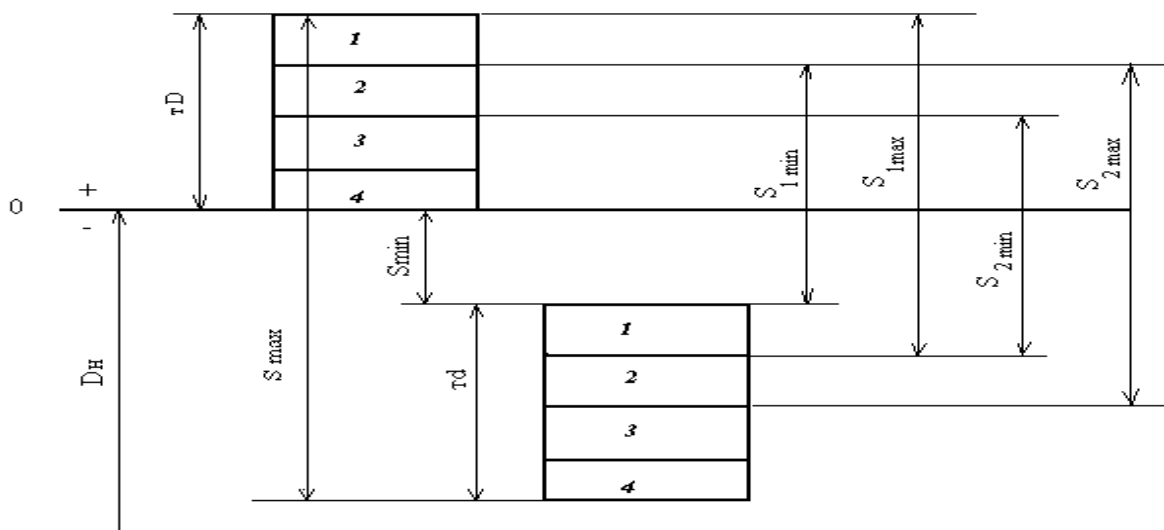
$$TA_{\Delta} = \sqrt{\sum_{j=1}^{m-1} (TA_j)^2} \quad (18)$$

TA_{Δ} ҳисобланганидан кейин $Es(A_{\Delta})$, $Ei(A_{\Delta})$ лар юқорида келтирилган (8), (9) формулалар ёрдамида аниқланади.

Гуруҳлар бўйича ўзаро алмашувчанлик усулидан фойдаланилганида деталлар нисбатан катта жоизликлар билан тайёрланиб, тайёр деталлар дастлаб ўлчам гуруҳларига бўлиниб, йиғиш ишлари бир номли ўлчам гуруҳлари бўйича амалга оширилади (15.4-расм). Туташманинг умумий жоизлиги $TS = S_{\max} - S_{\min}$, иккинчи томондан шартга кўра $TS = TS_1 + TS_2 + TS_3 + TS_4 = 4 TS_{\text{ўр}}$, яъни туташмалар ўлчам гуруҳлари бўйича ҳосил қилинганида туташманинг жоизлиги

$$TS_{\text{ўр}} = TS_1 = TS_2 = TS_3 = TS_4 \quad \text{бундан,} \quad TS_{\text{ўр}} = TS/4 = (S_{\max} - S_{\min})/4$$

Кўрсатилган мисолда гуруҳлар бўйича ўзаро алмашувчанлик усулидан фойдаланиш туташма аниқлигини 4 карра оширишга имконият яратади. Лекин, шунини таъкидлаш лозимки гуруҳлар сонини ошириш ўлчам, танлаш, йиғиш технологик жараёнларини мураккаблаштириб юборади. Шу сабабдан машинасозликда, бу усулдан фойдаланилганида ўлчам гуруҳлари сони асосан 4-5 тадан оширилмайди. Фақат подшипник ишлаб чиқариш саноатида бу кўрсаткич 10 ва ундан ортиқ бўлиши мумкин. Бу усулдан фойдаланиш шунингдек маҳсулотнинг ўзаро алмашувчанлигига ҳам салбий таъсир қилади. Машинадан фойдаланиш жараёнида ишдан чиққан деталларни янгиси билан алмаштириш мураккаблашади.



15.4- расм. Ўтказиш аниқлигини селектив(гуруҳлаш) усулида таъминлаш.

Созлаш усулида боғловчи бўғин аниқлигини талаб даражасига олиб келиш, ташкил этувчи бўғинлардан бирининг(компенсацияловчи) ўлчамини зарурий қийматга(k) ўзгартириб эришилади:

$$A_{\Delta} = \sum_{j=1}^n \vec{A}_j - \sum_{j=n+1}^{n+p} \vec{A}_j \pm k \quad (19)$$

Мослаш усулидан фойдаланилганида боғловчи бўғиннинг зарурий аниқлиги, технологик жараён тугалланиши босқичида ташкил этувчи бўғинларининг бирортасига қўшимча ишлов бериш натижасида олинади. Агар компенсацияловчи бўғин сифатида ошувчи бўғин олинса

$$A_{\Delta} = \sum_{j=1}^{n-1} \vec{A}_j - \sum_{j=n+1}^{n+p} \vec{A}_j + \vec{A}_k + k, \quad (20)$$

камаювчи бўғин олинса эса

$$A_{\Delta} = \sum_{j=1}^n \vec{A}_j - \sum_{j=n+1}^{n+p-1} \vec{A}_j - \vec{A}_k - k, \quad (21)$$

боғланишлар ёрдамида компенсацияловчи бўғин (\vec{A}_k ёки \overleftarrow{A}_k) юзасидан олиб ташланадиган материал қалинлигини аниқлашимиз мумкин бўлади. Ишлов беришда олиб ташланадиган материал қалинлиги боғловчи бўғиннинг

талаб қилинган аниқлигини олиш учун етарли ва шунинг билан бир қаторда минимал бўлиши керак. Чунки бу материални зарур миқдорда қирқиб олиш кўшимча меҳнат сарфлашни талаб қилади. Мослаш усулидан фойдаланиш боғловчи бўғиннинг бу усулни қўллашдан олдинги қиймати талаб қилинганидан k миқдорга кичик бўлганида мумкин бўлади. Боғловчи бўғиннинг қиймати тўғриланиш олдида талаб қилинганидан катта бўлганида бу усулни қўллаш кутилган натижани бермайди. У ҳолда боғловчи бўғиннинг талаб қилинган миқдори ва аниқлигини олиш созлаш усулини қўллаб амалга оширилади.

Назорат учун саволлар:

1. Ўлчамлар занжирини ҳисоблашнинг қандай усуллари мавжуд?
2. Ўлчамлар занжирини ҳисоблашнинг максимум-минимум усули?
3. Ўлчамлар занжирининг текшириш ҳисоби.
4. Ўлчамлар занжирининг лойихавий ҳисоби.
5. Тенг жоизликлар ҳисоби қандай бажарилади?
6. Бир хил квалитетлар ҳисоби қандай бажарилади?
7. Ўлчамлар занжирини ҳисоблашда эҳтимоллик назарияси қандай қўлланилади?
8. Ўлчамлар занжири аниқлигини таъминлашда селектив (гуруҳлар аро ўзароалмашувчанлик) усулидан фойдаланишнинг моҳияти нимада?
9. Созлаш усулининг моҳияти.
10. Мослаш усулининг моҳияти.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Гольгин Н.Х., Педь С.Е., Дружинин П.В. Основы взаимозаменяемости: Учебное пособие для вузов. –М.: Изд-во МИИГАиК, 2020. –316 с.: ил.
2. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: учебное пособие. Под редакцией С.М.Горбатюка. Учебник для вузов. НИТУ "МИСИС". 2019 – 328 с.

3. Файзиев Р.Р. Метрология, ўзаро алмашинувчанлик, стандартлаштириш. Тошкент. “Меҳнат”, 2004, 316-б.
4. Нуриев К.К. Ўзароалмашинувчанлик, метрология ва стандартлаштириш. Т.: Ўзбекистон Ёзувчилар уюшмаси Адабиёт жамғармаси нашриёти. 2005. 312 б.