

УДК 621.73.073.

ФАТХУЛЛА САГДУЛЛАЕВИЧ АБДУЛЛАЕВ, РАФАИЛ РАХИМУЛЛАЕВИЧ ЗАГИДУЛЛИН.
Металларни босим билан ишлаш жараенларидаги технологик вазифаларини
ечимлари. Тошкент, 1996. 93 б.

Металлнинг ёмрилиши ва эгилмас шакл узгариш андазалари куриб чиқил-
ган. Металларни босим билан ишлаш механикаси масалаларини математик
ифодаланиши берилган. Чегаравий шакл узгариши ва энергия кучли пара-
метрларни аниқлаш мақсадида айрим технологик масалаларнинг ечими кел-
тирилган. Куп тугинли (куп катламли) матрица учун тарангликларни хи-
соблашга штампли ускунани лойхалашда ечимлар натижаларидан фойдаланиш
имконияти мисол тарикасида кўрсатилган.

"Металларни босим билан ишлаш жараенларидаги технологик вазифаларини
ечимлари." Китоби "Металларни босим билан ишлаш" мутахассислиги учун
муаллафланган.

Абу Райхон Беруний номидаги Тошкент давлат техника университе-
тининг илмий кенгаши қарорига мувофиқ нашрга тайёрланди.

Такризчилар: П. С. Бадалов., Ш. А. Каримов

Абу Райхон Беруний номи
Тошкент давлат техника
университети, 1996.

КИРИШ.

Болғалаш ва штамплаш жараёнлари механикасини ўрганишга феноменологик ёндошиш қўлланилади. Ушбу ҳолда заготовкани эчкилик, узлуксизлик, ички энергия, ҳарорат, энтропия, ис-
сиқликнинг нисбий аралашуви ва оқибат имконияти билан ички
кучланишлар ва шакл ўзгариш /шакл ўзгариш тезлиги/ орасида-
ги боғлиқлик постулотлари учун молик бўлувчи яхлит муҳит
сифатида қўриб чиқилади.

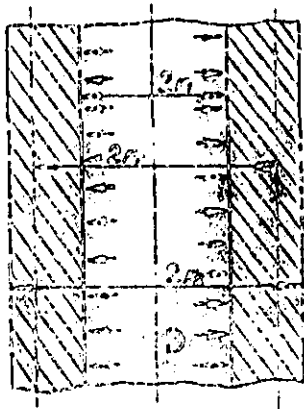
Болғалаш ва штамплаш жараёнларини таҳлили учун, шунинг-
дек, қўрилатган технологик жараёндаги чегаравий шакл ўзга-
риш учун мақдорлар ва ечимларни таҳлилий усули қўлланилади.
Ушбу ўқув қўлланмада металнинг эгилмас шакл ўзгариши ва ем-
рилиш масалаларини ечишнинг математик усуллари ҳамда бол-
ғалаш ва штамплаш жараёнлари механикаси масалаларини матема-
тик формулалашлари баён қилинган. Бунинг асосига таҳлилий
усуллар: соддалашган мувозанат тенгламаси ва пластиклик ҳо-
лати /муҳандис усули/ ечимлари, шунингдек, шакл ўзгартирувчи
кучлар юқориги баҳоси ва шакл ўзгариш ишнини қўллаш билан тех-
нологик вазифалар таҳлили намуналари келтирилди. Натижада
болғалаш ёки штамплаш жараёни технологик параметрларини таҳ-
лил қилиш назарий усуллар асосида, хусусан, емилишсиз чегар-
авий шакл ўзгаришни аниқлаш имконияти кўрсатилган.

Ушбу ўқув қўлланмада совуқ лайинқайтма сиқиб чиқариш уч-
ун кўп тўғинли /кўп қатламли/ матрицани ҳисоблаш услуби берил-
ган. Маскур ўқув қўлланмаси фан дастури билан аниқландирган
барча билимларни қамрамайди, аммо мутахассисга тегишлилик -
штамплаш саноати талабларига таълуқли технологик вазифаларни
ечишга имкон беради.

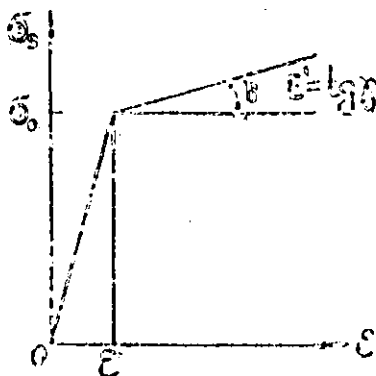
1. ТЕХНОЛОГИК ВАЗИЛАЛАР

1. Ички босим ҳаракати остидаги қалин деворли қувур /эгилювчан пластик ҳолат/ (15)

Ички босим P билан юкланган қалин деворли қувурнинг ҳисобий тасвири /схемаси/ ва текис шакл ўзгариш /деформация/ $\epsilon_r = 0$ шароитидаги ихтиёрий нукта $A(r, \varphi)$ нинг кучланган ҳолати 1 - расмда, ҳақиқий кучланишнинг тасвирлантирилган диаграммаси эса 2 - расмда келтирилган.



1 - расм



2 - расм

Қалин деворли қувурнинг кучланган ҳолатини аниқлаш, гидравлик пресслар цилиндрларини, таркибий /туғинли/ матрица 10 ва темирчилик-штамплат сарфоти штамп ускуна ва қишлоқларининг бошқа деталларини ҳисоблаш учун мустақил қийматга эга. Ушбу масалаларни ечиш натижасидан, шикл ўзгартирувчи кучлар ва текис эгиловкадан цилиндрик стаканни тортиб олиш /виляжка/ ва оқинқ ҳолда парчинг қотиқтар очки /протівка/ ва шу каби технологик вазифалар қаторида бошқа технологик параметрларни ҳисоблаш учун фойдаланилади. Қўлидаги келтирилган ечимлар Н.Н.Малинин тамонидан баҳарилган.

Кувурни Р босим билан юклатнинг бошлапгич даврида унинг шакл ўзгарган ҳолати эгилувчан бўлади. Кучланиш маълум бўлган формула бўйича аниқланади.

$$\frac{\sigma_r}{\sigma_\varphi} = \frac{\rho r_0^2 (1 \pm \frac{r_2^2}{r^2})}{r_2^2 - r_1^2},$$

/1/

$$\sigma_z = \sqrt{(\sigma_\varphi + \sigma_r)} = \frac{2\sqrt{\rho r_0^2}}{r_2^2 - r_1^2}.$$

Ички босим Р нинг ўсишида кучланиш σ_x ҳадаллиги катталашади ва кувурнинг ички ўзасида жойлашган нуқтада оқувчанлик σ_0 чегараси етишади. Текис шакл ўзгарувчан ҳолат учун пластик соҳадаги кучланиш σ_x ҳадаллиги оқувчанлик σ_0 кучланишига тенг бўлиб қолади.

$$\sigma_\varphi - \sigma_r = \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_x = \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_0. \quad /2/$$

/1.2/ ифода $\nu = 0,5$ бўлганда текис шакл ўзгарган ҳолат учун Мизесу-Генки бўйича пластиклик ҳолатини аниқлайди /ҳажмнинг доимийлик шarti/. Бу ерда $\sigma_0 = \sigma_0 + E'(\epsilon_x - \epsilon_{\sigma_0})$ ϵ_{σ_0} оқувчанлик σ_0 чегарасига биноан кучланиш ҳадаллиги.

/2/ тенгликдан /1/ ни ҳисобга олган ҳолда, ички босим

$$\rho = \rho^* = \frac{\sigma_0}{\sqrt{3}} \left(1 - \frac{r_2^2}{r^2}\right)$$

бўлганда $r = r_1$ да пластик шакл ўзгариш пайдо бўлиши амалга ошади.

Агар $\rho > \rho^*$, унда қалин деворли кувур қисмининг кесими r_1 дан ва r_0 гача пластик шакл ўзгариш, r_0 дан r_2 гача эса эгилувчан шакл ўзгариш билан қамралади. Эгилувчан ва пластик соҳалар чегараси орасида кучланишни ρ^* ифодада r_0 ўрнига r_1 ни қўйишдан фойдаланиб аниқлаш мумкин.

$$\sigma_r \Big|_{r=r_0} = -\rho_0 = -\frac{\sigma_0}{\sqrt{3}} \left(1 - \frac{r_2^2}{r_0^2}\right). \quad /3/$$

Шундай қилиб, $r_2 \geq r \geq r_0$ бўлганда-эгилувчан шакл ўзгариш соҳаси; кучланишни тақсимлаш /1/ га мувофиқ, $r_1 \leq r \leq r_0$ бўлганда пластик шакл ўзгариш соҳаси.

Кучланганлик ҳолати тасвирига мувофиқ /1.2 расм/ мувоzanат тенгламаси /2.3I/ ва пластиклик ҳолати /1.2/ қуйидаги

куринишга эга бўлади:

$$\frac{d\sigma_r}{dr} + \frac{\sigma_r - \sigma_\varphi}{r} = 0,$$

$$\sigma_\varphi - \sigma_r = \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_s = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[\sigma_0 + E'(\epsilon_x - \epsilon_{\text{хак}}) \right]. \quad /4/$$

Буларни биргаликда ечиш учун қувур девори қалинлиги бўйича шакл ўзгариш тақсимланишини ўрнатиш зарур.

Ҳажмининг доимийлик шартига /сиқилмаслик/ мувофиқ $\epsilon_r + \epsilon_\varphi = 0$ қайсики шакл ўзгариш ва кучиш орасидаги боғлиқликни; ҳисобга олган ҳолда қуйидагикуринишга эга бўлади:

$$\frac{dU_r}{dr} + \frac{U_r}{r} = 0. \quad /5/$$

/6/ интеграллаш

$$U_r = C/r \quad \text{га олиб келади} \quad /6/$$

/6/ дан топамиз:

$$\epsilon_\varphi = -\epsilon_r = C/r^2, \quad /7/$$

шакл ўзгариши жадаллиги эса

$$\epsilon_x = \frac{2}{\sqrt{3}} \epsilon_\varphi = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{C}{r^2}. \quad /8/$$

$r=r_0$ бўлганда $\epsilon_x = \epsilon_{\text{хак}}$ шартдан эркин доимий C ни топамиз. Эркин доимий C ни қуйишдан кейин / .6/ ва / .7/ ифода қуйидаги куринишга келади.

$$U_r = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \epsilon_{\text{хак}} \frac{r_0^2}{r^2}, \quad \epsilon_x = \epsilon_{\text{хак}} \frac{r_0^2}{r^2} \quad /9/$$

Ҳақиқий қучланишнинг тасвирлантирилган диаграммасига мувофиқ /1.2 расм/

$$\epsilon_{\text{хак}} = \sigma_0/E \quad /10/$$

/10/ ни ҳисобга олиб

$$\sigma_s = \sigma_0 \left[\lambda + (1-\lambda) \frac{r_0^2}{r^2} \right]$$

ёзиш мумкин, бу ерда $\lambda = 1 - E'/E$.

/1.4/ га σ_s қийматини қуйиб ва интеграллаб, қуйидагини оламиз:

Эркин доимий C_1 ни қуйидаги шартдан топамиз:

$$\sigma_r = \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_0 \left[\lambda \ln r - \frac{1}{2} (1-\lambda) \frac{r_0^2}{r^2} \right] + C_1.$$

Эрнига қуйиш ва ўзгартиришдан сунг

C_1 ни ҳисобга олиб

$$\sigma_r = -\frac{\sigma_0}{\sqrt{3}} \left[2\lambda \ln \frac{r_0}{r} + (1-\lambda) \frac{r_0^2}{r^2} - \frac{r_0^2}{r^2} + \lambda \right] \quad r_1 \leq r \leq r_0 \quad /11/$$

II/ ифодада пластик ва эгилувчан соҳалар орасидаги чегарани аниқловчи r_0 радиус ҳозирга номалъл.

Уни $r=r_1$ бўлганда $\sigma_r = -p$ шартдан топиш мумкин. Эрнига қуйиш ва ўзгартиришдан сунг

$$\frac{\sqrt{3} p}{\sigma_0} = 2\lambda \ln \frac{r_0}{r_1} + (1-\lambda) \frac{r_0^2}{r_1^2} - \frac{r_0^2}{r_1^2} + \lambda. \quad /12/$$

/12/ тенглик график тарзда ечилиши мумкин.

Кулланиш σ_y учун ифода пластиклик ҳолати шартдан топилади. Пластик соҳа кулланиши дун януий ифода қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$\left. \begin{matrix} \sigma_r \\ \sigma_y \end{matrix} \right\} = \frac{\sigma_0}{\sqrt{3}} \left[2\lambda \ln \frac{r_0}{r} + (1-\lambda) \frac{r_0^2}{r^2} + \frac{r_0^2}{r^2} + \lambda \right] \quad /13/$$

$$\sigma_z = \frac{\sigma_0}{\sqrt{3}} \left(\frac{r_0^2}{r^2} - 2\lambda \ln \frac{r_0}{r} \right) \quad r_1 \leq r \leq r_0$$

Эгилувчан соҳа учун

$$\left. \begin{matrix} \sigma_x \\ \sigma_y \end{matrix} \right\} = \frac{\sigma_0}{\sqrt{3}} \left(\frac{r_0}{r_2} \right)^2 \left[1 + \left(\frac{r_0}{r} \right)^2 \right], \quad r_0 \leq r \leq r_2. \quad /14/$$

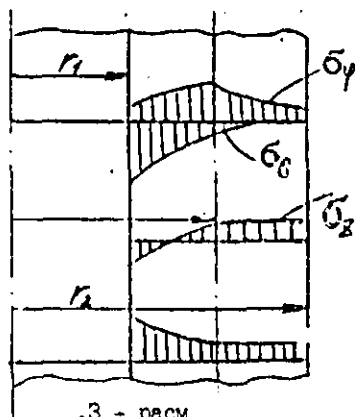
$$\sigma_z = \frac{\sigma_0}{\sqrt{3}} \left(\frac{r_0}{r_2} \right)^2$$

Эгилувчан ва пластик соҳалардаги радиал кучиш /15/ формага бўлича аниқланиши.

$$\sigma_r = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{\sigma_0}{E} \frac{r_0^2}{r}. \quad /15/$$

Кучланишни тақсимлаш эпюралари .3-расмда келтирилган. /1,12/ формулага $\sigma_0 = \frac{1}{2}$ ни қўйиб, ички босим ρ^{**} катталигини топамиз, бунда қувурнинг барча кесимлари пластик шакл ўзгариш билан қамралган:

$$\frac{\sqrt{3} \rho^{**}}{\sigma_0} = 2 \ln \frac{r_2}{r_1} \quad /16/$$



.3 - расм

2. Тунука заготовкa ва қобиқ /қувур/ маҳсулотларини штамплaш.

Тунука заготовкa ва қобиқни штамплaш /листавий штамплаш/ - машинасозликда кенг тарқалган тараққий қилган технологиядир. У турли хил маҳсулот тайёрлашга имкон беради. Тунука материални штамплaш қадр-қиммати қўидаги имкониятлар билан аниқланади:

маҳсулотни энг кичик метал сифими ва энг юқори келтирилувчи қобилият билан тайёрлаш;

Эксплуатация тавсифи ва ўзарo алмашиш талабларига биноан детал ўзаси гадир-булурлиги ва улнамлар аниқлигини берилган чизма билан тaшминлаш;

кетма-кетлик жараёнларида меҳнат йўқотишни камайиши /агар улар зарур булса/;

технологик жараёнларни божаришда чиқиндиларни камайитириш натижасида металнинг тежаилиши;

ишлаб чиқаришни юқори унумдорлигини тaшминлаш ва автоматлаштириш.

Технологик жараёнларни штамплaшни ишлаб чиқишда; заготовкани /1,12/ бузмадан битта эришда шaғл бeғартириш имконияти /формаизмененич/, штемпл ускунани мустахкамликка ҳисоблаш ва технологик хижоз /6,7,23,29/ тaшмин учун зарурий энергетик ва куч параметрларини аниқлаш зарурдир. Ушбу вазифалар экспериментал тадқиқот, ишлаб чиқариш тажрибаси негизида за

пластик назариясига мувофиқ заготовканинг кучланган-шакл ўзгариш ҳолати таҳлил у ёки бу қараёни бажариш қараёнида мувафоқиятли ечилади.

Ҳисобий йул билан аниқлаш имконияти штампланинг зарурий технологик параметрлари пластик шакл ўзгаришнинг утиш қараёнларини чуқур тушуниш, ишлаб чиқаришга тайёрлаш қараёнларини тезлатиш ва турли хил тартибга солиш ишларини минимумга олиб боришга имкон беради. Ушбу параграфда худди шундай технологик вазифалар қуриб чиқилади.

ТУНУКА ЗАГОТОВКАДАН ЦИЛИНДРИК СТАКАН ТОРТИБ ОЛИШ.

Деворини юқалантирмай тортиб олиш деб, заготовкани бемажбурий юқалантирмай матрица орқали пуансон билан чузиш қараёнида қобикли ёки тунука заготовкани штамплани технологик қараёнига айтилади /пуансон ва матрица про тирқиш заготовка қалинлигига тенг ёки каттароқ /23//.

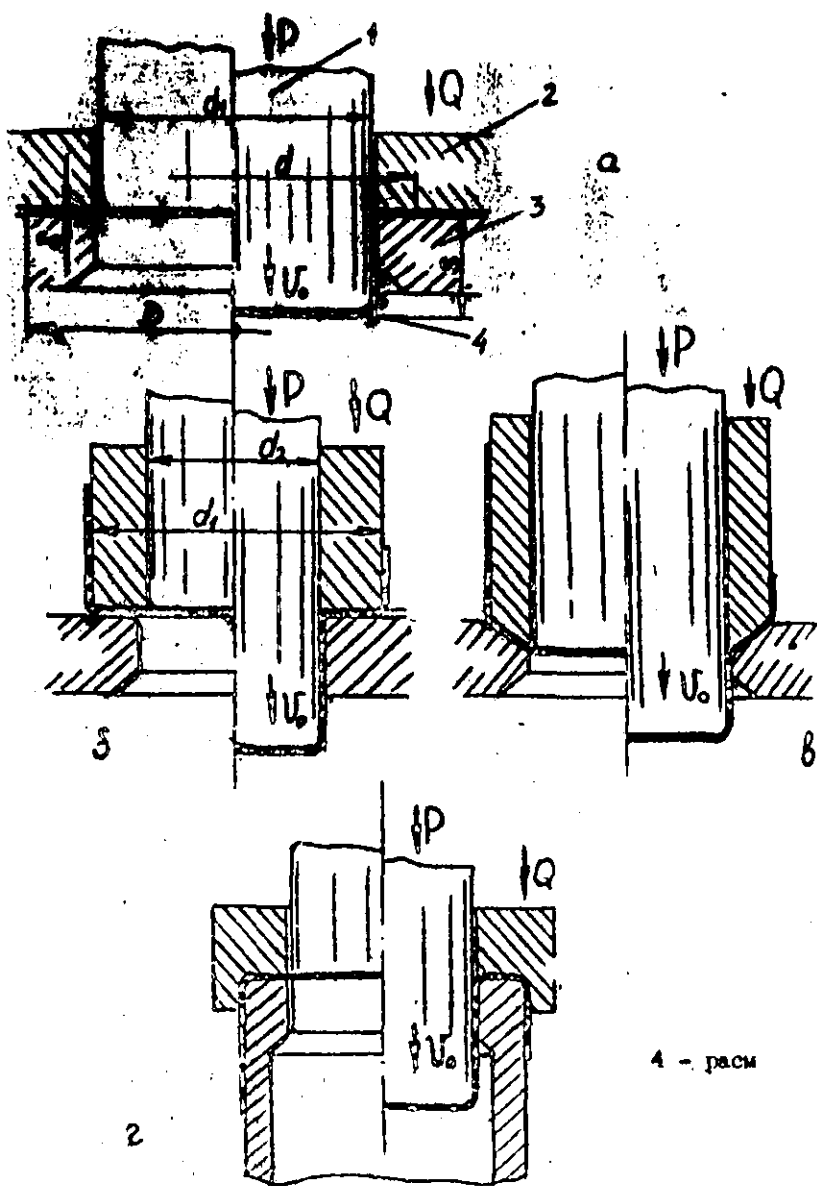
Тортиб олишнинг турли хил тасвирлари .4 - расмда келтирилган. .4 - расмдан қурииб турибдики, заготовка тунука ёки қобик қурилишида /стакан, қутича/ бўлиши мумкин.

Заготовкани матрица орқали чузиш учун, пуансоннинг эквидистант талқи нзаси, деворлари ва кесими гардишларида чузувчи кучланишни яратиш зарурдир. Тунука заготовкадан стакан тортиб олишнинг муҳим технологик параметри бўлиб, тортиб олиш коэффициенти ҳисобланади. $K = D/d_1$ бу ерда D - тунука заготовканинг бошланғич диаметри; d_1 - тортиб олинаётган стакан диаметри.

Ўз-ўзидан қурииб турибдики, тортиб олиш коэффициенти K қанча кўп бўлса, чузувчи кучланиш шунча кўп бўлади. Тортиб олиш коэффициенти K чегаравий қиймати чузувчи кучланиши

$\sigma_r |_{max}$ билан аниқланади. Агар $\sigma_r |_{max}$

етишса, унда тортиб олинаётган стакан тубининг ўзилиши содир бўлади. Агар тортиб олиш коэффициенти K стакани тайёрлаш учун $K_{сер}$ дан кўп бўлса, битта юрилишда тортиб олиш мумкин бўлмайди. Бир қанча юрилишларни қўллаш зарурдир. .4а-расмда тортиб олишнинг биринчи юрилиши, .4 б - расмда текис матрицадаги иккинчи, .4 в - расмда конуссимон матрицада ва .4 г - реверсчи тортиб олиш юрилиши тасвири кўрсатилган.



Тортиб олиш коэффициенти иккинчи бриллида $K_2 = d_1/d_2$ бу ерда d_1 ва d_2 - биринчи ва иккинчи бриллишлардан кейинги стакан диаметлари. Тортиб олиш умумий коэффициенти куп брилли штампланиш учун

$$K = \frac{D}{d_n} = \frac{D}{d_1} \frac{d_1}{d_2} \frac{d_2}{d_3} \dots \frac{d_{n-1}}{d_n} = K_1, K_2 \dots K_n$$

Технология жикоз электрритмаси қувватини танлаш учун ҳар бир бриллида сарфланувчи шакл ўзгариш ишини топиш, шунга биноан пуансон брилли бўйича шакл ўзгартирувчи қучларни ўзгариши ва қучланиши тақсимилаиши /биринчи навбатда бр/ зарурдир. Куп брилли тортиб олиш широнтида шикастланиш тупланишани аниқлаш лозим /пластиклик ресурсининг сарфланиши/. Бу жараёнлараро термик ишлаш тартибини ўз вақтида қўллашга имкон беради.

Тортиб олишнинг биринчи бриллиш.

Тунука заготовкadan цилиндрик стаканин тортиб олиш-энг оддий жараёндир. Штампнинг асосий қисмлари 4а-расмда тасвирланган. Заготовка уч минтақага бўлинган. Ташқи доиравий минтақа бошланғич лаҳзада қисқич ва матрицага тегиб туради, ички доиравий пуансонга ҳам, матрицага ҳам тегиб турмайди, шалок /марказий/ эса пуансон четига тегиб туради. Ушбу расмда, шунингдек, тортиб олиш жараёнини оқсаттириш-заготовкани қисқич остидан тиртиш курсатилган. Заготовканинг ички доиравий минтақа қисми эгилишга синайди ва матрицанинг шалоқланган қирраси бўйича сирпанади, қисм-пуансон ва матрица орасидаги тирқишда чўзилади, қисм-пуансоннинг шалоқланган қирраси бўйича эгилади ва сирпанади. Марказий қисм чўзилишга синайди ва пуансон чети бўйича сирпанади.

Шундай қилиб, тортиб олишда шакл ўзгаришнинг беш тасвирини белгилаш мумкин: 1/ пуансон ва матрица орасидаги заготовкани соф радиал тортиб олиш; 2/ матрица қирраси бўйича заготовкани эгилиши ва сирпаниши; 3/ пуансон ва матрица орасидаги тирқишда заготовкани чўзилиши; 4/ пуансон қирраси бўйича заготовкани эгилиши ва сирпаниши; 5/ пуансон чети бўйича заготовкани чўзилиши ва сирпаниши.

Заготовканинг ташқи доиравий қисмини тортиб олиш жараёнида барча тасвирлар бўйича шакл ўзгариш сиклийди. Ташқи доиравий минтақа заготовка қатинлашиши мумкин, босқа иккитасида

ҳаёт рўқалашади.

Заготовкани емирилиши қоидага кура, стакан туби яқинида содир бўлади. Бу, шу қисмда энг кичик мустаҳкамлик содир бўлиши, бунинча пайдо бўлишининг энг катта эҳтимоллиги билан тушунилади.

Гардишда складка пайдо бўлиши уғирилиши учун бикир қисқич /тирқиш билан/ ва босим қисқич қўлланилади. Бикир қисқич учун бошланғич тирқиш заготовка қалинлигидан (δ) 5% ташкил этиши лозим. Босимни қисмиш учун бошланғич босим кимпоқ пулат учун 3 МПа ташкил этади. Бундай босим кучроқ кескин /критик/ лекин ишлаб чиқариш шароитида умумий қабул қилинган.

Пуансон ва мартица қирраларида айланиш радиуси заготовка қалинлигидан ўн марта кам бўлиши керак. Бу ҳақда экспериментал тадқиқот натижалари гувоҳлик беради.

Мойлаш материали матрицага тегиб турувчи заготовка өзасига суртади. Ишқаланиш коэффициентини μ айрим материаллар учун I /26/ ҳадвалда келтирилган.

Ишқаланиш коэффициентлари

I - ҳадвал

Туртиб олиш шароити /мойлаш материали/	I Пулат I 03 ВГ	I Аллюминий I	I Д I6 М I /дуралюмин/	I I2xI3 Н 9 Т I
1	2	3	4	5
Мойлашсиз	10,20-0,25	0,25	0,22	0,30-0,35
Минерал мой	0,15	0,15	0,16	0,25
Консистент/етар- лича/материал тулдирувчилар би- дан /бур,графит/	0,08-0,1	0,10	0,08-0,10	0,15
Оксидланган пет- ролатум	—	—	—	0,10

Мойлаш материали қўидаги хоссаларга эга бўлмоғи лозим: пухта қуриб қолмайдиган, аллақанча босимга бардош берувчи парда /пленка/ни яратиш /емирилишга чидамли пулатлар ва титанли қотишмалардан ташқари/;

Мойланувчи қазилардан ҳам ўзининг шаклини сақлаб қолдиришига эришилган; детал қазилардан осон чиқарилиши; шунинг ичи деталлари ва таъйирланаётган маҳбурот қазиларини механик ва қисбий шикастланиш тирмаолик;

Қимёвий чидамли ва безарар бўлиш. Ўшқ тунука материал ($\delta/\rho < 0,002$) дан цилиндрик детал тўртиб олишнинг биринчи прилишини заготовкани мойламадан амалга ошириш тавсия этилади. Мойлаш материали ишқаланиш коэффициентини камайтиради. Матрицанинг эмалоқланган қирраларини мойлаш тавсия қилинади. Кейинги прилишларда тўғридан-тўғри тўртиб олишда фақат заготовка ташқи қазсини ёки матрицанинг ичи қазсини мойлаш лозим.

Қуйида /26/ термик ишловсиз амалга оширилувчи тўртиб олиш прилишлар сони курсатилаган:

Пулат: 08, 10, 15 ...

Алюминий

Латун Л 68

Мис

Емрилизга чидамли пулат 12х18Н 9Т

Магнийли қотишмалар

Титанли қотишмалар

Заготовка гардиши /ташқи доиравий минтақа/ кучланган-шакл ўзгарishi ҳолатини таҳлили учун таҳлилий /аналитик/ ечимни купюжна тадқиқотчилар билан бажарилган ва адабиётга киритилган /3,4,5,7, 14,15,18,23,29/.

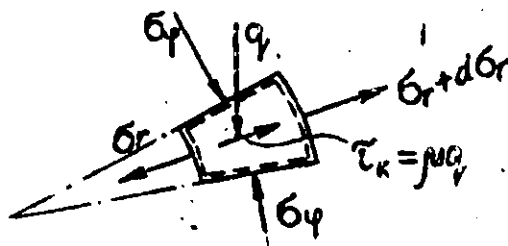
Биз эса /18/ ишда берилган ечимларга қоламиз.

.5а-расмда гардишнинг ихтиёрий нуқтаси кучланганлик ҳолати тасвири келтирилган, бунда мувозанат тенгламаси қуйидаги кури-нишга эга:

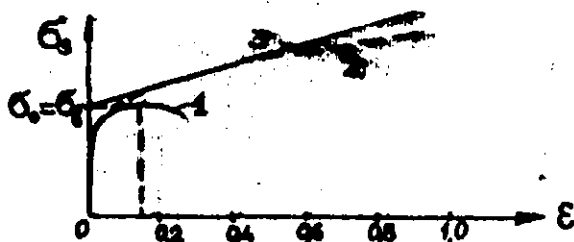
$$\frac{d\sigma_r}{dr} + \frac{d\sigma_z}{dz} + \frac{(\sigma_r - \sigma_z)}{r} = 0$$

/17/

а



5 - расм



б

б - расм

Пластиклик ҳолати Треск ва Мизес шартини яхши қониқтириш учун қуйидаги шаклни келтираемиз:

$$\sigma_r - \sigma_y = 1,16 \sigma_s \quad /18/$$

Пластиклик ҳолати тенгламаси /18/ пластиклик ҳолатида уринма қучланиш таъсирини ҳисоб олмай ёзилган / $\tau_{rz} \ll \sigma_s$ камлик кўринишида/.

Координата z боғлиқлигини τ_{rz} кейинги ҳал қилишларни ҳисобга олиб урнатамиз. Матрица ва қисқичли заготовкка гардиши контакт пазасида $\tau_{rz} = \tau_y = \mu q$, бу ерда q - қисқичнинг солиштирма қучи. Гардишнинг муҳитли пазасида $\tau_{rz} = 0$ бунда уринма қучланиш эгриси симметрик бўлади. τ_{rz} тақсимланишини қизиқли деб қабул қилиш мумкин. Унда

$$\tau_{rz} = 2\tau_y \frac{z}{\delta} \quad /19/$$

Уринма қучланишлар τ_{rz} айни пайтда уларни озлигини эътиборга олиб пластиклик ҳолатини баҳолашда унга аҳамияти йўқ, лекин мувозанат тенгламасида бу қучланишлар солиштирма катта пазаларда қанчалик ҳаракат қилса, уларни ҳисоблаш ечимини аҳамиятли аниқлаб беради.

Уринма қучланишлар τ_y катталиги заготовкка гардишини матрицага тортиб киритиш меъёри бўйича катталашади, тортиб олиш қараёнида қисм қучи Q қанчалик доимий бўлиб қолади ёки баъзи ҳолларда катталашади:

$$\tau_y = \frac{4\mu Q}{\pi(d^2 - d_1^2)\delta} \quad /20/$$

бу ерда d - гардининг оқим диаметри:

$$Q = q \frac{\pi(d^2 - d_1^2)}{4} \quad - \text{ қисми кучи}$$

Муштаҳкамликни ҳисоблаш I-даражали тасвирлантирилган диаграммага мувофиқ /56-расм/ куйидаги боғлиқлик билан аниқланади:

$$b_s = b_g (1 + \epsilon) \quad /21/$$

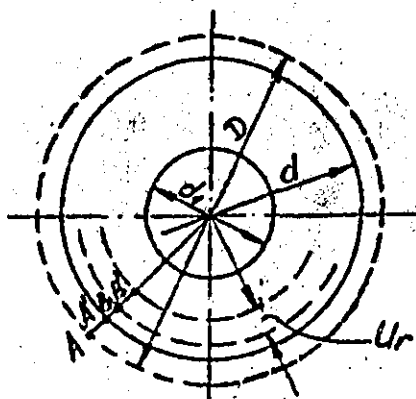
бу ерда ϵ - 0 дан ∞ гача ўзгаришчи нисбий шакл ўзгариши шarti; сиклидда эса-кундалинг кесимнинг ψ нисбий ўзгариши /ушбу ҳолда гардининг тангенсли йўналишида шакл ўзгариши сикилувчи бўлади/.

Кундаланг кесим ψ найдонинг нисбий ўзгариши билан нисбий чизикли шакл ўзгариши ϵ орасидаги боғлиқлик /22/ ифода билан аниқланади.

$$\psi = \left| \frac{\epsilon}{1 + \epsilon} \right| \quad /22/$$

бу ерда $\epsilon_\psi = -U_r / (r + U_r)$; U_r - заготовка

гардиши курилайтган булагининг кучиши /6-расм/



6-расм.

Заготовка гардиши /взаси/ ҳам доимийлиги шартдан

$$U_r = \sqrt{r^2 + \frac{D^2 - d^2}{4}} - r. \quad / .23/$$

топамиз. / .22/ ва E_y ифоданинг ҳисоби билан ψ учун

$$\psi = \frac{\sqrt{r^2 + \frac{D^2 - d^2}{4}}}{r} - 1 \quad / .24/$$

қурилишга келади.

/ .17/ ва / .18/ни / .19, / .20/ - / .24/ ҳисоби билан қайта ёзиб / .25/ни оламиз.

$$\frac{d6r}{dr} + \frac{8\mu Q}{9(d^2 - d_1^2)\delta} + \frac{6r - 6\psi}{r} = 0,$$

/ .25/

$$6r - 6\psi = \beta 68 \frac{\sqrt{r^2 + \frac{D^2 - d^2}{4}}}{r}$$

/ .25/ тенгламани биргаликда ечит / .26/ интегралга олиб келади.

$$6r = - \int \left[\frac{8\mu Q}{9(d^2 - d_1^2)\delta} + \beta 68 \frac{\sqrt{r^2 + \frac{D^2 - d^2}{4}}}{r^2} \right] dr + C. \quad / .26/$$

/ .25/ дан иккинчи тенглама бўлимларга қўйиш билан жадвалли интегралга олиб келади. Эркин доимий C $r = d/2$ бўлганда $6r = 0$ шартдан аниқланади. $6r$ учун охириги ифода қуйидаги қурилишга эга бўлади:

$$6r = \frac{4\mu Q(d - 2r)}{9(d^2 - d_1^2)\delta} + \beta 68 \left(\sqrt{1 + \frac{D^2 - d^2}{4r^2}} - \right.$$

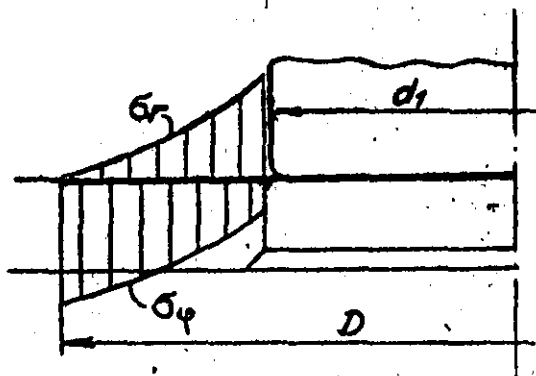
/ .27/

$$\left. - \frac{D}{d} + \ln \frac{D + d}{2r + \sqrt{4r^2 + D^2 - d^2}} \right) \frac{d_1}{2} \leq r \leq \frac{d}{2}$$

Эластик ҳолати / .26/ шартдан / .28/ ни топамиз.

$$\sigma_{\varphi} = -1,1 \sigma_s + \sigma_r \quad / .28/$$

7-расмда тортиб олишнинг бошланғич босқичида гардиш кенглиги бўйича σ_{φ} ва σ_r кучланишнинг тақсимланиши эъоралари кўрсатилган.



7-расм

Тортиб олишнинг чегаравий коэффциенти $K_{\text{чег}}$ одатда тортиб олишнинг бошланғич ($d=D$) даврида $r=D/2$ бўлганда

$\sigma_r|_{\text{max}}$ кучланиш катталиги борлиқлигидан аниқланади. Бунда чегаравий қиймат $\sigma_r|_{\text{max}}$ учун $\beta \sigma_{\delta}$ қабул қилинади. / .27/ га $d=D$ ни ўрнига қўйиш, / .29/ дан топиловчи $K_{\text{чег}}$ $r=d_1/2$ ва $\sigma_r|_{\text{max}} = \beta \sigma_{\delta}$ тенгламага олиб келади.

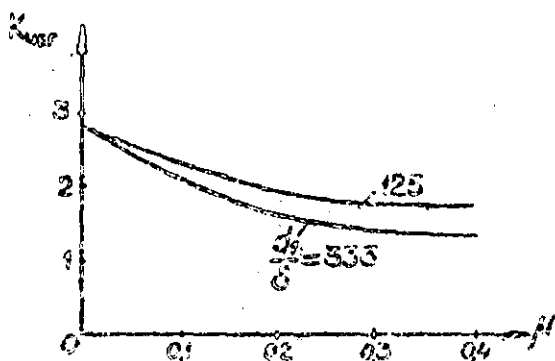
$$1 - \frac{\mu q (K_{\text{чег}} - 1) d_1}{\beta \sigma_{\delta} \delta} = \ln K_{\text{чег}} \quad / .29/$$

/ .29/ дан маълум буладики, ишқаланиш коэффциенти μ нинг ўсиши, қиситнинг солиштирма кuchi q , тортиб олинаётган стакан диаметри d_1 , шунингдек тулука заготовка қалинлиги δ ва нумуналақин чу лўга σ_{δ} силонда узунлиққа бўлган вақтинчалик қаршилиқлар қамарлиги билан тортиб олишнинг чегаравий коэф-

коэффициенты камаяди. Тортиб олин коэффициенти биринчи ярилида чегаравийдан камроқ бўлиши лозим, яъни

$$K_1 = \frac{D}{d_1} < K_{\text{Чег}}$$

8-расмда тортиб олишнинг чегаравий коэффициентининг айрим юқорида кўрсатилган омилларидан ўзгаришининг графикавий боғликлиги кўрсатилган.



8-расм

Тортиб олинда шакл ўзгариши илм / .30/ дан аниқланади:

$$A = \int_0^{\bar{S}} p d\bar{S} = \int_0^{\bar{S}} \epsilon_r \Big|_{\max} \cdot \pi d_1 d\bar{S} = \int_0^{\bar{S}} \frac{4\pi Q d_1}{(d+d_1)} d\bar{S} +$$

$$+ \pi \beta \epsilon_3 d_1 \bar{S} \int_0^{\bar{S}} \left(\ln \frac{d+D}{d_1 + \sqrt{D^2 - d^2 + d_1^2}} + \frac{\sqrt{D^2 - d^2 + d_1^2}}{d_1} - \frac{1}{d} \right) d\bar{S} \quad / .30/$$

/ .30/ ишдан

$$d = \sqrt{D^2 - 4d_1\bar{S}}, \quad k = \frac{D}{d_1}, \quad S = \frac{\bar{S}}{d_1}$$

ни ҳисобга олган ҳолда айрим айланмавларни аниқлаш оқибат зарур, шундан сўнг / қуйидаги кўринишга келарди:

$$A = \int_0^S \frac{4\pi Q d_1 d\bar{S}}{1 + \sqrt{k^2 - 4S}} + \pi d_1 \beta \epsilon_3 \int_0^S \left(\ln \frac{k + \sqrt{k^2 - 4S}}{1 + \sqrt{1 + 4S}} + \right) / .31/$$

$$\left. + \sqrt{1+4S} - \frac{k}{\sqrt{k^2-1S}} \right) dS \quad /31/.$$

Интеграллар:

$$1/. \int_0^S \frac{dS}{1+\sqrt{k^2-4S}} = -\frac{1}{2} \int \frac{x dx}{1+x} = -\frac{1}{2} \int \frac{(z-1) dz}{z} = -\frac{1}{2} (z - \ln z) = Y.$$

Биринчи уринга қўйишдан сўнг

$$k^2 - 4S = x^2; \quad dS = -\frac{1}{2} x dx$$

ва иккинчи уринга қўйишдан сўнг

$$1+x=z; \quad dx=dz.$$

$$Y = -\frac{1}{2} \left[1 + \sqrt{k^2 - 4S} - \ln(1 + \sqrt{k^2 - 4S}) \right]_0^S =$$

$$= \frac{1}{2} \left[k + \ln \frac{(1 + \sqrt{k^2 - 4S})}{1+k} - \sqrt{k^2 - 4S} \right];$$

$$2/. \int_0^S \ln(k + \sqrt{k^2 - 4S}) dS = -\frac{1}{2} \int x \ln(k+x) dx = \\ = -\frac{1}{2} \int (z-k) \ln z dz = Z.$$

Биринчи уринга қўйишдан сўнг

$$k^2 - 4S = x^2; \quad dS = -\frac{1}{2} x dx$$

ва иккинчи уринга қўйишдан сўнг

$$k+x=z; \quad dx=dz$$

$$Z = -\frac{1}{2} \left[z^2 \left(\frac{1}{2} \ln z - \frac{1}{4} \right) - kz (\ln z - 1) \right] = -\frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{2} (k + \sqrt{k^2 - 4S})^2 \left[\ln(k + \sqrt{k^2 - 4S}) - \frac{1}{2} \right] - k(k + \sqrt{k^2 - 4S}) \cdot \right. \\ \left. \cdot \left[\ln(k + \sqrt{k^2 - 4S}) - 1 \right] \right\}_0^S =$$

$$= S \ln(k + \sqrt{k^2 - 4S}) - \frac{K}{4} (k - \sqrt{k^2 - 4S}) ;$$

$$3/ \int_0^S \ln(1 + \sqrt{1 + 4S}) dS = S \ln(1 + \sqrt{1 + 4S}) - \frac{1}{4} \sqrt{1 + 4S} ;$$

$$4/ \int_0^S \sqrt{1 + 4S} dS = \frac{1}{6} [\sqrt{(1 + 4S)^3} - 1] ;$$

$$5/ \int_0^S \frac{dS}{\sqrt{k^2 - 4S}} = \frac{1}{2} (k - \sqrt{k^2 - 4S}).$$

Интеграллар /1-5/ / .32/ га урига қўйишдан сўнг цилиндрик стакан тортиб олиш учун зарурий шакл ўзгариши ишини аниқлаш учун қуйидаги ифодаларни оламиз:

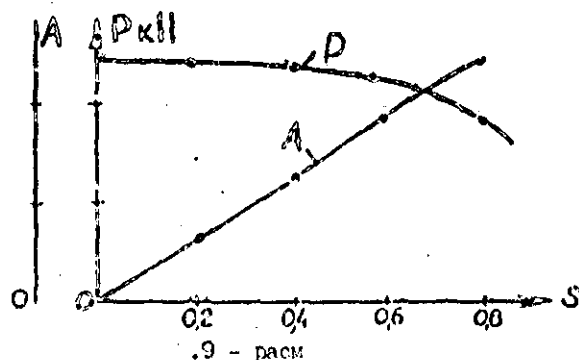
$$A = 4\mu Q d_1 (k - \sqrt{k^2 - 4S} - \ln \frac{1+K}{1+\sqrt{k^2 - 4S}} +$$

$$+ 9d_1^2 \delta \beta \phi \left[S \ln \frac{k + \sqrt{k^2 - 4S}}{1 + \sqrt{1 + 4S}} - \frac{K}{4} (k - \sqrt{k^2 - 4S} +$$

$$+ \frac{1}{4} \sqrt{1 + 4S} + \frac{1}{6} \sqrt{(1 + 4S)^3} + \frac{1}{12} \right] . \quad / .32/$$

.9-расмда пуансоннинг S прили бўйича шакл ўзгариши иши A ва шакл ўзгартирувчи кучлар P ўзгаришининг графикавий боғлиқлиги кўрсатилган.

Қуйида юқорида қўрилган боғлиқликлардан фойдаланиш намунаси келтирилган. .10-расмда диаметри 100 мм, баландлиги 48 мм, қалинлиги $\delta = 0,3$ мм ли оқ туғуқадан оддий ҳаракатли универсал кривошипни прессда консерва банка тортиб олиш учун штампининг тузилиш тасвири кўрсатилган. Штампнинг кетма-кетлиги тасмадан $D = 170$ мм ли доирани кесиб олишда, банка $d = 104$ мм ли гардишини тортиб олиш ва қирқибдан ибрат.



Тортиб олишнинг чегаравий коэффициентини $K_{чег}$ ва битта кри-
лида банкани штамплан имкониятини баҳолаш, шакл ўзгартирув-
чи кучлар ва белгиланган /номинал/ қули ва электрмеханик
критиали салмоқли гилдирак /маховик/ қуввати билан тасвирла-
нувчи пресси танлаш талаб қилинади.

Ёқорида кўрсатилган хараёнларни амалга ошириш учун штамп-
да қуйидаги деталлар қўзда тутилган: тортиб олиш пуансони 1,
тортиб олинувчи банка гардишини кесиб учун кесиб олиш пуан-
сони 2 да жойлашган қисм халқаси 3, доира 5 ни кесиб олиш
учун муҳалланган пуансон 7 да жойлашган тортиб олиш матри-
цаси 6 /заготовка банкани кетма-кет тортиб олиш учун/. Штамп-
нинг ҳаракат принципи ползун ёрили: S ни кўришдан тўҳунашли.
Ползун хараёни баҳаридида қисм кучини ва заготовкани шакл
ўзгарини учун зарурий кучни сирмоғи лозим. Яъни

$$P_{\text{полз}} = Q + P,$$

бу ерда

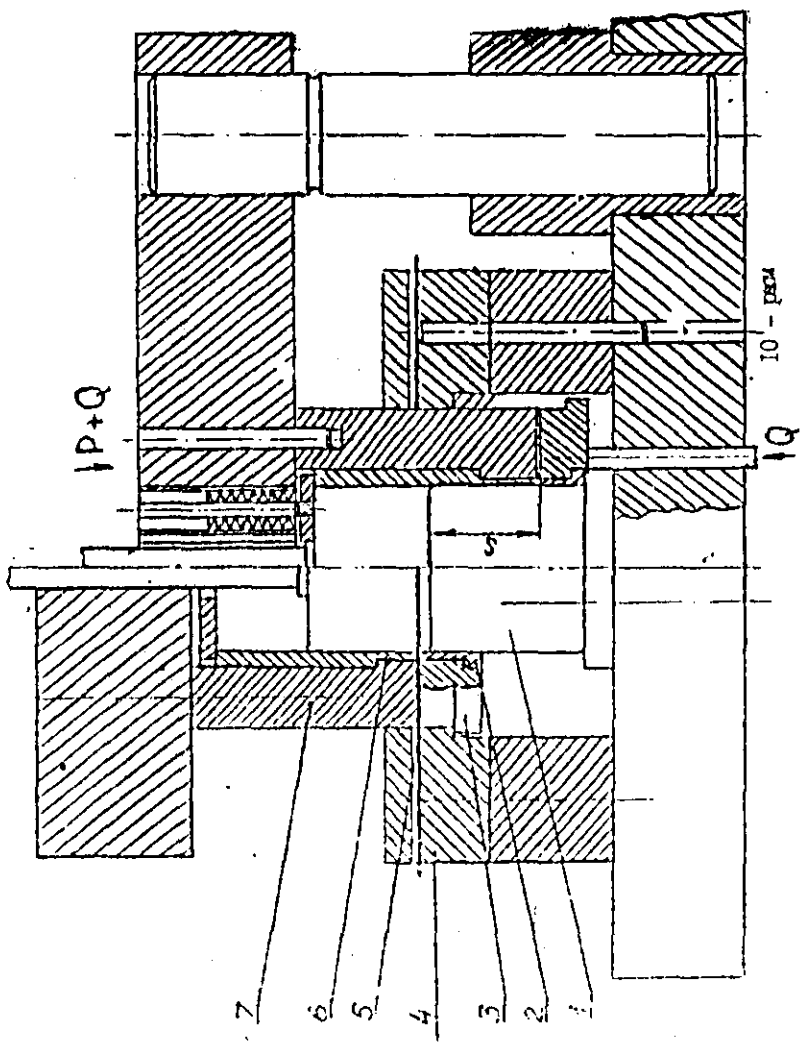
$$P = \frac{4\pi\sigma d_1}{d+d_1} + \pi d_1 \delta \beta G \left(\ln \frac{d+D}{d+\sqrt{D^2-d^2+d_1^2}} + \frac{\sqrt{D^2-d^2+d_1^2}}{d_1} \frac{D}{d} \right).$$

$$\mu = 0,1; \beta = 1,1; d_1 = 100 \text{ мм}; \delta = 0,3 \text{ мм}; D = 170 \text{ мм};$$

$$G = 320 \text{ МПа}; S = 46 \text{ мм}; Q = \frac{4\pi\sigma d_1}{d+d_1}; \sigma = 3 \text{ МПа}$$

Шакл ўзгаритишнинг / .32/ формуладан аниқлаймиз. Ҳисоблаш
учун берилган қуйида келтирилган:

$S/\text{мм}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8
$P, \text{кН}$	20,3	25,6	24,5	22,1	17,7
$A, \text{Ж}$	0	265	524	765	973



Кривошипни пресс бир минутда 60 та юриши амалга оширади, заготовкани шакл узғариши давомлилиги битта юриш учун сарфланадиган рақтнинг тахминан $1/6$ миқдорини ташкил этади. Электр двигателъ узнатма қувватини камайтириш учун юритмада орқага қайтувчи ва тўғри салт юриш пайтида кинематик энергияни тўпловчи ва итчи юриш хараёнида сарфловчи салмоқли гилдирак кузда тўтиланган. Бунда рухсат этилган чегарада уни айланиш тезлиги камаяди.

Бизда электродвигателнинг уртага қувватини ва салмоқли гилдирак инерция моментини топиш зарур /қўйида келтирилган ҳисоблаш электродвигателни қиздиришни ва қатор бошқа факторларни ҳисобга олмай ориентирловчи бўлиб ҳисобланади/.

Электродвигател қуввати қўйидагича аниқланиши мумкин:

$$N = A_{\text{тула}} / (\eta \epsilon),$$

бу ерда $A_{\text{тула}}$ - битта юриш учун тула иш;

$A_{\text{тула}} = A + A_1$; A ва A_1 - шакл узғартириш иши ва қиситиш кучишида сарфланувчи иш; $\eta = 0,95$ - юритма ЭИИ;

$\epsilon = 1$ с - иккиламчи юриш вақти.

Шакл узғариш иши қанчалик ползун юриши /итчи юриш/ қисмида амалга ошса, онда юритмада энергия тўпловчи бўлиши зарур. Бундай энергия тўпловчи бўлиб, айтиб ўтилганидек, салмоқли гилдирак ҳисобланади. Уларда сарфланувчи энергия итчи юриш вақтида айланиш частотаси /бурчак тезлик/нинг камайтири ва уни орқага қайтувчи ва тўғри салт юришлар вақтида белгиланган /номинал/ частотагача тезланиш оқиши билан аниқланади. Итчи юриш вақтида салмоқли гилдирак сарфлайдиган кинетик энергия,

$$W = \frac{J(\omega_n^2 - \omega^2)}{2},$$

бу ерда ω_n - белгиланган бурчак тезлиги;

ω - электродвигателнинг тўғрарувчи моментига таълуқли бурчак тезлик /асинхрон қиска туташувчи двигател учун $\omega \approx 0,8 \omega_n$ /.

Салмоқли гилдирак кузатилан инерция моментини ҳисобга олиб, $W = N \text{ деб}$, қўйидаги формуладан аниқлаш мумкин

Салмоқли янгирақ инерция моментини билганча, унинг улчамларини аниқлаш мумкин. [18] ҳисоблаш натижалари:

$$P_{\text{гид}} = 49,2 \text{ КН}; \quad A_{\text{сула}} = 2,4 \text{ кН}; \quad N = 4,5 \text{ кВт}; \quad J = 23,5 \text{ д/с}^2$$

Тортиб олишнинг иккинчи ва кетма-кетлик ырилишлари.

Тулука заготовкадан стакан туридаги деталларни тайёрлашда батандири диаметрига тенг булган стаканга таъдқли тортиб олишнинг чегаравий коэффициенти аста-секин 2,2 га ошади. Агар тугалловчи пропорция чегаравий қийматдан кўпроқ булса, кейинги тортиб олиш жараёни зурурдир.

Тортиб олишнинг кетма-кетли усулини курухга булинади: тўғри ва реверсели. Биринчи усулда биринчи ырилиш натижасида ва кетма-кет тортиб олишда пайдо булган стакан юзаси ташқи булиб қолади, иккинчи усулда эса-стакан тескарисига /ўнгига қилиб/ айлдирилади ва биринчи ырилишда кетма-кет тортиб олиш натижасида ички юзаси ташқи булиб қолади.

.4 б, в, г - расмда текис ва конуссимон матрица орқали тортиб олишнинг кетма-кетлигининг турли хил усуллари, шунингдек реверсели усул тасвирлари келтирилганэди. Конуссимон матрицада кетма-кет тортиб олиш пайтида, складка ҳосил булиш эҳтимоллигида, биринчи ырилишда стакан тузи кесик конус шаклига ола бўлиши керак. Шўнга қарамай кучланганлик ҳолати тортиб олиш иккинчи ырилишда кўпроқ ижобидир.

Тортиб олишнинг тўғри га реверсели усулларини куллашда кунтанчи ва шакт жараёни/деформация/нинг тақсимланили эффекивликка таъсир этмайди.

Кетма-кетлик ырилишда тортиб олиш жараёнини текшириш рўйхига қолларда эътибор берилган /3, 6, 15, 17, 20, 23, 26, 28/.

Текис матрица орқали тортиб олиш. .II-расмда текис матрица орқали тортиб олишнинг кетма-кет жараёни босмичи курастиван,

Биринчи юрилишдаги каби, пластик шакл ўзгариши қисқич ва мартица орасида қўйлашган заготовка қисмида ҳосил бўлади. Таҳлилий ечимга ўтишдан олдин, тартиб олиш қараёни босқичларини кураёиз. Заготовка изотропик, унинг механик таъсифи биринчи даражали таъсирлантирилган диаграмма билан аниқланган деб қараймиз. Биринчи юрилишда мустаҳкамликни ҳисобга олмаёмиз.

Биринчи босқич пуансоннинг S дан 0 гача юрисида таъдирли. $(d_1^2 - d_2^2) / (4 \cdot d_2)$

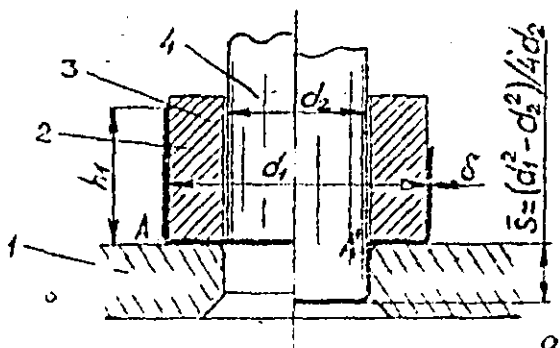
Бунда айланма кесим $A(r = d_1/2)$ $A'(r = d_2/2)$

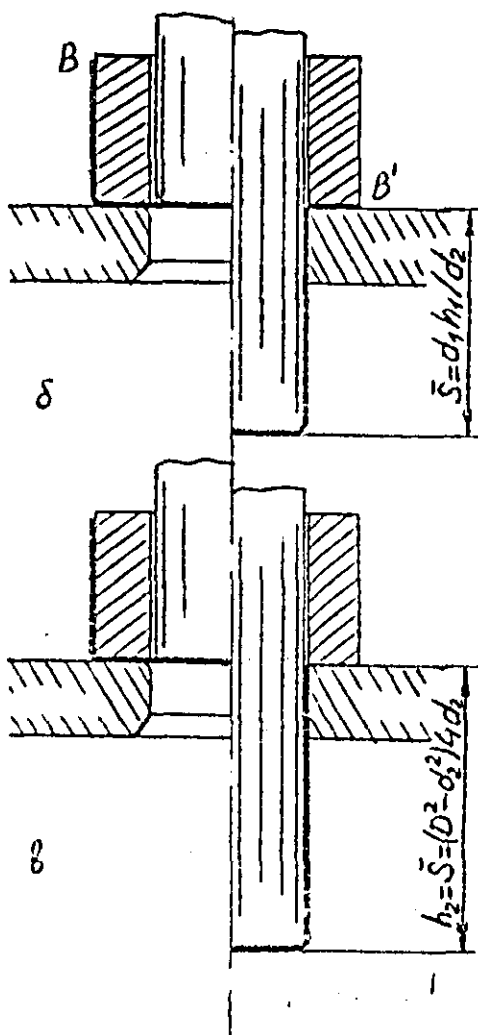
кесимга қўйлашади. Бу босқичда заготовка туби булакчалари радиал йўналишга қўлади ва айланма кесим радиуси $d_2/2$ этиб бориши бўйича турли хил шакл ўзгаришини туплайди. Айланма кесим $d_2/2$ дан ўзоқликда қўйлашувчи булакчалар, қатта шакл ўзгаришни туплайди. Шунга биноан уларни кўпроқ мустаҳкамлиги содир бўлади.

Демак, σ_r қўчилиши $r = d_2/2$ да либу босқичда ўсади /ҳамда шакл ўзгарттирувчи қўчлар/. Бу ҳолат, A айланма кесим A' ҳолатни эгалламаганича ҳосил бўлмайди. бунда пуансон юриши

$$S = (d_1^2 - d_2^2) / (4d_2)$$

Заготовка днворида қўйлашган пластлабки булакчалар A айланма кесим булакчалари каби пуансон юривининг охиригача худди шундай шакл ўзгаришини орттиради. Шунга қарамай шакл ўзгаришини орттиради. Шунга қарамай шакл ўзгарттирувчи P қўч B кесимнинг B' ҳолатига айланишигача қўчилиб бўлиб қолади. /... расмга қар./.





II -рasm

бунга бинован пуансон юриши $S = h_1 d_1 / h_2$

Учунчи босқичда заготовка гардиши ташкидиаметри ҳамда $\sigma_r|_{\max}$ ва P кичкиналади.

Бжорида қайд қилинганларни умумлаштириб, пуансон юришига бoғлиқ ҳолда кетма-кет тартиб олиш босқичларини аниқлаймиз:

I босқич $0 \leq \bar{S} \leq (d_1^2 - d_2^2) / (4d_2);$

II босқич $(d_1^2 - d_2^2) / 4d_2 < \bar{S} < h_1 d_1 / d_2;$

III босқич $h_1 d_1 / d_2 < \bar{S} < (d_1^2 - d_2^2) / (4d_2).$

Куруниб турибдики, биринчи юриши учун тузилган пластиклик ҳолати ва мувозанат тенгламаси ички тузилтиш узгармаслигига қолади. Заготовка қалинлиги $2r_z = 2r_z / \delta$ будида уринма қучланишнинг тақсимланиши ҳамда қисқич ва матрица билан заготовка контакт юзасида узгармаслигича қолади.

$$\bar{\epsilon}_y = \mu q$$

Тартиб олишнинг кетма-кетлик юрилиши

I босқичи $0 \leq S \leq \frac{d_1^2 - d_2^2}{4d_2}$

Заготовканинг d_1 ва d_2 диаметри айланаси билан аниқланувчи текис қисми ўзча икки минтақани мухассаслаштиради. Периферияли минтақада қучланиши биринчи даражати тасвирлан-тирилган диаграммага мувофиқ тузилган $\psi\psi$ тақд эгаритиш билан аниқланади / 3 расм/.

Қурилманинг кесим юзаси $\psi\psi$ нинг нисбий эгаритишнинг экжорида қурилганлар сингари нисбий чизилди шакл эгаритиш ϵ_r ни орқали пйодалаймиз. Натижада бунн топамиз:

$$\psi\psi = \frac{d_1}{2r} - 1$$

Бу қийматни пластиклик ҳолати паронитига қўйиб, I даражани тасвирлантирилган диаграммага мувофиқ $\sigma_5 = \sigma_8 (1 + \psi_5)$ оқувчанлик куччанлигини ҳисобга олиб қўйидагини топамиз:

$$\sigma_r - \sigma_\varphi = \beta \sigma_8 d_1 / 2r \quad / .34/$$

Пластик шакл ўзгариши ўчоғида заготовка қалинлиги ўзгаришича уринма куччанлигини тақсимланган:

$$\tau_{rz} = \tau_y 2z / \delta.$$

Мувозолат тенгламаси / .17/ га бу қийматларни ўрнига қўйиб ва интеграллашдан сўнг

$$\sigma_r = -\tau_y \frac{2r}{\delta} + \beta \sigma_8 \frac{d_1}{2r} + C. \quad / .35/$$

Эркин доимий C ни $r = d_1 / 2$ да $\sigma_r = 0$ экли шартдан фойдаланиб аниқлаймиз. / .35/ га эркин доимий C ни ва айрим алмаширишларни қўйгандан сўнг тортиб олиш кетма-кетлиги I босқичга периферияли минтақада σ_r учун ифода топамиз:

$$\sigma_r = \tau_y \frac{(d_1 - 2r)}{\delta} + \beta \sigma_8 \left(\frac{d_1}{2r} - 1 \right) \cdot \frac{d_1}{2} > r \geq \frac{1}{2} \sqrt{d_1^2 - 4\sigma d_2} \quad / .36/$$

Периферияли минтақа ички чегараси пуансон юрими S бузила заготовка ўқи йуналишида шиклледи.

$$S = (d_1^2 - d_2^2) / 4d_2$$

да бу минтақа ички чегараси $r = d_2 / 2$ радиусли айлана билан аниқланади. Шундан сўнг тортиб олиш жараёни биринчи босқич тугалланади ва сўнгра d_1 диаметрли айланани d_2 диаметрли айланага айланиши билан заготовка бўлакчаларини кучишида тупланувчи қуэғалмас /стационар/ мустаҳкамлик билан тортиб олиш жараёни давом этади.

Заготовка текис қасми ички минтақасида заготовка материали мустаҳкамлиги камроқ бўлади, унинг бўлакчасини шакл ўзгариши қанчалик камроқ бўлса, шакл ўзгаришининг бошланишига d_2 диаметрли айланага шунчалик яқинроқ жойлашган бўлади.

Периферийли ва ички минтақа орасидаги чегара нуансон
ориши S га боғлиқ ва унинг $d = \sqrt{d_1^2 - 4Sd_2}$ диаметри би-
лди аниқланади. Бу ҳолда мустақкамлик тўпланган шакл у-
ларини билан аниқланади.

$$\psi = \frac{\sqrt{r^2 + Sd_2}}{r} - 1. \quad / .37/$$

Ўзвобантлик тенгламаси / .17/ ва пластичлик ҳолати / .18/
ни оқорида келтирилган белгилалар билан бирлашқда ечиб
қўйидагини топилиб:

$$\sigma_r = -\tau_y \frac{2r}{\delta} + \beta \sigma_B \left[\sqrt{1 + \frac{Sd_2}{r^2}} - \ln(r + \sqrt{r^2 + Sd_2}) \right] + C_1. \quad / .38/$$

Эркин доимий C_1 ни $r = \frac{1}{2} \sqrt{d_1^2 - 4Sd_2}$
да / .36/ тенглама шекли аниқлаб топилиб.

$$\sigma_r = \left|_{r = \frac{1}{2} \sqrt{d_1^2 - 4Sd_2}} \tau_y = \frac{(d_1 - \sqrt{d_1^2 - 4Sd_2})}{\delta} + \beta \sigma_B \left(\frac{d_1}{\sqrt{d_1^2 - 4Sd_2}} - 1 \right) \right|$$

Эркин доимий C_1 га айрим пластичликларни ўришга қўйишдан
оғир кетма-кет тартиб олин қарағин I босқичи ички минтақада
 σ_r ушун тўғрисидаги аниқлаб топилиб.

$$\sigma_r = \mu q \frac{(d_1 - 2r)}{\delta} + \beta \sigma_B \left[\sqrt{1 + Sd_2 / r^2} - 1 + \right. \\ \left. + \ln \frac{d_1 + \sqrt{d_1^2 - 4Sd_2}}{2(r + \sqrt{r^2 + Sd_2})} \right], \quad \sqrt{d_1^2 - 4Sd_2} \geq r \geq d_2 \quad / .39/$$

Қучишнинг σ_y ни пластичлик ҳолати / .18/ шартини аниқла-
миз қилиб.

$$\sigma_y = -(\beta \sigma_B - \sigma_r).$$

Максимал қиймати σ_r ни топилиб.

$$\sigma_r|_{\max} = \mu q \frac{d_1 - d_2}{\delta} + \beta \sigma_8 \left(\frac{d_1}{d_2} - 1 + \ln \frac{d_1 + \sqrt{d_1^2 - 4Sd_2}}{d_2 + \sqrt{d_2^2 + 4Sd_2}} \right) \quad / .40/$$

$\sigma_r|_{\max}$ учун / .40/ ифодада μ лансон юрчининг ҳар бир қиймати учун периферийли ва ички минтақа орасидаги chegarони топиш зарур ва қулайлиги σ_r ни таққимлаш эспараларини қуриш зарурияти бўлса, / .36/ ва / .39/ дан, $\sigma_r|_{\max}$ ни аниқлаш учун / .40/ ифодадан топиш мумкин.

Кетма-кет тортиб олиш ҳаётий биринчи босқичда шакт эспартирувчи қушларни мана бу формула бўйича аниқланади.

$$P = \sigma_r|_{\max} \cdot \pi d_2 \delta. \quad / .41/$$

Шакт эспартирувчи қушнинг аниқлаш учун / .42/ ифодадан фазмиз.

$$A_1 = \int_0^S P ds = \pi d_2 \delta \int_0^S \left[\mu q \frac{d_1 - d_2}{\delta} + \beta \sigma_8 \left(\frac{d_1}{d_2} - 1 + \ln \frac{d_1 + \sqrt{d_1^2 - 4Sd_2}}{d_2 + \sqrt{d_2^2 + 4Sd_2}} \right) \right] ds, \quad / .42/$$

бу ерда $S = (d_1^2 - d_2^2) / 4d_2$.

II босқич / .II б. румога қар./ $\frac{d_1^2 - d_2^2}{4d_2} < S < \frac{h_1 d_1}{d_2}$.

Ушбу босқичда мушакларнинг стабиллашган ва / мана бу формула билан аниқланади:

$$\psi_\varphi = \frac{d_1}{2r} - 1.$$

/ .17/ ва / .18/ сонларларини ψ_φ учун қурастилган босқичларнинг ҳисобга олиб барралиш учун қулайлиги ифодага олиб келади.

$$\sigma_r = -\mu q \frac{2r}{\delta} + \beta \sigma_8 \frac{d_1}{2r} + C_2. \quad / .43/$$

Эркин доимийин $\sigma_r=0$ шартдан $r=d_1/2$ нүктёсінде анықтаймыз.
/ .43/ га C_2 ни кўйгандан сўйр

$$\sigma_r = \mu q \frac{d_1 - 2r}{\delta} + \beta \sigma_\theta \left(\frac{d_1}{2r} - 1 \right), \quad \frac{d_1}{2} \geq r \geq \frac{d_2}{2}. \quad / .44/$$

Кучланиш σ_θ ни илгаритгидек, пластиклик ҳолати / .18/ шар-
тидантиламиз. Максимал киймат $\sigma_r|_{max}$
 $r=d_2/2$ да

$$\sigma_r|_{max} = \mu q \frac{(d_1 - d_2)}{\delta} + \beta \sigma_\theta \left(\frac{d_1}{d_2} - 1 \right). \quad / .45/$$

Бу ифодадан $\sigma_r|_{max} = \beta \sigma_\theta$ ҳолида, иккинчи ярилиш-
да тартиб олиш чегаравий коэффициентини топамиз.

$$k_{2\text{чег}} = 1 + \frac{\sigma_\theta}{\mu q \frac{d_2}{\delta} + \beta \sigma_\theta}. \quad / .46/$$

Шакл ўзгартирувчи кучлар / .47/ ифода тўғрисида аниқланади.

$$P_2 = \sigma_r|_{max} \pi d_2 \delta; \quad / .47/$$

шакл ўзгартириш иши

$$A_2 = \sigma_r|_{max} \pi d_2 \delta \left[h_1 k_2 - \frac{1}{4} (k_2^2 - 1) d_2 \right]. \quad / .48/$$

III босқич / .11 в расмга қар./ $h_1 k_2 \leq S \leq \frac{d_2}{4} (k_2^2 - 1)$.

Қўстаққамликни иккинчи босқичдаги боғлиқликдан фойдаланиб
анықлаймиз. Ифода якунида σ_r учун / .43/ мос келади.

Шунга қарамай эркин доимий C_2 ни аниқлаш учун

$$r = \frac{d}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{d_1^2 - 4(S - h_1 k_2) d_2} \quad \text{да} \quad \sigma_r = 0$$

шартдан фойдаланиш лозим.

бу ерда $h_1 k_2 \leq S \leq \frac{d_2}{4} (k_2^2 - 1)$.

Бунда $\frac{d_1}{2} \geq r \geq \frac{d_2}{2}$

Эркин доимийни / .43/ га қўйишдан сўнг

$$\sigma_r = \frac{4\mu Q(d-2r)}{\pi(d^2-d_2^2)\delta} + \beta\sigma_8\left(\frac{d_1}{2r} - \frac{d_1}{\sqrt{d_1^2-4(S-h_1k_2)}d_2}\right) \quad / .49/$$

бу ерда $\frac{d}{2} \geq r \geq \frac{d_2}{2}$, $h_1k_2 \leq S \leq \frac{d_2}{4}(k^2-1)$.

$r=d_2/2$ да максимал қиймат $\sigma_r|_{max}$

$$\sigma_r|_{max} = \frac{4\mu Q}{\pi(d+d_2)\delta} + \beta\sigma_8 d_2 \left[\frac{\sqrt{k_2^2-4\left(\frac{S}{d_2}-\frac{h_1}{d_2}k_2\right)}-1}{\sqrt{k_2^2-4\left(\frac{S}{d_2}-\frac{h_1}{d_2}k_2\right)}} \right] \quad / .50/$$

Шакл ўзгартирувчи куч Р ни / .51/ дан аниқлаймиз.

$$P_3 = \sigma_r|_{max} \cdot \pi d_2 \delta. \quad / .51/$$

Шакл ўзгариш иши A_3 ни / .52/ ифода бўйича аниқлаймиз.

$$\begin{aligned} A_3 = \int_{h_1k_2}^{h_2} P_3 dS = 2\mu Q d_2 \left[k_2 - \sqrt{k_2^2 - \frac{4}{d_2^2}(h_1k_2 - h_2)} - \right. \\ \left. - \ln \frac{1+k}{1+\sqrt{k^2 + \frac{4}{d_2^2}(h_1k_2 - h_2)}} \right] + \pi d_2^2 \delta \beta \sigma_8 k_2 \left[\frac{h_2}{d_2} - \right. \\ \left. - \frac{h_1}{d_2} k_2 + \frac{1}{2} \left(k_2 - \sqrt{k_2^2 - \frac{4}{d_2^2}(h_1k_2 - h_2)} \right) \right] \quad / .52/ \end{aligned}$$

Кейинги босқичда шакл ўзгариш тўла иши жарайнинг барча босқичида ишлар йиғиндиси билан аниқланади:

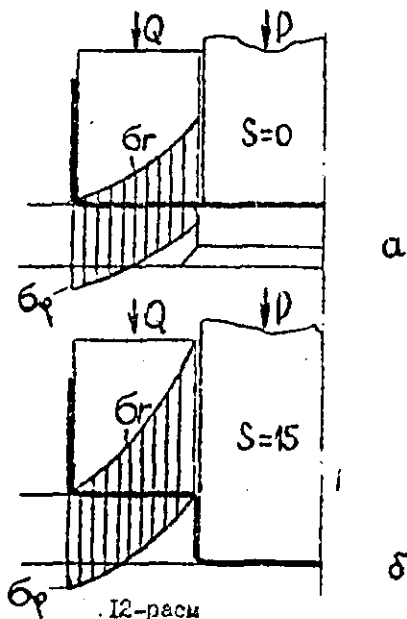
$$A = A_1 + A_2 + A_3. \quad / .53/$$

.12-расмда $S=0$ ва $S=15$ мм да текис матрица орқали текис матрица орқали тортиб олиш иккинчи босқичда биринчи босқичда σ_r ва σ_φ кучланишларни тақсимланиш эларалари курсатилган. Тортиб олиш шарт: $d_1=50$ мм, $d_2=50$ мм, $\delta=0,4$ мм, $q=3$ МПа, $\sigma_B=300$ МПа, $\mu=0,1$.

Конуссимон матрица орқали тортиб олиш.

Бундай тортиб олиш, текис тортиб олиш каби, .13-расмда курсатилганидек уч босқичдан иборат. Таҳлил қилиш услуби юқорида курсатилгани сингари. II босқич энг куп шакл узгартирувчи кучни жрой қилиш учун қанчалик энг куп натижавий ҳисобланса, унда биз I ва III босқични куришни куйиб, II босқич жараёнида заготовасининг кучланган ва шакли узгарган ҳолатини ҳақат таҳлил қилишга келамиз.

Тортиб олиш чегаравий коэффициентини $K_{\varphi r}$ энг каста кучланиши $\sigma_r|_{max}$ бўйича аниқлаймиз. II босқичда заготовада вужудга келувчи/. Элементнинг заготовкани конуссимон қисмида ағзатилган кучланганлик ҳолати .13 - расмда курсатилган



.12-расм

Конус ясовчиси ℓ ва нормал r да кучларни афраклиб чиққан элементида ҳаракат қилувчиларни лойиҳалаб, мувозанат тенгламасини тузамиз,

$$\sum \ell = -b\ell \cdot \ell d\beta \cdot \delta + (b_2 + db_2)(\ell + d\ell)d\beta\delta + b_\varphi \delta d\ell d\beta + (\mu_1 q_1 + \mu_2 q_2)\ell d\beta \cdot d\ell = 0,$$

$$\sum r = b_\varphi d\ell \delta d\varphi - (q_2 - q_1)d\ell \cdot r \cdot d\varphi = 0. \quad /54/$$

Ушшаш аъзо ва алмаштиришларни келтирилгандан сунг

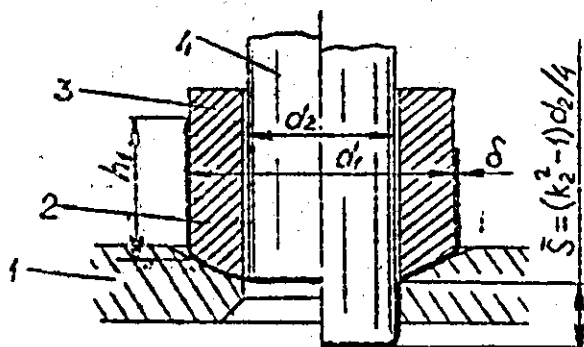
$$\frac{db_\ell}{d\ell} + \frac{b_\ell + b_\varphi}{\ell} + \frac{(\mu_1 q_1 + \mu_2 q_2)}{\delta} = 0,$$

$$b_\varphi = \frac{(q_2 - q_1)r}{\delta} = \frac{(q_2 - q_1)\ell}{\delta \operatorname{tg} \alpha} \quad /55/$$

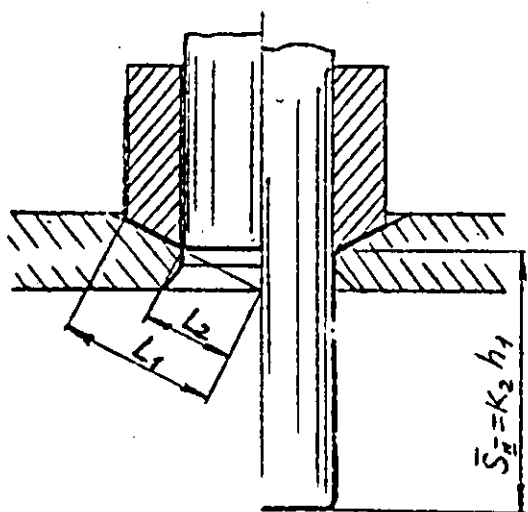
Мувозанат тенгламасида учта номълум b_ℓ, b_φ, q_2 . Мувозанат тенгламасига қўшимча қилиб пластиклик ҳолати тенгламасини тузамиз.

$$b_\ell - (-b_\varphi) = \beta b_s.$$

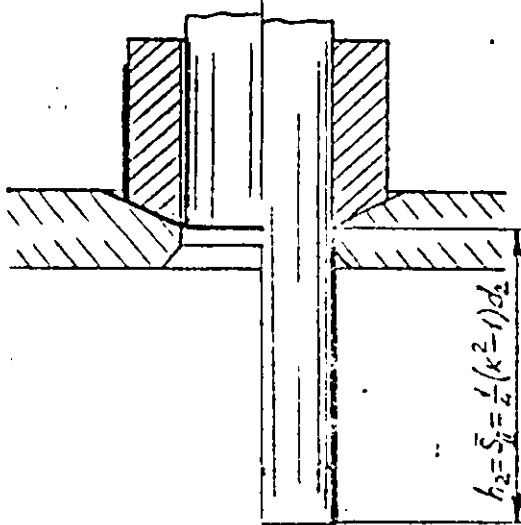
/56/



13-расм Q



8



8

/ .55/ ва / .56/ тенгламадан нимаълум σ_r ва q_2 му-
тасно тарзда, шумингдек, оқувчанлик кучланиши σ_s ни узи-
миз қабул қилган тортиб олишни кетма-кетлик юрилишларида
қурилган $\sigma_s = \sigma_8 L/l$ шаклида ёзиб, / .55/ ни биринчи
тенгламасини қуйидаги қуришида ёзамиз.

$$\frac{d\sigma_r}{dl} - \frac{\mu_2 \sigma_r}{l \tan \alpha} + \beta \sigma_8 \left(1 + \frac{\mu_2}{\tan \alpha}\right) \frac{L}{l^2} + \frac{\mu_1 q_1}{\delta} = 0. \quad / .57/$$

/ .57/ тенглама $\sigma_r = uv$ қуришини урнига қуйишдан фой-
даланишда узгарувчан булинувчили тенгламага олиб келади.
Урнига қуйишларни ҳисобга олиб, / .57/ ни қуйидаги қури-
нишга келади

$$\frac{d(uv)}{dl} + u \frac{dv}{dl} - \frac{\mu_2 uv}{l \tan \alpha} + \beta \sigma_8 \left(1 + \frac{\mu_2}{\tan \alpha}\right) \frac{L}{l^2} + \frac{\mu_1 q_1}{\delta} = 0. \quad / .58/$$

/ .58/ тенгламани иккига ажратамиз. Биринчи тенглама

$$u \left(\frac{dv}{dl} - \frac{\mu_2 v}{l \tan \alpha} \right) = 0 \quad / .59/$$

$$u \neq 0. \text{ демак, } \frac{dv}{dl} - \frac{\mu_2 v}{l \tan \alpha} = 0.$$

Охирини интеграллаб

$$v = C l^{\frac{\mu_2}{\tan \alpha}} \quad / .60/$$

Эркин доимий C ни I га тенг деб оламиз. Сунгра / .58/ га
/ .60/ дан топилган $v = l^{\frac{\mu_2}{\tan \alpha}}$ қийматни қуямиз ва
интеграллаймиз.

$$u = -\beta \sigma_8 \frac{L}{l \left(1 + \frac{\mu_2}{\tan \alpha}\right)} - \frac{\mu_1 q_1}{\left(1 - \frac{\mu_2}{\tan \alpha}\right) \delta} l^{\left(1 - \frac{\mu_2}{\tan \alpha}\right)} + C_1. \quad / .61/$$

/ .60/ ва / .61/ ни ҳисобга олиб, σ_r учун ифода то-
памиз:

$$\sigma_r = uv = -\beta \sigma_8 \frac{L}{l} - \frac{\mu_1 q_1}{\left(1 - \frac{\mu_2}{\tan \alpha}\right) \delta} l + C_1 l^{\frac{\mu_2}{\tan \alpha}}. \quad / .62/$$

146 1884

Эркин доимий C_1 ни $\ell=L$ да $\sigma_\ell=0$ чегаравий шартда ҳисоблай-
миз. Топилган эркин доимий C_1 қийматни урнига қўйиб

$$\sigma_\ell = \beta \sigma_0 \left[\frac{L}{\ell} + \frac{\mu_1 q_1 (L-\ell)}{\left(1 - \frac{\mu_2}{\ell g \alpha}\right) \delta} \right] \left(\frac{\ell}{L} \right)^{\frac{\mu_2}{\ell g \alpha}} \quad / .63/$$

Тортиб олишнинг II босқичида $\ell=L_2$ да энг катта қиймат $\sigma_\ell|_{max}$ бўлади. $K_2=L_1/L_2$ ни ҳисобга олиб, ушбу қиймат-
ни / .63/ га қўйиш.

$$\sigma_\ell|_{max} = \beta \sigma_0 (K_2 - 1) \left[1 + \frac{\mu_1 q_1 L_2}{\left(1 - \frac{\mu_2}{\ell g \alpha}\right) \delta} \right] \frac{1}{K_2^{\mu_2 / \ell g \alpha}} \quad / .64/$$

Конуссимон матрица орқали тортиб олишнинг чегаравий коэффи-
циентини, агар / .64/ га $\sigma_\ell|_{max} = \sigma_0$ жи қўйилса, топish
мумкин:

$$K_{2чег}^{\mu_2 / \ell g \alpha} = \beta (K_{2чег} - 1) \left[1 + \frac{\mu_1 q_1 L_2}{\left(1 - \frac{\mu_2}{\ell g \alpha}\right) \delta} \right] \quad / .65/$$

Тортиб олишнинг кетма-кет юрилиши II босқичда шакл ўзгартирув-
чи кучларни / .66/ формула бўйича аниқланиш мумкин.

$$P = \sigma_\ell|_{max} \cdot \mathcal{F} d_2 \delta \quad / .66/$$

Шакл ўзгартиш илмини / I ва II босқичлардаги кучланганлик ҳола-
тини таҳлил йуқлигида/ айрим осирилишга яқинроқ аниқлаш мум-
кин:

$$A = P \cdot S \quad / .67/$$

Шакл ўзгартирувчи куч P ни / .64/ ни ҳисобга олиб, / .66/
га мувофиқ аниқланади.

Тортиб олишнинг реверси усули шароитида заготовканинг
кучланган-шакл ўзгарган ҳолатини таҳлили ёқорида келти-
рилган /12/ услубга мувофиқ В.Г.Ковалев томонидан бажарила-
ган.

КУПА ДЕВЕРЛИ СТАКАНЛАР ВА ҚОЛЛИҚЛАРНИ СЎЎТИ.

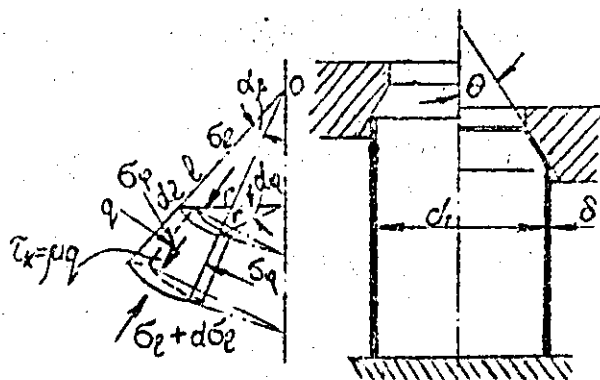
Конуссимон матрицада шу номдаги тортиб олиш усулидан фарқли улароқ, .14-расмда курилганидек, сиқиш жараёни фақат икки босқичдан иборат. Сиқишнинг чегаравий коэффициентини $K_{\text{ЧЕР}}$ сиқилувчи қобик /оболочка/ барқарорлигини йуқолиши шартидан II босқични бошланиш имкониятини аниқлайди.

Сиқиш жараёнида заготовка қучланган-шакл ўзгарган ҳолатини таҳлил қилиш услуби, тортиб олишдаги каби, ўзгармас бўлиб қолади. Натижалари, пластик шакл ўзгариш учрагида заготовка қучланганлик ҳолати тасвири ҳар хил номли /қисиб чўзилган/, сиқишда эса-бир хил номли /қисилган/ тарзида фарқланади.

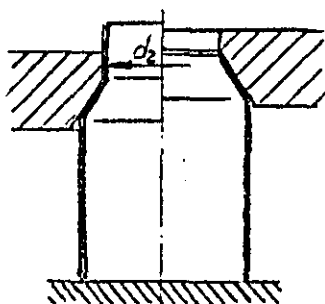
Сиқиш жараёни II босқичини қурамыз. Пластик шакл ўзгариш сиқилувчи заготовканинг конуссимон қисмида бир жойга келтирилади. Тортиб олиш ҳолидаги каби бир биридан d_2 масофадаги иккита айланма кесимден ва d_2 бурчак билан аниқланувчи иккита меридионалдан фойдаланиб, заготовканинг конуссимон қисми элементини аниқлаб оламиз. Эгрилик радиуси r ва вужудга келувчи l элементга таъсир қилувчи қучларни лойиҳалаймиз.

Алмаштиришдан сўнг мувозанат тенгламаси қуйидаги қурилышга эга бўлади.

$$\frac{d\sigma_l}{dl} + \frac{\sigma_l - \sigma_\varphi}{l} + \frac{\mu q}{\delta} = 0, \quad \sigma_\varphi = \frac{q l}{\delta \tan \theta} \quad / \text{.13/}$$



a
14-расм



.I4-расм

Ушбу тенгламага пластичлик ҳолати шартини бирлаштирамиз:

$$\sigma_{\varphi} - q = \beta \sigma_s \quad / .69/$$

Оқувчанлик чегараси σ_s I даражали аниқ кучланиш тас-
вирлантирилган диаграммасига биносан айти пайтда қуйидаги
куринишга эга бўлади:

$$\sigma_s = \sigma_g \frac{L}{e}.$$

Мазкур ҳолда оқувчанлик кучланиши σ_s қуйидаги
куринишда тасвирланиши мумкин:

$$\sigma_{\varphi} - q = \beta \sigma_g \frac{L}{e} \quad / .70/$$

/ .68/ ва / .70/ ни σ_e га нисбатан биргаликда
ёчиб,

$$\frac{d\sigma_e}{de} + \frac{\sigma_e}{e} - \frac{\beta \sigma_g L_1 \left(\frac{1}{e g \alpha} - \mu \right)}{(e t g \alpha - \delta) e} = 0. \quad / .71/$$

/ .71/ тенгламеда узгарувчиларни ажратиб учун эркин
доимий вариация /хўзъий узгарилш/ усулидан фойда лана-
мио.

$$\sigma_e = c/e, \quad / .72/$$

бу ерда, $c = c(e)$

У ҳолда / .73/ ни / .71/ га қуйганимиздан сунг

$$\frac{dC}{d\ell} \frac{1}{\ell} - \frac{\beta \sigma_0 L \left(\frac{1}{\ell \tan \alpha} - \mu \right)}{(\ell \tan \alpha - \delta) \ell} = 0,$$

бу ерда $\ell \neq 0$

$$C = \frac{\beta \sigma_0 L \left(\frac{1}{\ell \tan \alpha} - \mu \right)}{\tan \alpha} \ln(\ell \tan \alpha - \delta) + C_1$$

С ни / .72/ га қўямиз:

$$\sigma_0 = \beta \sigma_0 \frac{L \left(\frac{1}{\ell \tan \alpha} - \mu \right)}{\ell \tan \alpha} \ln(\ell \tan \alpha - \delta) + \frac{C_1}{\ell} \quad / .73/$$

$\ell = L_2$ да $\sigma_0 = 0$

Ушбу chegaraviy шартдан фойдаланиб, эркин декий C_1 ни топишимиз, / .73/ га уринга қўйишдан сунг σ_0 ушун тугалловчи ифодани оламиз:

$$\sigma_0 = \beta \sigma_0 \frac{\left(\frac{1}{\ell \tan \alpha} - \mu \right)}{\tan \alpha} \left(\frac{L}{\ell} \right) \ln \frac{\ell \tan \alpha - \delta}{L_2 \tan \alpha - \delta}.$$

Энг катта қиймат $\sigma_0|_{\max}$ $\ell = L_1$ булганда

$$\sigma_0|_{\max} = \beta \sigma_0 \frac{\left(\frac{1}{\ell \tan \alpha} - \mu \right)}{\tan \alpha} \ln \frac{L_1 \tan \alpha - \delta}{L_2 \tan \alpha - \delta} \quad / .74/$$

Заготовител ярасидан босим q га σ_φ қучиланиши / .75/ да / .58/ нинг илкинчи мунозасот тенгламасини бирга ечиб олишдан натижи:

$$q = \beta \sigma_0 \frac{L_1}{2 \left(\frac{\ell}{\delta \tan \alpha} - 1 \right)}, \quad \sigma_\varphi = \beta \sigma_0 \left[1 + \frac{1}{\left(\frac{\ell}{\delta \tan \alpha} - 1 \right)} \right] \frac{L_1}{\ell}; \quad / .74/$$

$\ell = L_1$ да

$$q = \beta \sigma_0 \frac{\delta \tan \alpha}{(L_1 - \delta \tan \alpha)}, \quad \sigma_\varphi = \beta \sigma_0 \left[1 + \frac{\delta \tan \alpha}{L_1 - \delta \tan \alpha} \right]; \quad / .75/$$

$$l = L_2 \text{ да}$$

$$q = \beta \sigma_0 \frac{L_1 \delta \tan \alpha}{L_2 (L_2 - \delta \tan \alpha)},$$

$$\sigma_{\varphi} = \beta \sigma_0 \left(1 + \frac{\delta \tan \alpha}{L_2 - \delta \tan \alpha} \right); \quad / .70/$$

σ_0 ва σ_{φ} кучланишлар қанчалик сиқувчи бўлса, унда турғунлик йўқотилиши меридионал ёки бўйлама йўналишда складка пайдо бўлиши билан амалга ошири мумкин. / [6] _{муст.} мустаҳкамликка рухсат этилган кучланиш-қобиқ қаттиқлиги ва σ_{φ} ва σ_0 таъсир қилувчи кучланишлар боғлиқлигида/.

Шакл ўзгарувчи кучларни,

$$P = \sigma_0 l_{\max} \gamma d, \delta,$$

шакл ўзгариш йилини эса

$$A = \int_0^s P ds$$

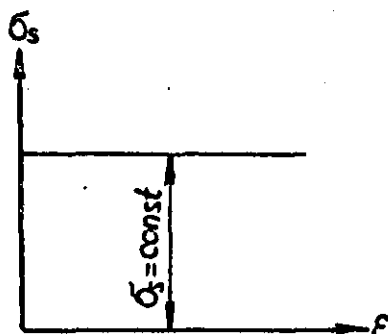
ифода бўйича аниқланади.

Дўқа деворли қобиқни сиқилиши, мустаҳкамлик ҳисобга олишда γ ва δ текис кучланган ҳолат шартида унинг қалинлигини ўзгаришини ҳисобга олиб, Н.Н.Малинин бўйича куриб чиқамиз /14,15/.

3. Болғалаш ва ҳажмий штамплаш.

ҳароратни оширилиши билан металл ва қотишмалар механик таъсифи камаяди. Н.Н.Корнеев маълумоти бўйича, углеродли пулатлар вақтинчалик қаршилиги нормал /20°C/ ҳароратга нисбатан болғалаш ҳароратида 6-20 марта пасаяди, легирилган пулатлар-рекристалланиш /10/ ва қайталаниш /тиниш/ жараёнлари оқшти натижасида 30 марта пасаяди. Металларда мазкур оқитилар натижасида мустаҳкамлик истисно бўлади, металл ва қотишмаларни қурилишини идеал қаттиқ пластик материаллар қурилиши каби қуриш мумкин. Металлар шакл ўзгариши технологик жараёнларини лойиҳалашда, сунги йилларда энэргетик узули кенг ёйилмоқда. Ушбу усулдан фой-

даданиб олинган ҳисоблашлар натижаси ўзининг табиатига



15-расм

яқинроқ, лекин ишлаб чиқариш учун етарлича фойдали. Ҳисоблашга вақт йўқотиш, охириги элемент ёки дифференциал мувозанат тенгламасини интеграллаш усули бўлича, нисбатан кенроқ. Шунингдек, ишлаб чиқариш муҳандисларига юқориги баҳолаш усули, қанчалик муҳандислик фалсияти натижасида қозонилган сезги /интуиция/ асосида ишлаб чиқилган бўлса, қўнчилик тушунарлилигини фаҳхламоқ кузда тутилади.

Юқориги баҳолаш /теорема исботи/ усули асоси 2.6 да берилган қўлланмада баён қилинган.

Шакл ўзгартирувчи кучлар юқориги баҳолаш усулини аниқ технологик жараён ечимига қўллашни куриб чиқамиз.

Ч У К И Ш /осадка/

Чукиш деб, заготовка баландлиги камайиб, қўндаланг кесими ўсиши натижасида ҳосил бўлувчи болғалашнинг технологик жараёнига айтилади. Чукиш диск ва плита хилидаги турли маҳсулотларни болғалашда мустақил аҳамиятга эга, шунингдек, бошқа штамплар жараёни элементи каби қўрилиши мумкин.

ЦИЛИНДРИК ЗАГОТОВКА.

Цилиндрик заготовканинг чукиш тасвири 16-расмда келтирилган. Чукиш буг-ҳаволи болғалаш болғаларидан /динамика ҳаракатли жиҳоз/ ва гидравлик прессларда /статик ҳаракатли жиҳоз/ бажарилади. Биринчи ҳолда технологик жиҳоз танлаш учун у ёки бу жараёнда бажарилувчи шакл ўзгариш

Бу ифодада S_U - тезлиги берилган шакл узгартирувчи заготовка өзаси қисми /масалан, иш асбоби ҳаракати билан аниқланадиган тезлиги/, S_P - кучлари берилган шакли узгарувчи заготовка өзаси қисми, X_L -мавжуд кучлар, $\epsilon_s = \sigma_s / \sqrt{3}$ - силжишдаги оқувчанлик кучланиши, U_L^* - силжисининг шакл узгариш тезлиги кинематик жои /кучиши/ кинематик жои тезлиги, U_1^* ва U_2^* - тезлик узилиши өзасида силжисининг кинематик жои тезлиги.

Кинематик жои тезлик остида шакли узгартириладиган заготовкада шундай бир оқитни тузунмовадики, шакл узгаришни ажралмаслиги ва ҳажмининг доимийлиги берилган чегаравий шарт билан қониқтирилади.

Оқит тезлиги кинематик жои майдони учун ҳақиқатда мавжуд бўлган учун берча боғлиқликлар туғридир.

// .77/ дан билинадики, масалаларни ечиш учун оқит тезлиги U_L^* кинематик жои майдони ва маълум бўлган боғлиқликлардан фойдаланиб, силжисининг H^* кинематик жои тезлигини ҳаёлийлигини топиш лозим.

Тасвирга мувофиқ / .16-расмга қар./ заготовка баравар тезликлар U_0 билан ҳаракатланувчи иккита плита ҳаракати остида шакл узгарилади. Заготовка мухитли текислигида U_Z булакча тезлиги проекцияси нўлга тенг бўлади дейиши мумкин. Демак, U_Z^* тезликларни тақсимланиши учун қониқтирилиши зарурий бўлган иккита чегаравий шарт бор.

Мухитли текислик га тор /торец/ орасидаги U_Z^* тезликларни тақсимланиши боғлиқлигини эркин танлаш мумкин. Тасвирда қўрсатилганидек, чизиқли боғлиқликни қабул қиламиз. Ёундан юриниб турибдики,

$$U_Z^* = -U_0 \frac{Z}{h}$$

Тезликининг ўқли симметрия шartiда $U_\varphi = 0$. У ҳолда U_r^* тезликини ҳажмининг доимийлик тенгламасидан топамиз.

$$\sum \dot{r}^* + \sum \dot{\varphi}^* + \sum \dot{z}^* = 0,$$

/ .78/

бу ерда

$$\xi_r^* = \partial \psi_r^* / \partial r; \quad \xi_\varphi^* = \psi_r^* / r; \quad \xi_z^* = \partial \psi_z^* / \partial z$$

Бу қийматлари / .78/ га қўйиб

$$\frac{\partial \psi_r^*}{\partial r} + \frac{\psi_r^*}{r} + \frac{\partial \psi_z^*}{\partial z} = 0.$$

/ .79/

/ .79/ интеграллаб

$$r \psi_r^* = \psi_0 \frac{r^2}{2h} + f(z).$$

/ .80/

Ихтиёрий функция $f(z)$ ни $r=0$ да $\psi_r^*=0$ чегаравий шартдан топамиз.

Темомилла,

$$\psi_r^* = \psi_0 \frac{r}{2h}$$

га эга буламиз.

/ .81/

Оқимнинг кинематик жоиз тезлиги аниқланади. Энди силжишнинг кинематик жоиз тезлиги ҳадаллигини аниқлаш мумкин.

$$H^* = \sqrt{\frac{2}{3}} \sqrt{(\xi_r^* - \xi_\varphi^*)^2 + (\xi_\varphi^* - \xi_z^*)^2 + (\xi_z^* - \xi_r^*)^2}, \quad / .82/$$

бу ерда

$$\xi_r^* = \xi_\varphi^* = \psi_0 / 2h, \quad \xi_z^* = -\psi_0 / h$$

Бу қийматларни / .82/ га қўйиб

$$H^* = \sqrt{3} \frac{\psi}{h}$$

Ҳисоблаш учун дастлабки маълумотлар: $\tau_y = \mu_s \cdot \sigma_s$ - контакт юзаларда уринма кучланиш /берилган/, μ_s -иш-қаланиш омили, ψ_0 -иш асбоби ҳаркат тезлиги, солиштирма шакл ўзгартирувчи куч q нинг юқориги баҳосини топиш зарур:

$$\int_0^{\frac{d}{2}} q \psi_0 2\pi r dr \leq \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} \int_0^{\frac{d}{2}} \int_0^h \sqrt{3} \frac{\psi_0}{h} \cdot 2\pi r dr \cdot dz -$$

$$- (-\mu_s \sigma_s) \int_0^{\frac{d}{2}} \psi_0 \frac{r}{2h} 2\pi r dr.$$

Ўхшаш аъзоларни интеграллаш ва келтиришдан сўнг

$$q \leq \sigma_s \left(1 + \frac{\mu_s d}{6h}\right) = \sigma_s \left(1 + \frac{\mu_s d}{3H}\right)$$

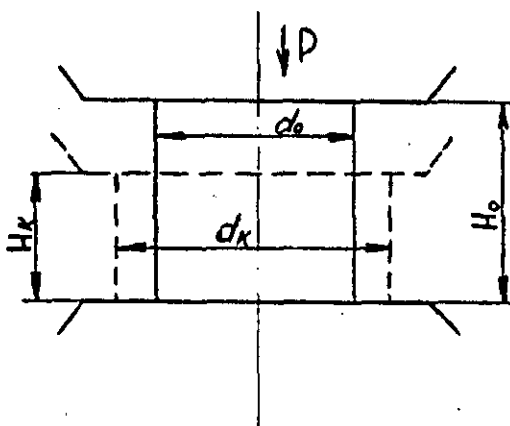
/ .83/

Цилиндрик заготовкани чуқис учун зарурий Эибелнинг таниқли формуласига мос келтирувчи солиштирма шакл ўзгартирувчи кучлар юқориги баҳосини олдик.

Долғалаш болғасини танлаш учун чуқисни амалга ошириш учун сарфлаш керак бўлган шакл ўзгариш ишини аниқлаш зарур. /ҳисобий таъсир, тушунтирувчи ҳисоб .17-расмда келтирилган/:

$$A = \int_{H_0}^{H_k} P dS = \int_{H_0}^{H_k} q \frac{\pi d^2}{4} dS = \frac{\pi \sigma_s}{4} \int_{H_0}^{H_k} \left(1 + \frac{\mu_s d}{3H}\right) d^2 dS$$

/ .84/



.17-расм

Ҳажмининг доимийлигин шартдан зағзорланинг оқш диаметри d ни топамиз:

$$d = d_0 \sqrt{H_0 / H}$$

/ .84/ ифода d ни ҳисобга олганда қуйидаги қуринишга эга бўлади:

$$A = \frac{\pi d_0^2}{4} H_0 \sigma_s \int_{H_0}^{H_k} \left(\frac{1}{H} + \frac{\mu_s d_0 \sqrt{H_0}}{3 \sqrt{H^3}} \right) dH =$$

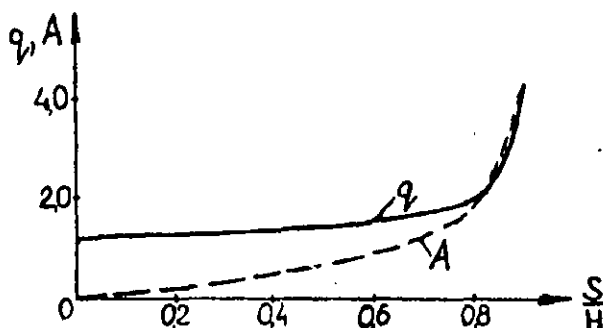
$$= \sigma_s V \left[\ln \frac{H_k}{H_0} - \frac{2 \mu_s}{9} \left(\frac{d_k}{H_k} - \frac{d_0}{H_0} \right) \right] =$$

/ .85/

$$= -\sigma_s V \left[\ln \frac{H_0}{H_k} + \frac{2 \mu_s}{9} \left(\frac{d_k}{H_k} - \frac{d_0}{H_0} \right) \right]$$

бу ерда V - заготовка ҳадми.

Чуқиб учун зарурий, А.В.Стороженнинг таниқли формуласидек, шакл узгарил ишини аниқлаш учун формула оддик. .18-расмда чуқиб учун зарурий, шакл узгарил иши ва солиштирма шакл узгартирил кучлари борлиқлиги келтирилган.



.18-расм

Ковак цилиндрик заготовка /ҳалқо/

Чуқиб тасвири .18-расмда келтирилган. Ковак заготовканинг чуқиб хусусияти шундай тузилгани, контакт ишқаланишнинг аниқланган шартда металлнинг оқishi унинг ўқи томонида ҳосил бўлиши мумкин. Луңда ички диаметр камайиши мумкин. Сқид тезлиги кинематик ҳосил майдонини танлашда, оқishi заготовка ўқидан ва унинг ўқидан ажратувчи радиус r_0 юзасини кўриш зарур.

Ушбу нисбат $v_r = a$.

Ушбу тенгламани
ёчиб

$$\partial \psi_z^* / \partial z$$

га нисбатан

$$\partial \psi_z^* / \partial z = -2A.$$

ни топамиз.

бинобарин; $z=0$ да $\psi_z^*=0$ шартдан аниқланган эркин доимийни ҳисоб олиб

$$\psi_z^* = -\psi_0 \frac{z}{h}.$$

$$2A = \psi_0 / h$$

Силжишнинг шакл ўзгариш тезлиги жадаллигини / .82/ га мутофиқ

$$H^* = \frac{\psi_0}{h} \sqrt{\frac{r_0^4}{r^4} + 3}$$

формула

буйича аниқлаш мумкин. Топилган қийматлар ва дастлабки берилганларни / .77/ тенгсизликка қўямиз:

$$\begin{aligned} & \int_{d_1/2}^{d_2/2} \int_0^h q \cdot 2\pi r dr \cdot \psi_0 \leq \frac{\psi_0 \psi_s}{h \cdot \sqrt{3}} \int_0^h \int_{d_1/2}^{d_2/2} \sqrt{\frac{r_0^4}{r^4} + 3} \cdot 2\pi r dr dz + \\ & + \frac{\psi_0 \mu_s \psi_s}{2h} \left[\int_{r_1}^{r_2} \left(\frac{r_0^2}{r} - r \right) 2\pi r dr + \int_{r_0}^{r_2} \left(r - \frac{r_0^2}{r} \right) 2\pi r dr \right]. \end{aligned}$$

Таълуқли ўзгариш ва тенгсизликни тенгликка алмаштиришни интеграллашдан сунг, ҳалқани ўқиши учун зарурий солиштирма шакл ўзгартирувчи кучларни юқориги баҳолаш учун ифода

олашимиз.

$$q \leq \frac{\sigma_s}{r_2^2 - r_1^2} \left\{ \frac{2}{3\sqrt{3}} \sqrt{\left[9(r_2 - r_1) + \frac{r_0^4(r_2^3 - r_1^3)}{r_2^3 r_1^3} \right] (r_2^3 - r_1^3)} + \right. \\ \left. + \frac{\mu_s}{3h} (4r_0^3 - 3r_0^2 r_1 + r_1^3 + r_2^3 - 3r r_0^3) \right\}$$

/ .86/ .

Шунга қарамадан / .86/ да $\psi_r = 0$ да r_0 радиус билан аниқланадиган юза ҳолати номанъум бўлиб ҳисобланади. Уни аниқлаш учун заготовкани чуқури учун сарфланувчи қувватнинг минимум шартидан фойдаланамиз. Бунинг учун $\partial q / \partial r_0$ ни топиб нолга тенглаймиз:

$$\frac{\partial q}{\partial r_0} = \frac{\sigma_s}{r_2^2 - r_1^2} \left\{ \frac{2}{3\sqrt{3}} \frac{\frac{4r_0^3(r_2^3 - r_1^3)}{r_2^3 r_1^3}}{2\sqrt{\left[9(r_2 - r_1) + \frac{r_0^4(r_2^3 - r_1^3)}{r_2^3 r_1^3} \right] (r_2^3 - r_1^3)}} + \frac{\mu_s}{3h} (12r_0^2 - 6r_0 r_1 - 6r_2 r_0) \right\} = 0.$$

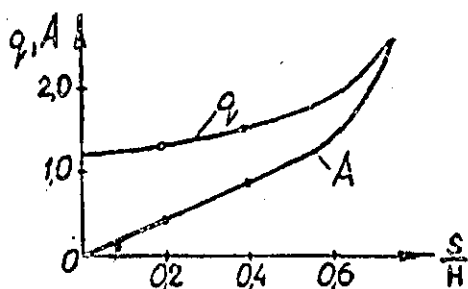
Табартириш ва қисқартиришларни

$r \neq 0$ деб

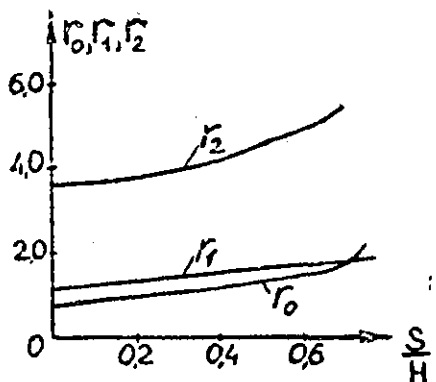
$$\frac{2r_0^2(r_2^3 - r_1^3)^2}{r_2^3 r_1^3 \sqrt{\left[9(r_2 - r_1) + \frac{r_0^4(r_2^3 - r_1^3)}{r_2^3 r_1^3}\right](r_2^3 - r_1^3)}} = \frac{\sqrt{3}\mu_5}{h}(r_2 + r_1 - 2r_0).$$

/ .87/

Ҳалқани ҳукиши учун зарурий шакл ўзгариш ишини аниқлаш учун жамики юриш қадамлар қаторига бўлиниши керак ва ҳар бир қадамда r_0 чегаравий ўза, солиштирма шакл ўзгарттирувчи кучни ва шакл ўзгариш ишини топиш керак.



a



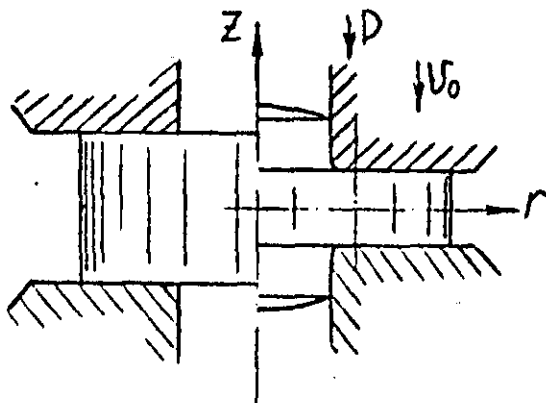
b

.20-расм

.20-расмда.а солиштирма шакл узгартувчи куч Q ва шакл узгаритиш иши A , боғлиқлиги, 20-расм.б да δ са ҳалқа-нинг чегаравий r_0 , ташқи r_2 ва ички юзалари ҳо-лати келтирилган.

Ҳалқалардаги — шунинг —

Ҳисобий тасвир .21-расмда келтирилган. Тасвирга мувофиқ элатотска ҳажми икки минтақага бўлин-ган. Биринчиси-периферийли,цилиндрик юзалар билан аниқ-лонган, r_1 ва r_2 радиусли: Бу минтақа оқишнинг радиал тезлиги v_r уқ r нинг мусбат ва манфий Δu нолиши би-лан мос келувчи Δu нолишларда бўлиши мумкин. $v_r^* = 0$ ли чегаравий юза r радиус билан аниқланган, иккинчиси $-r_3$ радиусли цилиндрик билан аниқланган.



.21-расм

Оқиш тезлигининг кинематик ҳоиз мабдониини тендалийи.

2 минтақа.Корёк цилиндрик элатотска шунинг қийсат /ана-логия/ бўйича

$$\psi_r^* = -\frac{\psi_0}{2h} \left(\frac{r_0^2}{r} - r \right),$$

/ .88/

$$\psi_z^* = -\frac{\psi_0 z}{h}.$$

шундай оқиш тезлиги майдони chegaraviy шарт ва ҳажмининг до-
минийлиги билан қансатлантирилади. Шакл ўзгариш тезлигини
бизга маълум мунсабатга мувофиқ аниқлаймиз:

$$\xi_r^* = \frac{\partial \psi_r^*}{\partial r} = \frac{\psi_0}{2h} \left(1 + \frac{r_0^2}{r^2} \right),$$

$$\xi_\varphi^* = \frac{\psi_r^*}{r} = \frac{\psi_0}{2h} \left(1 - \frac{r_0^2}{r^2} \right),$$

/ .89/

$$\xi_z^* = -\psi_0/h.$$

Силлинининг шакл ўзгариш тезлиги ҳаёдаллиги

$$H^* = \frac{\psi_0}{h} \sqrt{3 + \frac{r_0^4}{r^4}}$$

II мисоқта. Цилиндрик сөгетсмаканинг чуқурлиги қиёслаш
бўлиши ва chegaraviy шарт ҳисоби билан

$$\psi_r^* = -\frac{\psi_0}{2h} \left(\frac{r_0^2}{r_1} - r_1 \right) \frac{r}{h},$$

$$\psi_z^* = \frac{\psi_0}{h^2} z \left(\frac{r_0^2}{r_1} - r_1 \right). \quad / .90/$$

Шакл узгарил тээлиги

$$\xi_r^* = \xi_\varphi^* = -\frac{\psi_0}{2h^2} \left(\frac{r_0^2}{r_1} - r_1 \right),$$

$$\xi_z^* = \frac{\psi_0}{h} \left(\frac{r_0^2}{r_1} - r_1 \right).$$

Силжмэнийг шакл узгарил тээлиги жадаллиги

$$H^* = \sqrt{3} \frac{\psi_0}{h^2} \left(\frac{r_0^2}{r_1} - r_1 \right).$$

Эу қийматларни / .77/ тенгсизлигке қўйиб қуйидагини оламиз:

$$\int_{r_1}^{r_2} 2\pi r dr \cdot \psi_0 \leq \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} \int_0^{r_1} \int_0^h \sqrt{3} \frac{\psi_0}{h^2} \left(\frac{r_0^2}{r_1} - r_1 \right) 2\pi r dr dz$$

$$+ \chi dz + \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} \int_0^r \frac{\psi_0}{2h^2} \left(\frac{r_0^2}{r_1} - r \right) r 2\pi r \cdot dr +$$

$$\begin{aligned} & \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} \int_0^h \left[\frac{v_0}{h^2} \left(\frac{r_0^2}{r_1} - r_1 \right) + \frac{v_0}{h} \right] z \cdot 2\pi r_1 \cdot dz + \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} \int_{r_1}^{r_2} \int_0^h x \\ & \times \frac{v_0}{h} \sqrt{3 + \frac{r_0^4}{r^4}} \cdot 2\pi r dr dz + \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} \int_{r_1}^{r_0} \frac{v_0}{2h} \left(\frac{r_0^2}{r} - \right. \\ & \left. - r \right) 2\pi r dr + \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} \int_{r_0}^{r_2} \frac{v_0}{2h} \left(r \cdot \frac{r_0^2}{r} \right) 2\pi r dr. \end{aligned}$$

/ .91/

Интеграллаш ва узгартришдан сунг

$$\begin{aligned} q(r_2^2 - r_1^2) & \leq \sigma_s \left\{ \left(\frac{r_0^2 - r_1^2}{h} \right) r_1 + \frac{1}{3\sqrt{3}} (r_0^2 - r_1^2) \frac{r_1^2}{h^2} + \right. \\ & + \frac{1}{\sqrt{3}} \left[\frac{1}{h} \left(\frac{r_0^2}{r_1} - r_1 \right) + 1 \right] \frac{r_1 h^2}{h} + \\ & + \frac{1}{3\sqrt{3}} \sqrt{\left[9(r_2 - r_1) + \frac{r_0^4(r_2^3 - r_1^3)}{r_2^3 r_1^3} \right]} + \\ & \left. + \frac{1}{3\sqrt{3}h} \left[r_2^3 + 4r_0^3 - 3r_0^3(r_1 + r_2) + r_1^3 \right] \right\}. \end{aligned}$$

/ .92/

r_0 ни аниқлаш учун ҳалқани чуқишидагидек сарфланувчи қувватнинг минимуми шартидан фойдаланамиз:

$$\frac{\partial q}{\partial r_0} = 0 = \frac{2r_1}{h} + \frac{2r_1^2}{3\sqrt{3}h^2} + \frac{2}{\sqrt{3}} + \frac{1}{3\sqrt{3}h} \left[12r_0 - 6(r_1 + r_2) \right]$$

$$+ \frac{\frac{2r_0^2(r_2^3 - r_1^3)^2}{r_2^3 r_1^3}}{3\sqrt{3} \sqrt{\left[9(r_2 - r_1) + \frac{r_0^4(r_2^3 - r_1^3)}{r_2^3 r_1^3} \right] (r_2^3 - r_1^3)}} \quad / .88/$$

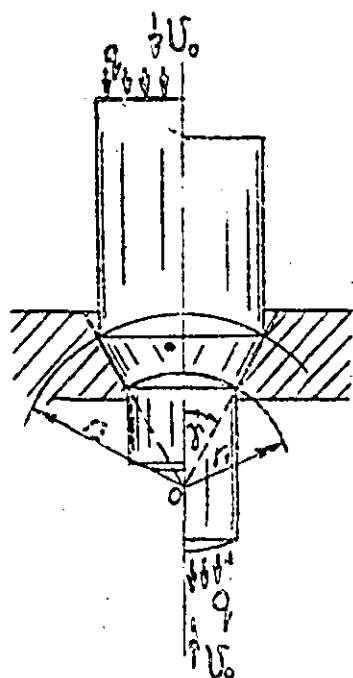
Шакл ўзгартирувчи кучлар, шакл ўзгариш иши ва заготовканинг ўз шаклини ўзгартириши /бу ерда формиёзмений/ боғлиқлигини аниқлаш учун ҳалқалардаги чуқил жараёнини бир неча қадамга бўлиш, ҳар бир қадамда I ва II минтақа r_0 орасидаги чегаравий юза ҳолатини аниқлаш ва сунгра / .88/, / .89/, / .91/ ифодалар бўйича изланган катталикларни топиш зарур.

СИҚИБ ЧИҚАРИШЛИ ШТАМПЛАШ

Штамп бўшлиғини металл билан тўлдирish хажмий штамплар жараёни натижасида ё заготовканинг чуқиши ёки сиқиб чиқариш вужудга келиши мумкин /сиқиб чиқариш билан чуқишнинг ҳосил бўлиши кутилиши мумкин/.

Сиқиб чиқаришнинг ошкора намуналари бўлиб, пуансон ҳаракати йўналишида матрицанинг тешик /кўз/ орқали металл сиқиб чиқарилишидаги - турри: пуансон ва матрица орасида тир-

қизгунсоннинг қайтма /рутира/ ҳаракати йуналишида металл сиқиб чиқадиган-қайтма: U_0 и симметрик шакл ўзгариш шәртида



22-расм

металл радиал йуналишида оқувчи-раиал: U_0 а матрицанинг ёнлама бўшлиғини тўддириш учун металл-сиқиб чиқариладиган-ёнлама намуналари ҳисобланади.

Конуссимон матрицада металлнинг оқили конуссимон бўшлиқдан итариб чиқарилувчи металл /редуцирлаш, тўғри сиқиб чиқариш/ ёки уни чузгич чиқарилувчи /кирйлаш/ кучларни иловалашда ушбу жараёни амалга ошириш мумкинлигига биноан .22-расмда курсатилган.

Солиштирма шакл ўзгартрувчи кучларни ёқориги бачоселни эниқлаш учун радиус r_2 нинг кубба /сфера/ язасида оқил тезлиги U_0 ни /сиқиб чиқариш/ ёки r_1 /кирйлаш/, матрица ва заготовканинг конуссимон контакт язасида ишқаланиш шартини ёкламқ лозим:

$$\tau_y = \mu_s \sigma_s .$$

Конус учи йуналишида радиал оқил шәртида, куббавий координатадар системасининг бошланиши танлаиб олинган, кинематик жвиэ тезлигини агар, U_0 r_2 радиус язасида берилган бўтса, қуйидаги шаклда ёзиш муимкин:

$$\psi_r^* = -\psi_0 \frac{r_2^2}{r^2} \cos \theta,$$

$$\psi_\varphi^* = \psi_\theta^* = 0.$$

Ушбу ҳолда шакл ўзгариш тезлиги қуйидаги тарада аниқланади:

$$\xi_r^* = \frac{\partial \psi_r^*}{\partial r} = 2\psi_0 \frac{r_2^2}{r^3} \cos \theta,$$

$$\xi_\varphi^* = \xi_\theta^* = \frac{\psi_r^*}{r} = -\psi_0 \frac{r_2^2}{r^3} \cos \theta, \quad / .94/$$

$$\zeta_{\theta_r}^* = \frac{1}{r} \frac{\partial \psi_r^*}{\partial \theta} = +\psi_0 \frac{r_2^2}{r^3} \sin \theta;$$

Силжисининг шакл ўзгариш тезлиги жадвалини

$$H^* = \psi_0 \frac{r_2^2}{r^3} \sqrt{1 + 11 \cos^2 \theta}$$

/ .95/

Шакл ўзгартирувчи кучларни ядросидаги боҳосини аниқлаш учун / .95/ ифодадан фойдаланиб, тенгенсизик тузиш мумкин.

$$\int_0^\pi \cos \theta \cdot 2\pi r_2 \sin \theta \cdot r_2 d\theta \cdot \psi_0 \leq \frac{G_2}{\sqrt{3}} \int_0^\pi \int_0^\pi H^* 2\pi r \sin \theta r dr d\theta \psi_0 -$$

$$\begin{aligned}
 & -\mu_s \sigma_s \int_{r_1}^{r_2} dr \cdot 2\pi r \cdot \sin \vartheta \left(-\psi_0 \frac{r_2^2}{r^2} \cos \vartheta \right) - \\
 & - \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} \int_0^{\vartheta} 2\pi r_2 \cdot \sin \theta \cdot d\theta r_2 \left(-\psi_0 \sin \theta \right) - \\
 & - \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} \int_0^{\vartheta} 2\pi r_1 \sin \theta r_1 d\theta \left(-\psi_0 \frac{r_2^2}{r_1^2} \sin \theta \right).
 \end{aligned}$$

/ .56/

Интеграллаш ва узаггартиришдан сунг

$$\begin{aligned}
 q \leq & \frac{2\sigma_s}{\sqrt{3}} \left[\frac{1}{\sin^2 \vartheta} \sqrt{(26\vartheta + 11\sin 2\vartheta)(2\vartheta - \sin 2\vartheta)} \times \right. \\
 & \times \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{\mu_s}{\tan \vartheta} \ln \frac{r_2}{r_1} + \\
 & \left. + \frac{\vartheta}{2\sin^2 \vartheta} \left(\vartheta - \frac{1}{2} \sin 2\vartheta \right) \right]
 \end{aligned}$$

/ .57/

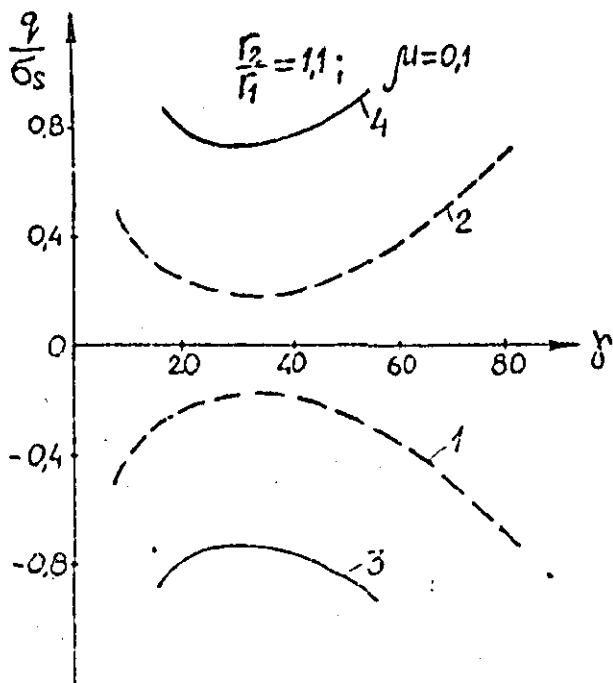
Э сингари ҳал қилиб, қиялаш учун шакл узаггартирувчи куч
 ваъри баҳодини оламиз:

$$q \leq \frac{2\sigma_s}{\sqrt{3}} \left\{ \left[\frac{1}{2\sin^2 \vartheta} \sqrt{(26\vartheta + 11\sin 2\vartheta)(2\vartheta - \sin 2\vartheta)} + \right. \right.$$

$$+ \frac{\mu_s}{\tan \varphi} \left[\ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{2 \sin^2 \varphi} \left(\varphi - \frac{1}{2} \sin 2\varphi \right) \right]$$

/ 98/

.23-расмда /10/ нада /эгри чизик 1 ва 2/ келтирилган натижалар билан таққослашда матрица ясовчи қиллик бурчагидаги /эгри чизик 3 ва 4/ солиштирма шакл ўзгартирувчи кучлар бoғлиқлиги келтирилган. Ушбу ҳолда, юқориги баҳони сезиларли ошганини қаҳмларoқ жхжх.кўзда тутилади.



.23-расм

Стакан турндаги буюми қайтма-сиқиб чиқариш

Қайтма-сиқиб чиқаришли штамплash иссиқ, совуқлайин ва нотула иссиқ пластик шакл узгарил шароитида буюм тайёрлаш учун куланади. Сиқиб чиқаришли штамплash хусусияти булаб, кесиб механик ишлаш учун энг кичик қўйим /припуск/ билан буюмнинг улчамларининг купроқ оқори аниқлигини тоъминлаш имконияти ҳисобланади. Бу биринчи навбатда совуқлайин ва нотула иссиқ шакл узгарил шароитига тегишли. Қайтма-сиқиб чиқариш тўғри, радиал ва ёнлака қосбинацияларда /буюм имкон беришга кулланадиган/ қосбинацияланган деб аталади.

Қайтма-сиқиб чиқариш учун, хусусан, совуқлайин пластик шакл узгарил шароитида, катталиги мустаҳкамлақ таъсирининг чокли руҳсет этилган катталиги билан улачанадиган, оқори солиштирма шакл узгартириш кучларни яратил зарур. Бу маокур хараёлларни реализация қиллиш учун зарурий пластик шакл узгартиришнинг узгача маънолиқлик, шунингдек, штамплash ускуна иш деталига сгирлик ва штампларнинг ассосий /ишчи/ деталарни мустаҳкамлигини ҳисоблашни амалга оширил ҳақида тусоҳлик беради.

Цилиндрик стексини қайтма-сиқиб чиқаришнинг пуансон ва матрица қосгалувчан бўлган пайтдаги умумий ҳолин курамиз. Пуансон U_0 теълик билан ҳаракатланади ва пуансон ва матрица орасида тирқиқда, узининг U_{01} теъликли рупарасидаги металлни сиқиб чиқаришни амалга оширади.

$$U_{01} = U_0 \frac{r_1^2}{r_2^2 - r_1^2} :$$

Агар матрица ҳаракати теълиги $U_1 \geq U_{01}$ бўлса, унда, матрица ва матрицадан сиқиб чиқарилаётган металл орасидаги ёнлама контакт вазда оқим қосбиллиятини келтирувчи ишқаланиш кучлари нуқудга келади, яъни ишқаланиш кучлари пуансон ва

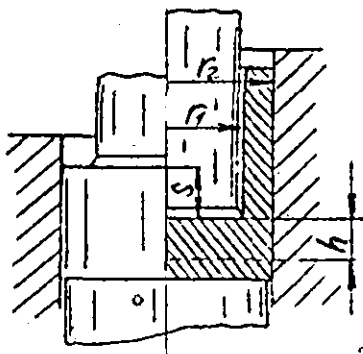
матрица орасидаги тирқишда металлни сиқиб чиқаришга камроқ қаршилиқни таъминлаб, заготовккага фаол мусбат таъсирни ишлаб чиқаради. Шакл ўзгартаришнинг бундай таъсири фаол таъсирли иққаланиш кучи билан қайтма-сиқиб чиқариш деб аталади.

Агар матрицанинг ҳаракат тезлиги $v_1 = 0$ бўлса унда, металлни оқишда вужудга келувчи иққаланиш кучи тусқинлик қилувчи туркумга утилади. Ушбу ҳолда пуансонга жипслаган шакл ўзгартирувчи куч каттадимиш лозим.

Агар $0 < v_1 < v_{01}$, унда иққаланиш кучи контакт юза сининг бир қисмида оқиш томонга, бошқаси эса-рўпарага йўналган. Ушбу ҳолда пуансон торига жипслаган умумий шакл ўзгартириш кучининг камайити энг катта бўлмайди.

Текис тубли стекенин қайтма-сиқиб чиқариш ҳисобий таъсири 24-расмда келтирилган. Пластик шакл ўзгариш учоғини пуансон тор /торец/ остида ёйилган ва h баландлик билан аниқланади деб фараз қилиш мумкин.

Пуансон तरी пастида жойлашган заготовканинг r_1 радиусли қисмида оқиш таъсири, пуансон ҳаракати йўналишига мос келувчи v_z ва радиал йўналиш билан мос келувчи v_r тезликларни ташкил этувчилари билан аниқланади. Заготовканинг пуансон तरी пастиде жойлашган ва r_1 ва r_2 радиусли юзлар билан, шунингдек, h баландлик билан аниқландиган бошқа қисмида металлни оқиш тезлиги v_z пуансон ҳаракати рўпарасига, v_r эса радиал йўналишга йўналган. Заготовканинг қолган қисми пластик шакл ўзгартирмайди ва қабул



қилинган андозага биноан, жуда қаттиқ пластик жисм қаттиқ жисм ҳисобланади /шакл ўзгартирмайди/. Заготовка туде ҳажмининг оқиш ҳуссиятларини ҳисобга олиб, I, II, III ва IV минтақаларга бўлинади. I ва II минтақада металл пластик ҳолатда: III ва IV минтақада қаттиқ ҳолат-

24-расм

да булади.

I минтақа. Бу минтақа оқинг тезлиги кинематик жонз майдонни чуқишга таълуқли.

$$v_z^* = -v_0 \frac{z}{h}; \quad v_r^* = v_0 \frac{r}{2h}.$$

/ .99/

Ушбу майдон учун исторатий шарт $z=0$ да $v_z^*=0$ ҳисобланади: $z=h$ да $v^*=-v_0$ ва $r=0$ да $v_r^*=0$. Бунингдек, сиқилмаслик шарти

$$\xi_r^* + \xi_\varphi^* + \xi_z^* = 0.$$

шакл узгаринг тезлиги

$$\xi_r^* = \xi_\varphi^* = v_0/2h, \quad \xi_z^* = -v_0/h.$$

/ .100/

Силжишнинг шакл узгаринг тезлиги ҳаёталлиги эса

$$H^* = \sqrt{3} v_0/h.$$

/ .101/

II минтақа. Оқининг кинематик жонз тезлиги v_r^* I ва II минтақа орасидаги чегараси шартини қонсатлантирини керик бутан қуйидаги ифода бўйича аниқланади.

$$v_r^* = A \left(\frac{r^2}{r} - r \right),$$

/ .102/

/ .99/га биноан, $r=r_1$ да $v_r^* = v_0 \sqrt{3}/2h$ бўлиниг ҳисоби билан / .102/дан $r=r_1$ да коэффициент A ни қийматини топила.

$$A = v_0 \frac{r_1^2}{2(r_2^2 - r_1^2)h}.$$

Оқш тезлиги v_r^* бозқа чегарағий тарт билан ҳам қаноатлен-
тирилади. $r=r_2$ да $v_r=0$. z йўналишда оқш
тезлиги ташкил этузчисини ҳамининг доимийлик шартидан топа-
миз.

$$\xi_r^* + \xi_\varphi^* + \xi_z^* = 0$$

$$v_z^* = v_0 \frac{r_1^2 z}{(r_2^2 - r_1^2)h}.$$

Шакл ўзгаришнинг кинематик жонз тезлиги қўйидаги ифоделар
билан аниқланади:

$$\xi_r^* = -v_0 \frac{r_1}{2(r_2^2 - r_1^2)h} \left(1 + \frac{r_2^2}{r^2}\right),$$

$$\xi_\varphi^* = v_0 \frac{r_1}{2(r_2^2 - r_1^2)h} \left(\frac{r_2^2}{r^2} - 1\right), \quad / \text{ис} /$$

$$\xi_z^* = v_0 \frac{r_1}{(r_2^2 - r_1^2)h}.$$

Сиджшнинг шакл ўзгариш тезлиги ҳаққаллиги

$$H^* = \frac{\nu_0 r_1^2}{h(r_2^2 - r_1^2)} \sqrt{\frac{r_2^4}{r_1^4} + 3}.$$

/ .104/

Шекл узгартурувчи кучлар оқориги баҳосини аниқлаш учун
кинematik параметрларнинг топишган қарашларини / .77/ тенг-
сизликка қўйиб:

$$\begin{aligned} q \pi r_1^2 \nu_0 \leq \pi \frac{\nu_0 \sigma_s}{h \sqrt{3}} & \left\{ \int_0^{r_1} 2 \sqrt{3} r dr h + \right. \\ & + \int_{r_1}^{r_2} \frac{2 r^2 h}{(r_2^2 - r_1^2)} \sqrt{\frac{r_2^4}{r_1^4} + 3} r dr + 2 \left(\mu_s + \frac{1}{\sqrt{3}} \right) \frac{1}{2} \int_0^{r_1} r^2 dr + \\ & + \frac{2 r_1^2}{(r_2^2 - r_1^2) \sqrt{3}} \int_{r_1}^{r_2} \left(\frac{r_2^2}{r} - r \right) r dr + \frac{2 r_1}{\sqrt{3}} \int_0^h \left[z + \right. \\ & \left. + \frac{r_1^2 z}{(r_2^2 - r_1^2)} \right] dz + \frac{2 \mu_s r_1^2 r_2^2}{(r_2^2 - r_1^2)} \int_0^h (z - h) dz \Bigg\}. \quad / .105/ \end{aligned}$$

Интеграллар ва узгартуришлардан сунг

$$\begin{aligned} q \leq \sigma_s & \left\{ 1 + \frac{2}{3(r_2^2 - r_1^2)} \sqrt{(8r_2 - 9r_1 + \frac{r_2^2}{r_1^3})(r_2^3 - r_1^3)} + \right. \\ & + \frac{1}{3} \left(\mu_s + \frac{1}{\sqrt{3}} \right) \frac{r_1}{h} + \frac{2}{3\sqrt{3}} \frac{(2r_2^3 - 3r_2^2 r_1 + r_1^3)}{(r_2^2 - r_1^2) h} + \end{aligned}$$

$$\left. + \frac{hr_2^2}{\sqrt{3}(r_2^2 - r_1^2)r_1} + \frac{\mu_s r_2 h}{r_2^2 - r_1^2} \right\}$$

/ .106/

Шакл ўзгариш учоги баландлиги h ни аниқлаш учун шакл ўзгариш иши минимумлаштиришдан фойдаланамиз, бу ҳолда q :

$$\frac{\partial q}{\partial h} = -\frac{1}{3h^2} \left[\left(\mu_s + \frac{1}{\sqrt{3}} \right) r_1 + \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{(2r_2^2 - 3r_2^2 r_1 + r_1^3)}{(r_2^2 - r_1^2)} \right] +$$

$$+ \frac{r_2^2}{\sqrt{3}(r_2^2 - r_1^2)r_1} + \frac{\mu_s r_2}{(r_2^2 - r_1^2)} = 0,$$

$h \geq \delta$ булганда

$$\frac{h}{r_1} = \sqrt{\frac{r_1(\mu_s + 1/\sqrt{3})(r_2^2 - r_1^2) + 2/\sqrt{3}(2r_2^3 - 3r_2^2 r_1 + r_1^3)}{\sqrt{5}(r_2^2 r_1 \pm \sqrt{3}\mu_s r_2 r_1^2)}}$$

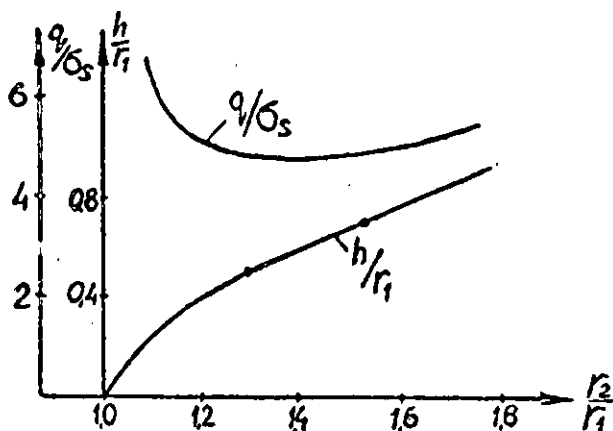
/ .107/

Агар стекан туби қалқинлиги $\delta < h$ бўлса, унда / .106/ формулага $h = \delta$ ни қўйиш керак. Шакл ўзгаришнинг кучини

$P = q \pi d_1^2 / 4$ ифода бўлиши аниқланади.

Шакл ўзгариш иши $A = P \cdot S$.

Соддиштириш шакл ўзгариш кучлари q ва пласттик шакл ўзгариш учоги баландлиги h ни r_2/r_1 ва μ_s билан қилинда ўзгариш гаїлиги .25-расмда кўрсатилган.



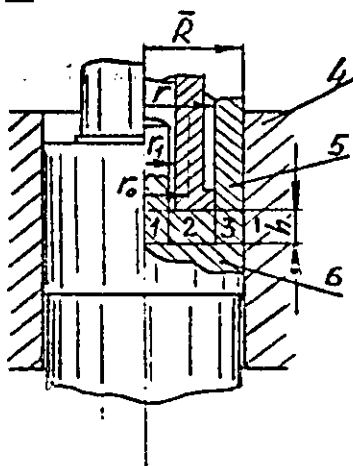
25 -расм

Икки усимта /отресток/ди цилиндрлик стаконни биюб чикериш. / 26-расм/.

Пуансон торидан металл оқиш-нинг технологик жараёнини тасвирига биноан стакон девори га усимта ҳосил бўлиши учун икки йуналишда амалга оқади.

Шакл ўзгәртиришнинг бундай тасвири икки каналли деб аталади. Пластик шакл ўзгариш учори h баландлик билан пуансон тоғи пастга жойланган. Пластик шакл ўзгариш учорининг турли қисмларида оқиш хусусиятини ҳисобга олиб

.26-расмда кўрсатилгандек, тенг баландликли учта минтақага бўламиз. 2 минтақа,



26-расм

ҳалқанинг чуқурлигидаги каби, радиал йуналишда нуқталар сил-
жимайдиган цилиндрик юзага эга. Бу юза r_0 радиус билан
аниқланади. Демак, $v_r|_{r=r_0}=0$. 4,5 ва 6 минтақаларда
пластик шакл ўзгариш мавжуд эмас.

Минтақа I $0 \leq r \leq r_1$.

Оқиш тезлиги кинематик ҳоиз майдони $r=0$ да $v_r^*=0$ ва
 $Z=0$ да $v_z^*=0$ чегаравий шартдан қаноатлантирилиши
лозим.

Бундай шартдан ушбу ифодани қаноатлантирилади:

$$v_z^* = A_1 \frac{z}{h},$$

$$v_r^* = -B_1 \frac{r}{r_1}.$$

/108/

Доимий B_1 ни I ва 2 минтақа орасидаги чегаравий $r=r_1$ да
шартдан топамиз:

$$v_r^*|_{r=r_1} = -B_1 = -\frac{v_0}{2h} \left(\frac{r_0^2}{r_1} - r_1 \right),$$

/109/

Доимий A_1 ни эса ҳалқанинг доимийлик шартидан топамиз.

$$\sum_r^* + \sum_\varphi^* + \sum_z^* = -\frac{v_0}{2hr_1} \left(\frac{r_0^2}{r_1} - r_1 \right) - \frac{v_0}{2hr_1} \left(\frac{r_0^2}{r_1} - r_1 \right) + \frac{A_1}{h} = 0.$$

бу ердан

$$A_1 = \frac{v_0(r_0^2 - r_1^2)}{r_1^2}.$$

Силлининг шакл ўзгариш тезлиги маддаллиги

$$H^* = \sqrt{3} \frac{v_0}{h} \frac{(r_0^2 - r_1^2)}{r_1^2}$$

/IIIO/

Минтақа 2 / $r_1 \leq r \leq r_2$ /.

Ушбу минтақа сқиш тезлиги кинематик жонз майдони ҳа-қанинг чукишига ухшаш:

$$v_z^* = -v_0 \frac{z}{h};$$

$$v_r^* = \frac{v_0}{2h} \left(r - \frac{r_0^2}{r} \right)$$

$$r_1 \leq r \leq r_2.$$

/III/

Бу ифодадар $z=0$ да $v_z^*=0$; $z=h$ да $v_r^*=0$ чегаравий шарт билан ва $r=r_0$ да ҳақанинг деимийлик шрти билан қано- атлантирилади.

$$\sum_r^* + \sum_\varphi^* + \sum_z^* = 0.$$

Бу ерда

$$\sum_r^* = \frac{\partial v_r^*}{\partial r} = \frac{v_0}{2h} \left(1 + \frac{r_0^2}{r^2} \right),$$

/II2/

$$\gamma_{\varphi}^* = \frac{v_r^*}{r} = \frac{v_0}{2h} \left(1 - \frac{r_0^2}{r^2}\right),$$

$$\gamma_z^* = \frac{\partial v_z^*}{\partial z} = - \frac{v_0}{h}.$$

Силжигининг шакл узгармш тезлиги жадаллиги

$$H^* = \frac{v_0}{h} \sqrt{\frac{r_0^4}{r^4} + 3}$$

/II3/

Минтақа 3 / $r_2 \leq r \leq r_3$ /.

Оқиш тезлиги кинешатик жонз майдони цилиндрик стаканни қайтна-сиқиб чиқаришда

$$v_z^* = A_3 \frac{z}{h},$$

$$v_r^* = B_3 \left(\frac{r_3^2}{r} - r \right).$$

/II4/

Коеффициент B_3 ни $r=r_3$ да 2-ва 3-минтақа орасидаги чегарадаги парддан топамиз:

$$v^* \Big|_{r=r_2} = \frac{v_0}{2h} \left(r_2 - \frac{r_0^2}{r_2} \right) = B_3 \left(\frac{r_3^2}{r_1} - r_1 \right).$$

/II5/

Бу ердан

$$B_3 = \frac{\nu_0}{2h} \frac{(r_2^2 - r_0^2) r_1^2}{r_2^2 (r_3^2 - r_1^2)}$$

Коеффициент A_3 ни ҳажмининг доимийлик шартидан топамиз,

$$\bar{\epsilon}_r^* + \bar{\epsilon}_\varphi^* + \bar{\epsilon}_z^* = 0$$

$$\bar{\epsilon}_r^*, \bar{\epsilon}_\varphi^*, \bar{\epsilon}_z^* \quad \text{қайматларни қўйсак}$$

$$-2B_3 = A_3/h,$$

Бу ердан

$$A_3 = \nu_0 \frac{(r_2^2 - r_0^2) r_1^2}{(r_3^2 - r_1^2) r_2^2}$$

Силжининг шакл ўзгариш тезлиги жаъвалиги

$$H^* = \frac{\nu_0}{h} \frac{(r_2^2 - r_0^2) r_1^2}{(r_3^2 - r_1^2) r_2^2} \sqrt{\frac{r_3^4}{r_1^4} + 3}$$

$$r_2 \leq r \leq r_3$$

/IIб/

Ўқоридаги топилган тезликларнинг кинематик жонз майдони параметрларини шакл ўзгарттирувчи кучлёр ўқоридаги баҳолаш-ни аниқлаш учун /77/ тенгсизликка қўймиз:

$$\int_{r_1}^{r_2} \nu_0 2\bar{\epsilon}_r dr \leq \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} \left\{ \int_0^{r_1} \frac{\nu_0}{h} \frac{(r_0^2 - r_1^2)}{r_1^2} 2\bar{\epsilon}_r dr \cdot h + \right. \\ \left. + \int_{r_1}^{r_2} \frac{\nu_0}{h} \sqrt{\frac{r_0^4}{r_1^4} + 3} 2\bar{\epsilon}_r dr \cdot h + \right.$$

$$\begin{aligned}
 & + \int_{r_2}^{r_3} \frac{v_0}{h} \frac{(r_2^2 - r_1^2) r_1^2}{(r_3^2 - r_1^2) r_2^2} \sqrt{\frac{r_3^4}{r^4} + 3} \cdot 2\pi r dr \cdot h + \\
 & + 2 \int_0^{r_1} \frac{v_0}{2h} \left(\frac{r_0^2 - r_1^2}{r_1^2} \right) r 2\pi r dr + \\
 & + \int_{r_2}^{r_3} \frac{v_0}{h} \frac{(r_2^2 - r_1^2) r_1^2}{(r_3^2 - r_1^2) r_2^2} \left(\frac{r_3^2}{r} - r \right) 2\pi r dr + \\
 & + (1 + \mu_s \sqrt{3}) \int_{r_1}^{r_0} \left(\frac{r_0^2}{r} - r \right) 2\pi r dr + \\
 & + (1 + \mu_s \sqrt{3}) \int_{r_1}^{r_2} \frac{v_0}{h} \left(r - \frac{r_0}{r} \right) \pi r dr + \\
 & + \int_0^h \left[\frac{v_0 (r_0^2 - r_1^2)}{h r_1^2} z + \frac{v_0}{h} z \right] 2\pi r_1 dz + \\
 & + \int_0^h \left[\frac{v_0}{h} z + \frac{v_0 (r_2^2 - r_1^2) r_1^2}{h (r_3^2 - r_1^2) r_2^2} z \right] 2\pi r_2 dz + \\
 & + \sqrt{3} \mu_s \int_0^h \frac{v_0 (r_2^2 - r_1^2) r_1^2}{h (r_3^2 - r_1^2) r_2^2} z 2\pi r_3 dz \}. \quad //117/
 \end{aligned}$$

$$\int_{r_2}^{r_3} \sqrt{\frac{r_3^4}{r^4} + 3} \cdot r dr$$

туридаги интегралларни Буняков-кий
тенгсизлигидан фойдаланиб ҳисоблаймиз:

$$\int_{r_2}^{r_3} \sqrt{\frac{r_3^4}{r^4} + 3} \cdot r dr \leq \sqrt{\int_{r_2}^{r_3} \left(\frac{r_3^4}{r^4} + 3 \right) dr} \int_{r_2}^{r_3} r^2 dr.$$

/77/ни интеграллаш ва узгартирishга утишдан сунг

$$\begin{aligned}
 q \leq & \frac{G_s}{\sqrt{3}(r_2^2 - r_1^2)} \left\{ \sqrt{3}(r_0^2 - r_1^2) + \frac{2}{3} \sqrt{\left[\frac{r_0^4(r_2^3 - r_1^3)}{r_2^3 r_1^3} + \right.} \right. \\
 & \left. \left. + 9(r_2 - r_1) \right] (r_2^3 - r_1^3) + \frac{2}{3} \frac{(r_2^2 - r_1^2) r_1^2}{(r_2^3 - r_1^3) r_2^2} \times \right. \\
 & \times \sqrt{(8r_3 - 9r_2 + \frac{r_3^4}{r_2^3})(r_2^3 - r_1^3)} + \frac{2}{h} \left(\frac{r_0^2}{r_1^2} - 1 \right) r_1^3 + \\
 & + \frac{2}{9} \frac{(r_2^2 - r_1^2) r_1^2}{h(r_2^3 - r_1^3) r_2^2} \left[3r_3^2(r_3 - r_2) - (r_3^3 - r_2^3) \right] + \\
 & + \frac{(1 + \sqrt{3})h}{3h} \left[(2r_0^3 - 3r_0^2 r_1 + r_1^3) \right] + \\
 & + hr_1 \frac{r_0^2}{r_1^2} + hr_2 \left[1 + \frac{(r_0^2 - r_1^2) r_1^2}{(r_2^3 - r_1^3) r_2^2} \right] \pm \\
 & \pm \sqrt{3} \sqrt[4]{G_s} \frac{(r_2^2 - r_1^2) r_1^2}{(r_2^3 - r_1^3) r_1^2} hr_3 \left. \right\} \quad /118/
 \end{aligned}$$

Шакл узгартирувчи кучларни минимумлаштиришдан фойдаланиб,
 h ва r_0 ни топish мумкин.

УЮМИ ВА ГАРДИШЛИ ПОКОВКАЛАР.

27-расида яхлит ва ковак заготовкалардан уюми ва гардишли Цилиндрик буюмларни сиқиб чиқаришли штампланинг технологик жараёнлари тасвири кўрсатилган.

Бараз қиламиз /27.а-расида қар/, пластик шакл узгариш заготовканинг фақат сиқиб чиқарилувчи уюми h баландлиги билан аниқланадиган қисмида содир бўлади. пластик шакл узгариш минтақасини I ва II минтақалар кўринишида тасаввур қиламиз.

I минтақада оқим рақиял. Металл оқиши кинематик ҳоиз тезлиги

Унда
$$v_r^* = A/r, \quad v_\varphi^* = v_z^* = 0$$

$$\xi_r^* = -A/r^2; \quad \xi_\varphi^* = A/r^2; \quad \xi_z^* = 0.$$

/119/

Силжишнинг шакл узгариш тезлиги ҳаделлиги

$$H^* = 2 \frac{A}{r^2}.$$

Коэффициент A ни чуқикидаги сингари

$$v_z^* = -v_0 \frac{z}{h}$$

II минтақани кўрганимиздан сўнг, ҳажмининг доимийлик шартидан топамиз

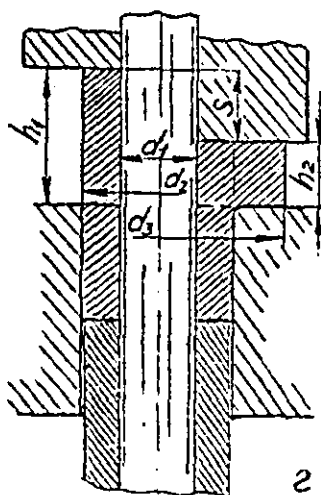
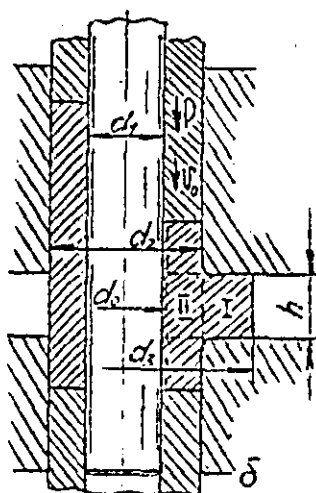
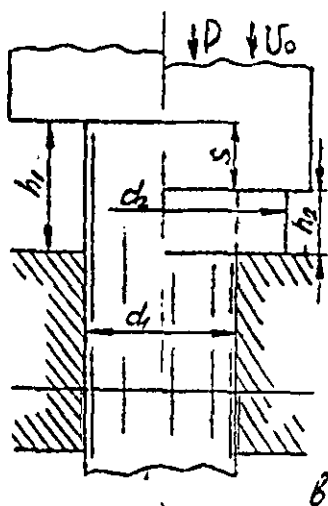
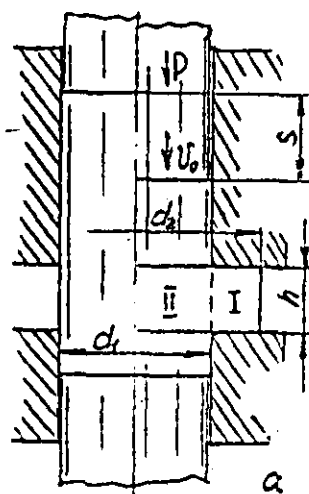
$$v_r^* = v_0 \frac{r}{2h}$$

Унда шакл узгариш тезлиги

$$\xi_r^* = \xi_\varphi^* = v_0/2h,$$

$$\xi_z^* = -v_0/h.$$

/120/



Силжишнинг шакл ўзгариш тезлиги жадаллиги

$$H^* = \sqrt{3} \frac{\psi_0}{h} . \quad /121/$$

I ва II минтақа орасидаги чегарада оқшнинг радиал тезлиги узилишга эга бўлмаслиги керак. Еинобарин,

$$\psi_r^* \Big|_{r=\frac{d_1}{2}} = \psi_0 \frac{d_1}{4h} = \psi_r^* \Big|_{r=\frac{d_1}{2}} = \frac{2A}{d_1}$$

бу ердан

$$A = \psi_0 \frac{d_1^2}{8h}$$

/119/ ва /121/ ифодада А ни қўйиб,

$$\psi_r^* = \psi_0 \frac{d_1^2}{8hr} ; H^* = \psi_0 \frac{d_1^2}{4r^2h} .$$

Топилган ψ_r^* ва H^* қийматларни, шакл ўзгартирувчи кучлар юқоридаги баҳосини аниқлаш учун тенгсизликка қўйиб /122/ ни олампиз:

$$\begin{aligned} & \int_0^{d_1/2} 2\pi r dr \cdot \psi_0 \leq \sigma_s \int_0^{d_1/2} \int_0^h \frac{\psi_0}{h} 2\pi r dr dz + \\ & + \frac{2\sigma_s}{\sqrt{3}} \int_0^{d_1/2} \psi_0 \frac{r}{h} \pi r dr + \frac{2\sigma_s}{\sqrt{3}} \int_{d_1/2}^{d_1/2} \int_0^h \psi_0 \frac{d_1^2}{2r^2} \times \quad /122/ \\ & \times \pi r dr dz + 2\mu_s \sigma_s \int_{d_1/2}^{d_1/2} \psi_0 \frac{d_1^2}{hr} \pi r dr + \\ & + \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} \int_0^h \left(\frac{\psi_0 z}{h} + 0 \right) \pi d_1 dz . \end{aligned}$$

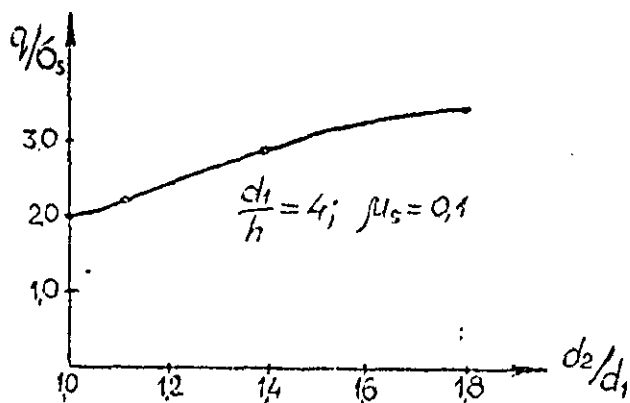
Интеграллаш ва узгартиришларга утишдан сунг /123/ни оламиз:

$$q \leq \sigma_s \left[1 + \frac{d_1}{3\sqrt{3}h} + \frac{4}{3} \ln \frac{d_2}{d_1} + 2\mu_s \frac{(d_2 - d_1)}{h} + \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{h}{d_1} \right] \quad /123/$$

Шакл узгартириш иши

$$A = \int_0^S \frac{\pi d_1^2}{h} ds = \sigma_s \frac{\pi d_1^2}{4} \left[\left(1 + \frac{d_1}{3\sqrt{3}h} - 2\mu_s \frac{d_1}{h} + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{h}{d_1} \right) S + \frac{d_1}{2} \left(1 + 4 \frac{S}{d_1} \right) \left(\frac{1}{2} \ln \sqrt{1 + 4S/d_1} - \frac{1}{4} \right) + \right. \\ \left. + \frac{\mu_s d_1^2}{3h} \left(\sqrt{(1 + 4S/d_1)^3} - 1 \right) \right] \quad /124/$$

28-расмда, сиқиб чиқарилувчи уюм улчамларидан солиштирма шакл узгартирувчи кучлар q бослиқлиги курсатилган.



28-расм

Цилиндрик ковак заготовкада урнини радиал сиқиб чиқаришда, ёнлама бушлиқ бадандлигида жойлашган заготовканинг қисмида пластик узғариш бир жойга келтирилади. Пластик шакл узғариш учоғи I ва II минтақаларни ичига олади. Минтақа I-ҳалқанинг чуқиши $/ r_1 \leq r \leq r_2 /$.

Ушбу жараёни бажаришни зарурий шарт булиб, оқиш тезлиги $v_r = 0$ $d_0 \geq d_1$ диаметр билан аниқланиши зарур бўлган юза ҳолати ҳисобланади. Маъмур ҳолда заготовка ва қисқич /оправка/ контакт юзасида оқиш тезлиги $v_r|_{r=d_1/2} = 0$ Аксинча тургунлик йуқотилиши мумкин. ушбу шартни ҳисобга олиб, оқишнинг жоиз тезлигини тақсимлаш /125/ ифода билан аниқланади:

$$v_r^* = A \left(r - \frac{r_1^2}{r} \right).$$

Ҳажмининг доимийлик шартини $\frac{\partial v_r^*}{\partial r} + \frac{v_r^*}{r} + \frac{\partial v_z^*}{\partial z} = 0$ /125/ дан

топамиз: $v_z^* = -2Az + C$.

Эркин доимий интеграллашни $z = 0$ да $v_z^* = 0$ шартдан, коэффициентни эса $z = h$ да $A - v_z^* = -v_0$ дантопамиз.

$$C = 0 ; \quad 2A = v_0/h.$$

Бу қийматларни қуйишдан сунг, оқиш тезлигини топамиз.

$$v_r^* = \frac{v_0}{2h} \left(r - \frac{r_1^2}{r} \right); \quad v_z^* = -v_0 \frac{z}{h}.$$

/126/

шакл узғариш тезлиги:

$$\dot{\epsilon}_r^* = \frac{v_0}{2h} \left(1 + \frac{r_1^2}{r^2} \right),$$

$$\varepsilon_{\varphi}^* = \frac{\psi_0}{2h} \left(1 - \frac{r_1^2}{r_2^2}\right).$$

$$\varepsilon_z^* = -\psi_0/h$$

/127/

Силжишнинг шакл ўзгариш тезлиги жадаллиги

$$H^* = \frac{\psi_0}{h} \sqrt{3 + \frac{r_1^4}{r_2^4}}$$

/128/

Минтақа II $/r_2 \leq r \leq r_3/$ - қалқада радиал оқиш. ψ_r^*
ифода яхлит заготовкадан урмни сиқиб чиқаришдаги каби

$$\psi_r^* = A/r$$

Шунга қарамасдан бу ҳолда

$$\psi_r^* \Big|_{r=\frac{d_2}{2}} = \frac{\psi_0}{2h} \left(r_2 - \frac{r_1^2}{r_3}\right) = \frac{2A}{r_2}.$$

бу ерда

$$A = \frac{\psi_0(r_2^2 - r_1^2)}{2h}$$

Эрнига қўйиб, кинематик хоиш тезлини топамиз.

$$\psi_r^* = \frac{\psi_0(r_2^2 - r_1^2)}{2hr}$$

/129/

Шакл узгариг тезлиги:

$$\dot{m}_r^* = - \frac{v_0(r_2^2 - r_1^2)}{2hr} = - \dot{m}_\varphi^*,$$

$$\dot{m}_z^* = 0.$$

/130/

Силжитининг шакл узгариг тезлиги жадаллиги

$$H^* = \frac{v_0(r_2^2 - r_1^2)}{hr^2}.$$

/131/

Олинган қийматларни шакл узгартирувчи кучлар юқориги баҳосини аниқлаш учун тенгсизликка қўямиз:

$$\begin{aligned} & q \frac{\pi}{4} (d_2^2 - d_1^2) v_0 \leq \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} \int_{r_1}^{r_2} \int_0^h \frac{v_0}{h} \sqrt{3 + \frac{r_1^4}{r^4}} \times \\ & \times 2\pi r dr dz + \frac{2\sigma_s}{\sqrt{3}} \int_{r_1}^{r_2} \frac{v_0^2}{2h} \left(r - \frac{r_1^2}{r}\right) 2\pi r dr + \\ & + \left(\frac{r_2}{\sqrt{3}} + \frac{1}{2} r_1\right) 2\pi \sigma_s \int_0^h \frac{v_0}{h} z dz + \\ & + \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} \int_{r_2}^{r_3} \frac{v_0(r_2^2 - r_1^2)}{hr^2} 2\pi r dr h + \\ & + \frac{2\mu_s \sigma_s}{\sqrt{3}} \int_{r_2}^{r_3} \frac{v_0(r_2^2 - r_1^2)}{2hr} 2\pi r dr. \end{aligned}$$

/132/

Интеграллаш ва узгартиришларга утишдан сунг

$$q \leq \frac{26s}{\sqrt{3}(r_2^2 - r_1^2)} \left\{ \frac{1}{3} \sqrt{(9r_2 - 8r_1 - \frac{r_1^4}{r_2^3})(r_2^3 - r_1^3)} + \frac{1}{3}(r_2^3 + 2r_1^3 - 3r_1^2 r_2) + \frac{1}{2} h \left(\sqrt{3} \mu_s r_1 + r_2 \right) + (r_2^2 - r_1^2) \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{\mu_s^2}{h} (r_2^2 - r_1^2) (r_2 - r_1) \right\}$$

Шакл узгарии кучи P

$$P = q \frac{\pi(d_2^2 - d_1^2)}{4}$$

/133/

Шакл узгарии иши A

$$A = \int_0^S P \cdot dS$$

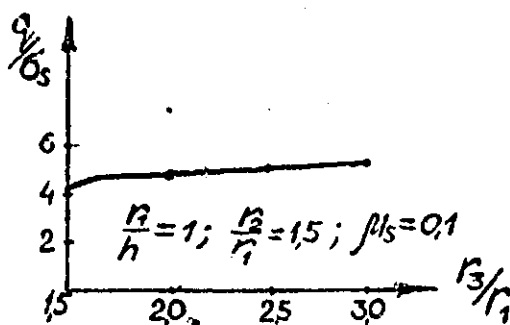
/134/

Шакл узгарии ишини: бажариш учун пуансон юриш S орқали уюмининг узгарувчан радиуси r_3 ни белгиламоқ зарур.

29-расмда сиқиб чиқарилувчи уюм улчамларидан солиштирма шакл узгарии кучлари q нинг боғлиқлиги келтирилган.

Гардишни чуққариш /высадка/ /27.в-расмга қар/.

чуққидан шуничи билан фарқ қиладики, заготовка халмининг ҳайвонси пластик шакл узгарилмайдн, унда оқит тезлиги узинишн юзаси мавжуд.



29-расм

Шакл ўзгартiruвчи кучлар ижориги баҳосини аниқлаш учун, чуқишда учун қабул қилинган оқиш тезлиги кинематик жонз майдонидан фойдаланиш мумкин.

$$v_z^* = -v_0 \frac{z}{h},$$

$$v_r^* = v_0 \frac{r}{2h}.$$

/135/

Шакл ўзгариш тезлиги:

$$\dot{\xi}_r^* = \dot{\xi}_\varphi^* = \frac{v_0}{2h},$$

$$\dot{\xi}_z^* = -\frac{v_0}{h}$$

/136/

Силжишнинг шакл ўзгариш тезлиги жадаллиги

$$H^* = \sqrt{3} \frac{U_0}{h}$$

/137/

Солиштирма шакл ўзгартирувчи куч /юқориги баҳо/:

$$q \frac{\pi d_2^2}{4} U_0 \leq \sigma_s \frac{\pi d_2^2}{4} U_0 + \mu_s \sigma_s \frac{U_0}{h} \frac{\pi d_1^3}{24} + \\ + \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} \frac{U_0}{h} \frac{\pi d_1^3}{24} + \mu_s \sigma_s \frac{\pi (d_2^3 - d_1^3)}{24 h} U_0$$

$$q \leq \sigma_s \left[1 + \frac{\mu_s d_2}{3h} \left(1 - \frac{d_1^3}{d_2^3} \right) + \frac{d_1}{6\sqrt{3}h} \right]$$

/138/

Тула шакл ўзгартирувчи кучлар юқориги баҳоси

$$P = q \frac{\pi d_2^2}{4}$$

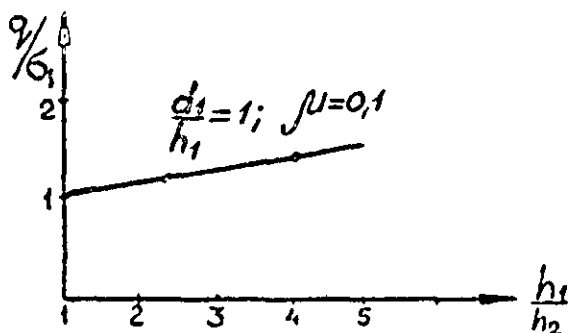
/139/

Шакл ўзгариш иши

$$A = \int_0^S P ds = \sigma_s V \left[\ln \frac{h_1}{h_2} + \frac{2\mu_s}{9} \left(\frac{d_2}{h_2} - \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{d_1}{h_1} \right) + \left(\frac{1}{\sqrt{3}} - \mu_s \right) \frac{d_1}{2h_1} \ln \frac{h_1}{h_2} \right]$$

/140/

30-расмда солиштирма шакл ўзгартирувчи куч q нинг зағотовка ўлчамларига боғлиқлиги тасвирланган.



30-рәсм

Цилиндрик ковак заготевка тубини чуктириб олишда /27.г-рәсмгә қар./ ҳалқанинг чукиши учун зарурий, шакл уәгәрти-руғчи кучләр иңдориғи баҳосини аниқлаш учун қабул қилинган, оқиш тезлиғи кинематик жоиз тезлиғидан фойдаләниш мумкин. Шунга қаремасдан ковак заготевкани радиал сиқиб чиқаришда $r=r_0$ да $v_r^*=0$ деб қабул қилиш куәда тутилади.

Ушбу ҳолда пластик шакл уәгәртиш учоғида оқиш тезлиғи кинематик жоиз тезлиғини қуйидағи курунишда тасаввур қилиш мумкин.

$$v_r^* = \frac{v_0}{2h} \left(r - \frac{r_0^2}{r} \right)$$

$$v_z^* = - \frac{v_0 z}{h}$$

/141/

Шакл узгарииш тезлиги майдони

$$\dot{m}_r^* = \frac{v_0}{2h} \left(1 + \frac{r_1^2}{r_2^2}\right),$$

$$\dot{m}_\varphi^* = \frac{v_0}{2h} \left(1 - \frac{r_1^2}{r_2^2}\right),$$

/I42/

$$\dot{m}_z^* = -\frac{v_0}{h}$$

Силжиишинг шакл узгарииш тезлиги жадаллиги

$$H^* = \frac{v_0}{h} \sqrt{\frac{r_1^4}{r_2^4} + 3}$$

/I43/

Силжиишинг шакл узгарииш тезлиги жадаллиги /I43, силжиишинг шакл узгарииш тезлиги /I42/ ва оқиш тезлиги /I41/ топилган қийматларини солиштирма шакл узгартирувчи кучлар юқориги баҳосини аниқлаш учун тенгчиликка қўйиб қўйидагини оламиз.

$$\begin{aligned} q \leq & \frac{26s}{\sqrt{3}(r_3^2 - r_1^2)} \left[\frac{1}{3} \sqrt{(9r_3^3 - 8r_1^4 - \frac{r_1^4}{r_3^3})(r_3^3 - r_1^3)} + \right. \\ & + \frac{\rho_1 s}{2\sqrt{3}h} (2r_1^3 - 6r_1^2 r_3 + 2r_3^3 - r_2^3 + r_1^2 r_2) + \\ & \left. + \frac{1}{6h} (r_2^3 + r_1^3 - 5r_1^2 r_2) + \frac{\sqrt{3}}{2} \rho_1 s r h \right] \end{aligned} \quad /I44/$$

Шакл узгартирувчи кучлар юқориги баҳоси

$$P = q \pi (r_3^2 - r_1^2)$$

• /145/

ифода бўлиб аниқланади,

Шакл узгариш иши эса $A = \int P dS$ бўлиб. /146/

4. Технология ускуна

Технологик ускунанинг иш қobiliяти ва умр-боқийлиги уни йиғишда вужудга келувчи ички кучланиш, ички детал /асбоб/ ва шакл узгартирилувчи заготовка контакт юзаларида технологик жараёнларни баҳариш жараёнида узаро таъсир кучи кучланишига боғлиқ. 31-расмда стеконларни совуқлайтиш сиқиб чиқариш учун штампланишнинг тузиллиш тасвири кўрсатилган.

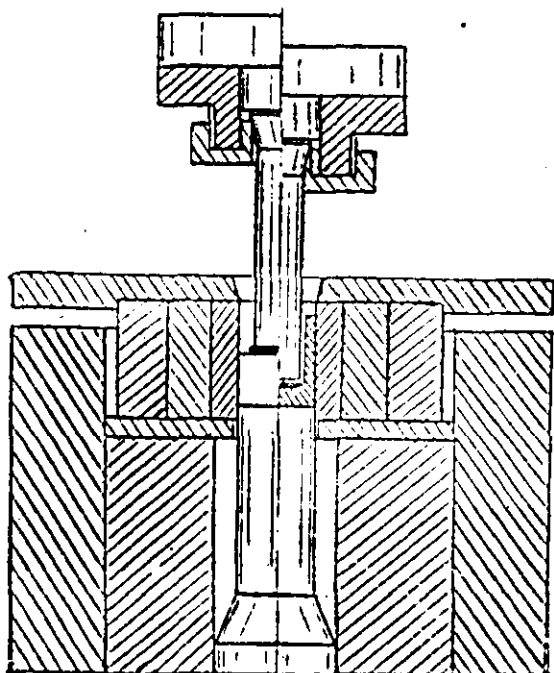
Штампланиш ускунани йиғишда вужудга келувчи қолдиқ кучланиш, бир қатор ҳолларда, ишнинг умрбоқийлигини оширишни таъминловчи кучланишни қайта тақсимлаш учун уни лойиҳалашда кўзда тутилган ва зарурийдир. Агар ички кучланиш детал тайёрлашда ноаниқлик билан юзага келушига сабаб бўлса, масалан, штампланишнинг тиқини /втулка/ ва устунчаси ёки пуансон ва матрицанинг ўқдошлигига риоя қилмаслик билан бўлса, унда штампи йиғиш ва унинг кейинги юзадаги кучланишларни лойиҳалашда мазкур эҳтиётсизликларни вужудга келиши штампли ускунани эксплуатация давомлиги камайиши, баъзида эса унинг деталларни бузилишига олиб келиши мумкин.

"Материаллар қаршилиги" фанини ўрганишда баҳариладиган ҳисоблашлардан маълумки, энг хавфли нуқталарда ички босим таъсири остида вужудга келувчи кучланишни камайтириш учун батамом таркибий /йиғма, туринди/ қилиб тайёрлаш керак. Бунда, ташқи қувурнинг ички диаметри ички қувурнинг ташқи диаметридан озгина камроқ булиши зарур. Ушбу ҳолда йиғишдан сўнг ички қувурни ташқи босим p_c , ташқи қувур ички босим p таъсири остида бўлади. Ички қувурда ташқи босим p_c таъсири остида тангенциал йуналишда /меридианал майдончада/ қисувчи кучланиш, ташқи қувурда эса ички

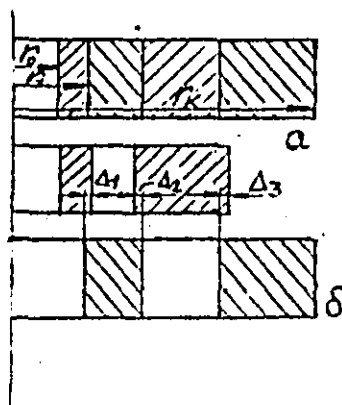
босим P таъсири остида қузувчи кучланиш вужудга келади. Шундай шаклли ички босим қувурини тайёрлашда кучланишнинг тақсимланиши, моноблок кўринишда бажарилган қувурдаги кучланишни тақсимланишида фарқ қилади.

Сиқиб чиқарилми штамплash жараёнида; ҳисоблашларнинг кўрсатишича, матрицанинг ички юзасида штампи бузилити мумкин бўлган таъсир остида босим вужудга келади. Буни содир бўлмаслиги учун лойиҳалашда матрицага тегишли тузилашни /конструкция/ танлаш зарур.

Қуйида қўп туғинли /қўпқатламли/ матрицалар учун тараңглик ҳисоби берилаан. Бунинг учун қўпқатламли матрицанинг ҳисоблаш натижаларидан фойдаланамиз [19].



31-расм



32-расм

32-расмда купқатламли матрица тасвирланган. Қабул қилинган аломатлар:

r_i — p_i босим қўйилган ўза радиуси, $i = 0, 1, 2, \dots, K$

r_0 — матрицанинг ички диаметри, p_0 — қатталиги технологик жараён таҳлилидан аниқланган ички босим, $p_i, p_j, \dots$ — $p_i - \Delta_i$ таранглик босими, r_j — радиус r_i билан аниқланадиган ўзадаги босим таъсиридан

$\sigma_{\varphi ij}$ тангенциал йуналишда кучланишни аниқловчи нуқтадаги ўза радиуси, r_K —

таркибий матрица ташқи радиуси, $[\delta]_j$ — матрица ва тугин /бандж/ ички ўзаларида жойлашган нуқталарда рухсат этилган зузувчи кучланиш,

E_j — биринчи даражали эгилувчанлик модули

$$E_j = E = \text{const.}$$

Қабул қилинган аломатларни ҳисобга олиб, ички босим p_i таъсири остидаги тангенциал йуналишда нормал кучланиш /147/ га мувофиқ аниқланади:

$$\sigma_{\varphi ij} = \frac{p_i r_i^2 (r_K^2 + r_j^2)}{(r_K^2 - r_i^2) r_j^2}, \quad i \leq j.$$

/147/

ташқи босим остидаги тангенциал кучланишда нормал кучланиш,

$$\sigma_{\varphi ij} = - \frac{p_i r_i^2 (r_j^2 + r_0^2)}{(r_i^2 - r_0^2) r_j^2}, \quad i \geq j$$

/148/

/149/ дан ρ_i қийматни /147/ ва /148/ га қўйишдан сунг, ρ_j радиус билан аниқланувчи, куп туринли матрица юзаси нуқталарида таранглик Δ_i дан тангенциал йуналишда нормал кучланиш σ_{ij} ни аниқлаш учун борлиқликни топамиз:

$$\sigma_{ij} = \frac{E \Delta_i (r_k^2 + r_j^2) (r_i^2 - r_0^2)}{(r_k^2 - r_0^2) r_j^2}, \quad i \leq j;$$

$$\sigma_{ij} = - \frac{E \Delta_i (r_k^2 - r_i^2) (r_j^2 + r_0^2)}{(r_k^2 - r_0^2) r_j^2}, \quad i \geq j. \quad /150/$$

/149/ ва /150/ формуладан фойделаниб, матрица ва турин ички изоларида жойлашган нуқталар учун /149/ бўйича аниқланади-
и эн қўшимча қўйилган ички босим ва дастлабки таранг-
ликдан тенгециал йуналишда нормал кучланишни топамиз.

Курилайтган ҳар бир нуқтадаги йигинда кучланишга, ку-
рилайтган турин материали учун рухсат этилган кучланишни
[6] j чўзишга тенглаймиз. Натижада чиқиқли тенглама
системасини оламиз:

$$a_{10} \Delta_1 + a_{20} \Delta_2 + \dots + a_{i0} \Delta_i = a_{00},$$

$$a_{11} \Delta_1 + a_{21} \Delta_2 + \dots + a_{i1} \Delta_i = a_{01},$$

$$a_{12} \Delta_2 + a_{22} \Delta_2 + \dots + a_{i2} \Delta_i = a_{02},$$

$$\dots \dots \dots \dots \dots \dots$$

$$a_{1(k-1)} \Delta_1 + a_{2(k-1)} \Delta_2 + \dots + a_{i(k-1)} \Delta_i = a_{0(k-1)}. \quad /151/$$

Тенгламалар системаси /151/ни ишоравий /рамзий/ шаклда
ёзиш мумкин.

$$\sum_{i=1,2,3,\dots}^{k-1} a_{ij} \Delta_i = a_{0j}, \quad j=0,1,2,\dots \quad /152/$$

Бу ифодада

$$a_{0j} = [6] - \frac{\rho_0 r_0^2 (r_k^2 + r_0^2)}{(r_k^2 - r_0^2) r_j^2}$$

/151/ тенгламалар системасини ечиш натижасида тарангликнинг катталигини топомиз:

$$\Delta_1 = \frac{\begin{vmatrix} a_{00} & a_{20} & a_{30} \dots \\ a_{01} & a_{21} & a_{31} \dots \\ a_{02} & a_{22} & a_{32} \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{10} & a_{20} & a_{30} \dots \\ a_{11} & a_{21} & a_{31} \dots \\ a_{12} & a_{22} & a_{32} \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{vmatrix}}$$

/153/

$$\Delta_2 = \frac{\begin{vmatrix} a_{10} & a_{00} & a_{30} \dots \\ a_{11} & a_{01} & a_{31} \dots \\ a_{12} & a_{02} & a_{32} \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{10} & a_{20} & a_{30} \dots \\ a_{11} & a_{21} & a_{31} \dots \\ a_{12} & a_{22} & a_{32} \dots \\ \dots & \dots & \dots \end{vmatrix}}$$

ва ҳокозо.

Ишораний шаклда тарангликларни аниқлаш учун ифодани

$$\Delta_i = \frac{D_i(a_{0j})}{D(a_{ij})},$$

/154/

куринишда ёзиш мумкин.

бу ерда $D(a_{0j})$ — таранглик ни аниқловчи коэффициентдан тузилган устунча аниқловчи, тенгламанинг унг қисми a_{0j} /озод аъзолари билан/ коэффициентлари билан алмастинган;

$D(a_{ij})$ — чиқиқли тенгламалар системаси /151/ a_{ij} коэффициентларида тузилган аниқловчи; тарангликларни ΔL аниқлашдан кейин, /149/ дан фойдаланиб, контакт юзасларга p_i босимни, /147/, /148/ ва /150/ лар бўйича тангенциал йуналишда $\sigma_{\rho ij}$ кучланишни тақсимлаш зарур.

33-расмда 2500 МПа ички босим таъсиридаги туринли матрицада кучланишни тақсимлаш эпюралари кўрилган.

Матрица ва туринли гилдирак ички улчашлари одатда, ИИТАвтопром тавсияларига бинсан берилади. /2-жадвал/

2-жадвал

Деталларнинг ички улчашлари

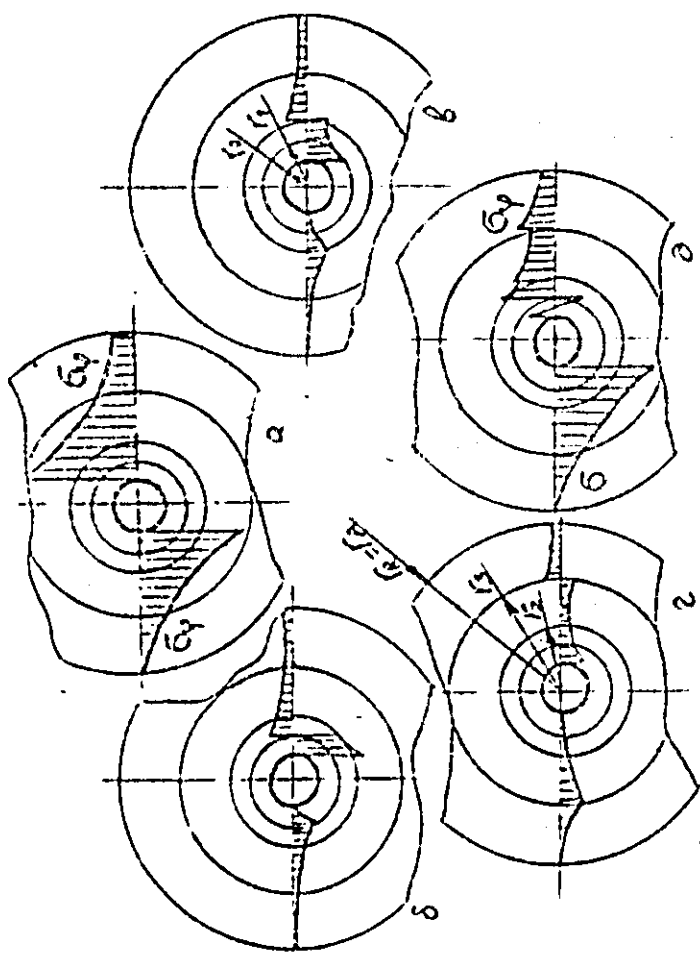
Детал :	Радиус мм										
Матрица	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35
Туринли ҳалқа											
1-	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56
2-	22	27,5	33	38,5	44	50	55	60,5	66	71,5	77
3-	33	37,5	45	52,5	60	67,5	75	82,5	90	97,5	105

Бошқа тавсияларга мувофиқ қўйидаги муносабатлардан фойдаланиш мумкин:

$$r_L = 1,6^L, \quad L = 0, 1, 2, \dots$$

Кўрилган вариантда тарангликларни аниқлашда ички босим $p_0 = \text{const}$ ва кучланиш эгилувчанлик чегараси ошмайди деб тахмин қилинади.

Матрицанинг ички юзасида босимни [3,18] ишларда келтирилган формула бўйича ёки ҳоҳлаган бошқа усул билан аниқлаш мумкин.



АДАБИЁТЛАР.

1. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением: Учебник для вузов. Изд. 4-е, перераб. и доп. М: Машиностроение, 1977. 423 с.
2. Овчинников А.Г. Основы теории штамповки выдавливанием на прессах. М.: Машиностроение, 1983. 200 с.
3. Колмогоров В.Л. Механика обработки металлов давлением. М.: Металлургия, 1986, 688 с.
4. Овчинников А.Г. Последующая вытяжка тонкостенных цилиндрических стаканов // Машины и технология обработки металлов давлением: Сб. статей. М.: Машиностроение 1969. 218-220 с.
5. Малыгин Н.Н. Технологические задачи пластичности и ползучести. М.: Выпш.шк. 1979. 119 с.
6. Теория пластических деформаций металлов Е.П.Унисов, У.Джонсон, В.Л.Колмогоров и др. : Под ред. Е.П.Унисова, А.Г.Овчинникова. М.: Машиностроение. 1983. 598 с.
7. Ковалев В.Г. Тороидальные координаты в анализе операций штамповки. Изд. вузов. Машиностроение. 1982. № II. 142-146 с.
8. Мейз Дж. Теория и задачи механики сплошных сред. Пер. с англ. М.: Мир, 1974. 320 с.
9. Абдуллаев Ф.С. Верхняя оценка деформирующей силы для прямого выдавливания.: Труды республиканской научно-технической конференции. Ташкент 1993 г.
10. Абдуллаев Ф.С., Загидуллин Р.Р. Верхняя оценка деформирующей силы для вытяжки. Труды республиканской научно-технической конференции Ташкент 1993 г.
11. Абдуллаев Ф.С. Методика расчета энергословных параметров технологических процессов ХСМ методом верхней оценки // Автореферат докторской диссертации. - Москва 1993 г. 32 с.

М У Н Д А Р И Ж А

Ички босим ҳаракати остидаги қалин деворли қувур /эгилюв- чан пластик ҳолат/	I
Тунука заготовка ва қобик /қувур/маҳсулотларини штамплаш .	5
Тунука заготовкадан цилиндрлик стакан тортиб олиш.....	6
Текис матрица орқали тортиб олиш.....	21
Конуссимон матрица орқали тортиб олиш.....	30
Юқа деворли стаканлар ва қобикларни сиқиш.....	35
Болғалаш ва ҳажмий штамплаш.....	38
Чуқиш.....	39
Цилиндрлик заготовка.....	39
Ковак цилиндрлик заготовка.....	45
Халқалардаги чуқиш.....	50
Сиқиб чиқаришли штамплаш.....	54
Стакан туридаги буюмни қайта сиқиб чиқариш.....	59
Ички осимтали цилиндрлик стаканни сиқиб чиқариш.....	65
Уюмли ва гардишли поковкалар.....	72
Технологик ускуна.....	84
Адабиёт.....	91

Ўатқулла Сагдуллаевич Абдуллаев
Рафаил Рахимуллаевич Загидуллин

Металларни босим билан ишлаш жараёнларидаги
технологик вазифаларини ечимлари

Мухаррир: М. Р. Хасанова

Босишга рухсат этилди. 1996й. Бичими 60x84 2/16.
Тезкор усулда босилди. Ҳарfli 6.5.7. Нашр-Ҳисоб
тобоғи Нусхаси 200. Ғуртма 334.

Абу Райхон Беруний номидаги Тошкент давлат техника
университети. 700065. Тошкент. Университет кучаси, 54-уй.

Тошкент давлат техника университети^{нинг} босмахонаси.
Талабалар шаҳарчаси. Талабалар кучаси 54-уй.

