

ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՄԵԽԱՆԻԿԱՅԻ

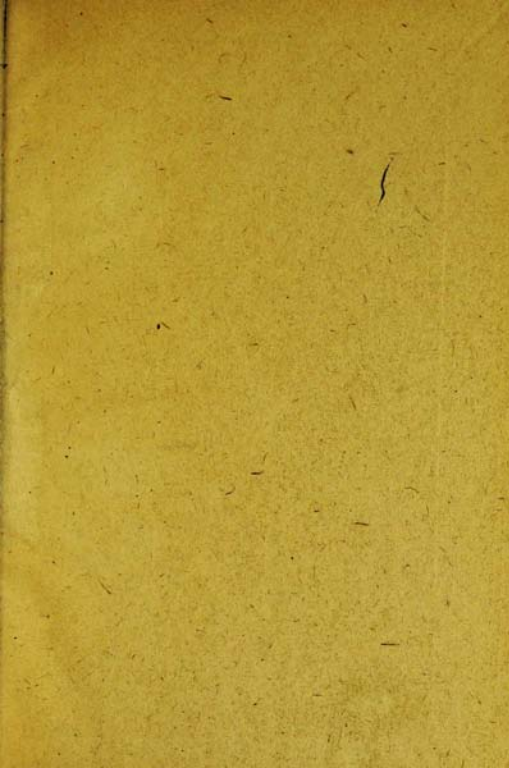
ՀԱՄԱՌՈՏ ԴԱՍԸՆԹԱՑ

ՅԵՐԵՐԴ ՄԱՍ

ՊԵՏԶՐԱՏ

1936

ՅԵՐԵՎԱՆ



621.01

ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՄԵԽԱՆԻԿԱՅԻ ՀԱՄԱՌՈՏ ԴԱՍԸՆԹԱՑ

ՅԵՐՐՈՐԴ ՄԱՍ

ՆՅՈՒԹԵՐԻ ԳԻՄԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆ

Քարգամանեց՝

ԻՆՔ. ՅԵ. ԿԻՐԱԿՈՍՅԱՆ

A 22757
20387



ՊԵՏԱԿԱՆ ՀՐԱՏԱՐԱԿԶՈՒԹՅՈՒՆ

Քմբ. Արտ Խանքյան
 Լեզվական խմբ. Պ. Առաքելյան
 Տեխ. խմբ. Ս. Գուլարյան
 Սրբագրիչ Մ. Բյամանյան

Հրատ.	— 3226
Գումներ	— 586
Տիպատ	— 3000
Գլուխ	— 72



ԱՌԱՋԻՆ ԲԱԺԻՆ

ՄԱՐՄՆԻ ՀԱՎԱՍԱՐԱԿԵՌՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

ԱԲՈՋԻՆ ԿԼՈՒԻ

ՀԱՎԱՍԱՐԱԿԵՌՈՒԹՅԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՆ ԱՆԱԼՏԻԿԱԿԱՆ ՁԵՎՈՎԻ

§ 1. ՄԱՐՄՆԻ ՍՏԱՏԻԿԱԿԱՆ ՀԱՎԱՍԱՐԱԿԵՌՈՒԹՅՈՒՆԸ.

Դիցուք հորիզոնական հարթության վրա գտնվում է մի մարմին, վորի կշիռն է Q, Այդ մարմինը կլնա հանգիստ դրություն մեջ անորոշ յերկար ժամանակ, վորովհետև Q ույժը կառաջացնի հենման մակերևույթի կողմից իրեն հավասար հակադրում: Այս յերկու միևնույն ուղիղի ուղղությամբ տարբեր կողմեր ազդող ույժերի համադրը հավասար կլինի զերոյի կամ, ինչպես ստում են, նրանք փոխադարձաբար իրար կհավասարակշռեն:

Վերցնենք մի ուրիշ որինակ, Դիցուք շոգեքարչի զարգացրած քարշողության P ույժի ազդեցության տակ գնացքը գտնվում է ուղղագիծ հավասարաչափ շարժման մեջ: Կուրսի նախորդ մասից մեզ հայտնի յե, վոր այս տեսակ շարժում կարող է տեղի ունենալ, յեթե իրար հավասար են շարժող P ույժը և դիմադրության բոլոր ույժերի՝ հակառակ կողմն ուղղված F համադրը, վորովհետև յեթե առաջին ույժը գերազանցում է յերկրորդին, շարժումը կլինի արագացող, իսկ յեթե յերկրորդն է գերազանցում առաջինին՝ դանդաղող:

Ինչպես տեսնում ենք, մարմնի յերկու դրությունների մեջ—հանգստի և ուղղագիծ հավասարաչափ շարժման—տարբերություն չկա ույժերի մեջ յեղած կապակցության տեսակետից: Յերկու դեպքումն էլ մենք ստում ենք, վոր մարմինը գտնվում է ստատիկական հավասարակշռության կամ, ուղղակի, հավասարակշռ-

ուսթյան մեջ, Մարմնի վրա ազդող ուժերն իրար հավասարակշռում են:

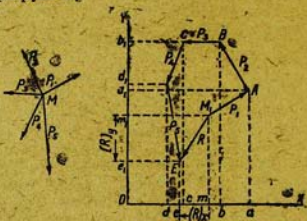
Հ ա Ր Գ ն Ր:

1. Առաջին որինակում ցույց տված մարմինն ուժի ազդեցությամբ տակ սկսեց շարժվել և շարժման ընթացքում ձեռք բերել արագություն: Խնչ պայմանի պետք է բավարարի P ուժն այդ ժամանակի ընթացքում:

2. Կլինի արդյոք այդ հավասարակշռությունը ստատիկական:

3. Մարմինը V արագություն ձեռք բերելուց հետո շարունակում է շարժվել ուղղադիմ հավասարաչափ շարժումով: Խնչ պայմանի յե բավարարում շարժող ուժը: Կունենանք արդյոք այդ դեպքում ստատիկական հավասարակշռություն:

§ 2. ՄԻ ԿԵՏՈՒՄ ՀԱՏՎՈՂ ՈՒՅԺԵՐԻ ՀԱՐԹ ՄԻՍՏԵՄԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՏԱԿ ԳՏԵՎՈՂ ՄԱՐՄՆԻ ՀԱՎԱՍԱՐԱԿԵՌՈՒԹՅՈՒՆԸ: Դիցանք մարմնի M կետի վրա (զծ. I) ազդում են մի հարթության վրա գտնվող $P_1 - P_4$ ուժերը: Պետք է վերոշել, թե մարմինն ուժերի այդ սխեմայի ազդեցության տակ կլինի հավասարակշռության մեջ:



ԳՃ. 1

Մի վերև M_1 կետում տված ուժերի զեկտորները վրա կառուցենք M_1 ABCDE բազմանկյունը: Միացնելով սկզբնական M_1 կետը վերջնական E կետի հետ, կառանանք $M_1 - E$ փակող հոլմը, վոր ընդունած մասշտաբով հավասար կլինի R համազո

րին. այս համազորն անցնում ե կետով և դուգահեռ ե այդ վեկտորին: Մի վորնե օ կես ընդունելով իբրե կոորդինատների սկիզբ, առնենք այդ կետով իբրե ուղղահայաց յերկու առանցքներ՝ OX և OY , և պրոյեկտենք այդ առանցքների վրա ավանդուրդ ույժերի վեկտորները: Ինչպես հայանի յե ա վերլուծական յերկրաչափությունից, փակող կողմի պրոյեկցիան համասար ե փակվող կողմերի պրոյեկցիաների գումարին. այդ բանում կարելի յե համադրել և անմիջապես գծապրից*) $-mc = (R)_x = (P_1)_x - (P_3)_x - (P_2)_x - (P_4)_x + (P_5)_x$: Նույն կերպ կատանենք և համազորի պրոյեկցիան OY առանցքի վրա $-m_c = (R)_y = (P_1)_y + (P_3)_y - (P_2)_y - (P_4)_y - (P_5)_y$: Ընդամին ներկա դեպքում $(P_3)_y = 0$:

Դժվար չե տեսնել, վոր համազորը՝ $R = \sqrt{(R)_x^2 + (R)_y^2}$, Պարզ ե, վոր մարմնի հավասարակշռության համար անհրաժեշտ ե, վորպեսզի բոլոր ույժերի համազորը հավասար լինի զերոյի, այսինքն վոր $\sqrt{(R)_x^2 + (R)_y^2} = 0$:

Վորպեսզի այս հավասարումը բավարարվի, անհրաժեշտ ե, վոր արմատապակ գումարելիներից յուրաքանչյուրն առանձին հավասար լինի զերոյի. ուրեմն հավասարակշռության պայմանը հանգում ե հետևյալին՝

$$(R)_x = 0 \text{ և}$$

$$(R)_y = 0:$$

$(R)_x$ -ը և $(R)_y$ -ը ներկայացնում են բոլոր ույժերի համապատասխան պրոյեկցիաների գումարը: Նշանակելով առաջին գումարը $\Sigma(P)_x$, իսկ յերկրորդ գումարը՝ $\Sigma(P)_y$, առանում ենք, վոր մարմնի հավասարակշռության համար պետք ե բավարարվեն հետևյալ յերկու պայմանները՝

$$\Sigma(P)_x = 0 \tag{1}$$

$$\Sigma(P)_y = 0 \tag{2}$$

Ինչպես յերևում ե դասողությունների ընթացքից, այս յեղբակացությունը կախում չունի վոչ ույժերի թվից և վոչ ել այն վեաից, վորը մենք ընդունեցինք իբրե կոորդինատների սկիզբ:

Ուրեմն—մի կետում հատվող ույժերի հարթ սխտեմի ազդեցության տակ զանվող մարմնի հավասարակշռության համար անհրաժեշտ յեվ բավական ե, վոր բոլոր ույժերի՝ յերկու իրար

*) Պայմանավորվենք P ույժի պրոյեկցիան OX առանցքի վրա նշանակել $(P)_x$, իսկ OY առանցքի վրա՝ $(P)_y$ նշանով:

ուղղահայաց առանցքների վրա պրոյեկցիաների հանրահաշվական գումարներն առանձին հավասար լինեն զերոյի:

Մարմնի վրա ազդող ուժ տանիվ պետք է հասկանալ, ինչպես այդ հասկանալի յե մեր դատողությունների ընթացքից, վոչ միայն ակտիվ ուժերը, այլ և այսպես կոչված պասսիվ ուժերը (հենակների հակազդումները, ֆուսսակար դիմադրությունները):

Հ ա Ր Գ Ն Ի

1. Կիսխվիթ արդյոք այս ξ -ում ստացված յեզրակացությունը, յեթե կոորդինատների սկիզբը տեղափոխենք M_1 կետը, Զննեցե՞ք այդ դեպքը:

2. Իսկ յեթե կոորդինատների առանցքները պտտենք մի ժորեն անկյուն: Զննեցե՞ք այս դեպքը:

Ուի՞նակ 1. Մարմինը գտնվում է մի կետում համավող ուժերի հարթ սխառնախառն ազդեցության տակ (զծ. 2). ուժերի մեծությունները կգտնենք կոորդինատների հարթության հետ առանցքի զրոյական ուղղության հետ տված են հետևյալ աղյուսակում:



ՉՃ. 2

Ուժերը	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
Ուժի մեծությունը կգտնենք . . .	51	45	22,5	41,5	20
Ուժի կազմած անկյունը OX առանցքի զրոյական ուղղության հետ . . .	11°	153°	256°	202°	116°

Պարզել, թե ուժերի այս սխեմայի ազդեցության տակ մարմինը զանվում է հավասարակշռության մեջ:

Վերցնելով OX առանցքի վրա ուժերի պրոյեկցիաների գումարը, ստանում ենք՝

$$\Sigma(P)_x = 51 \cdot \cos 11^\circ + 45 \cdot \cos 116^\circ + 22,5 \cdot \cos 153^\circ + 41,5 \cdot \cos 256^\circ + 20 \cdot \cos 270^\circ = 51 \cdot \cos 11^\circ - 45 \cdot \sin 26^\circ - 22,5 \cdot \sin 63^\circ - 41,5 \cdot \cos 76^\circ + 20 \cdot 0 = 0^*).$$

Պրոյեկցիաների գումարը OY առանցքի վրա, վորի դրական ուղղությունն ընդունած է ներքևից դեպի վերև, հավասար է՝

$$\Sigma(P)_y = 51 \cdot \sin 11^\circ + 45 \cdot \sin 116^\circ + 22,5 \cdot \sin 153^\circ + 41,5 \cdot \sin 256^\circ + 20 \cdot \sin 270^\circ = 51 \cdot \sin 11^\circ + 45 \cdot \cos 26^\circ + 22,5 \cdot \cos 63^\circ - 41,5 \cdot \cos 14^\circ - 20 \cdot \sin 90^\circ = 0^*).$$

Այսպիսով զավիս ենք այն յեզրակացության, վոր ուժերի տված սխեմայի ազդեցության տակ մարմինը զանվում է հավասարակշռության մեջ:

Արժևակ 2. AOB ծնկանկ լծակը (դժ. 3), վոր պտտվում է O առանցքի շուրջը, զանվում է հավասարակշռության մեջ: Ոգտա-



Դժ. 3

կար դիմադրության ուժը $Q=20$ կգ և կազմում է AO ծնկան հետ $\beta=127^\circ$ անկյունը: Շարժող ուժը՝ $P=13$ կգ, $\angle AOB=\alpha=153^\circ 30'$. բազուկները՝ $a=200$ մմ, $b=400$ մմ: Գտնել R համազորի մեծությունը և նրա կազմած α_1 անկյունը OB ուղղության հետ:

Նախ վորոշենք այն γ անկյունը, վոր կազմում է P ուժը OB բազուկի հետ. այդ նպատակով O կետից իջեցնենք ուղղահայացներ P և Q ուժերի ուղղությունների վրա և գրենք այդ յերկու ուժերի՝ O կետի վերաբերմամբ մոմենտների իրար հավասար լինելն արտահայտող հավանարումը, վորից կգտնենք, վոր $\gamma=38^\circ$.

* Միևնև 1 կգ հաւաթյամբ:

Իբրև կոորդինատների սկիզբ ընդունենք O կետը, OX առանցքն ուղղենք OB բազուկի ուղղությամբ, իսկ OY առանցքը՝ սրան ուղղահայաց:

Յեթի նկատի չափնենք լծակի կշռի և շփման ուժերը, ապա կարող ենք ընդունել, վոր լծակը հավասարակշռության մեջ է հարթ սիստեմ կազմող յերեք ուժերի ազդեցության տակ՝ P և Q ուժերի և R հակազդման. այդ պատճառով այդ Յ ուժերը, ինչպես հայտնի չե նախընթացից*), համարում են մի ընդհանուր, ներկա դեպքում C կետում:

Պայելակելով այդ ուժերը կոորդինատների առանցքների վրա, ստանում ենք՝

$$\begin{aligned} P \cos \gamma + R \cos \alpha_1 - Q \cos \beta_1 &= 0 \\ \text{և} \quad - P \sin \gamma + R \sin \alpha_1 - Q \sin \beta_1 &= 0. \end{aligned}$$

Տեղադրելով ասաների արժեքները, կստանանք՝

$$13 \cos 38^\circ + R \cos \alpha_1 - 20 \cos 26^\circ 30' = 0$$

և $-13 \sin 38^\circ + R \sin \alpha_1 - 20 \sin 26^\circ 30' = 0$, կամ, գործողությունները կատարելուց հետո,

$$R \cos \alpha_1 = 7,66 \text{ և } R \sin \alpha_1 = 16,93,$$

Քառակուսի բարձրացնելով այս հավասարումները և գումարելով, կստանանք՝

$$R^2 (\cos^2 \alpha_1 + \sin^2 \alpha_1) = 7,66^2 + 16,93^2 = R^2, \text{ վորտեղից } R = 18,6 \text{ կգ.}$$

Բաժանելով յերկրորդ հավասարումն առաջինի վրա, կստանանք՝

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = 2,21, \text{ վորտեղից } \alpha_1 = 65^\circ 40'.$$

§ 3. ՄԱՐՄԵՆԻ ՀԱՎԱՍՏԱՐԱԿԵԹՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿԱՄԱՑՈՐԵՆ ՈՒՂԱՍԻ ՈՒՅԺԵՐԻ ՀԱՐԹ ՍԻՍՏԵՄԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՏԱԿ. Մարմինը կարող է յենթարկվել այնպիսի ուժերի ազդեցության, վորոնք պատճառ են մի հարթության վրա, բայց վորոնց ուղղությունները չեն համարում մի կետում: Արտածենք այս դեպքի համար, վոր պարզագույն ձևով քննարկել ենք դրբիս I մասում: Հավասարակշռության չափմանը:

*) I մաս, § 13.

Դիցանք մարմինը գտնվում է $P_1 - P_2$ ուժերի հարթ սխառմի ազդեցության տակ (գծ. 4)։ Պատասխանելու համար այն հարցին, թե գտնվում է արդյոք մարմինը հավասարակշռության մեջ, վարվենք այսպես։ Ղերցնենք ուժերի հարթության վրա մի կամայորեն ընտրած O կետ և այդ կետում կիրառենք զույգ-զույգ իրար հավասար և հակադիր ուժեր՝ $\overline{OK} = -\overline{OK}_1 = P_1$, $\overline{OL} = -\overline{OL}_1 = P_2$ և այլն։ Վերսկսենք այս ուժերը զույգ-զույգ իրար հավասարակշռում են, ապա այս ուժերի ավելացնելուց մարմնի դրությունը չի փոխվի։

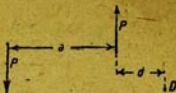
Դառնալով գծագրին՝ տեսնում ենք, Վոր ավյալ 4 ուժերի փոխարեն մենք այժմ ունենք 12 ուժ, Վորոնցից 8-ը ($\overline{AE}$ և $\overline{OK}_1$, $\overline{BF}$ և $\overline{OL}_1$ և այլն) կազմում են 4 զույգեր, իսկ 4 ուժը՝ $\overline{OK}$, $\overline{OL}$ և այլն հասվում են ընդհանուր O կետում։

Այսպիսով, Վորպեսզի պատասխանենք դրված հարցին, թե մարմինը ուժերի տված սխառմի ազդեցության տակ գտնվում է արդյոք հավասարակշռության մեջ, մենք պետք է Վորոշենք, թե հավասարակշռվում են արդյոք ստացված 4 զույգերը և մի կետում հասվող 4 ուժերը։ Դումարելով զույգերի մոմենտները (վերցնելով նրանց իրենց համապատասխան նշաններով), մենք կստանանք մի Վորեն համազոր մոմենտ։ Երկրաչափորեն գումարելով ստացված 4 ուժերը, մենք կստանանք մի համազոր ուժի Բաց զույգը և ուժն իրար փոխադարձաբար հավասարակշռել չեն կարող—ուժը կարելի է հավասարակշռել ուժով միայն, իսկ զույգը՝ զույգով։

Սրանից հետևում է, Վոր մարմնի հավասարակշռության համար անհրաժեշտ է, Վոր բոլոր բաղադրիչ ուժերի համազորը հավասար լինի զերոյի և Վոր համազոր մոմենտը նույնպես հավասար լինի զերոյի։ Առաջին պահանջը բավարարված կլինի,



կթի իրար ուղղահայաց յերկու առանցքների վրա պրոյեկցիաների գումարներն առանձին-առանձին հավասար լինեն զերոյի:



ՊՃ. 5

Ինչ վերաբերում է յերկրորդ պահանջին, ապա նրան կտրելի յե պարզ ձև տալ հետևյալ կերպով.

Դիցուք ունենք մի զույգ՝ α բազուկով (ՊՃ. 5), Զույգի մոմենտը կազմում է $M = P \cdot a$. Վերջինս մի կամայորեն ընտրած D կետ է վերջինս զույգը կազմող յերկու ուժերի մոմենտ-

ների գումարն այդ կետի վերաբերմամբ: Նշանակենք D կետի հեռավորութունը մինչև մոտակա ուժից d տառով: մոմենտների գումարը հավասար կլինի՝

$$M_1 + M_2 = P \cdot (a + d) + P' \cdot d = -P \cdot a - P' \cdot d + P' \cdot d = -P \cdot a:$$

Ինչպես տեսնում ենք, զույգի մոմենտը հավասար է զույգը կազմող բազուկիչ ուժերի մոմենտների գումարին նույն հարթության վրա գտնվող ամեն մի կետի վերաբերմամբ: Սրանից հետևում է, վոր վերևն ստացված յերկրորդ պահանջը հանգում է նրան, վոր կամայորեն ընտրած կետի վերաբերմամբ բոլոր ուժերի մոմենտների գումարը հավասար լինի զերոյի:

Այսպես ուրեմն՝ հարթության վրա կամայորեն դասավորված ուժերի ազդեցության տակ գտնվող մարմնի հավասարակշռության համար անհրաժեշտ յեվ բավական է, վոր բավարարվեն հետևյալ յերեք պայմանները՝

$$\Sigma (P)_x = 0 \quad (3)$$

$$\Sigma (P)_y = 0 \quad (4)$$

$$\Sigma M = 0 \quad (5)$$

այսինքն, յեթե 1) յերկու՝ իրար ուղղահայաց առանցքների վրա բոլոր ուժերի պրոյեկցիաների հանրահաշվական գումարներն առանձին-առանձին հավասար լինեն զերոյի յեվ 2) հարթության ամեն մի կամայորեն ընտրած կետի վերաբերմամբ բոլոր ուժերի մոմենտների հանրահաշվական գումարը հավասար լինի զերոյի:

Վերջին (5) հավասարումն արտահայտված անալիտիկական ձևով (գծ. 6):

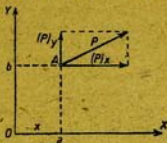
Դիցուք զնադրի հարթության վրա տրված են P ույժը և O կետը, վորի վերաբերմամբ պետք է վորոշել այդ ույժի մոմենտը: Վերցնենք կոորդինատների ուղղանկյուն սխեմա և կոորդինատների սկիզբը զետեղենք O կետում: A կետի կոորդինատները կլինեն՝ $OS=x$ և $OB=y$: Վերլուծելով P ույժը յերկու բաղադրիչների կոորդինատների առանցքներին զուգահեռ ուղղությամբ, կերտենք Վարինոնի թեորեմը, վորի համաձայն P ույժի մոմենտը հավասար է $(P)_x$ և $(P)_y$ բաղադրիչ ույժերի մոմենտների գումարին: $(P)_x$ ույժի մոմենտը O կետի վերաբերմամբ կազմում է՝ $M_x = (P)_x \cdot y$, իսկ $(P)_y$ ույժինը՝ $M_y = -(P)_y \cdot x$: Հետևապես P ույժի մոմենտը O կետի վերաբերմամբ կազմում է $M_p = (P)_x \cdot y - (P)_y \cdot x$: Սրան համապատասխան (5) հավասարումը կարելի չե գրել այսպես՝

$$\Sigma [(P)_x \cdot y - (P)_y \cdot x] = 0 \quad (6)$$

վորտեղ X -ը և Y -ը տրված ույժերի ազդման կետերի կոորդինատներն են:

Իժովար չե տեսնել, վոր նախորդ §-ում մեր ստացած պայմանները մի կետում հաստատող ույժերի հարթ սխեմայի հավասարակշռության վերաբերմամբ բոլորում են իրեն մասնավոր դեպք այն պայմաններից, վոր արտահայտված են (3-5) հավասարումներով: Հիշալի, յեթե մարմնի վրա ազդող բոլոր ույժերը հաստատում են մի կետում, ապա (5) հավասարումը միշտ բավարարվում է, վորովհետև ույժերի այդ տեսակ սխեման ույժերի զույգ տալ չի կարող, այդ պատճառով հավասարակշռության համար բավական է առաջին յերկու պայմանների բավարարումը միայն:

Յեթե ույժերի սխեման բաղկացած է մի շարք զուգահեռ ույժերից, ապա, կոորդինատների առանցքներն այնպես ընտրելով, վոր նրանցից մեկը զուգահեռ լինի ույժերի ուղղությանը, մենք կտեսնենք, վոր բոլոր ույժերի պրոյեկցիաները մյուս առանցքի վրա առանձին-առանձին հավասար կլինեն զերոյի: հետևաբար (3) և (4) հավասարումներից մեկը կբավարարվի ինքն ըստ ինքյան, իսկ մյուսը կհանգի նրան, վոր բոլոր ույժերի անհաշվական գումարը պետք է հավասար լինի զերոյի, վոր-



Գծ. 6

քողհետև այդ ուժերը կարոյեկալեն առաջին առանցքի վրա իրենց իսկական մեծությամբ:

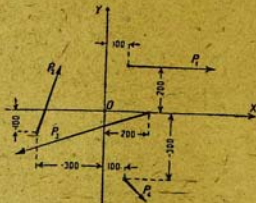
Հաջեք:

1. Կարծիզ ե պատահել, վոր $\overline{OK}$, $\overline{OL}$, $\overline{OM}$ և $\overline{ON}$ ուժերը (զծ. 4) փոխադարձաբար հավասարակշռւին: Այդ դեպքում մարմինը կլինի հավասարակշռության մեջ:

2. Կարծիզ ե պատահել, վոր բոլոր ուժերի մոմենտների գումարը հավասար լինի զերոյի, իսկ նախորդ հարցում նշած ուժերը տան համազոր, վոր հավասար չի զերոյի: Մարմինը կլինի հավասարակշռության մեջ:

3. Բառերով արտահայտեցեք զուգահեռ ուժերի հարթ սխեմի դեպքի համար հավասարակշռության պայմանները:

Ուիճակ 3. Մարմնի վրա ազդում են 4 ուժեր (զծ. 7), վորոնք վորոշվում են թվային հետևյալ տվյալներով:



ՉՃ. 7

Ուժերը		P_1	P_2	P_3	P_4
Ուժի մեծությունը կգ-ներով		40	31,6	63,3	14,1
Ուժի կազմած անկյունը X առանցքի դրական ուղղության հետ		0	$71^{\circ}34'$	$198^{\circ}26'$	315°
Ազդման կետի կոորդինատները մմ-ներով	x	100	-300	200	100
	y	200	-100	0	-300

Պարզել, թե գտնվում ե արդյոք մարմինը հավասարակշռության մեջ:

Գիրառուսւմ ենք հաճասարակչութեան վերելք գրված յերեք պայմանները: X-երի տառնցքի վրա պրոյեկցիաների գումարը կազմում է՝

$$\Sigma (P)_x = 40 \cdot \cos 0 + 31,6 \cdot \cos 71^\circ 34' + 63,3 \cdot \cos 198^\circ 26' + 14,1 \cdot \cos 315^\circ = 40 + 31,6 \cdot \cos 71^\circ 34' - 63,3 \cdot \cos 18^\circ 26' + 14,1 \cos 45^\circ = 0: Y\text{-ների տնցքի վրա պրոյեկցիաների գումարը կազմում է՝}$$

$$\Sigma (P)_y = 40 \cdot \sin 0 + 31,6 \sin 71^\circ 34' + 63,3 \sin 198^\circ 26' + 14,1 \sin 315^\circ = 0 + 31,6 \sin 71^\circ 34' - 63,3 \sin 18^\circ 26' - 14,1 \sin 45^\circ = 0:$$

Այսպէս ուրեմն տված սխառեմի համազորը հաճասար և զերոյի Դաւնանք այժմ վերջին, (6) հաճասարմանը՝

$$\Sigma [(P)_x \cdot y - (P)_y \cdot x] = 0$$

դնելով այս հաճասարման մեջ թվային համապատասխան արժեքները կստանանք՝

$$\Sigma [(P)_x y - (P)_y x] = P_1 \cdot \cos 0 \cdot 200 - P_1 \cdot \sin 0 \cdot 100 + P_2 \cdot \cos 71^\circ 34' \cdot (-100) - P_2 \cdot \sin 71^\circ 34' \cdot (-300) + P_3 \cdot \cos 198^\circ 26' \cdot 0 - P_3 \cdot \sin 198^\circ 26' \cdot 200 + P_4 \cdot \cos 315^\circ \cdot (-300) - P_4 \cdot \sin 315^\circ \cdot 100 = 40 \cdot 200 - 31,6 \cdot 100 \cdot \cos 71^\circ 34' + 31,6 \cdot 300 \cdot \sin 71^\circ 34' + 63,3 \cdot 200 \cdot \sin 18^\circ 26' - 14,1 \cdot 300 \cdot \cos 45^\circ + 14,1 \cdot 100 \cdot \sin 45^\circ = \underline{18000} \text{ կգ-մմ:}$$

Ինչպէս տեսնում ենք, հաճասարակչութեան յերրորդ պայմանը չի բավարարվում և մարմինը պտտվում է 18000 կգ-մմ մոմենտ ունեցող զույգի ազդեցութեան տակ:

Ուրեմն 4. Վճռել նախորդ խնդիրը փոխելով P_2 ուժի ազդման կետի X կոորդինատը — 300 մմ-ից + 300 մմ-ի:

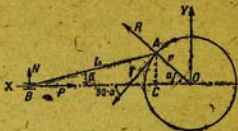
Վերսկզբնականութեան և անկյունների թվային մեծութիւնները մնացել են անփոփոխ, հաճասարակչութեան պայմաններից առաջին յերկուսը մնում են իրենց ուժի մեջ և՛ այս դեպքի համար: Մոմենտների հաճասարման մեջ մենք պետք է + 31,6 . 300 . $\sin 71^\circ 34'$ -ի փոխարեն տեղադրենք — 31,6 . 300 . $\sin 71^\circ 34'$, վորից հետո կստանաք՝

$$\Sigma [(P)_x \cdot y - (P)_y \cdot x] = 40 \cdot 200 - 31,6 \cdot 100 \cdot \cos 71^\circ 34' - 31,6 \cdot 300 \cdot \sin 71^\circ 34' + 63,3 \cdot 200 \cdot \sin 18^\circ 26' - 14,1 \cdot 300 \cdot \cos 45^\circ + 14,1 \cdot 100 \cdot \sin 45^\circ = 0:$$

Ինչպէս տեսնում ենք, ներկա դեպքում ուժերի սխառեմը հաճասարակչութեան մեջ է:

Ուրիմակ 5. Շոգեմեքենայի B սահուկի վրա (ползуна) ազդում է միտոցային շտեկը P ուլթով (գծ. 8)։ Վերոշել շուռավիկի մատին հաղորդվող առնգենցիալ ուլթը։

Գարգենք, թե ինչ ուլթեր են ազդում AB շարժանակի վրա,



Չ. 8

Նախ, շարժանակի մատի B կենտրոնում գործում է շոգու ճնշումը, վոր արտահայտվում է մի վորևե P ուլթով։ Այս, այդ նույն մատի վրա գործում է ուղղապահների ռեակցիան, վոր ուղղված է ներքևից դեպի վերև և հավասար է N-ի։ Շարժանակի մյուս

A ծայրը յենթակա յե տեղափոխման T դիմադրությանը, վոր հավասար է առնգենցիալ ուլթին, ուղղված է շարժման հակառակ կողմը և շոշափող է այն չըջնաագծին, վոր պատվելիս կազմում է շուռավիկի մատի կենտրոնը։ Վերջապես A կետում գործում է շուռավիկի R ռեակցիան, վոր ուղղված է շուռավիկի ուղղությամբ պտտման O կենտրոնից դեպի A մատի կենտրոնը։ Վերջենելով շարժանակի վրա ազդող բոլոր ուլթերը, ներառյալ և կապերի ռեակցիաները, գրենք նրա հավասարակշռության պայմանները։

Ընտրելով ուղղանկյուն կոորդինատների սխեմի սկիզբը շարժանակի պտտման O կենտրոնում, OX առանցքն ուղղենք մեռյալ դիրքերի OB ուղղությամբ, իսկ OY առանցքը՝ ներքևից վերև, և գրենք հավասարակշռության 3 պայմանները։

X-երի առանցքի վրա պրոյեկցիաների գումարը հավասար է զերոյի՝

$$P \cdot \cos 180^\circ + T \cdot \cos [360 - (90 - \alpha)] + R \cos \alpha = 0.$$

N ուլթի պրոյեկցիան X-երի առանցքի վրա հավասար է զերոյի։

Y-ների առանցքի վրա պրոյեկցիաների գումարը հավասար է զերոյի՝

$N + T \sin [360 - (90 - \alpha)] + R \sin \alpha = 0$. Ներկա դեպքում զերո յե դառնում P ուլթի պրոյեկցիան։

Վերջապես, մոմենտների դամաճն ամեն ընտրած կետի վերաբերմամբ հավասար է զերոյի։ Վերջնելով մոմենտները A կետի վերաբերմամբ, կստանանք՝

$$N \cdot CB - P \cdot AC = 0,$$

կամ, վերսկսեմ $CB = AB \cdot \cos \beta = l \cos \beta$, վորտեղ l -ը շարժանակի յերկարությունն է, և $CA = r \cdot \sin \alpha$, վորտեղ r -ը շուռտվիկի շառավիղն է,

$$N \cdot l \cdot \cos \beta - P \cdot r \cdot \sin \alpha = 0,$$

Վորոշենք այս հավասարումից N -ը՝

$$N = P \cdot \frac{r \sin \alpha}{l \cos \beta},$$

ANC և AOC յեռանկյունների մեջ AC կողմն ընդհանուր է, վորի հետևանքով՝

$$l' \sin \beta = r \sin \alpha, \text{ ուրիմն}$$

$$N = P \frac{l \sin \beta}{l \cos \beta} = P \frac{\sin \beta}{\cos \beta}$$

Այժմ արտագրենք համաժայռակշռությունը պայմանավորող հավասարումները, պարզելով նրանց և տեղադրելով N -ի արժեքը՝

$$-P + T \sin \alpha + R \cos \alpha = 0,$$

$$P \frac{\sin \beta}{\cos \beta} - T \cos \alpha + R \sin \alpha = 0,$$

Այս 2 հավասարումներից արտաքսելով R -ը, ստանում ենք՝

$$P \left(\sin \alpha + \frac{\sin \beta \cos \alpha}{\cos \beta} \right) - T (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = 0,$$

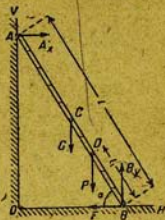
վորտեղից

$$T = P \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\cos \beta}$$

Պետք է նկատել, վոր, կիրառելով շարժանակի վերաբերմամբ ստատիկական հավասարակշռության պայմանները, մենք դրանով արդեն յենթադրել ենք, վոր շարժանակն ունի հավա-

սարքումի համընթաց շարժումով Իրականում շարժանակի շարժումն ավելի բարդ որենցով է կատարվում, սակայն վոչ մեծ արագությունների դեպքում այդ յենթադրությունից առաջացած սխալը չնչին է:

Ուրեմակ 6. OV վողորկ պատին (գծ. 9) հենած է 3 մետր յերկարությամբ AB սանդուխտը, վորն իր մյուս ծայրով կանգնած է խորդ ու բորդ հասակի վրա և այս վերջինիս հետ կապվում է $\alpha = 60^\circ$ անկյուն: Սանդուխտի սեփական կշիռն է $G = 20$



Պ. 9.

կգ: Սանդուխտի D ստորհամնի վրա, նրա ներքևի ծայրից $DB = l_1 = 1200$ մմ հեռավորության վրա, կանգնած է մի մարդ, վորի կշիռն է $P = 60$ կգ: Վորոշել պատի և հասակի կողմից սանդուխտի վրա ազդող հակազդումները, նաև սանդուխտի և հասակի միջև շփման ույժը, յեթե սանդուխտը գտնվում է անշարժ դրության մեջ:

Հասակի կողմից առաջացած հակազդումը յերկու մասից է բաղկացած—ուղղաձիգ՝ դեպի վեր ուղղված ռեակցիայից և շփման հորիզոնական F ույժից, վոր դիմա-

դրում է սանդուխտի B ծայրի տեղափոխմանը: Սանդուխտի A ծայրի կրած ռեակցիան, ուղղված ձախից աջ, ուղղահայաց է պատին, վորովհետև պատը, ըստ պայմանի, վողորկ է և հետևաբար մի վորևե զգալի դիմադրություն չի ցույց տալիս սանդուխտի A ծայրի տեղափոխմանը:

Վորոշելի մեծությունները գտնելու նպատակով կիրառենք հավասարակշռության 3 հավասարումները:

Կոորդինատների սկիզբը վերցնենք O կետում, X-երի առանցքի դրական ուղղությունը՝ OH հորիզոնական ուղիղը, իսկ Y-ների առանցքի դրական ուղղությունը՝ OV ուղղաձիգ ուղիղը: Նախ գրենք հավասարակշռության պայմանը բոլոր ույժերի պրոյեկցիաների համար առաջին առանցքի վրա՝

$$A_x - F = 0,$$

այստեղ A_x -ը հորիզոնական հակազդումն է, վոր կրում է A հենակը, իսկ F -ը՝ հորիզոնական ուղղությամբ ուղղված շփման

ույժն է: G և P ույժերի պրոյեկցիաներն X առանցքի վրա հավասար են զերոյի:

Այս դեպք պրոյեկցիաների գումարը յերկրորդ առանցքի վրա:

$$-G - P + B_y = 0,$$

այստեղ B_y -ը B հենակի կրած ուղղահիւթ հակազդումն է. G և P ույժերն Y -ների առանցքի վրա պրոյեկտվում են իրենց իսկական մեծությամբ, իսկ շփման F ույժի և A_x հակազդման պրոյեկցիաները հավասար են զերոյի:

Ստացանք 2 հավասարում 3 անհայտով՝ A_x , F և B_y : Այս անհայտները վերջելու համար անհրաժեշտ յերրորդ հավասարումը մեզ տալիս է հավասարակշռության յերրորդ պայմանը—մոմենտների գումարն ամեն մի կետի վերաբերմամբ հավասար է զերոյի:

Վերցնելով մոմենտների գումարը B կետի վերաբերմամբ ստանում ենք՝

$$A_x \cdot l \cdot \sin \alpha - G \cdot \frac{l}{2} \cdot \cos \alpha - P \cdot l_1 \cos \alpha = 0,$$

վորտեղ l -ը սանդուխտի յերկարութունն է: Ինչ վերաբերում է B_y և F ույժերին, ապա նրանց մոմենտները B կետի վերաբերմամբ հավասար են զերոյի:

Տեղադրելով ստանդարտ արժեքները, ստանում ենք հետևյալ 3 հավասարումները՝

$$A_x - F = 0,$$

$$-20 - 60 + B_y = 0 \text{ և}$$

$A_x \cdot 3 \cdot \sin 60^\circ - 20 \cdot \frac{3}{2} \cdot \cos 60^\circ - 60 \cdot 1,2 \cdot \cos 60^\circ = 0$, վերջինը վճռելով ստանում ենք՝

$$A_x = 19,6 \text{ կգ, } F = -19,6 \text{ կգ, } B_y = 80 \text{ կգ,}$$

Այժմ կարող ենք վերջել սանդուխտի B ծայրի կրած լրիվ հակազդումը, վեր հավասար է բաղադրիչ F և B_y ույժերի յերկրաչափական գումարին՝

$$R_b = \sqrt{F^2 + B_y^2} = \sqrt{(19,6)^2 + (80)^2} = 82,4 \text{ կգ,}$$

1512275

2038

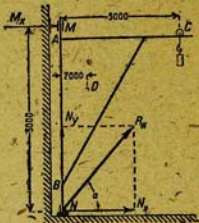


Այդ համադրերի կազմած α_1 անկյունն X -երի առանցքի բացասական ուղղությամբ է և հետևյալ անհավասարությունը՝

$$t_x \alpha_1 = \frac{B_y}{F} = \frac{80}{19,6} = 4,08163, \text{ վորտեղից}$$

$$\alpha_1 = \underline{76^\circ 14'}$$

Ուրեմն 7. Ձուլարանային ABC կռանի (գծ. 10) պատման առանցքը MN-ն է, կռանի MN բարձրությունը հավասար է 5 մ-ի, իսկ AC թևը՝ նույնպես 5 մ-ի: Կռանի սեփական ջաշը 1 տոն է, և նրա ծանրության կենտրոնը գրանցվում է պատման առանցքից 2 մ հեռավորության վրա C կետում կախ աված բեռան ծանրությունն է 3 տոն: Գրանել M սոնակալի և N կրնկալի հակազդումները:



Գծ. 10

Ուշեքի հորիզոնական պրոյեկցիաների գումարը՝

$$M_x + N_x = 0, \text{ վորտեղից}$$

$$M_x = -N_x,$$

Ուշեքի ուղղահայաց պրոյեկցիաների գումարը՝

$$2000 + 5000 - N_y = 0, \text{ վորտեղից}$$

$$N_y = 5000 \text{ կգ},$$

N կետի վերաբերմամբ մոմենտների գումարը՝

$$-M_x \cdot 5 + 3000 \cdot 5 + 2000 \cdot 2 = 0, \text{ վորտեղից}$$

$$M_x = 3800 \text{ կգ}:$$

Այսպես ուրեմն M սոնակալի հակազդումն ուղղված է աջից դեպի ձախ և հավասար է 3800 կգ-ի. կրնկալի R_N հակազդումը յերկու բաղադրիչ հակազդումների յերկրաչափական գումարըն է՝

$$R_N = \sqrt{38^2 + 5^2} = 38,28 \text{ մմ},$$

Այս հակադրումը, ինչպես յերևում է դժադրից, հորիզոնի հետ կազմում է α անկյունը, վորի մեծությունը վորոշվում է հետևյալ առնչությունից.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{N_7}{N_1} = \frac{5000}{3800} = 1,31578, \text{ վորտեղից}$$

$$\alpha \approx 52^\circ 46'.$$

§ 4. ՀԱՍԿԱՑՈՂՈՒԹՅՈՒՆ ԴԻՆԱՄԻԱԿԱՆ ՀԱՎԱՍԱՐԱԿԸՊՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ. Վերևում պարզեցինք, թե վեր պայմաններում մարմնի հավասարակշռությունը ստատիկական է: Յնթադրենք, թե մարմնի շարժումը չի համապատասխանում այդ պայմաններին: Կարելի՞ չէ արդյոք այս դեպքում կիրառել ստատիկական հավասարակշռության պայմանները:

Այս հարցին պատասխանելու համար վերցնենք իբրև որինակ զնացքի արագացող շարժումը: Այդ տեսակ շարժում, ինչպես մենք գիտենք, տեղի ունի այն ժամանակ, յերբ շարժող ուժերը գերազանցում են դիմադրության ուժերին. շարժող ուժերի հավելուրդը զնացքին հաղորդում է արագացում, վոր վորոշ առնչությամբ կապված է ուժի և շարժվող մարմնի մասսայի հետ^{*)}: Սրան համապատասխան առաջանում է իներցիայի ուժ, վոր ուղղված է արագացման հակադիր կողմը և թվային մեծությունով հավասար է շարժող ուժի հավելուրդին դիմադրության ուժերի վերաբերմամբ: Այս՝ իներցիայի ուժերի առկայության դեպքում մարմնի շարժման հավասարակշռության պայմանները կազմելու ժամանակ մենք պետք է մարմնի վրա գործող ուժերի վրա տվելացնենք և՛ իներցիայի ուժերը: Այս տեսակ հավասարակշռություն, ի տարբերություն ստատիկականից, կոչվում է դինամիկական հավասարակշռություն:

§ 5. ՎԱՐՓՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ: 1. Մարմնի վրա ազդում է կոորդինատների սկզբում համվող ուժերի մի հարթ սխտեմ. ուժերի մեծությունը և ուղղությունը վորոշվում է հետևյալ տվյալներով.

Ուժի բեքը		P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
Ուժի ուղղության վրա գտնվող մի կետի կոորդինատները	X սմ	30	15	45	-75	20
	Y սմ	60	15	-60	-30	0
Ուժի մեծությունը կգ-ներով		45	28,3	50	54	20

Վորոշել, թե հավասարակշռված է այս սխտեմը:

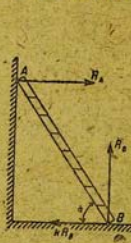
*) II մաս, § 43.

2. Մաքրելի վրա ազդում են ուժերի մի սխեմա. ուժերը զորոշվում են հետևյալ սվյախներով.

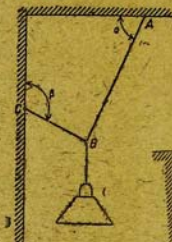
Ուժերը		P_1	P_2	P_3	P_4	
Ուժի ազդու- թյունը	Ազդան կետի կոորդինատները	X_1	0	-10	-20	-30
	սմ-ներով	Y_1	0	-20	-25	0
	Ուժի ազդություն վրա ազդե- լից մի ուժի կետի կոորդի- նատները սմ-ներով	X_2	30	10	-40	-60
		Y_2	20	-40	-35	10
Ուժի մեծությունը կգ-ներով			36	28,3	22,4	31,6

Վերոշել, թե հավասարակշռված է ուժերի այս սխեման.

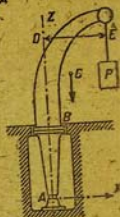
3. AB սանդուխտը, վոր կշռում է P , հենվում է զորոշել պատին և հորիզոնական խորտուրորդ հատակին (զծ. 11)։ B կետում հանգստի շփման ուժը չի գերազանցում kR_B -ին, զորտեղ k -ն շփման գործակիցն է, իսկ R_B -ն՝ հատակի նորմալ հակադրումը։ Խնչ անկյուն (α) պետք է կազմի սանդուխտը հատակի հետ, զորպեսզի սանդուխտով մինչև վերև կարողանա բարձրանալ մի մարդ, վորի կշիռն է P ։



93. 11



93. 12



93. 13

Ցուցում։ Վերցնել ուժերի հորիզոնական պրոյեկցիաների գումարը, ապա ուղղահիգ պրոյեկցիաների գումարը և մոմենտների գումարը A կամ B կետի վերաբերմամբ (սանդուխտի յեղ-

կարությունը 1 է)։ Այս 3 հավասարումներից վերջինը α անկյան մեծությունը, վերը կլինի նրա միմիմալ արժեքը։

4. Ելեկտրական լամպը, վոր կշռում է 2 կգ, կախված է առաստաղից AB շնուրի ոգնությամբ և ապա ձգած է զեպի պտաը BC թռկի միջոցով (զծ. 12)։ Վորոշել, թե ինչ ույժով են ձգվում շնուրը և թռկը, յեթե $\alpha = 60^\circ$ և $\beta = 135^\circ$ ։

5. Շախտային կռանը (զծ. 13), վոր բարձրացնում է $P = 4$ տոն ծանրություն, A կետում ունի կրնկակալ, իսկ B կետում հենվում է զլանային վողորկ մակերևույթին, վորի AZ առանցքն ուղղամիկ է AB ալույցի յերկարությունը 2 մ է, իսկ կռանի DE թեք՝ 5 մ։ Կռանի սեփական զույր 2 տոն է, և նրա ծանրություն կենտրոնի հեռավորությունը AZ առանցքից հավասար է 3 մ-ի։ Վորոշել A և B ճենակների հակազդումները։

ՅԵՐԿՐՈՐԴ ԳԼՈՒԽ

ՀԱՎԱՍԱՐԱԿՐՈՒԹՅԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ ԳՐԱՓԻԿԱԿԱՆ ԱՆՎՈՎ

§ 6. ԳՐԱՖԻԿԱԿԱՆ ՄԵԹՈՂԻ ՄԱՍԻՆ, Զանազան տեսակի խնդիրներ վճռելու ժամանակ մենք կուրսի առաջին մասում հաճախ դիմել ենք գրաֆիկական մեթոդի ոգնությունը, վոր վերջերս լայն կիրառություն է ստացել: Իր ակնառությունը այդ մեթոդը շատ զեպքերում դյուրացնում է ամենաբարդ թե տեսական և թե կիրառական ընույթ ունեցող հարցերի վճռումը: Համեմատելով գրաֆիկական մեթոդն անալիտիկական մեթոդի հետ, մենք գալիս ենք այն յեղրակացություն, վոր նա միջոց է տալիս ավելի արագ վճռելու մի շարք խնդիրներ, վորոնք անալիտիկական մեթոդով վճռելու համար պահանջում են շատ բարդ մաթեմատիկական հաշվումներ, յերբեմն ել նույնիսկ չեն յենթարկվում վճռման գործնականապես մատչելի ձևով:

Գրաֆիկական մեթոդը մեծ կիրառություն է ստացել ստատիկայի մեջ, այնքան մեծ, վոր վերջին կես դարի ընթացքում ստեղծվել է լավ մշակված և կազմակերպված ինքնուրույն գիտական դիսցիպլին, վոր կոչվում է գրաֆիկական ստատիկա կամ գրաֆոստատիկա:

Գրաֆոստատիկայի հիմնական հասկացողությունները մենք ոգտագործել ենք մեր կուրսի հենց սկզբից—դրանք են, որինակ, ուշի գրաֆիկական պատկերումը վեկտորի ձևով, ուշերի գուգահեռակողմը, վոր մացրած է մեխանիկայի մեջ դեռ 1687 թվին (Նյուտոն և Վարինտն), ուշային բազմանկյունը և այլն:

Այս զլխում մենք կըննարկենք գրաֆիկական մեթոդի հատուկ կիրառումն ստատիկայի մեջ և լուռոյին հերթին կտանք հարթության վրա կամայորեն դասավորված ուշերի հավասարակշռության յերկրաչափական մեկնաբանությունը:

§ 7. ՀԱՐՔՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ ԿԱՄԱՑՈՐԵՆ ԴԱՍԱՎՈՐՎԱԾ ՈՒՅԺԵՐԻ ԳՈՒՄԱՐՈՒՄԸ. ԹՈԿԱՑԻՆ (ԿԱՄ ՎԱՐԻՆՈՒՄ) ԲԱԶ-ՄԱՆԿՅՈՒՆ: ԻՐ Ժամանակին մենք տեսանք, վոր մի հարթու-թյան վրա գտնվող և մի կետում հասնող ուլթերի համազորը գտնելու համար բավական և կառուցել ուլթային բազմանկյուն, վորը տալիս և համազորի մեծությունը և ուղղությունը. համազորի ազդման կետը կամ, ավելի ճիշտը, նրա գործողության ուղիղը (վորովհետև ուլթի ազդման կետը կարելի չի տեղափոխել նրա գործողության ուղիղի ուղղությամբ) վորոշվում և արված բոլոր ուլթերի ընդհանուր հաստման կետով:

Յեթն հարթության վրա գտնավորված ուլթերը չեն հաս-վում մի կետում, ապա բավական չե սխալն ուլթերի բազման-կյուն կառուցելը, վորովհետև անորոշ և մնում համազորի գոր-ծողության ուղիղի դիրքը:

Կուրսի առաջին մասում նշել ենք, վոր նման դեպքերում խնդիրը պետք և վճռել ուլթերի հաջորդաբար գումարումով՝ զու-գահեռակողմի որոնքի համաձայն՝ Սակայն այս յեղանակն ան-հարմար և և յերկադ, յերբեմն ել նա բարդանում և այն պատ-ճառով, վոր վորևե յերկու՝ իրար հետ փոքր անկյուն կազմող վեկտորներ հասնում են զծագրի սահմաններից դուրս՝ Իսկ զու-գահեռ ուլթերի գումարման համար այդ յեղանակն ամենևին չի կարելի կիրառել:

Գոյություն ունի հասարակ և ընդհանուր միջոց ուլթերի ամեն տեսակ հարթ սխառմի—նույն իսկ զուգահեռ ուլթերի—համազորը գտնելու. այդ միջոցը այսպես կոչված Թրկային կամ Վարինտի (գիտնական, վոր առաջարկել և այդ միջոցը) բազման-կյունն և, վորի հետ ծանոթանալուն անցնում ենք այժմ:

Տրված և ուլթերի մի սխառմ՝ P_1, P_2, P_3 և P_4 (Գծ. 14a), վորի համազորը պետք և գտնել: P_1 ուլթը, վոր արտահայտված և AK_1 վեկտորով, զուգահեռակողմի որոնքի համաձայն վերու-ծենք յերկու՝ կամայորեն վերցրած ուղղության բազադրիչների— $Q_1 = AL_1$ և $S_1 = AM_1$. Այս բազադրիչների ուղղությունները կա-մայորեն ընտրելով, մենք հետագա բոլոր կառուցումները կկատա-րենք արդեն բոլորովին վորոշակի ձևով:

AM_1 վեկտորի ուղիղը շարունակենք, մինչև վոր սա հասնի P_2 ուլթի BK_2 վեկտորի ուղղության հետ B կետում և այստեղ տեղափոխենք P_2 ուլթի ազդման կետը*): Ապա այս ուլթը վեր-

*) Զնադրի պարզության նպատակով ինչպես P_2 , այնպես ել մյուս ուլ-թերը պատկերացված են արդեն տեղափոխված դիրքով:

լուծենք նույնպես 2 բաղադրիչի՝ առաջինը S_2 , վոր արտահայտված է BM_2 վեկտորով և հավասար է ուղիղ հակադիր S_1 ույժին, և յերկրորդը $Q_2=BL_2$, վորի մեծությունը և ուղղությունը վորոշվում է զուգահեռակողմ կառուցելով միջոցով—միացնելով M_2 կետը



ՊՃ. 14a

ՊՃ. 14b

տը K_2 կետի հետ, B կետից տանում ենք մի ուղիղ, զուգահեռ $M_2 K_2$ -ին, իսկ K_2 կետից՝ զուգահեռ BM_2 -ին. այս յերկու ուղիղների հատման L_2 կետով վորոշվում է (ըստ մեծության և ուղղության) յերկրորդ բաղադրիչը՝ $Q_2=BL_2$:

Շարունակելով $L_2 B$ ուղիղը մինչև C կետում P_3 ույժի ուղղության հետ հասնելը, անդադրենք այդտեղ $P_3=CK_3$ ույժը, և այս վերջինս զուգահեռակողմի որենքի համաձայն վերլուծենք յերկու բաղադրիչի՝ $Q_3=CL_3$, վոր հավասար է ուղիղ հակադիր է $Q_2=BL_2$ ույժին, և $S_3=CM_3$. Վերջապես նույն ձևով վերլուծում ենք $P_4=DK_4$ ույժը յերկու բաղադրիչի՝ $S_4=DM_4$, վոր հավասար է ուղիղ հակադիր է S_3 բաղադրիչին, և $Q_4=DL_4$, վորի մեծությունը և ուղղությունը վորոշվում են զուգահեռակողմից:

$P_5=P_4$ ույժերի արված սխառեմն այժմ կարելի չէ փոխարինել 8 ույժերով՝ $Q_5, S_5, S_5, Q_5, Q_5, S_5, S_5$ և Q_5 , Բայց կառուցումը մենք կատարեցինք այնպես, վոր բացարձակ մեծությամբ $S_4=S_5$, $Q_4=Q_5$ և $S_4=S_5$, և վորովհետև նրանք զույգ-

զույգ հակադիր ուղղության են, ապա նրանք փոխադարձաբար համասարակելովում են, հեռակապես ուշիների մեր սխառմաբ հանդուս է միայն յերկու ուշի՝ $Q_1 = \overline{AL_1}$ և $Q_4 = \overline{DL_4}$, սրանցից առաջինն ազդում է A կետում, իսկ յերկրորդը՝ D կետում: Գումարելով այս 2 ուշիները, մենք կստանանք արված բոլոր ուշիների համագործը. այդ նպատակով շարունակենք L_1A և L_4D ուղիղները, մինչև վոր հասնեն E կետում, այս կեսը տեղափոխենք Q_1 և Q_4 ուշիները, ապա, կառուցելով զուգահեռակողմ, մենք կստանանք $R = \overline{EK}$ համագործը: Այսպիսով խնդիրը լուծված է՝ համագործը վորոշող բոլոր տարրերը դառնված են:

Սակայն ի՞նչ կարելի ավելի պարզել և հեշտացնել այս կառուցումները:

Մի կողմում կառուցենք ուշիային բաղմանկյուն: Այդ նպատակով վերցնենք մի կամայորեն ընտրած A_1 կետ (գծ. 14 Ն), այս կետով տանենք A_1B_1 վեկտորը, համասար և զուգահեռ $\overline{AK_1}$ -ին, ապա B_1 կետից տանենք B_1C_1 վեկտորը, համասար և զուգահեռ $\overline{BK_1}$ -ին, և այլն: Այսպես կառուցած բաղմանկյան փակող A_1E_1 կողմը տալիս է ուշիների տված սխառմի R համագործն ըստ մեծության և ուղղության:

Այժմ $P_1 - P_4$ ուշիների վերլուծման բոլոր գործողությունները կատարենք այդ ուշիային բաղմանկյան վրա: A_1 կետից տանենք մի ուղիղ, զուգահեռ $\overline{AL_1}$ -ին, իսկ B_1 կետից մի ուղիղ, զուգահեռ $\overline{AM_1}$ -ին. այդ 2 ուղիղների հատվելուց կստանանք O_1 կետը. ստացված OA_1B_1 յեռանկյան մեջ A_1O կողմը տալիս է մեզ $Q_1 = \overline{AL_1}$ բաղադրիչն ըստ մեծության և ուղղության, իսկ $\overline{OB_1}$ կողմը՝ $S_1 = \overline{AM_1}$ բաղադրիչը: Այժմ անցնենք P_2 ուշիին: Այս ուշին ել վերլուծելով 2 բաղադրիչի, վորոնցից մեկը՝ S_2 -ը, հավասար ուղիղ հակադիր է S_1 ուշիին, մենք կտեսնենք, վոր նոր ստացված յեռանկյան O զագաթն ընդհանուր է OB_1A_1 յեռանկյան հետ, վորովհետև նրանք կունենան ընդհանուր կողմ $OB_1 = \overline{B_1O}$: Նույն կերպ կստանանք և յերրորդ յեռանկյունը՝ OC_1D նույն O զագաթով, վորովհետև $OC_1 = \overline{C_1O}$ և այլն: Վերջին՝ OD_1E_1 յեռանկյունուց մենք ստանում ենք, վոր $OE_1 = \overline{Q_4}$: Այսպիսով ուրեմն միացնելով A_1 և E_1 կետերը A_1E_1 վեկտորով, վոր իրենից ներկայացնում է R համագործն ըստ մեծության և ուղղության, մենք կստանանք Λ_1OE_1 ուշիային յեռանկյունը, վորի մեջ $A_1O = \overline{Q_1}$ և $OE_1 = \overline{Q_4}$: Այս վեկտորներն ուղղված են ըստ նրանց վրա դրված սլաքների, այսինքն հակառակ A_1E_1 կողմին:

Այդպես ել պետք է լինի, վերավհետև այս վերջինս ներկայացնում է իրենից համազորը:

Այսպիսով մենք տեսնում ենք, վոր $P_1 - P_4$ ուլթերի վերլուծումը, վոր մենք կատարել ենք 14a գծադրով, կարելի չե կատարել ուլթերի բազմանկյան ոգնությունը: Կամայորեն վերցնելով առաջին յերկու բազազրիչների ուղղությունները, մենք ուլթերի բազմանկյան մեջ ստացանք բոլորովին վորոշ O կետը. կամայորեն վերցնելով O կետը, մենք այդ բազազրիչների բոլորովին վորոշ ուղղություններ կստանանք:

Այդ պատճառով այժմ Նույն կառուցումը կատարենք հակառակ կարգով: Տրված ուլթերի սխառմի համար կառուցելով ուլթային բազմանկյուն, տանենք նրա մեջ փակող A_1E կողմը, վոր կաա մեզ համազորն ըստ մեծության և ուղղության: Ապա վերցնելով մի կամայորին ընտրած O կետ, միացնենք այդ կետն ուլթերի բազմանկյան A_1, B_1, C_1, D_1 և E_1 զազաթների հետ, (գծ. 14b): P_1 ուլթի ուղղության վրա վերցնելով մի կամայական A' կետ (գծ. 14a), այդ կետով տանենք AE ուղիղը, զուգահեռ A_1O ուղիղին, և AB ուղիղը, զուգահեռ B_1O ուղիղին. AB ուղիղի և P_1 ուլթի ուղղության հատման B կետից տանենք BC ուղիղը, զուգահեռ C_1O ուղիղին, մինչև հասնելը P_2 ուլթի ուղղության հետ և այլն:

Վերջին՝ DE ուղիղը, վոր զուգահեռ և ուլթերի-բազմանկյան E_1O ուղիղին, հասնելով AE ուղիղի հետ, վոր զուգահեռ և OA_1 -ին, տալիս է E կետը, վորով անցնում է համազորը:

Ինչպես տեսնում ենք, այս տեսակ կառուցումը դյուրացնում է առաջադրած խնդրի լուծումը, վորովհետև վերադնում է P_1, P_2 և այլն ուլթերի վերլուծումը բազազրիչների—այդ՝ Q_1, S_1, S_2 և Q_3 բազազրիչների ուղղությունները մեզ տալիս են EA, AB, BC և այլն ուղիղները, իսկ մեծությունները՝ այն ուղիղները, վոր միացնում են O կետն ուլթերի բազմանկյան զազաթների հետ:

14a գծադրում ստացված $EABCD E$ պատկերը կոչվում է Թոկային (կամ Վարինոնի) բազմանկյուն, EA, AB, BC և այլն ուղիղները՝ այդ բազմանկյան կողմեր, ուլթերի բազմանկյան վրա O կետը, բնվեռ, իսկ OA_1, OB_1, OC_1 և այլն ուղիղները՝ բազմանկյան ճառագայթներ: Պարզ է, վոր կառուցման բնույթը չի փոխվի, վորքան ել լինի ուլթերի թիվը:

Կարող է հարց ծագել, թե, O կետը կամայորեն վերցնելով, մենք կարձես կամայականություն ենք մացնում խնդրի լուծման մեջ: Հիրավի, տարբեր բնեռները մեզ տալիս են տարբեր ուլթային բազմանկյուններ. նմանապես և առաջին ուլթի ուղղության

վրա վերցրած տարրեր A կետերը մեզ կտան տարրեր թուկային բազմանկյուններ, բայց այդ բոլոր բազմանկյունների հիմնական հատկությունն այն կլինի, վոր այդ բազմանկյունների AE և DE կողմերի հատման բոլոր կետերը կգտնվեն մի ուղիղի վրա, իսկ դա նշանակում է, վոր համազորը միայն մի յեղակի դիրք է ընդունում տրված ութերի վերաբերմամբ, վորովհետև ութի ազդման կետը կարելի չէ տեղափոխել ութի ուղղությամբ ամեն մի այլ կետ։ Այսպիսով համազորի ազդման կետը կարող է գտնվել ինչպես E կետում, այնպես էլ ամեն մի այլ կետում, վոր զբաղում է այդ կետով A_1E_1 ուղիղին զուգահեռ տարած ուղիղի վրա։

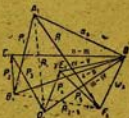
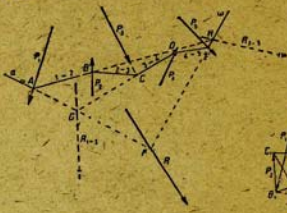
Շատ կարևոր է սահմանել այն կարգը, վորով պետք է տանել թուկային բազմանկյան կառուցումը։ Ութերը հաջորդաբար կհամարակալենք ութի անվան մոտ դրված ինքնընկերով։ Ութերի բազմանկյան բևեռը կնշանակենք O տառով։ Առաջին՝ A_1O ճառագայթը (զծ. 148), վոր միացնում է P_1 առաջին ութի վեկտորի սկիզբը բևեռի հետ, կնշանակենք α տառով, իսկ վերջին ճառագայթը, վոր միացնում է բևեռը վերջին ութի վեկտորի վերջնակետի հետ՝ ω տառով։ Միջանկյալ բոլոր ճառագայթները կնշանակենք հղումայական կրկնակի թվանշաններով, վորոնք ցույց կտան, թե տվյալ ճառագայթը վոր ութերին է համադաստասխանում։ Այսպես, որինակ, OC_1 ճառագայթը, վոր միացնում է բևեռը C_1 կետի հետ, վորտեղ վերջանում է P_3 ութի վեկտորը և սկսվում P_3 ութի վեկտորը, կնշանակենք՝ II—III, իսկ OD_1 ճառագայթը P_3 և P_4 ութերի միջև՝ III—IV, և այլն։ Թուկային բազմանկյան (զծ. 148) կողմը կնշանակենք այնպես, ինչպես նրան զուգահեռ կողմն ութերի բազմանկյան մեջ, միայն արաբական թվանշաններով։ Այսպես, որինակ, BC կողմը, վոր զուգահեռ է II—III ճառագայթին, կնշանակենք՝ 2—3, իսկ CD կողմը՝ 3—4 և այլն։ Թուկային բազմանկյան այն կողմը, վոր գնում է դեպի առաջին ութը, կնշանակենք α , իսկ դեպի վերջին ութը գնացող կողմը՝ ω ։

Այսպիսով, ութերը մենք կարող ենք համարակալել ցանկացած կարգով, բայց համարակալելուց հետո մենք հետադարձ պետք է արդեն բոլորովին վորոշ կարգով կառուցենք ութային և թուկային բազմանկյունները։

Նշանակումների մասին պայմանավորվելուց հետո, կրկնեք կառուցումը $P_1—P_4$ ութերի սխեմի վերաբերմամբ (զծ. 15)։

Կառուցելով ութային $A_1B_1C_1D_1E_1F_1$ բազմանկյունը, փակում ենք նրան A_1F_1 կողմով արված ութերի սխեմի R համազորով։ Այս համազորի գործողութայն ուղիղը գտնելու հա-

մար մենք պեճք և կառուցենք թուկային բազմանկյուն: Այդ նը-
պատակով գծագրի հարթության վրա վերցնում ենք մի O բևեռ
(վերի ընտրութունը սահմանափակվում է միայն այն պայմա-
նով, վոր նա չգտնվի ուշտային բազմանկյան կողմերից մեկի կամ
մյուսի վրա) և ճառագայթներով այդ բևեռը միացնում ենք բազ-
մանկյան բոլոր գագաթների հետ: Յուրաքանչյուր ճառագայթ
համարակալում ենք յերկու թվանշանով, վորոնք ցույց են տա-
լիս, թե ինչ ուշտեր են հասնում այդ գագաթում: Ղեպի առաջին
ուշտի սկզբնականը գնացող ճառագայթը նշանակենք α_0 , Ղեպի
վերջին ուշտի վերջականը գնացողը՝ ω_0 : Կատանանք ընդամենը θ
ճառագայթ: Ապա անցնում ենք թուկային բազմանկյան կառուց-
մանը:



Պ. 16

P_1 ուշտի ուղղության վրա վերցնելով A կամայորեն ընտ-
րած կետը*), այդ կետից տանում ենք Ղեպի մի կողմը α ուղի-
ղը, զուգահեռ ուշտերն բազմանկյան α ճառագայթին, իսկ մյուս
կողմը՝ $1-2$ ուղիղը, զուգահեռ $I-II$ ճառագայթին, և այս վեր-
ջինս շարունակում ենք մինչև P_2 ուշտի վեկտորի հետ՝ համովելը
 C կետում, և այլն: Վերջիվերջո կատանանք $4-5$ կողմի հա-
տումը P_5 ուշտի վեկտորի հետ E կետում: այս կետով տանում
ենք ω ուղիղը, զուգահեռ ուշտերի բազմանկյան ω_0 ուղիղին: Ինչ-
պես մենք տեսանք $16a$ գծագրում—համազորն անցնում է թու-
կային բազմանկյան ծայրագույն α և ω կողմերի հատման կե-

*) Կատուցումը լավ ըմբռնելու նպատակով, խորհուրդ ենք տալիս այս
կատուցումը բազմաթիվ 16a գծագրում ցնարկած կատուցման հետ:

տով, Այդ պատճառով, շարունակելով α և ω ուղիղները մինչև նրանց հասնելը, մենք կստանանք F կետը, վերով անցնում ե R համազորը:

Նկատենք, վոր յեթե կարիք լիներ ստանալ P_1, P_2 և P_3 ույժերի համազորը, ապա ույժերի բազմանկյան մեջ տանելով A_1D_1 ուղիղը, վոր պարփակում ե ույժերի արված խումբը, մենք կստանայինք այդ ույժերի $R_1 - 3$ համազորն ըստ մեծության և ուղղության: Այդ համազորի գործողության ուղիղը վորոշվում ե ույժերի այդ խմբի համար իբրև δ այրագույն կողմեր δ առայող α և $\beta - 4$ կողմերի հատման G կետով, նմանապես P_2, P_3, P_4 և P_5 ույժերի խմբի $R_2 - 3$ համազորը ույժերի բազմանկյան մեջ կպատկերանա B_1F_1 վեկտորով, վոր անցնում ե թոկային բազմանկյան $1-2$ և ω կողմերի հատման H կետով, և այլն: Ակներև ե, վոր այս տեսակ կառուցման համար անպայման անհրաժեշտ ե, վոր ույժերի խումբը կազմված լինի միայն հաջորդաբար համարակալած ույժերից:

Այժմ կարող ենք ընդհանուր ձևով ձևակերպել, թե ինչ պետք ե անել հարթության վրա կամայորեն դասավորված ույժերի համազորը գտնելու համար:

Հարթության վրա կամայորեն դասավորված (կամ հաջորդաբար դասավորված մի քանի) ույժերի համազորը գտնելու համար, նախ, պետք ե կառուցել ույժային բազմանկյուն: Նրա փակող կողմը (կամ ույժերի առանձին խմբի փակող վեկտորը) կտա վորոնելի համազորն ըստ մեծության յեվ ուղղության: Վերցնելով մի բեվեռ, δ առաքայթներով միացնում ենք սրա հետ ույժերի բազմանկյան բոլոր զազաթները յեվ վորոշ յեղանակով համարակալում այդ բոլոր δ առաքայթները: Ապա առաջին ույժի ուղղության վրա վերցնելով մի կամայորեն ընտրած կետ, կառուցում ենք թոկային բազմանկյուն, վորի կողմերը զուգահեռ են ույժերի բազմանկյան համապատասխան δ առաքայթներին: Թոկային բազմանկյան (կամ ույժերի խմբի) δ այրագույն կողմերի հատումը կտա մի կետ, վոր գտնվում ե համազորի գործողության ուղղության վրա:

Ուրեմն տեսնում ենք, վոր համազորի մեծությունը և ուղղությունը վորոշվում են ույժերի բազմանկյան միջոցով, իսկ նրա ազդման կետը (գործողության ուղիղը) թոկային բազմանկյան միջոցով:

Հարցեր.

1. Ինչ՞ով հարթության վրա կամայորեն դասավորված ույժերի համազորը գտնելու համար բավական ե միայն ույժերի բազմանկյուն կառուցելը:

2. Խնչ և ապիս թուկային բազմանկյունը:

3. Հետևանքը կախումն ունի՞ օ բևեռի դիրքից, կամ՝ A կետի դիրքից (գծ. 15):

4. Կարելի՞ չե արդյոք 15-րդ դժադրում պատկերած ուլթային և թուկային բազմանկյունների ոգնությամբ դառնել P_1 և P_2 կամ P_1 , P_2 և P_4 (այսինքն վոչ հաջորդաբար համարակալում) ուլթերի համագորը: Խնչ պետք և անել նման խնդիր վեռելու համար:

§ 8. ՀԱՐԹՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ ԴԱՍԱՎՈՐՎԱԾ ԶՈՒԳԱՀԵՒՈՒՅ ԺԵՐԻ ԳՈՒՄԱՐՈՒՄԸ: Յեթե այն ուլթերը, վորոնց համագորն ուղում ենք դառնել, իրար զուգահեռ են, ապա կառուցումը վորում չափով հեշտանում և:

Դիցուք արված և P_1-P_4 զուգահեռ ուլթերի սխառնը և պետք և գառնել այդ ուլթերի համագորը (գծ. 16): Վորովհետև բոլոր ուլթերն իրար զուգահեռ են, ապա ուլթերի բազմանկյունը, պարզ և, վերածվում և ուղիղ գծի մի հատվածի: Տանելով՝



Գծ. 16

վորեն MN ուղիղ, վոր զուգահեռ և արված ուլթերի ուղղությանը՝ նրա վրայի մի վորեն A_1 կետից վերցնում ենք P_1 ուլթի ուղղությամբ $A_1 B_1$ վեկտորը, հավասար P_1 ուլթին, ապա B_1 կետից՝ P_2 ուլթի վեկտորը, և այլն: Այսպես հաջորդաբար վերցնելով բոլոր ուլթերը, մենք կստանանք R համագորը, վոր հավասար և բոլոր ուլթերի հանրահաշվական գումարին և արտահայտ-

վում է A_1F_1 , վեկտորով, Հետագա կառուցումը շարունակում ենք ըստ նախընթացի, ինչպես դա հասկանալի չի և զծագրից:

§ 9. ՄԱՐՄՆԻ ՀԱՎԱՍՏԱՐԱԿԵՌՈՒԹՅԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԸ
ԳՐԱՖԻԿԱԿԱՆ ՁԵՎՈՎ, Դառնանք վերևում քննարկած 14-րդ զծագրին, վորտեղ զանված էր $P_1 - P_4$ ույժերի համադրը՝ $R = EK$, Յենթադրենք, թե մարմնին կցած է նաև մի նոր ույժ՝ $R' = EK_1$, վոր հավասար է R ույժին և ուղղված է նրա ուղիղ հակադիր կողմը: Կառուցելով ույժային բաղմանկյուն հինգ ույժերի ($P_1 - P_4$ և R') համար, մենք կտեսնենք, վոր R' ույժի վեկտորի վերջնակետը կհամատեղվի այն սկզբնական A_1 կետի հետ, վորից մենք սկսել ենք կառուցումը:

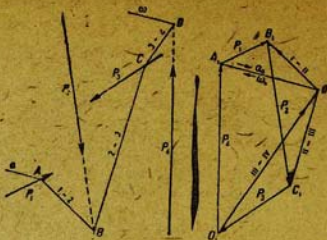
Ապա կառուցենք թոկային բաղմանկյուն: Հաջորդաբար տանելով բաղմանկյան բոլոր կողմերը և շարունակելով նրա ծայրագույն կողմերը, մենք կտեսնենք, վոր նրանք հասնում են մի կետում, վոր զանվում է R' -ույժի ուղղության վրա: Յեթե մենք թոկային բաղմանկյան կառուցումն սկսեյինք, մի այլ, ուրիշակ P_2 ույժից, ապա ծայրագույն կողմերի հատումը կստանայինք P_3 ույժի ուղղության վրա:

Պարզենք այս յերևույթի պատճառը: Մենք ավելացրինք մի ույժ, վոր հավասար է տրված բոլոր ույժերի համադրին և ուղիղ հակադիր է նրա ուղղությանը: Մարմինն այդ պայմաններում պետք է լինի հավասարակշռության մեջ, այդ պատճառով էլ թե ույժային և թե թոկային բաղմանկյունները փակված ստացվեցին:

Բայց կարող է և այլ դեպք տեղի ունենալ (զծ. 17): Տրված են, դիցուք, չորս ույժեր՝ $P_1 - P_4$, վորոնց համադրը պետք է զանել:

Կառուցելով ույժային բաղմանկյուն $A_1B_1C_1D_1A_1$, մենք տեսնում ենք, վոր նա փակված է, հետևաբար ույժերի սխեման տալիս և համադր, վոր հավասար է դերոյի: Կառուցելով թոկային բաղմանկյուն, մենք տեսնում ենք, վոր նրա ծայրագույն կողմերը, α -ն և ω -ն, իրար գուգահեռ են: Ինչ և նշանակում է այս:

Նորից դառնալով 14-րդ զծագրին, մենք տեսնում ենք, վոր թոկային բաղմանկյան 1—2, 2—3 և այլն կողմերը մեկ տալիս են S_1 և S_2 , Q_3 և Q_2 և այլն բաղադրիչների ուղղությունները: Իսկ ամեն մեկ բաղադրիչի մեծությունը տրվում է ույժային բաղմանկյան համապատասխան ճառագայթովորինակ $S_1 = \overline{OB_1}$, $S_2 = \overline{B_1O}$, $Q_3 = \overline{OC_1}$ և այլն, $Q_1 = \overline{A_1O}$, այսինքն α_0 ճառագայթին, իսկ $Q_4 = \overline{OE_1}$, այսինքն ω_0 ճառագայթին:



Պատկեր 17

Հետևապես 17-րդ գծագրում պատկերած դեպքում ուլթերի սխեմանը հանդուժում է յերկու ուլթի — մի ուլթն ուղղված է թոկային բազմանկյան α կողմի ուղղությամբ և հավասար է ուլթային բազմանկյան տված $\alpha_0 = \overline{A_1O}$ վեկտորին, իսկ մյուսն ուղղված է ω կողմի ուղղությամբ և հավասար է $\omega_0 = \overline{OA_1}$ վեկտորին^{*)}։ Այսինքն ստանում ենք յերկու՝ իրար հավասար, զուգահեռ և տարբեր կողմեր ուղղված ուլթեր, այսինքն ուլթերի զույգ։ Այդ զույգի մոմենտը հավասար է ինչի A_1O վեկտորի և թոկային բազմանկյան α և ω կողմերի հեռավորության արտադրյալին (վորոշմաստարժեքով)։ Մոմենտի ուղղությունը ներկա դեպքում ժամացույցի սլաքի շարժման հակառակ ուղղությունն է։

Այս ստանձներից յեկնելով, այժմ մենք կարող ենք ստանել այն կանոնը, վորի հիման վրա կարելի չե վորոշել, թե ուլթերի տված սխեմանը գտնվում է արդյոք հավասարակշռության մեջ։

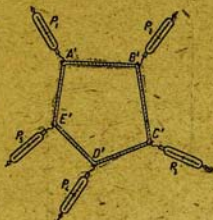
Յեթե հարթության վրա կամայորեն դասավորված ուլթերի ինչպես ուլթային, այնպես ել թոկային բազմանկյունները փակված են, ուլթերի սխեմանը գտնվում է հավասարակշռության մեջ։ Յեթե փակված է միայն ուլթային բազմանկյունը, ապա ուլթերի սխեմանը հանգում է ուլթազույգի։ Հիշենք, վերջապես, այն յեզրակացությունը, վոր ստացել ենք կուրսի առաջին մասում — յեթե ուլթերը հատվում են մի ընդհանուր կետում,

^{*)} Այդ բաղադրիչների ուղղությունները վորոշվում են — OA_1B_1 յեռանկյունուց, վորի մեջ $P_1 = A_1B_1$ -ը ներկայացնում է փակոց կողմ, և OD_1A_1 յեռանկյունուց՝ $P_2 = D_1A_1$ փակոց կողմով։

ապա նրանք հավասարակշռված են, յեթե փակված է ուշադրին բազմանկյունը:

Բազդատելով այս յեղրակացությունը § 3-ում (3—5) հավասարումներով արված՝ հաջորդական հավասարակշռության անալիտիկական աղտահայտությունների հետ, մենք տեսնում ենք, Վոր առաջին յերկու հավասարումների տված պայմաններին բավարարում է փակված ուշադրին բազմանկյունը, իսկ վերջին հավասարումը բավարարվում է, յեթե փակված է թուկային բազմանկյունը:

Դիցուք մենք գծագրել ենք ABCDEA թուկային բազմանկյունը (գծ. 14a), ապա վերցրել ենք մի բարակ շնուր՝ Վորի յերկարությունը հավասար է այդ բազմանկյան պարագծին, և ծայրերը հանգույցով իրար կապել: Ապա գինամոմեարեր աճրացնելով A' , B' , C' , D' և E' կետերում (գծ. 18), ձգենք յուրաքանչյուր գինամոմեար համապատասխան P_1 , P_2 , P_3 , P_4 և P_5 ուշներով և այդ ուշերի ուղղությամբ. մենք կտեսնենք, Վոր շնուրը, ձգվելով, ճիշտ և ճիշտ ABCDEA բազմանկյան ձևը կընդունի և կլինի հավասարակշռության մեջ, Յեթե մենք փոխենք գինամոմեարներից մեկի կամ մյուսի թեքությունը, ապա ամբողջ սխեման կփոխի իր ձևը և կընդունոր ու Վորոջ հավասարակշռված գիրք: Ստացված բազմանկյան յուրաքանչյուր ճյուղը ($A'B'$, $B'C'$ և այլն) կձգվի այն ուշով, Վոր արտահայտում է ուշերի բազմանկյան համապատասխան նառաղայթը: Ահա այս պատճառով ել այս բազմանկյունը կոչվում է թուկային: Յեթե P_1 , P_2 և այլն ուշերի ուղղությունները փոխենք հակառակ ուղղությունների, ապա $A'B'$, $B'C'$ և այլն ճյուղերը Վոջ թե կձգվեն, այլ կսեղմվեն, զրա համապատասխան ել բազմանկյունն այդ դեպքում պետք է լինի վոջ թե ճկուն շնուրից պատրաստած, այլ կոչու ձողերից:



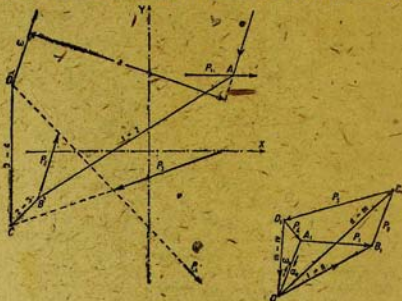
Գծ. 18

Հարցեր:

Ուշադրույդի մոմենտը (գծ. 17) Վորոջվում է իբրև արտադրյալ α_0 կամ ω_0 նառագայթի (վերցրած ուշերի մասշտաբով) և թու-

կային բազմանկյան α և ω կողմերի հեռավորության Այդ արտադրյալի վեր բազմապատկելները կփոխվեն, յեթե տեղափոխենք ուշագիտելի բազմանկյան O բնեւոր ինչպէս մոմենտի նշանակութիւնն անփոփոխ կը մնա:

Ուրեմն 8. Վեհի 3-րդ որինակի խնդիրը զրաֆիկական ձևով: Թղթի վրա անցկացնենք տրված ուշները (պժ. 19), ընդունելով ուշների մասշտաբ՝ 2 կգ. 1 մմ-ի մեջ և յերկարութեան մասշտաբ՝ 1:10: Ուշների բազմանկյունը ($A_1B_1C_1D_1A_1$) կստացվի



Պժ. 19

պարզակիված, վերովհետև $D_1A_1 = P_1$ ուշի ծայրը համատեղվում է սկզբնական A_1 կետի հետ: Ուրեմն սխեման կամ հավասարակշռութեան մեջ է և կամ տալիս է ուշագույնը: Այս կառուցում ենք թուկային բազմանկյուն, և տեսնում, վոր P_1 ուշի ուղղութեան վրա գտնվող D կետը չի համընկնում P_1 ուշի ուղղութեան վրա գտնվող A կետի հետ: Ստանում ենք մոմենտ, վորի մեծութիւնը հավասար է $\omega_0 = \alpha_0$ վեկտորի և a բազուկի արտադրյալին (բազմապատկած մասշտաբների վրա): Չափելով, գտնում ենք, վոր $\alpha_0 = 16$ մմ-ի, իսկ $a = 57$ մմ-ի: Հետևապես մոմենտը հավասար է՝

$$M = 16 \cdot 57 \cdot 2 \cdot 10 = 18240 \text{ կգմմ-ի}$$

Ծանոթանալու և ըստ ժամացույցի աշխատելու:

Ուշագիտելով, զնախ պարզեցնելու և ըստ որոշման խնդիրը: Ընդունելով ուշագիտելու ժամացույցը՝ 2 կգ. 1 մմ-ի մեջ և յերկարության ժամացույցը՝ 1:20:



Պատկեր 20

Կառուցելով ուշագիտելու և թույլատրելու ժամացույցները (պատկեր 20), ահաբանում ենք, զոր յերկարության ելքի փակված են: Հետևապես ուշագիտելու սխառութիւնը զանգում և համարադրականության մեջ:

§ 10. ՀԱՆՈՐԱՆՆԵՐԻ ԲԵՆԱԿՑԻԱՆԵՐԻ ՎՈՐՈՇՈՒՄԸ. Խոշորագույն կիրառականության ունի ստատիկական և յարաբարական մեխանիկայի մեջ կառուցվածքների կառուցության հետ կապված հարցերի վնասելու ժամանակ: Այդ կառուցութիւնը ձևեր և բերվում են նախաբանների գործողութիւնը միջոցով, այսինքն մարմինների, վորոնք իրենց վրա յեն ընդունում կառուցվածքի վրա ազդող արտաքին ուշագիտելու համարութիւնը ժամացույցները: Հենարանները յուր յեն առաջին անհրաժեշտ մեծության հակառակութիւններ, այսպես կոչված՝ հակազդութիւններ, վորոնք, լինելով պատասխան ուշագիտելու, ահաբանում ուշագիտելու հետ միասին զանգում են համարադրականութիւնը մեջ: Այսպիսով, ժամանակի համարադրականութիւնը բոլոր նման գեղեցիկութիւն ուշագիտելու և թույլատրելու ժամացույցները պետք և փակված պատկերներ լինեն:

Հենարանների հակազդութիւնների վորոշումը խիստ պատասխանատու գործնական խնդիր և, վորովհետև հակազդութիւնների մեծութիւնից և կախված գլխավորապես նախաբանների կոնստրուկցիան:

Անցնելով նախաբանների հակազդութիւնները վորոշելու խնդիրն, վերջինք ամենապարզ և հաճախ պատահող գեղեցիկ վորոշենք

զուգահեռ են, ապա պարզ է, զոր այդ յերկու հակադրումների դումարը հավասար է R համադրին և ուղղված է սրան հակադիր: Հեծանի հավասարակշռության համար, ինչպես պարզել ենք, հարկավոր է, զոր ուշժային և թոկային բազմանկյունները փակված լինեն: Թոկային բազմանկյան մեջ նրա ամեն մի յերկու հաջորդաբար դասավորված կողմերը պետք է հասնեն ուշժի ուղղության վրա: Հետևապես Q_1 և Q_3 ուշների ուղղությունների վրա նմանապես պետք է գտնվեն բազմանկյան յերկու զազաթները. այդ պատճառով, վերցնելով այդ ուշների հասման M և N կետերը թոկային բազմանկյան α և ω կողմերի ուղղությունների հետ, միացնում ենք այդ յերկու կետերը S ուղիղով, զոր կազմում է թոկային բազմանկյան փակող կողմը: Ապա O բևեռից տանում ենք S_0 ճառագայթը, զուգահեռ փակող S կողմին, մինչև $R = A_1E_1$ համադրի հետ հասնելը F_1 կետում: Թոկային բազմանկյան մեջ M և N հենարանների հեռավորությունները R համադրի ուղղությունից նշանակենք x և y տառերով: Զուգահեռ ուշների դումարման որոնքի համաձայն կստանանք՝

$$\frac{Q_1}{Q_3} = \frac{y}{x},$$

այսինքն R համադրը մենք պետք է բաժանենք 2 մասի $\frac{y}{x}$ հարաբերությամբ: Համեմատելով $\triangle MTK$ -ն $\triangle OA_1F_1$ -ի հետ, տեսնում ենք, զոր նրանք նման են, հետևապես՝

$$\frac{A_1F_1}{H} = \frac{TK}{x},$$

զորտեղ H -ը O բևեռի հեռավորությունն է A_1E_1 -ից և կոչվում է բեզիլոային հեռավորություն:

Նույն կերպով TNK և OF_1E_1 $\triangle$ -ներից ստանում ենք՝

$$\frac{F_1E_1}{H} = \frac{TK}{y}.$$

Բաժանելով առաջին հավասարումը յերկրորդի վրա, կստանանք՝

$$\frac{A_1F_1}{F_1E_1} = \frac{y}{x}.$$

Ինչպես տեսնում ենք, A_1E_1 հասնվածը, զոր արտահայտում է համադրի մեծությունը, բաժանված է հարկավոր հարաբերու-

թյամբ, այսինքն $F_1 A_2$ համադրեց, վոր արտահայտում է համադրի մեծությունը, բաժանված է հարկավոր հարաբերություններ, այսինքն $F_1 A_2$ համադրեց, վոր դանդաղում է α_2 և S_2 հաստադարձների միջև, համապատասխանում է Q_2 հակազդումին, իսկ $E_1 F_2$ համադրեց՝ աջակողմյան Q_2 հակազդումին:

Այսպես ուրեմն՝ յերկու հենարանների վրա ընկած է զուգահեռ ուժերի զործողության տակ զանվող հեծանի հենարանների հակազդումները զանելու համար պետք է կառուցել ուժային և թոկային բազմանկյուններ: Շարունակելով հակազդումների ուղղությունները (վոր զուգահեռ են տրված ուժերին) մինչև՛ հատվելը թոկային բազմանկյան ծայրագույն կողմերի հետ, միացնում ենք հատման կետերը և ստանում բազմանկյան փակոց կողմը: Այս փակոց կողմին զուգահեռ տարած ճառագայթն ուժային բազմանկյան մեջ համազորը բաժանում է յերկու մասի, վորոնք ընտրած մասշտաբով տալիս են համապատասխանաբար յերկու հակազդումների մեծությունները:

Վորովհետև հեծանը վորոշ ծանրություն ունի, ապա մեր գտած հակազդումներին պետք է ավելացնել այդ ծանրության հեռանքով առաջ յեկած հակազդումները: Մասնավոր դեպքում, յեթև հեծանն իր ամբողջ յերկարություն շույն հասանքն ունի, լրացուցիչ հակազդումներից յուրաքանչյուրը հավասար կլինի հեծանի կշռի կեսին:

Հաջորդ:

1. Ինչպե՛ս յերկու հենարանի վրա ընկած հեծանի թոկային բազմանկյունը պետք է փակված լինի:

2. Փակված է 21-րդ գծագրի ուժային բազմանկյունը: Կարգացնք հաջորդաբար նրա բոլոր կողմերը:

3. Համազվեցնեք, վոր հակազդումների մեծությունները կընկան անփոփոխ, անկախ Օ բևեռի դիրքից:

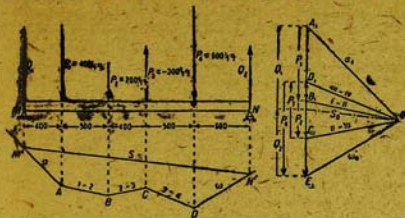
4. Ինչպես վորոշել, թե համազորի վոր համադրն է համապատասխանում ձախ հակազդումին և վորը՝ աջ հակազդումին: Ինչպես վորոշել, թե ինչ ուղղություն ունեն հակազդումները (դեպի վերև, թե՛ ներքև):

Արիմակ 10. Վորոշել՝ 22-րդ գծագրում սխեմատիկորեն պատկերած հեծանի հակազդումները:

Ընդունելով յերկարությունների մասշտաբը 1:40, իսկ ուժերին՝ 20 կգ. 1 մմ-ում, գծում ենք ուժային և թոկային բազմանկյունները: Միացնելով M' և N' կետերը, ստանում ենք թոկային բազմանկյան փակոց $M'N'$ ՝ կողմը: Տանելով S փակոց կող-

մին զուգահեռ S_0 նառագայթը, ստանում ենք վորոնի՝ հակադրականները՝ $Q_1=22,25 \cdot 20=445$ կգ և $Q_2=17,75 \cdot 20=355$ կգ:

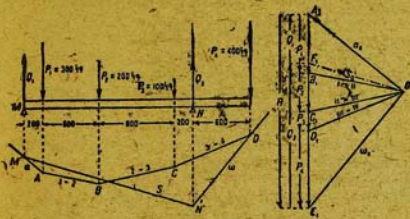
Անալիտիկորեն ստուգենք հակազդականների այս նշանակությունները: Հավասարեցնենք M հենարանի վերաբերմամբ վերջ-



ՉՁ. 22

բան բոլոր ույժերի մոմենտների (արտահայտած կգսմ-ով) գումարը՝

$$-Q_1(40+50+40+50+60) + P_4(40+50+40+50) - P_3(40+50+40) + P_3(40+50) + P_1 \cdot 40 = 0.$$



ՉՁ. 23

Տեղադրելով P_1-P_4 ույժերի արժեքները և վճռելով հավասարումը, ստանում ենք, վոր $Q_2=354$ կգ. հետևապես $Q_1=400+200-300+500-354=446$ կգ:

Ուրիմակ 11. 23-րդ գծագրում պատկերված և կոնսոլյային հեծան (զուրա ընկած ծայրով): Մասշտաբները վերցրած են նույնը, ինչ վոր նախորդ որինակում: Թոկային բազմանկյան փակող S կողմն ըստ նախընթացի միացնում և Q_1 և Q_2 հակազդումների ուղղությունների M' և N' հատման կետերը բազմանկյան α և ω ծայրագույն կողմերի հետ: Q_1 -ն արտահայտվում և $F_1A_1=12,5$ մմ վեկտորով, իսկ Q_2 -ը՝ $E_1F_1=37,5$ մմ վեկտորով: Ընդունած մասշտաբի համաձայն ստանում ենք, վոր $Q_1=12,5 \cdot 20=250$ կգ, իսկ $Q_2=37,5 \cdot 20=750$ կգ:

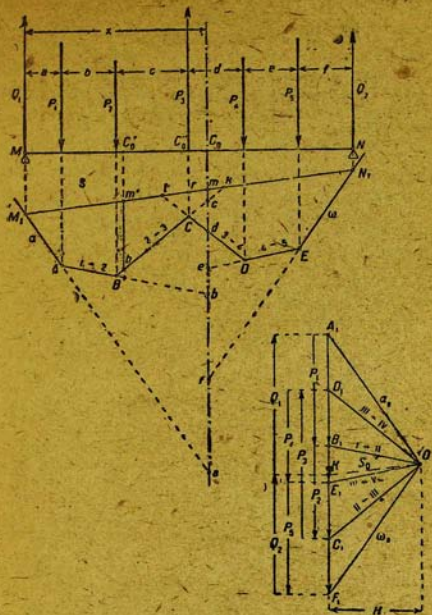
§ 11. ԾՌՈՂ ՄՈՄԵՆՏՆԵՐԻ ԴԻԱԳՐԱՄԸ: Դիցուք M և N հենարանների վրա ընկած հեծանը յնթարկվում և P_1-P_2 ույժերի սխառմի ուղղեցությանը (գծ. 24): Ինչպես հայտնի յի նախընթացից, ույժերի հավասարակշռության դեպքում ույժային և թոկային բազմանկյունները պետք և փակված լինեն: Կառուցելով ույժային բազմանկյուն O բևեռով և թոկային $ABCDE$ բազմանկյունը, M և N կետերով տանում ենք ույժերին զուգահեռ ուղիղներ: Միացնելով M_1 և N_1 կետերն ուղիղ գծով, ստանում ենք թոկային բազմանկյան փակող S կողմը. ույժային բազմանկյան մեջ այս կողմին զուգահեռ տարած S_0 հառադայթը վորոշում և Q_1 և Q_2 հակազդումները:

Հաշվի առնելով հենարանների և այս հակազդումները, մենք ստանում ենք ույժերի մի սխառմ, վորի ույժային և թոկային բազմանկյունները փակված են:

Դիցուք պետք և վորոշել C_0 հատանքից դեպի ձախ ընկած ույժերի մոմենտների հանրահաշվական գումարն այդ հատանքի վերաբերմամբ: Նշանակելով C_0 կետի հեռավորությունը M հենարանից x տառով, կունենանք, վոր Q_1 հակազդման մոմենտը C_0 հատանքի վերաբերմամբ կազմում և $M_{Q_1}=Q_1 \cdot x$: Շարունակենք Q_2 ույժին համապատասխանող α կողմը, մինչև վոր հասվի C_0 կետով ույժերին զուգահեռ տարած ուղիղի հետ β կետում: Նույն Q_2 ույժին համապատասխանող S յերկրորդ կողմի հատման կետը նույն ուղիղի հետ նշանակենք m տառով: Բազդատելով M_1ma և $OA_1K\Delta$ -ները, տեսնում ենք, վոր նրանք նման են, հետևապես

$$\frac{ma}{x} = \frac{KA_1}{H},$$

վորտեղ H -ը O բևեռի հեռավորությունն և A_1F_1 ուղիղից, այնինքն բևեռային հեռավորությունն և:



Նկատելով, զոր KA_1 հատվածը ներկայացնում է Q_1 հեղադրման մեծությունը, կարող ենք գրել՝

$$\frac{ma}{x} = \frac{Q_1}{H}, \text{ զորտեղից } Q_1 \cdot x = ma \cdot H.$$

Ինչպես տեսնում ենք, մոմենտը հավասար է թուկային բազմանկյան S և α կողմերի միջև ընկած ma հատվածի և բևեռային հեռավորության արտադրյալին (բազմապատկած ուլթերի և յերկարությանների մասշտաբների վրա)։

Բոլորովին նույն մեծով Aba և OA_1B_1 նման Δ -ներից կզատենք, զոր $\frac{ab}{x-a} = \frac{P_1}{H}$, զորտեղից $P_1(x-a) = ab \cdot H$ ։ Այս հավասարման ձախ մասն արտահայտում է P_1 ուլթի մոմենտը նույն հատանքի վերաբերմամբ, իսկ աջ մասը ներկայացնում է թուկային բազմանկյան մեջ P_1 ուլթին համապատասխանող α և $1-2$ կողմերի միջև ընկած ab հատվածի և բևեռային հեռավորության արտադրյալը։ Մոմենտի մեծությունը վորոշվում է նրա վոշ միայն թվական արժեքով, այլ և նշանով, այսինքն նրա գործողության ուղղությամբ։ Կարելի չե սահմանել և վորոշ կանոն այդ նշանը վորոշելու համար։ Պայմանավորվենք տվյալ հատանքով (որինակ C_0) ուլթերին դուգանեա լանցող ուղղի վրա թուկային բազմանկյան հարևան յերկու կողմերի միջև ընկած հատվածը կարդալ թուկային բազմանկյան ցածր համար ունեցող կողմից դեպի բարձր համար ունեցող կողմը, և այդ հատվածն ընդունել դրական, յեթե նա ուղղված է վերելից ներքեվ յեվ բացասական, յեթե ուղղված է ներքելից վերել։

Այսպես, դառնալով Q_1 ուլթին, մենք տեսնում ենք, զոր S կողմը նախորդում է α կողմին, իսկ P_1 ուլթի վերաբերմամբ՝ α կողմը նախորդում է $1-2$ կողմին, հետևապես առաջին ուլթի մոմենտը վորոշվում է ma հատվածով, զոր ուղղված է վերելից ներքև և, ուրեմն, դրական է, իսկ յերկրորդ ուլթի մոմենտը՝ բացասական ab հատվածով։ Յեվ իսկապես, Q_1 ուլթի մոմենտը դրական է, իսկ P_1 ուլթինը՝ բացասական։

Այսպիսով այդ հատվածները, Էբրե ուղղություն ունեցող հատվածներ, մենք կարող ենք դուստրել, նկատել առնելով ներանց նշանները։

Այս կանոնների հիման վրա մենք այժմ կարող ենք միանգամից գրել C_0 հատանքից դեպի ձախ դասավորված բոլոր ուլթերի մոմենտների դուստրը այդ հատանքի վերաբերմամբ՝

$$\begin{aligned}\Sigma M_{1-2} &= MQ_1 + MP_1 + MP_2 + MP_3 = \overline{ma} \cdot H + \\ &+ \overline{ab} \cdot H + \overline{bc} \cdot H + \overline{cd} \cdot H = \\ &= (\overline{ma} + \overline{ab} + \overline{bc} + \overline{cd}) \cdot H = \overline{md} \cdot H\end{aligned}$$

Բոլորովին նույն կերպ վերադառնալով C_0 հատանքից դեպի աջ դասավորված բոլոր ուլթերի մոմենտների գումարն այդ հատանքի վերաբերմամբ՝

$$\begin{aligned}\Sigma M_{2-3} &= MP_4 + MP_5 + MQ_3 = \overline{de} \cdot H + \overline{ef} \cdot H + \overline{fm} \cdot H = \\ &= (\overline{de} + \overline{ef} + \overline{fm}) \cdot H = \overline{dm} \cdot H\end{aligned}$$

Տեսնում ենք, զոր $\Sigma M_{1-2} = -\Sigma M_{2-3}$ վերադիտակ $\overline{md} = -\overline{dm}$, այսինքն հեծանի վրա ազդող բոլոր ուլթերի մոմենտների գումարը C_0 կետի վերաբերմամբ հավասար է զերոյի. այդպես ել պետք է լինի, վերադիտակ հեծանը հավասարակշռված է, հետևապես յուրաքանչյուր կետի վերաբերմամբ մոմենտների հանրահաշվական գումարը պետք է հավասար լինի զերոյի:

Այսպիսով Թոկային բազմանկյունը շատ հեշտ միջոց է տալիս վերադառնալ ամեն մի հատանքի վերաբերմամբ այդ հատանքի մի կողմի ընկած ուլթերի մոմենտների գումարը: Նրա համար այդ հատանքով պետք է տանել մի ուղիղ, զուգահեռ տված ուլթերին: Այդ ուղիղի հատվածը, զոր գտնվում է տվյալ հատանքի մի կողմը գտնվող ուլթերի Թոկային բազմանկյան ծայրագույն կողմերի միջև, բազմապատկած բևեռային հեռավորության վրա տալիս է վերոնկի մոմենտը: Այսպես, որինակ, C_0 հատանքի վերաբերմամբ ձախ ուլթերի մոմենտին համապատասխանում է $\overline{m'b'}$ հատվածը, C_0' հատանքի վերաբերմամբ՝ $\overline{rc}$ հատվածը, և այլն: Ինչպես յերևում է այս ասաններից, նշանակության չունի թե հատանքի վոր կողմի ուլթերի մոմենտներն ենք վերցնում, վերադիտակ յերևու կողմերի ուլթերի մոմենտների գումարները բացարձակ մեծությամբ իրար հավասար են:

Ստացված յեզրակացությունը խոշոր նշանակության ունի հեծանների հաշվման տեսակետից: Նրա վրա ազդող ուլթերի ազդեցության տակ հեծանը ծռվում է և, ինչպես կտեսնենք հետագայում, ծռումն այնքան մեծ է, վորքան մեծ է տվյալ հատանքի վերաբերմամբ ստատիկական մոմենտների գումարը*): Ներկա

*) Մեծան վրա ստատիկական մոմենտի ազդեցությանը մենք համար նկատում ենք է տուրյա յերևույթների մեջ. որինակ յերկաթյա ձողն այնքան ափսիս հեշտ է ծռելը նույն ուլթի ազդեցության տակ վորքան հեշտ յե ուլթի ազդման կեսը հնարանային հատանքից: այսինքն վորքան մեծ է ստատիկական մոմենտն այդ հատանքի վերաբերմամբ:

զեպքում ստատիկական մոմենտները կոչվում են ծնող մոմենտներ: Հետևապես թոկային բաղմանկյունը տալիս է հեծանի յուրաքանչյուր հատանքի համար ծնող մոմենտի մեծությունը, այդ պատճառով էլ նրան կարելի չէ կոչել ծնող մոմենտների դիագրամ:

Հարցեր:

1. Ինչի՞ չի հավասար Q_1 և P_1 ուժերի ստատիկական մոմենտների գումարը C_0 հատանքի վերաբերմամբ: Իսկ P_1 և P_2 ուժերինը նույն հատանքի վերաբերմամբ: P_2 և P_3 ուժերինը:

2. Գտե՞ք P_1 և P_2 ուժերի ստատիկական մոմենտների գումարը C_0 հատանքի վերաբերմամբ:

3. 24-րդ գծազրույցում պատկերած հեծանի վրա հատանքումն է ամենափոքր ծնող մոմենտը: Իսկ ամենամեծը:

4. Տարբեր բևեռներ վերցնելով, ստացվում են և՛ տարբեր թոկային բաղմանկյուններ: Ինչ՞ու աշխուսանային՞ թոկային բաղմանկյան ողնությամբ վորոշած ծնող մոմենտի մեծությունը կախում է ունի բևեռի դիրքից:

Որինակ 12. 24-րդ գծազրույցում ուժերի և հեռավորությունների արժեքները հետևյալներն են՝ $P_1=300$ կգ, $P_2=250$ կգ, $P_3=400$ կգ, $P_4=250$ կգ, $P_5=300$ կգ. $a=400$ մմ, $b=600$ մմ, $c=800$ մմ, $d=600$ մմ, $e=800$ մմ, $f=600$ մմ: Վորոշել ծնող մոմենտը C_0 հատանքում, յեթե $x=2$ մ:

Ընդունելով յերկարությունների մասշտաբը 1:40 և ուժերի մասշտաբը 10 կգ 1 մմ-ի մեջ, կառուցում ենք ուժային և թոկային բաղմանկյուններ և այս վերջինս փակում ենք M_1 , N_1 կողմով: C_0 -ից տանում ենք ուժերին դուգահեռ, այսինքն ուղղաձիգ ուղիղ. այս ուղիղի վրա մենք ստանում ենք m հատվածը, վոր գտնվում է թոկային բաղմանկյան S և 3—4 ծայրագույն կողմերի միջև: Այդ հատվածի յերկարությունն է 11 մմ. բևեռային հեռավորությունը վերցրած է $H=25$ մմ, հետևապես վորոշելի մոմենտը հավասար է 11. 25. 40. 10=11000 կգմմ=11000 կգսմ:

Հենարանների հակազդումները չափվում են հետևյալ հատվածներով՝ $Q_1=KA_1=38$ մմ և $Q_2=PK=32$ մմ, հետևապես $Q_1=10.38=380$ կգ և $Q_2=10.32=320$ կգ:

Ստուգենք այս լուծումը անալիտիկական ձևով:

Վերցնելով մոմենտների գումարը N -ի վերաբերմամբ, ստանում ենք՝

$$Q_1 (a+b+c+d+e+f) - P_1 (b+c+d+e+f) - P_2 (c+d+e+f) + P_3 (d+e+f) - P_4 (e+f) - P_5 \cdot f = 0$$

Տեղադրելով տասերի արժեքները և վնասելով, ստանում ենք՝

$$Q_1 = 380,3 \text{ կգ } \underline{\text{տ}} \text{ } 380 \text{ կգ,}$$

$$Q_2 = P_1 + P_2 - P_3 + P_4 + P_5 - Q_1 = 700 - 380,3 = 319,7 \text{ կգ } \underline{\text{տ}} \text{ } 320 \text{ կգ:}$$

Ծառը մոմենտը (վերցնում ենք ձախակողմյան ուշից)՝

$$M' = Q_1 x - P_1 (x - a) - P_2 (x - a - b) + P_3 (x - a - p - c),$$

Տեղադրումները կատարելով, ստանում ենք՝

$$M' = 11060 \text{ կգսմ,}$$

Աջակողմյան ուշից մոմենտը՝

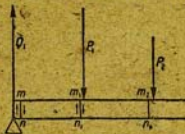
$$M'' = -Q_2 (a + b + c + d + e + f - x) + P_2 (a + b + c + d + e - x) + P_4 + (a + b + c + d - x) = -11152 \text{ կգսմ,}$$

Գրաֆիկական և անալիտիկական ձևով ստացված պատասխանների տարբերության պատճառը Q_1 և Q_2 մեծությունների արժեքների կլորացումն է:

§ 12. ԿՏՐՈՂ ՈՒՅԺԵՐԻ. Յեթ ուշից մի վորևև սխառմի ազդեցության տակ զտնվող մարմինը հավասարակշռության մեջ է: ապա դա նշանակում է, վոր ուշիցի սխառմից վորևև մեկը կամ ուշիցի խումբը հավասարակշռում է մնացած բոլոր ուշիցիին: Այսպես, յերբ յերկու հենարանների վրա ընկած հեծանի վրա ազդում է P_1, P_2, P_3 և այլն ուշիցի սխառմը (զժ. 25), վորոնց առաջացնում են Q_1 և Q_2 հակազդումներ, ապա կարելի յե, որինակ, Q_1 հակազդումը դիտել իբրև մի ուշ, վոր հավասարակշռում է բոլոր մնացած ուշիցիին՝ P_1, P_2, P_3 և այլն և Q_2 , կամ Q_1 և P_1 ուշիցը դիտել, իբրև հավասարակշռող $P_2, P_3, \dots$ և Q_2 ուշիցիին և այլն:

Յեթե Q_1 հակազդումն ուղղված է դեպի վերև՝ ապա մնացած բոլոր ուշիցը պետք է տան մի համազոր, վոր հավասար է իր մեծությամբ Q_1 ուշիցին, բայց ուղղված է դեպի ներքև:

Դառնալով այն հարցին, թե ուշիցի այս տեսակ սխառմի ազդեցության տակ հեծանն ինչ ձևափոխության կամ դեֆորմա-



ԳՃ. 25

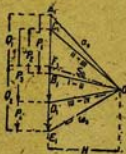
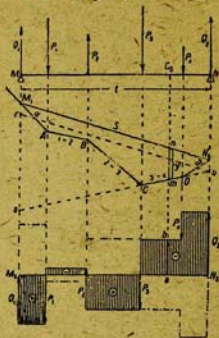
ցիայի յե յենթարկվում, մենք տեսնում ենք, վոր այդ ուշերը ձգտում են տեղափոխել հեծանի մի մասը մյուսի վերաբերմամբ հեծանի յերկարությանն ուղղահայաց ուղղությամբ, այսինքն կտրել հեծանը լայնակի հատանքով, ըլլողովին այնպես, ինչպես մկրատը կտրում է մարմինը, ազդելով նրա նյութի վրա յերկու իրար հակառակ, բայց հակառակ ուղղված ուշերով:

Հեծանի ամեն մի հատումի համար կարելի չե գտնել այն ուշեր, վոր ձգտում է այդ հատանքում կտրել հեծանը, որինակ, Π_2, Π_3 հատանքում, վոր գտնվում է P_1 և P_3 ուշերի միջև, կրտող ուշեր հավասար կլինի Q_1 հակադրումի և P_1 ուշի տարբերությանը, այսինքն $Q_1 - P_1$, P_3 ուշից դեպի աջ գտնվող Π_2, Π_3 հատանքում $Q_1 - (P_1 + P_3)$, և այլն:

Այն ուշերը, վորոնք ձգտում են կտրել հեծանը վորոշ հատանքում, կոչվում են կտրող ուշեր կամ լայնակի ուշեր. յեւ կամ ուշերի գումար: Հեծանի մի վորեն հատանքի յերկու կողմերի (աջ և ձախ) կտրող ուշերի գումարը հավասար է զերոյի:

Կտրող ուշեր հարմար է գրաֆիկորեն պատկերացնել դիագրամի ձևով:

Դիցուք հեծանի վրա ազդում է $P_1 - P_4$ ուշերի սխառնը: Գծելով ուշաշին և թուկային բազմանկյուն-



ԳՃ. 26

ները, մեզ հայտնի յեղանակով գտնում ենք հենարանների Q_1 և Q_2 հակադրումները (գՃ. 26):

Հեծանի հատանքը տեղափոխենք աջից դեպի ձախ: Յերբ հատանքը գտնվում է N հենարանից դեպի աջ անսահման փոքր

հեռավորության վրա, ապա այդ հատանքից դեպի աջ դասավորված բոլոր ուլթերի գումարը հավասար կլինի Q_3 -ի, Հեծանի ներքևում տանենք $M_2 N_2$ հորիզոնական ուղիղը և N_2 կետից, վոր համապատասխանում է հեծանի N կետին, վորոշ մասշտաբով վերցնենք մի վեկտոր, հավասար Q_3 հակադրումին և ուղղված, ինչպես և հակադրումը, ներքևից դեպի վերև հատանքն աջից դեպի ձախ տեղափոխելու ժամանակ ուլթերի գումարը կմնան փոփոխ, այսինքն հավասար Q_3 հակադրման, մինչև վոր հատանքը անսահման փոքր չափով անցնի P_4 ուլթից ձախ հատանքի այդ դիրքի համար հատանքից դեպի աջ դասավորված ուլթերի գումարը հավասար կլինի— $Q_3 + P_4$ (յեթե պայմանավորվենք դեպի ներքև ուղղված ուլթերը դրական համարել): Տանելով Q_3 վեկտորի վերջնակետից հորիզոնական ուղիղ, մինչև վոր սա հասավ P_4 ուլթի ուղղության հետ, հատման կետից դեպի ներքև վերցնենք P_4 ուլթը: Ստացված կետից տանենք հորիզոնական ուղիղ մինչև P_2 ուլթի ուղղության հետ հասվելը, վորովհետև հեծանի այն մասում, վոր ընկած է P_4 և P_2 ուլթերի միջև հատանքից դեպի թի դասավորված ուլթերի գումարը մնում է անփոփոխ:

Կառուցումն այս յեղանակով շարունակելով, մենք ձախ հեծանի տանին համապատասխանող ուղղածիդի վրա կստանանք Q_1 հակադրման հավասար հատված, վոր ընկած է $M_2 N_2$ առանցքից ներքև. այդպես ել պետք է լինի, վորովհետև աջակողմյան M հենարանից անսահման փոքր հեռավորության վրա գտնվող հատանքի համար նրանից դեպի աջ դասավորված ուլթերի գումարը պետք է հավասար լինի Q_1 -ի, բայց հակառակ նշանով:

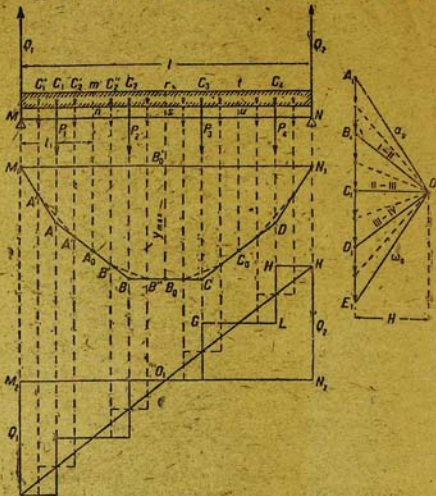
Յեթե մենք դիագրամ կառուցելինք հատանքից դեպի ձախ գտնվող ուլթերի գումարի համար, մենք կառուցումը կսկսելինք ձախ հենարանից, պայմանական առանցքից դեպի վերև վերցնելով Q_1 , ապա կշարժելինք հատանքը ձախից դեպի աջ և կըստանայինք այն դիագրամը, վոր գծագրում ցույց է տված կետագծերով և վորը սխեմատիկ է առաջին դիագրամի վերաբերմամբ:

Այսպիսով բոլորովին նույնն է, թե ինչ ուղղությամբ շարժել հատանքը—կարող ուլթի բացարձակ մեծությունը կստացվի նույնը: Հետագայում բացասական կարող ուլթերը կվերցնենք առանցքից դեպի վերև, իսկ դրականները՝ դեպի ներքև:

Հետևապես դիագրամի ab որդինատը, վոր համապատասխանում է C_0 հատանքին, ցույց է տալիս, վոր այդ հատանքից

դեպի աջ գտնվող ուլթերի վրա մտնող մասնաբաժնի համասար
և ab համավածին և ուղղված է ներքևից վերև:

§ 13. ԱՄՐՈՂՋ ՅԵՐԿԱՐՈՒԹՅԱՄԲ ՀԱՎԱՍՏԱՐԱԳՆՍ ԴԱ-
ՍԱՎՈՐՎԱԾ ՈՒՅԺԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՏԱԿ ԳՏՆՎՈՂ ՀԵՄԱՆ,
Դիցուք հեծանը գտնվում և միջնարկային ծածկույթի մեջ, Սյո



ԳՖ. 27

տեսակ բեռնվածքն, ի տարբերությույն նախորդ որինակներում
քննարկած կենտրոնացած ուլթերից, կոչվում է անընդհատ դա-
սավորված բեռնվածք: Յեւ վորովհետև այդ դեպքում հեծա-
նի յերկարության ամեն մի միավորին հասնող բեռնվածքը

միջոց նույնն է, ապա և բեռնվածքը հավասարաչափ էր Այդ տեսակ բեռնվածք է ներկայացնում, ի հարկե, նաև հեծանի սեփական ծանրությունը:

Դիցուք MN հեծանը (գծ. 27) յենթակա յե հավասարաչափ դասավորված բեռնվածքի ազդեցության. յերկարության ամեն 1 մ-ի բեռնվածքը կազմում է q կգ, հետևապես, ընդունելով, վոր հեծանի յերկարությունը՝ l մ է, ամբողջ բեռնվածքը հավասար է $Q=ql$ կգ-ի:

Թոկային բազմանկյուն կառուցելու նպատակով ամբողջ հեծանն ըստ յերկարության բաժանենք մի քանի հավասար մասերի, որինակ չորս մասի՝ $Mn=ns=su=uN=\frac{l}{4}=L_1$. Այդ մասերի միջնակետերում՝ C_1, C_2 և այլն կետերում կցենք $P_1=P_2=P_3=P_4$ վեկտորներ, վորոնք ընդունած մասշտաբով արտահայտում են ամեն մի մասի բեռնվածքը, այսինքն qL_1 կգ:

Ապա, P_1, P_2 և այլն ույժերը դիտելով իբրե կենտրոնացած ույժեր, կառուցենք ույժային և թոկային բազմանկյուններ: Յեթե մենք O բևեռը դետեղենք ույժերի համագործն արտահայտող $A_1 E_1$ վեկտորի C_1 միջնակետով տարած ուղղահայացի վրա, ապա թոկային բազմանկյունը, պարզ է, կստացվի սխեմայիկ հեծանի մեջտեղով տարած ուղղաձիգ առանցքի վերաբերմամբ և նրա փակող $M_1 N_1$ կողմը կլինի հորիզոնական: Հակազդումներն իրար հավասար կլինեն՝ $Q_1=Q_2$:

Ապա կառուցենք շջակողմյան ույժերի դիագրամ. դրա համար աջ հենարանով անցնող ուղղաձիգի վրա վերցնում ենք $\overline{N_1 K}=Q_2$, տանում ենք հորիզոնական ուղիղ մինչև P_1 ույժի ուղղության հետ հասվելը, այդ կետից դեպի ներքև վերցնում ենք $\overline{HL}=P_1$, նորից տանում ենք հորիզոնական ուղիղ մինչև P_2 ույժի ուղղության հետ հասվելը, և այլն: Ստանում ենք մի աստիճանավոր դիագրամ:

Յենթադրենք, թե մենք կրկնապատկել ենք այն մասերի թիվը, վորոնց բաժանած եր հեծանը՝ կիսել ենք այդ մասերը: Այժմ ամեն մի մասի բեռնվածքը հավասար կլինի $\frac{qL_1}{2}$ և ույժային բազմանկյան մեջ կավելանան նոր ճառագայթներ (գծագրում ցույց են տված կետագծերով), վորոնց համապատասխանում են նոր կողմեր թոկային բազմանկյան մեջ. ընդ սմին այս վերջինս իբ ձևով կմտենա մի կորի, վոր ներգծած է բազմանկյան մեջ և շոշափող է այս բազմանկյանը A_0, B_0, C_0 և այլն կետերում, այսինքն այն կետերում, վորոնք համապատասխան

նում են այն մոմ, ԴՅ և ԼՍ հաասնքներին, վորոնցով մենք հեծանը բաժանել եյինք ըստ յերկարության: Այսպիսով Թոկային բազմանկյունը վերածվում է մի կոր գծի, վոր կոչվում է շղթայագիծ: Մեր քննարկած դեպքի համար շղթայագիծը պարբուր է, ինչ վերաբերում է կարող ուլթերի դիագրամին, տեսնում ենք, վոր հեծանի բաժանման մասերի Թվի մեծանալու հետ միասին, աստիճանները փոքրանում են և սահմանում, այդ մասերի անսահման մեծ Թվի դեպքում, $KHLG \dots$ աստիճանավոր դիծը վերածվում է ուղիղ գծի, վոր հատում է M_2N_2 առանցքը O_2 կետում, վոր համապատասխանում է հեծանի մեջտեղին և շղթայագծի մաքսիմալ B_0B_0 որդինպտին:

Որիմակ 13. Գտնել նոր քննարկած հեծանի մաքսիմալ ծող մոմենտը, յեթե հեծանի լրիվ յերկարությունն է $l = 4$ մ, իսկ երկարության ամեն 1 մ-ի բռնվածքը $q = 150$ կգ/մ:

27-րդ գծագրում հեծանը գծած է 1:50 մասշտաբով. ուլթերի մասշտաբն ընդունենք՝ 10 կգ 1 մմ-ի մեջ. կառուցելով շղթայագիծ, դպնում ենք, վոր մաքսիմալ B_0B_0 որդինապը $Y_{max} = 30$ մմ-ի (բեկոային հեռավորությունն ընդունել ենք $H = 20$ մմ) Հետևապես մաքսիմալ ծող յոմենտը կազմում է $M = 30 \cdot 20 \cdot 50 \cdot 10 = 300\ 000$ կգմմ = 30 000 կգմմ:

Անալիտիկորեն ստուգենք այս արդյունքը:

Միջին հատանքից դեպի աջ գործում է $Q_2 = \frac{ql}{2} = \frac{150 \cdot 4}{2} = 300$ կգ ուլթը և, բացի այդ, հեծանի աջ կեսի վրա ազդող բռնվածքը, այսինքն $\frac{600}{2} = 300$ կգ. այս վերջին ուլթը կարող ենք համարել, վոր կցված է հեծանի աջ մասի ծանրության կենտրոնում, այսինքն $\frac{l}{4}$ հեռավորության վրա ԴՅ հատանքից. Վարոնկի մոմենտը հավասար է՝

$$M_{ծող} = -300 \cdot \frac{l}{2} + 300 \cdot \frac{l}{4} = -300 \cdot \frac{l}{4} = -300 \cdot \frac{4}{4} = -300 \text{ կգմ} = -30000 \text{ կգմմ}.$$

Ինչպես տեսնում ենք, նույն արդյունքն ստացանք:

§ 14. Ֆերմերի ՄԱՍԻՆ. Հեծանի լայնակի չափերն այնքան մեծ են ստացվում, վորքան մեծ են նրա առանձին հատանքների վրա ազդող ծող մոմենտները: Բայց լայնակի չա-

փերի մեծանալու հետ զուգընթաց մեծանում է հեծանի և՛ սեփական կշիռը, վորն իր հերթին նույնպես աալիս է ծող մոմենտը։ Ինչպե՞ս կտեսնենք հետազայում, հեծանի վոչ բուր քելիկները միանման մասնակցում են ղիմադրելու հեծանի վրա ազդող բեռնվածքներին, ընդամին վորքան մեծ է ծող մոմենտը, այնքան զգալի յե դառնում նյութի վոչ լրիվ ողատգործումը։

Ահա այս նկատառումներն են պատճառը, վոր միապաղաղ կարվածք ունեցող հեծանների կիրառության շրջանը սահմանափակ է. յեթե մեծ է հենարանների միջի բացվածքը կամ մեծ է ծող մոմենտը, այդ դեպքում միապաղաղ հատանքով հեծանը փոխարինում են առանձին՝ ցանցաձև զամած կոնստրուկցիայով, վոր կոչվում է ֆերմ։ Այդ տեսակ կոնստրուկցիաներ կիրառում են զանազան կառուցվածքների ծածկույթները (ծպեղային ֆերմեր), կամուրջների անցուղարձի մասերը (կամրջային ֆերմեր) և այլն՝ հենելու համար։

Սակավ պատասխանատու դեպքերում ֆերմը պատրաստում են փայտից (փոքր բացվածքի ծպեղներ կառուրների համար, փոքր կամուրջներ), իսկ բավի պատասխանատու դեպքերում՝ թափծույերկաթից։

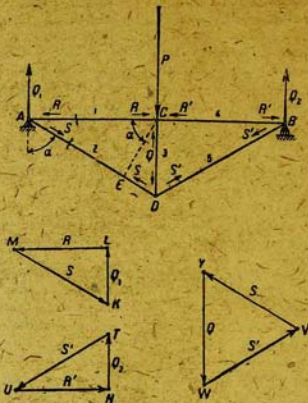
§ 15. ՖԵՐՄԻ ԵԼԵՄԵՆՏՆԵՐԻ ՆԵՐՔԻՆ ՈՒՑԹԵՐԻ ՎՈՐՈՇՈՒՄԸ. ԿՐԵՄՈՆԱՅԻ ԴԻԱԴՐԱՄԸ. Ֆերմի հաշվումն ամենից առաջ կայանում է նրանում, վոր վորոշվեն մեծություններն ու ուղղություններն այն ույժերի, վորոնք առաջանում են ֆերմի ելեմենտների մեջ նրա վրա զործող բեռնվածքների ազդեցության տակ։ Հիմնական պայմանը, վորից պետք է յեղնել այս դեպքում, այն է, վոր ինչպես ամբողջ ֆերմը, այնպես ել ֆերմը կազմող առանձին ելեմենտները պետք է լինեն հավասարակշռության մեջ։

Այսպիսով ֆերմի ելեմենտների ներքին ույժերը վորոշելու խնդիրը հանգում է ստատիկայի տված՝ հավասարակշռության պայմանները կիրառելուն։

Ինչպես մենք տեսանք վերևում, նման խնդիրճերը կարելի յե լուծել գրաֆիկորեն և՛ անալիտիկորեն։ Ֆերմի հաշվման համար յերկու մեթոդն ել կիրառում են. սակայն գրաֆիկական մեթոդի պարզության և ակնառության պատճառով նա հաճախ ալելի հարմար է, քան անալիտիկականը, ուստի գերազանցորեն այդ մեթոդն են կիրառում։

Դիցուք ունենք ABD ֆերմը (գծ. 288), վոր ընկած է յերկու հենարանների վրա և յենթարկվում է C հանգույցին կցած P ույժի ազդեցությանը։ Պետք է վորոշել այն ույժերը, վոր ա-

առաջանում են ֆերմերի բոլոր ձողերի մեջ P ուժի ազդեցության հետևանքով առաջացած ներքին ուժերը:



ՊՃ. 28

Դիտելով ֆերման իրրեւ մի հեծան, վոր ընկած է յերկու հենարանների վրա, մենք կարող ենք հենարանների հակազդումները վորոշել կամ դրաֆիկորեն, թուկային բազմանկյան ողնությամբ և կամ անալիտիկորեն: Դիցուք A և B հենարանների հակազդումներն արտահայտոււմ են Q_1 և Q_2 վեկտորները: Յերեւ վակայորեն, կարելով AC և CD ձողերը, առանձնացնենք A հանգույցը և կազմենք այդ հանգույցի հավասարակշռության պայմանները, նկատի ունենալով, վոր հանգույցը գտնվում է յերեք ուժերի ազդեցության տակ՝ Q_1 հակազդման և R ու S ներքին ուժերի, վորոնք գործում են AC և CD ձողերի ուղղությամբ: Անշատելով A հանգույցն ամբողջ ֆերմից, վորոնենք, թե ինչ

կապակցութիւն կա նրա վրա աղդող և փոխադարձաբար համա-
սարկելովող Q, R և S ույթերի միջև:

Այս խնդիրը գրաֆիկորեն վնասելու նպատակով տանենք մի
կողմում $Q_1=KL$ վեկտորը (գծ. 28 b) և կառուցենք ույթային
 $KLM \triangle$ -ը, վորի մեջ LM կողմը զուգահեռ է Ֆերմի 1 ձողին, իսկ
 KM կողմը՝ 2 ձողին: Զորովհետև ույթերը համասարակչութիւն
մեջ են, ապա ույթային յեռանկյան բոլոր կողմերը պետք է ըն-
թանան ընդհանուր ուղղութիւնով (ներկա դեպքում՝ ժամացույցի
սլաքին հակառակ ուղղութիւնով), ուրեմն ստանում ենք, վոր 1
ձողի ուղղութիւնով գործում է $R=LM$ ույթը, իսկ 2 ձողի
ուղղութիւնով՝ $S=MK$ ույթը:

Երկան նշանակութիւն ունի այդ ույթերի ուղղութիւնը:
Դիտելով A հանգույցը, մենք տեսնում ենք, վոր R ույթն ուղ-
ղված է աջից դեպի ձախ, այսինքն R ույթը սեղմում է 1 ձողը:
 S ույթը, ընդհակառակը, ծգում է 2 ձողը, վորովհետև նա ուղղ-
ված է վաղ դեպի հանգույցը, այլ դեպի հակադիր կողմ: Կա-
ռուցելով B հանգույցի համար մի այլ ույթային յեռանկյուն
 NTU , մենք ստանում ենք, վոր 4 ձողը սեղմվում է UN ույ-
թով, իսկ 5 ձողը ծգվում է TU ույթով*):

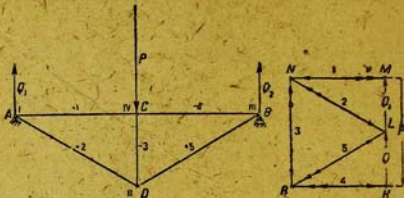
Վորպեսզի վորոշենք 3 ձողի մեջ գործող ներքին ույթը,
առանձնացնենք D հանգույցը, վորի մեջ հասվում են յերեք հա-
մասարակչովող ույթեր՝ S և S' , վոր գործում են 2 և 5 ձողերի
ուղղութիւնով, և Q ույթը՝ 3 ձողի ուղղութիւնով: Վերևում մենք
արդեն գտել ենք, վոր S ույթը ձգում է 2 ձողը, իսկ S' ույթը
ձգում է 5 ձողը, այդ պատճառով, A հանգույցից D հանգույցին
անցնելով, մենք պետք է փոխենք այդ ույթերի ուղղութիւն-
ները, վորովհետև նրանք ուղղված են հանգույցից դուրս:

S և S' վեկտորների վրա կառուցելով VYW ույթային յե-
ռանկյունը, կստանանք YW կողմը, զուգահեռ 3 ձողին: YW վեկ-
տորը, վոր ուղղված է վերևից ներքև, այսինքն դեպի D հան-
գույցը, տալիս է 3 ձողը սեղմող Q ույթի նշանակութիւնը:
Այսպիսով մենք վորոշեցինք Ֆերմի բոլոր ելքմեծներում գոր-
ծող ներքին ույթերը՝ նրանց մեծութիւնները և ուղղութիւն-
ները:

Խնդրի լուծումը մենք կարող ենք պարզել և դյուրացնել:
Փոխանակ առանձնակի ույթային յեռանկյուններ կառուցելու,

*) Ներկա դեպքում կարելի է կառուցելու NTU ույթային յեռանկյու-
նը, վորովհետև Ֆերմե սիմմետրիկ է CD -ի վերաբերմամբ և, ուրեմն, պարզ է,
վոր $Q_1=Q_2$ նեակադեռ մեր կառուցած յերկու ույթային յեռանկյուններն ի-
րար հավասար են:

ինչպես մենք արինք 28-րդ գծագրում, կարող ենք այդ յեռանկյունները միացնել մի դիագրամում (գծ. 29), վերցնելով $\overline{MK}=\overline{P}$ հատվածը, նրա վրա նշենք L կետն այնպես, վոր $\overline{KL}=Q_2$ և $\overline{LM}=Q_1$, վորովհետև ներկա դեպքում հակադրումների հանրահաշվական գումարը հավասար է արտաքին ուլթերի հանրահաշվական գումարին: Համարակալենք հանգույցներն այն կարգով,



ԳՃ. 29

ինչ կարգով մի հանգույցից անցնում ենք մյուս հանգույցին: A հանգույցը նշանակենք I, ապա, վորոշելով 2 ձողի ներքին ուլթը, անցնենք D հանգույցին, վորը նշանակենք II, և այլն: Ներքևում բերած 15-րդ որինակից մենք կտեսնենք, վոր մի հանգույցից մյուսին անցնելու կարգից և կախված խնդիրը վճարում ենք արավորությունը:

$\overline{LM}$ վեկտորի վրա կառուցենք ուլթային LMN յեռանկյունը: $\overline{MN}$ -ը կառ մեկ 1 ձողը սեղմող ուլթի մեծությունը՝ իսկ $\overline{NL}$ -ը՝ 2 ձողը ձգող ուլթի մեծությունը: Սեղմող 1 ձողը նշանակենք միջուս նշանով, իսկ ձգող 2 ձողը՝ պլյուս նշանով: Անցնում ենք II (D) հանգույցին: Այս հանգույցում հավասարակշռվում են՝ 2 ձողի մեջ զործող ուլթը և 3 ու 5 ձողերում զործող ուլթերը, վորոնց մեծությունը և ուղղությունը պետք է վորոշել: Դառնալով LMN յեռանկյանը, վորի մեջ $\overline{NL}$ կողմն արտահայտում է ըստ մեծության և ուղղության այն ուլթը, վոր ձգում է 2 ձողը, սինք, 1 հանգույցից II-ին անցնելիս, պետք է $\overline{NL}$ կողմի ուղղությունը փոխենք հակառակ ուղղության. այս բանը նշանակում ենք կրկնակի սլաքով: Ապա L կետից տանում ենք LR ուղիղը, զուգահեռ 5 ձողին, և NR ուղիղը, զուգահեռ 3 ձողին,

մինչև նրանց հատվելը R կետում: Վերովհետև այս 3 ույթերը հավասարակշռության մեջ են, ապա տալով նրանց նույն ընթացքը, մենք կստանանք $\overline{NR}$ հատվածը, վոր կարտահայտե 3 ձողը սեղմող ույթը (վորովհետև այդ վեկտորն ուղղված է դեպի մեր քննարկած II հանգույցը) և $\overline{RL}$ հատվածը, վոր կարտահայտե 5 ձողը ձգող ույթը:

Անցնում ենք III հանգույցին: Այս հանգույցում պետք է հավասարակշռվեն Q_3 ռեակցիան և 4 ու 5 ձողերի ներքին ույթերը: Առաջինն արտահայտվում է KL վեկտորով, իսկ 5 ձողում գործող ույթը՝ NRL յեռանկյան $\overline{RL}$ կողմով. այս կողմին մենք այժմ պետք է տանք ուղղութիւն L -ից դեպի R : K կետից տանելով 4 ձողին զուգահեռ ուղիղ, մենք կտեսնենք, վոր այդ ուղիղը հատում է $\overline{LR}$ կողմը R կետում: Այսպիսով կստանանք LRK փակված յեռանկյունը, վորի RK կողմը ներկայացնում է 4 ձողի ներքին ույթը և ուղղված է դեպի III հանգույցը, հետևապես 4 ձողը, ինչպես և I ձողը, սեղմված է. ներկա դեպքում, վորովհետև ֆեքմը սիմետրիկ է P ույթի կցման կետի վերաբերմամբ, I և 4 ձողերը սեղմվում են նույն ույթով, իսկ 2 և 3 ձողերը նույն ույթով ձգվում են:

Անցնելով IV հանգույցին, տեսնում ենք, վոր այդ կետում հատվում են չորս ույթեր՝ P ույթը և 1, 4 ու 3 ձողերի ներքին ույթերը: Հանգույցի հավասարակշռության համար անհրաժեշտ է, վոր այդ 4 ույթերը կազմեն փակված ույթախիւն բաղմանկյուն: Դիտելով ստացված դիագրամը, մենք տեսնում ենք, վոր I ձողի ներքին ույթը, վոր արտահայտվում է $\overline{NM}$ կողմով IV հանգույցի վերաբերմամբ ուղղված է ձախից աջ, $P = \overline{MK}$ ույթը՝ վերևից ներքև, 4 ձողի ներքին ույթը, վոր արտահայտվում է $\overline{KR}$ վեկտորով, աջից ձախ (դեպի IV հանգույցը) և, վերջապես, 3 ձողի RN ույթը՝ ներքևից վերև (դեպի IV հանգույցը, վորովհետև այդ ձողը սեղմված է): Հետևապես բաղմանկյունը փակվեց:

Ստացված դիագրամը, վոր կոչվում է Կրեմոնայի (կամ Մարսիլիի դիագրամ) տալիս է ֆերմի յուրաքանչյուր ելեմենտի մեջ գործող ներքին ույթի մեծութիւնը և ուղղութիւնը:

Ռիկակ 14, 29-րդ գծագրում պատկերված ֆերմն ունի հետևյալ չափերը՝ $AC=CB=1,75$ մ, $CD=1$ մ. P բեռը, վոր ազդում է AB բացվածքի մեջտեղում, հավասար է 300 կգ-ի: Վորոշել ֆերմի բոլոր ելեմենտների մեջ գործող ներքին ույթերը:

Ընդունելով ույթերի մասշտաբ՝ 10 կգ-ը 1 մմ, գծենք Կրեմոնայի դիագրամը: Զափելով դիագրամի բոլոր կողմերը, մենք

կատանանք ներքին ուլթերի համար հետևյալ արժեքները (ձգող ուլթերը նշանակած են պլյուս նշանով, իսկ սեղմող ուլթերը մի- նուս նշանով)։

Ձգերի անունները	1	2	3	4	5
Վեկտորի յերկարությունը մմ. ներով	26,5	30,5	80	26,5	30,5
Ներքին ուլթը կգ-ներով	-265	+305	-300	-265	+305

Օրինակ 15. 30-րդ դժագրում պատկերված չարդախն ամ- րացրած և ներքևի հենակում, իսկ վերևի հենակով նա ձգված և դեպի պատը։ Վորոշել ֆերմի ելեմենտների ներքին ուլթերը, վո- ռոնք առաջանում են վերևի գոտու վրա նստած տանիքի ծան- բույթյան ազդեցության տակ։

Բազմապատկելով տանիքի I մ³-ի կշիռը ամեն մեկ հան- գույցին հասնող մակերեսի վրա, մենք կստանանք հանգույցին կցած բեռնվածքը։ Յեթև վերևի գոտու պանելների յերկարու- թյուններն իրար հավասար են, այսինքն I—II=II—IV=IV—V, ապա միջանկյալ II-և IV հանգույցներին հասնող բեռնվածքներն իրար հավասար են։ Իսկ ծայրի I և V հանգույցներին հասնող

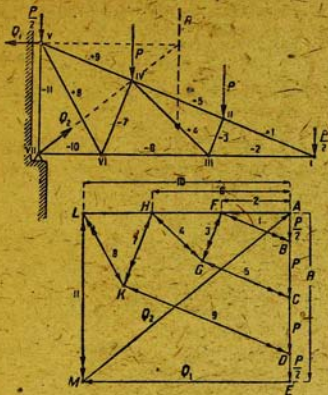
բեռնվածքը հավասար կլինի $\frac{P}{2}$, վորովհետև այս հանգույցնե- րին հասնող մակերեսը յերկու անգամ փոքր է քան II և IV հան- գույցներին հասնող մակերեսը։

Հենարանների հակազդումները գտնելու համար նախ վորո- շենք նրանց ուղղութիւնները։ Թոկային բազմանկյան ողնու- թյամբ վորոշենք համազորի գործողութիւնն ուղիղը^{*)}։ Ուլթերի սխեմները հանգում են յերեք ուլթի և վորովհետև նա հավասարա- կշռված է, ապա այդ 3 ուլթը պետք է համվեն մի կետում։ Վորովհետև Q₁ հակազդումը հորիզոնական ուղղութիւն ունի, ապա, միացնելով այդ հակազդման ուղղութիւն և R համազորի ուղութիւնը հատման կետը II հենարանի հետ, կստանանք յերկ- րորդ հակազդման ուղղութիւնը։ Մի կողմում վերցնելով հաջոր- դաբար արված բոլոր ուլթերը, մենք այդ ուլթերի $R = \overline{AE}$ հա-

*) Ներկա դեպքում համազորի ազդման-ուղիղը գտնելու համար կարիք չկա թ-կային բազմանկյուն կառուցել—վորովհետև I, II, IV և V հանգույցներում կցած բոլոր ուլթերը սխեմաբերկ են վերին գոտու մեջանդի վերաբերմամբ, և- տևաբար համազորն անցնում է այդ մեջանդով։

մադորի վրա կառուցում ենք ուշադրություն $\triangle AEMA$, վորի $\overline{EM}$ և $\overline{MA}$ կողմերը տալիս են Q_1 և Q_2 հակադրությունները:

Ստացված ուշադրություն յեռանկյան վրա կառուցենք հրեմո-



հ. 30

նայի դիտարարմը, սկսելով կառուցումը I հանգույցից, վորտեղ հաղվում են արտաքին $\frac{P}{2}$ ուժը և վերին ու ներքին զույնների 1 և 2 ելեմենտների ներքին ուժերը: Ստանում ենք $\triangle ABFA$ -ը, վորի $\overline{BF}$ կողմն արտաճայություն և 1 ելեմենտը ձող ուժը, իսկ $\overline{FA}$ կողմը, 2 ելեմենտը սեղմող ուժը:

Անցնելով II հանգույցին, վորտեղ հաժաադարակում են չորս ուժեր՝ P , 1, 3 և 5, վորտեղից անհայտ են վերջին յերկուսը. այս ուժերը վորոշվում են $\triangle BCGFB$ ուշադրություն բաղման կյունուց - $\overline{CG}$ կողմը տալիս և 5 ձողը ձող ուժը, իսկ $\overline{GF}$ կողմը՝ 3 ձողը սեղմող ուժը:

Ապա անցնում ենք III հանգույցին և նրա համար կառուցում AFGHA ույթային բազմանկյունը, վորից գտնում ենք, վոր 4 ձողը ձգվում է GH ույթով, իսկ 6 ձողը սեղմվում HA ույթով: IV հանգույցի համար կառուցում ենք ույթերի հինգանկյուն՝ CDKHGC և վորոշում 7 և 9 ձողերի ներքին ույթերը: V հանգույցի համար կառուցում ենք ույթերի հինգանկյուն՝ DEMLKD և վորոշում 8 և 11 ձողերի ներքին ույթերը: VI հանգույցի համար 6, 7, 8 և 10 ույթերը տալիս են փակված AHKLA քառանկյունը, վորից վորոշվում է 10 ձողի ներքին ույթը ($\overline{LA}$): Վերջապես VII հանգույցի համար մենք պետք է ստանանք ույթային փակված $\triangle$ MALM:

Խնչպես տեսնում ենք, վերին գոտին ձգված է, ձգված են նաև 4 և 8 ձողերը, իսկ ներքևի գոտին և 3 ու 7 ձողերը սեղմված են:

Ենթադրենք, թե I հանգույցից հետո մենք անցնում ենք III հանգույցին, վորտեղ հասվում են 2, 3, 4 և 6 ձողերը: Կարճ կլինեյինք մենք գտնել անհայտ ույթերը: Այդ հանգույցում անհայտ ույթերը 3 են (3, 4 և 6): Վորովհետև փակված քառանկյուն չի կարելի կառուցել, յեթե տրված են նրա միայն մի կողմը, իսկ մնացած 3 կողմերի ուղղությունները, ապա վորոշելի ույթերը վորոշել մենք չենք կարողանալ: Ահա թե ինչու I հանգույցից պետք է անցնել II-ին, վորտեղ անհայտ են յերկու մեծություններ (3 և 5 ձողերի ներքին ույթերը) վորից հետո միայն անցնել III հանգույցին, վորովհետև նախապես վորոշվում է 5 ձողի ներքին ույթը և մնում են միայն յերկու անհայտներ:

§ 16. ՎԱՐԺՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ:

6. Ըստ 22-րդ դժադրի գտնել Q_1 , P_1 և P_2 ույթերի համադրը: Նաև P_1 , P_2 և P_3 ույթերի համադրը:

7. Տրված է $P_1=30$ կգ, $P_2=51$ կգ, $P_3=31,6$ կգ, և $P_4=41$ կգ ույթերի սխառնը: Գտնել այդ ույթերի համադրը, յիբր նրանց ուղղությունները վորոշվում են հետևյալ կորդինատներով (ույթերն ուղղված են A-ից դեպի B):

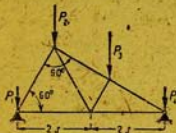
		P_1	P_2	P_3	P_4
A	x_1	55	— 45	— 70	50
	y_1	10	45	35	— 30
B	x_1	25	— 55	— 40	60
	y_1	10	95	29	— 70

8. Վճռել նախորդ խնդիրը, փոխելով P_3 և P_4 ուշժերի արագիսաները՝ $x_1=40$, $x_2=30$ և $x_3=15$, $x_4=45$:

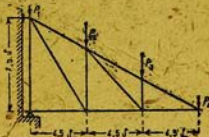


ՊՃ. 31

10. Նախորդ խնդրի համար գտնել ամենամեծ ծուղ մոմենտը և նրա համապատասխան հատանքի հեռավորությունը ձախ հենարանից: Արդյունքն ստուգել անալիտիկորեն:



ՊՃ. 32



ՊՃ. 33

11. Նույն խնդրի համար գտնել ամենափոքր ծուղ մոմենտը և նրա համապատասխան հատանքի հեռավորությունը ձախ հենակից: Արդյունքն ստուգել անալիտիկորեն:

12. Գծել 31-րդ զծագրում պատկերված հեծանի համար կրտրող ուշժերի դիագրամը:

13. 5 մ յերկարության հեծանը (զծ. 27) բեռնավորած և համասարաչափ դասավորած բեռով $q=200$ կգ/մ: Գտնել մաքսիմալ մոմենտը և անալիտիկորեն ստուգել նրա արժեքը:

14. Նույն հեծանի համար գտնել ձախ հենարանից 2 մ հեռավորության վրա գտնվող հատանքի կտրող ուշժը:

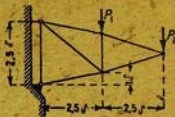
15. Վրրոշել 32-րդ զծագրում պատկերված ֆերմի ելմենտների ներքին ուշժերը, յեթե $P_1=P_2=1000$ կգ և $P_3=P_4=2000$ կգ:

16. Վրրոշել 33-րդ զծագրում պատկերված չարդախային

Ֆերմի ձողերի ներքին ույժերը, յեթե $P_1=P_3=1000$ կգ և $P_2=P_4=2000$ կգ:



ՊՃ. 34



ՊՃ. 35

17. Վորոշել շրջադարձ կռաճի (զծ. 34) ձողերի ներքին ույժերը, յեթե $Q=3$ տոննի:

18. Վորոշել 35-րդ գծապատկերում պատկերված Ֆերմի ելեմենտ-ների ներքին ույժերը, յեթե $P_1=P_3=500$ կգ:

ՅԵՐԿՐՈՐԴ ԲԱԺԻՆ

ՆՅՈՒԹԵՐԻ ԴԻՄԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

ՆԵՐՐՈՐԿ ԳԼՈՒԽ

ԱԳՈՒՄ ԲԵՎ ՍԵՂՄՈՒՄ

§ 17. ՆՅՈՒԹԵՐԻ ԴԻՄԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ԱՌԱՐԿԱՅԻ ԽՆԴԻՐԸ-
ԴԵՅՈՐՄԱՑԻԱՆ Ստատիկան տալիս է պինդ մարմնի հավասարակշռության առաջնական պայմանները: Գրաֆիկական մեթոդը, վորի հետ մենք նոր ծանոթացանք, նույն հարցերը ճշնանարկում է յերկրաչափական տեսակետից:

Մարմնի ֆիզիկական հատկությունները (պնդությունը, ամրությունը, առաձգությունը, սարսկատուրը և ֆիզիկական այլ առանձնահատկությունները) տեսական մեխանիկան չի հետազոտում: Նա իր հետևությունները հիմնում է այն յենթադրության վրա, թե մարմնի ձևը բացարձակորեն անփոփոխ է և մարմինն իդեալական դիմադրություն է ցույց տալիս իր վրա ազդող արտաքին ուժերի գործողությանը: Իրականում բանն այլ կերպ է—յուրաքանչյուր մարմին, վոր բաղկացած է վորոշ նյութից, կրելով իր վրա արտաքին ուժերի ազդեցությունը, բոլորովին վորոշ կերպ անդրադառնում է այդ ազդեցությանը: Արտաքին ուժերն առաջ են բերում մարմնի ձևի փոփոխություն, վորին մարմինը, շնորհիվ կապակցության ներքին ուժերին, վորոշ դիմադրություն է ցույց տալիս: Հետևանքն այն է լինում, վոր մարմինն ստանում է դեֆորմացիա և նրա մեջ առաջանում են վորոշ ներքին լարումներ:

Այսպիսով հավասարակշռության մեջ գտնվող մարմնի վրա ազդող արտաքին ուժերն առաջ են բերում մարմնի դեֆորմա-

ցիւս: Սա կարող է հասնել այնպիսի չափերի, վոր կարող է խախտվել մարմնի մասնիկների մեջ յեղած կապակցութիւնը, և մարմինը կակն քայքայվել: Մի քանի դեպքերում դեֆորմացիան այնքան մեծ է լինում, վոր նա նկատվում է հասարակ աչքով, որինակ, յեթե մի յերկար տախտակ տափակ յերեսով դնենք յերկու հենարանների վրա, մենք կտեսնենք, թե ինչպես նա զգալի չափով կորացել է. մյուս դեպքերում դեֆորմացիան համեմատաբար աննշան է և նորան կարելի չէ հայտնաբերել միայն հատուկ ապարատների ոգնությամբ: Այս ասածներէց հետևում է, վոր լիովին խուսափել արտաքին ուլթերի ազդեցութեան տակ գտնվող մարմնի դեֆորմացիայից անհնար է, բայց ակներև է, վոր կառուցվածքի կամ մեքենայի մասերն այնպես պետք է լինեն պատրաստված, վորպեսզի նրանց ստացած դեֆորմացիաները թույլատրելի սահմանից չանցնեն *):

Նպատակ դնելով ազանովել մեքենայի կամ կառուցվածքի մասը կազմող ամեն մի դետալի անհրաժեշտ և բավականաչափ ամրութիւնը, մենք պետք է կարողանանք առաջուց հաշվի առնել այն բոլոր գործոնները, վորոնք պայմանավորում են այդ ամրութիւնը: Ահա այս խնդիրն է վճռում նյութերի դիմադրութեան գիտութիւնը. մի գիտութիւն, վորը տեսական մեխանիկայի և ֆիզիկայի որոնքները կիրառում է վորոշ նյութից պատրաստած և վորոշ պայմաններում աշխատող ռետի ֆիզիկակայն մարմնի վերաբերմամբ:

Նյութերի դիմադրութեան տեսութիւնը, ոգտազործելով տեսական մեխանիկան, պետք է իր տրամադրութեան տակ ունենա և՛ մի ամբողջ շարք փորձնական տվյալներ, վոր վերաբերում են զանազան տեսակ նյութերին:

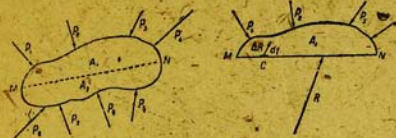
Վորովհետև ճնշող մեծամասնութեան դեպքերում թույլատրելի դեֆորմացիաները չնչին են, համեմատած մարմնի չափերի հետ, ապա, կիրառելով համասարակչութեան պայմանները դեֆորմված մարմնի վերաբերմամբ, մենք համասարակչութեան պայմանների մեջ դնելու յենք մարմնի այն չափերը, վոր նա ունեցել է մինչև դեֆորմացիան:

§ 18. ՆԵՐՔԻՆ ՈՒՅԺԵՐ ՅԵՎ ԼԱՐՈՒՄՆԵՐ. ՀԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ՄԵԹՈՂԸ: Մարմնի վրա գործող ուլթերը մարմնի մեջ առաջ են բերում վորոշ ներքին ուլթեր, վորոնք գործում են այս կամ այն ուղղութեամբ: Այսպես, դառնալով վերևը քննարկած՝ ֆերմի

*) Յերբեմն զգալի չափով դեֆորմացիան հատուկ դետալի կիրառման նպատակն է կազմում (որինակ, գոգոնակները):

լեմենտների մեջ առաջացած ներքին ուժերի վորոշման որինակ-
ներին, մենք տեսնում ենք, վոր ֆերմի վրա ազդող արտաքին
ուժերն առաջ են բերում նրա ձողերի յերկարությամբ ուղղված
ներքին ուժերու Յերեակայորեն ֆերմից անջատելով նրա մի
մասը, մենք տեսանք, վոր ներքին ուժերը, վորոնք ներկայաց-
նում են դեն զցած մասի ազդեցությունը Մնացած մասի վրա
հավասարակշռում են այս վերջինիս կցած արտաքին ուժերի
հետ։ Այսպիսով ևևափոխված մարմնի մեջ ներքին ուժերի վո-
րոշումը հանգում է մարմնի այս կամ այն մասի հավասարակշ-
ռության ինդքի լուծմանը։

Վերցնենք մի մարմին, վորը գտնվում է հավասարակշռու-
թյան մեջ նրա վրա գործող $P_1 - P_4$ ուժերի սխառեմի ազդեցու-
թյան տակ (պժ. 36)։ Տանենք այդ մարմնի մեջ MN հատող հար-



Պժ. 36

թությունը, վորով մարմինը բաժանվում է յերկու մասի՝ A_1 և A_2 ։
Յերեակայորեն դեն զցելով A_2 մասը, մենք տեսնում ենք, վոր
 A_1 մասը նրա վրա գործող $P_1 - P_4$ ուժերի ազդեցության տակ
հավասարակշռության մեջ Մնալ չի կարող։ Պարզ է, վոր այդ մա-
սի հավասարակշռության պայմանները կազմելիս, մենք պետք է
հաշվի առնենք ինչպես $P_1 - P_4$ արտաքին ուժերը, այնպես էլ
ներքին ուժերը, վորոնք ներկայացնում են դեն զցած մասի ազ-
դեցությունը Մնացած մասի վրա և արտահայտվում են մի վորեն
R վեկտորով։ Դիցուք մեզ հարկավոր է վորոշել MN համման մի
վորեն C կետի վրա ազդող ներքին ուժը։ Վերցնենք այդ կետի
շուրջը մի շատ փոքր յալկերես ΔF և գտնենք այդ յալկերեսի
վրա ազդող ներքին ուժերի ΔR համագորը։ Այն ժամանակ $\frac{\Delta R}{\Delta F}$
հարաբերությունը կլափի C կետում ազդող ներքին ուժի մե-
ծությունն ըստ ΔF յալկերեսի։ Այդ հարաբերությունը կոչվում

և լարումն Վորջան փոքր և վերցրած ΔF մակերեսը, այնքան աճելիք $\frac{\Delta R}{\Delta F}$ հարաբերությունը մոտ կլինի լարման իսկական արժեքին:

Յեթե R ույժը հավասարապես և ազդում ամբողջ MN հատանքի վրա, ապա լարումը նույնը կլինի հատանքի, բոլոր կետերում և հավասար կլինի R ույժի և F մակերեսի քանորդին: Այսպես, յեթե վերցնենք ֆերմի մի ելեմենտ (գծ. 37), վոր ձեռքովում և այդ ելեմենտի առանցքի ուղղությամբ ազդող P ույժով, ապա $abcd$ հատանքի լարումը, յեթե հատանքի մակերեսն և F , հավասար կլինի $\frac{P}{F}$:

Ույժը սովորաբար արտահայտում են կգ-նեյրով, մակերեսը՝ սմ²-ներով, հետևապես լարումը չափվում և կգ/սմ²=կգսմ²-ներով:



ՅԵ. 37

Դառնալով 36-րդ գծագրին, մենք գալիս ենք այն հետևություն, վոր, դեռ գցելով A_1 մասը և քննարկելով թևացած A_2 մասը, մենք R վեկտորի համար կատանանք ուղիղ հակադիր ուղղություն. հետևաբար նույն ուղղությունը կունենան արտաքին ույժերի ազդեցության տակ առաջացած լարումներն այդ հատանքում: Յեթե մենք MN հատանքը տանելինք այլ կերպ, R վեկտորի հետ այլ անկյուն կազմող ուղղությամբ, ապա և հատանքի զանազան կետերում լարումն ել այլ կատացվեր:

Այս ասածներից հետևում է, վոր ներքին ույժի մեծությունը չի բնորոշում նյութի լարվածության աստիճանը. այս աստիճանի մասին հասկացողություն ունենալու համար հարկավոր

և դիտենալ, թե ինչ բեռնվածք և հասիւնւմ լախական հատանքի
ամեն 1 քառ. միավորին:

Հարցեր.

1. Ի՞նչ տարբերութիւն կա ներքին ուլթի և յարման մեջ:
Ի՞նչ միավորներով են արտահայտուիմ մեկը և մյուսը:

2. Կարելի՞ չե ներքին ուլթի մեծությամբ հասկացողութիւն
ունենալ լարման մեծության մասին:

3. Վժի պայմանում են տարբեր ուլթերը զանազան դետալ-
ներում առաջ բերում նույն լարումը:

§ 19. ԱՌԱՋԻՑ ԵՅՎ ՄՆԱՅՈՒՆ ԴԵՖՈՐՄԱՑԻԱՆԵՐ, ՀՈՒԿԻ
ՈՐԵՆՔԸ. Այսպէս ուրեմն մարմնի վրա ուլթի ներգործության
հետեանքն և լինում մարմնի ձևի փոխվելը: Վերոջ դեպքերում
ուլթի գործողության դադարումից հետո մարմինը, շնորհիվ նրա
մեջ առաջացած ներքին ուլթերի, վոր կաշվում են առածոթիւն
ուլթեր, ընդունում և իր սկզբնական ձևը. մյուս դեպքերում դե-
ֆորմացիան չի անհետանում, մնում և— դա կախումն ունի մարմ-
նի նյութի հատկութիւններից և լարման մեծութիւնից: Այս-
պէս, փորձը ցույց է տալիս, վոր պողպատն ավելի հեշտ և վե-
րականգնում իր ձևը, քան յերկաթը կամ չուգունը, այս վեր-
ջինս ավելի լավ, քան արհիւնը, և այլն, իսկ մեղրամոմը մնում և
ձևափոխված դրութիւն մեջ նույն իսկ անշաւն բեռնվածքի
գործողութիւնից հետո: Դրան համապատասխան մարմինները լի-
նում են առածիդ (պողպատ, յերկաթ, չուգուն, փայտ, պղինձ և
այլն) և վոյ առածիդ կամ պլաստիկ:

Սակայն հարկավոր և նշել, վոր բնութիւն մեջ գոյութիւն
չունեն լրիվ առանձիդ մարմիններ, ինչպէս և գոյութիւն չու-
նեն լրիվ անառանձիդ մարմիններ: Ինչպէս կանանենք ներ-
քեում, ամեն մեկ նյութի համար փորձնական յեղանակով կո-
րելի չե վորոշել լարման այն սահմանը, վորից հետո մարմինը
լիովին չի վերադառնում իր սկզբնական ձևին: Այդ սահմանը
մի քանի նյութերի համար բարձր և, մյուսների համար՝ ցածր:
Այսպէս՝ պողպատայա ռեսսորը կարող և կրել մեծ բեռնվածք, հա-
մեմատած յերկաթյա ռեսսորի հետ, և ձևափոխված չմնալ բեռ-
նըվածքը վերցնելուց հետո: Սրան համապատասխան տարբե-
րում են առանձիդ և մնայուն դեֆորմացիաներ: Ինչպէս ասած եր
վերևում, բեռնավորված դետալի ձևի փոփոխութիւնը ցանկալի
չե, այդ պատճառով դետալի հաշվումն անում են այնպէս, վոր
նա բեռնվածքի մաքսիմալ արժեքի և աշխատանքի ամենաան-
պաստ դեպքում մնայուն դեֆորմացիաներ չստանա, վորոնք կո-
րող են հետագայում պատահաւ դառնալ նրա լրիվ քայքայման:

Յենթադրենք, թե մենք վորոշ ույժով ձգում ենք ուսման շնուրը՝ Մեծացնելով ձգող բեռնվածքը, մենք կնկատենք, վոր շնուրն ափելի շատ կձգվի։ Այսպիսով ուրեմն մենք բեռնվածքի, հետևապես և մենք լարման զեպչում մարմինն ափելի մենք դեֆորմացիա յե ստանում։ Բնականորեն հարց և ծագում, թե արդյոք դեֆորմացիան վորոշ կախում չունի լարումից։

Դեռ XVII դարի վերջին փոփոխում մտքերտ Հուկն այդ կախումն արտահայտեց չափազանց պարզ ձևով—դեֆորմացիան ուղիղ համեմատական և լարմանը։

Այս դրույթը, վոր հայանի յե Հուկի օրենք անունով, իրական և յուրաքանչյուր դեֆորմացիայի վերաբերմամբ, վոր չի դուրս յեկել առածգության սահմանից։

Ինչպես կատենենք հետագայում, նյութերի դիմադրության տեսության բոլոր հիմնական յեզրակացությունները հիմնվում են այս օրենքի վրա։

Հարցեր

1. Վժիր դեֆորմացիաներն են կոչվում առաձիգ։ Իսկ վճրոնք ձևայուն։
2. Ինչու ֆայտն դեֆորմացիաները ցանկալի չեն։
3. Ի՞նչ և արտահայտում Հուկի օրենքը։

§ 20. ԲԵՌՆԱՄԻՐԻ ՍՏԱՏԻԿԱԿԱՆ ՅԵՎ ԴԻՆԱՄԻԿԱԿԱՆ ԴՈՐՄՈՂՈՒԹՅՈՒՆԸ. Խոսելով ձևափոխվող մարմնի վրա ույժի գործողության մասին, մենք պետք և հաշվի առնենք և այն, թե ույժն ինչպես և ազդում մարմնի վրա։ Մի դեպքում ույժը հասնում և իր սահմանային Բ արժեքին, մեծանալով աստիճանաբար և սահուն կերպով, և հետագայում կնժ պահպանում և այդ արժեքը և կնժ աստիճանաբար փոքրանում։ Մյուս դեպքում մարմնին ավելի արագորեն կցվում և Բ ույժը, Դժվար չե հասարակ փորձի ողնությամբ համոզվել, վոր բեռնվածքի յերկրորդ զեպչն ափելի անապատ և գործում մարմնի վրա, նպաստում և նրա ափելի արագ քայքայմանը։ Այսպես՝ շնուրն ափելի հեշտ և խզել, յեթե ձեռքով նրան աղատ ձգահարենք, քան յեթե ձգենք աստիճանաբար։ Նույնպես փայտյա ձողը հեշտ և կտալել մեկն, քան աստիճանաբար ծռելով։

Առաջին տեսակ բեռնվածքը կոչվում և ստատիկական, յերկրորդ տեսակը՝ դինամիկական։ Տեխնիկայում ձգում են, վորքան հնարավոր և, կիրառել ույժի ստատիկական գործողությունը, վորովհետև նա ապահովում և ինչպես առանձին դեպք-

ների, այնպես էլ ամբողջ մեքենայի ավելի յերկարատև աշխատանքը:

§ 21. ԴԵՖՈՐՄԱՑԻԱՆԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՏԵՍԱԿՆԵՐԸ, Նյութերի դեֆորմացիանը գլխավորապես ուսումնասիրում են մյն տեսակ մարմնի դեֆորմացիաները, վորն ունի պրիզմայի կամ սրան նման ձև և վորի յերկարութունը զգալի չափով գերազանցում են յայնական հասանքի չափերին. այդ տեսակ մարմինը կոչվում են չորսու:

Արտաքին ույժերը կարող են կիրառված լինել չորսուին զանազան յեղանակով և դրա համեմատ կարող են առաջ բերել նրա մեջ զանազան դեֆորմացիաներ:

Սույն դասընթացի նախորդ բաժնում մենք արդեն ծանոթացանք մարմնի վրա արտաքին ույժերի գործողության զանազան ձևերի և սրանց առաջ բերած դեֆորմացիաների բնույթի հետ:

Այսպես, մենք տեսանք, վոր ֆերմի հանգույցներին կցած բռնվածքների ազդեցության տակ ֆերմի ելեմենտների մեջ առաջանում են ձգող կամ սեղմող ույժեր: Այդ յերկու տեսակ դեֆորմացիաները՝ ձգումը և սեղմումը սքեմատիկ կերպով պատկերված են 38-րդ գծագրում (ա և Ն): Ձգման դեֆորմացիայի յն յենթարկվում, որինակ, փոխանցող փոկը, կամ վերամբարձ



Գծ. 38

մեքենայի ճապանը, կամ շղթան՝ բարձրացվող բեռի ազդեցության տակ. սեղմումի դեֆորմացիայի յն յենթարկվում ֆերմի հենարանը համապատասխան բռնվածքների ազդեցության տակ:

Գննարկելով յերկու հենարանների վրա ընկած հեծանը, մենք տեսանք, վոր արտաքին ույժերը ձգտում են կտրել հեծանը, առաջ բերելով նրա մեջ սահրի կամ կտրումի դեֆորմացիա: Նույն

տեսակ գեֆորմացիայի յե յենթարկվում նյութը մկրատի յերկու
առյերի միջև: Այդ գեֆորմացիան սքեմատիկորեն ցույց և աղբ-
ված 38-րդ գծագրում (c):

Նույն հեծանի քննարկումը մեզ բերեց՝ հեծանին կիրառած
աբաաքին ուլթերից առաջացած ծող մոմենտի հասկացողությա-
նը, վորին համապատասխան ստանում ենք ծոման գեֆորմացիա
(գծ. 38,d):

Վերջապես վոլորող մոմենտներ հաղորդող սունին յենթարկ-
վում և վոլորման գեֆորմացիայի (գծ. 38,e), վոր առաջ են բե-
րում յերկու, իրար հավասար, բայց տարբեր կողմեր ուղղված
մոմենտներ:

Ահա սրանք են գեֆորմացիաների պարզագույն տեսակնե-
րը: Բացի այս պարզ գեֆորմացիաներից, մարմինները յենթարկ-
վում են նաև քարդ գեֆորմացիաների, վորոնք յերկու կամ ավելի
պարզ գեֆորմացիաների միակցություին են: Այդ գեֆորմացիա-
ները մենք կուսուլմասիրենք դասընթացի վերջում:

Ուրիմակ 16. Պարզել, Թե ինչ գեֆորմացիաների յե յենթարկ-
վում նախարային դադրյալի շարնդելը:

Փոկի պրկման (натяжение) և նրա փոխանցած շրջանային
ուլթի աղդեցության տակ շարնդելը կծովի. ծուռ և կառաջանեն
նաև մշակվող իրի և պլանշայի քաշը և կարիչի ճնշումը: Այս
նույն ուլթերն առաջ կբերեն նաև շարնդելի կարումը սոնակալների
մոտ. բացի այդ շարնդելը կվոլորվի նրա վրա աղդող մոմենտի
շնորհիվ: Միջարկների (вкладыш) հետ շոշափվող մակերեսայթում
կրելով հենարանների հակադդուլմերին հավասար ճնշում, շարն-
դելը յենթարկվում և սեղմման (կամ ճմլման) գեֆորմացիայի:

Հարցեր,

1. Ինչ գեֆորմացիայի յե յենթարկվում նախարային դադ-
րյալի հենոցը (станива):

2. Իսկ արանսմիսիայի սունին:

3. Կախոցը պահպանող բուլմիջը:

§ 22. ՉԳՈՒՄ. ԲԱՑԱՐԶԱԿ ՅԵՎ ՀԱՐԲԵՐԱԿԱՆ ՅԵՐԿԱՐԱ-
ՑՈՒՄՆԵՐ. ԱՌԱՋԳՈՒԹՅԱՆ ԱՌԱՋԻՆ ԿԱՐԳԻ ՄՈՂՈՒԼ, Դիցուք
չորսուն, վորի սկզբնական յերկարությունն և Լ, իսկ լայնակի
հասանքի մակերեսը՝ F, ձգվում և իրար հավասար յերկու P ուլ-
թերով, վորոնք գործում են չորսուի առանցքի ուղղությամբ հա-
կառակ կողմեր (գծ. 39):

$$t = \frac{P}{F} \quad (7)$$

Դեֆորմացիան կարաահայտվի նրանով, վոր չորսուի յերկարությունը կմեծանա, իսկ լայնակի հասանքի չափերը կփոքրանան, ինչպես ցույց ե տրված գծադրում կետագծերով:

Փորձարկվող նմուշի վրա նշելով յերկու՝ չորսուի առանցքին ուղղահայաց ab և cd հատանքներ, մենք կնկատենք, վոր դեֆորմացիայից հետո այդ հատանքները կլինան հարթ և իրար զուգահեռ^{*)}, միայն իրարից մի փոքր կհեռանան (յեթե P ույժերը կիրառված են յերկու հիմքերի ծանրության կենտրոններում):

Առ այժմ մի կողմ թողնելով նմուշի լայնական հատանքի չափերի փոքրացումը, մենք նշում ենք, վոր ձգման դեֆորմացիան առաջին հերթին բնորոշվում ե ձգվող մարմնի յերկարացումով: Այդ յերկարացումը նշանակենք λ տառով:

Կարձղ ե յերկարացումը ծառայել իբրեւ դեֆորմացիայի չափ: Յեթե մենք նույն P ույժով ձգեյինք նույն նյութից մի այլ չորսու, վորը, դիցուք, յերկու անգամ յերկար ե մեր նմուշից, կտեսնեյինք, վոր այս չորսուն կստանար յերկու անգամ մեծ յերկարացում: Այնինչ յերկու գեղջուկն ել լարումը նույնն ե, վորովհետեւ (7) հավասարման մեջ համարիչը ե հայտարարը մընացին նույնը: Ակնհոտ ե, վոր դեֆորմացիայի մասին դատելու համար բավական չե գիտենալ միայն λ -ի մեծությունը, վորն իրենից ներկայացնում ե չորսուի ըացարծակ յերկարացումը: Վերցնելով չորսուի բացարձակ յերկարացման ե սկզբնական յերկարության հարաբերությունը, մենք կստանանք հարաբերական յերկարացումը, վորը ցույց ե առիտ, թե չորսուն իր սկզբնական յերկարության վոր մասի չափ ե յերկարացել: Հարաբերական յերկարացումը նշանակենք l տառով, ուրեմն՝

$$l = \frac{\lambda}{l} \quad (8)$$

^{*)} Մի փոքր կկորսեն միայն այն հատանքները, վորոնք գտնվում են նմուշի ծայրերի մոտերը:



ՊՃ. 39

Պարզ է, վոր հարաբերական յերկարացումը վերացական թիվ է և հետևարար ներկայացնում է ծզման դեֆորմացիայի լայնը՝

Այժմ հասկանալի չէ, վոր յեթե 1 յերկարության նմուշն ստացավ λ յերկարացում, իսկ նույն լայնակի հասանքն ունեցող 21 յերկարության նմուշը նույն ույժի ազդեցության տակ՝ 2 λ , ապա դեֆորմացիայի չափը, այսինքն հարաբերական յերկարացումը նույնը կլինի յերկու դեպքումն ել՝ $1 = \frac{\lambda}{l} = \frac{2\lambda}{2l}$, ինչպես նույնն է և է լարումը։

Մնում է այժմ պարզել հարաբերական յերկարացման և լարման քանակական կախումն իրարից։

Հուլի որենքն ասում է, վոր դեֆորմացիան ուղիղ համեմատական է լարմանը. կիրառելով այդ որենքը ձգման դեֆորմացիայի նկատմամբ, մենք կարող ենք արտահայտել այն այսպես՝ լարումն ուղիղ համեմատական է հարաբերական յերկարացմանը, այսինքն՝

$$t = E l \quad (9)$$

վորտեղ t -ն լարումն է, l -ն՝ հարաբերական յերկարացումը, իսկ E -ն՝ համեմատականության մի գործակից, վոր կոչվում է առանձնության առաջին կարգի մոդուլ։

Վորովհետև t -ն արտահայտվում է կգ/մմ²-ներով կամ կգ/մմ²-ներով, իսկ l -ն վերացական թիվ է, ապա E -ն նույն միավորներով է չափվում, ինչ վոր է լարումը։

Առանձնության մոդուլի մեծությունը վորոշվում է փորձնական յեղանակով հեռեյալ առնչությունից։ Տեղադրելով (9) հավասարման մեջ t -ի արժեքը՝ $t = \frac{P}{F}$, իսկ հարաբերական յերկարացման փոխարեն նրա արժեքը՝ $1 = \frac{\lambda}{l}$, կստանանք՝

$$\frac{P}{F} = E \cdot \frac{\lambda}{l}, \text{ վորտեղից}$$

$$E = \frac{P}{F} \cdot \frac{l}{\lambda} \quad (10)$$

Այս հավասարման աջ մասի բոլոր մեծությունները հայտնի չեն— P -ն արտաքին ույժն է կգ-ներով, F -ը՝ նմուշի լայնա-

կի հասանքի մակերեսը $ամ^2$ -ներով կամ $մմ^2$ -ներով, 1-ը՝ նմուշի սկզբնական յերկայնությունը $ամ$ -ներով կամ $մմ$ -ներով, իսկ λ -ն՝ ստացված բացարձակ յերկարացումը նույն միավորներով, նայելով, թե վերջրած և արդյոք F -ը $ամ^2$ -ներով կամ $մմ^2$ -ներով, իսկ 1-ը և λ -ն՝ $ամ$ -ներով կամ $մմ$ -ներով, առանձնությամբ E մոդուլն ստացվում և կամ կգ/ $ամ^2$ -ներով և կամ կգ/ $մմ^2$ -ներով:

Ջանադան տեսակ նյութերի առանձնություն մոդուլի արժեքները արվում են տեխնիկական տեղեկատուների մեջ, նրանց միջին արժեքները զետեղված են հետևյալ աղյուսակի մեջ (կգ/ $ամ^2$ -ներով)։

Նյութեր	Կգ/ $ամ^2$	Նյութեր	Կգ/ $ամ^2$
Յերկաթ յեռած	2.10 ⁴	Յեղնի	9.10 ⁴
» թափու	2.15.10 ⁴	Սահի	9.2.10 ⁴
Պողպատ թափու	2.2.10 ⁴	Կաշի	10.8.10 ⁴
Չուգուն	0.75.10 ⁴	Հաճարի	1.8.10 ⁴
	մինչև 1.05.10 ⁴		
Կաշիլը պղինձ	1.15.10 ⁴	Ցինկի լաթ	1.5.10 ⁴
Դեղին »	0.8.10 ⁴	Կաշի փեղ, նոր	1250
Բրոնզ (անագապղինձ)	0.9.10 ⁴	Ալյումին	7.10 ⁴
Ալյումին	7.5.10 ⁴	Ռենթն	10

Այս աղյուսակում արված մեծությունները պետք և դիտել իբրև միջին արժեքներ, նայելով նյութի բաղադրությունը, միաձուլության աստիճանին և այլ գործոններին, կարող են այդ արժեքները աստանվել այս կամ այն կողմը:

(9) Հավասարման մեջ գիտենալով յերկու մեծությունները, կարող ենք վորոշել յերրորդը:

Վերևում նշած եր, վոր դեֆորմացիան կատարվում և ըստ Հուլի որենքի մինչև այն ժամանակ միայն, քանի դեռ լարումը չի անցել առանձնություն սահմանից: Տարբեր նյութերի առանձնություն սահմանները տարբեր են, այսպես թափու յերկաթի համար այդ սահմանը կաղմում և 1800—2000 կգ/ $ամ^2$, թափու պողպատի զանազան տեսակների համար՝ 2500-ից մինչև 6000 կգ/ $ամ^2$, սոճիի համար՝ 120 կգ/ $ամ^2$ և այլն:

Հարցեր

1. Ի՞նչ տարբերություն կա բացարձակ և հարաբերական յերկարացումների մեջ,

2. Վեր մեծագույնների արժեքները պետք է հայտնի լինեն, վորպեսզի վորոշենք առավելագույն E մոդուլը:

3. Կարելի՞ չէ վորոշել հարաբերական յերկարացումը, յեթե հայտնի չեն առավելագույն մոդուլը, ձգող բեռնվածքը և չորսուկի լայնակի հասանքի մակերեսը:

4. Խնչպե՞ս վորոշել բացորձակ յերկարացումը, յեթե հայտնի չէ հարաբերական յերկարացումը:

Ուրիմակ 17. Գողպատաւարը, վորի արամաքիծն է 0,8 մմ և յերկարությունը՝ 5 մ, նրանից կախված $P=10$ կգ բեռի ազդեցության տակ ստացավ 4,5 մմ յերկարացում: Վորոշել նյութի առավելագույն մոդուլը:

Գողպատաւարի լայնակի հասանքի մակերեսը կազմում է $F = \frac{\pi \cdot 0,8^2}{4} = 0,5$ սմ²: Տեղադրելով առանձին արժեքները (10) հաշվաստման մեջ, ստանում ենք՝

$$E = \frac{10}{0,5} \cdot \frac{5000}{4,5} = 22222 \text{ կգ/սմ}^2 = 2222300 \text{ կգ/սմ}^2.$$

Ուրիմակ 18. Յերկաթյա չորսվակը, վորի յերկարությունն է $l=1$ մ և լայնակի հասանքի մակերեսը $F=2$ սմ², ձգող ուլթի ազդեցության տակ յերկարացավ $\lambda=0,75$ մմ-ով: Վորոշել լարումը և զեֆորմացիան առաջացնող բեռնվածքը:

Առավելագույն մոդուլը՝ $E=2 \cdot 10^6$ կգ/սմ²:

$$\text{Հարաբերական յերկարացումը՝ } \epsilon = \frac{\lambda}{l} = \frac{0,75}{1000} = 0,00075,$$

$$\text{Հարումը ըստ (9) բանաձևի՝ } \epsilon = E \epsilon = 2 \cdot 10^6 \cdot \frac{0,75}{10^3} = 1500 \text{ կգ/սմ}^2,$$

$$\text{Բեռնվածքն ըստ (7) բանաձևի՝ } P = \epsilon \cdot F = 1500 \cdot 2 = 3000 \text{ կգ.}$$

Ուրիմակ 19. Խնչպե՞ս կտարբերվեն նույն չափերն ունեցող յերկաթյա և պղնձյա չորսվակների յերկարացումները, յեթե ճիշտից վրա ազդում են նույն բեռնվածքները:

(9) Բանաձևից հետևում է, վոր նույն բեռնվածքների և չափերի դեպքում զեֆորմացիաները հակադարձ համեմատական են առավելագույն մոդուլներին, վորովհետև լարումներն իրար հավասար են:

$$\text{Սրանից հետևում է, վոր } \frac{1}{\epsilon_1} = \frac{E_1}{E_2} \cdot \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}.$$

Ըստ աղյուսակի $E_{\text{էլեկ}} = 2.10^6 \text{ կգ/սմ}^2$, իսկ $E_{\text{ալ}} = 1.10^6 \text{ կգ/սմ}^2$, հետևապես $\frac{1_{\text{ալ}}}{1_{\text{էլեկ}}} = \frac{2.10^6}{1.10^6} = 2$,

Այսպիսով ուրեմն պինձյա չորսվակի հարաբերական յերկարացումը մեծ է յերկաթյա չորսվակի հարաբերական յերկարացումից:

Ձեռնակ 20. Հղկման սկավառակը, վորի արամագիծն է $D = 300$ մմ, իսկ հասառաթյունը $b = 50$ մմ, մի բողբոջում պլաշտվում է 200 պտույա արագությամբ: Վորոշել լարումը սկավառակի արամագծային հասանքում, յեթե նյութի տեսակարար կշիռը $\gamma = 3 \text{ կգ/դմ}^3$:

Սկավառակի պտտման ժամանակ զարգանում է կենտրոնախույս ույժ, վորը ձգում է սկավառակի մի կեսը արամագծային հասանքով պակել մյուս կեսից:

Ընդունելով, վոր կենտրոնախույս ույժը կիրառված է սկավառակի կեսի ծանրության կենտրոնում, այդ ույժի մեծությունը վորոշում ենք հետևյալ հայտնի բանաձևով՝

$$P = \frac{mv^2}{\rho} = m\omega^2\rho,$$

վորակց m -ը սկավառակի կեսի մասսան է, v -ն սկավառակի կեսի ծանրության կենտրոնի զծային արագությունն է, իսկ ρ -ն՝ այդ ծանրության կենտրոնի հեռավորությունն է պտտման առանցքից:

Տեղադրելով $m = \frac{\pi D^3 \cdot b \cdot \gamma}{2 \cdot 4 \cdot g}$ և $\rho = \frac{4R}{3\pi} = \frac{2D}{3\pi}$, կստանանք սկավառակի կեսի կենտրոնախույս ույժը՝

$$P_k = \frac{\pi D^3 \cdot b \cdot \gamma}{2 \cdot 4 \cdot g} \cdot v^2 : \frac{2D}{3\pi} = \frac{3\pi^2 D \cdot b \cdot \gamma \cdot v^2}{16g}.$$

Սկավառակի կեսի ծանրության կենտրոնի զծային v արագությունը փոխարինենք սկավառակի շրջագծային v_0 արագությամբ, որավելով հետևյալ պարզ առնչությամբ՝

$$\frac{v_0}{v} = \frac{D}{2\rho}, \text{ վորակցից}$$

$$v = \frac{v_0 \cdot 2\rho}{D} = v_0 \cdot \frac{4D}{3\pi \cdot D} = \frac{4v_0}{3\pi} \cdot \text{հետևապես սկավառակի կեսի}$$

կենտրոնախույս ույժը՝

$$P_4 = \frac{3\pi^3 \cdot D \cdot b \cdot \gamma}{16 g} \cdot \frac{16 v_0^2}{9\pi^2} = \frac{D \cdot b \cdot \gamma \cdot v_0^2}{3 g},$$

Սկզբնականի արամագծային հաստնքի մակերեսը, յեթե անտես առնենք սոճու անցքը, $F = b \cdot D$, հետևապես վորոնելի լարումը՝

$$t = \frac{P_4}{F} = \frac{D \cdot b \cdot \gamma \cdot v_0^2}{3 g \cdot D \cdot b} = \frac{\gamma \cdot v_0^2}{3 g},$$

ներկա դեպքում շրջագծային արագությունը՝

$$v_0 = \frac{\pi D \cdot n}{60} = \frac{\pi \cdot 30 \cdot 900}{60} = 1413 \frac{\text{սմ}}{\text{վ}},$$

իսկ լարումը՝

$$t = \frac{0,003 \cdot 1413^2}{3 \cdot 981} \approx 2 \frac{\text{կգ}}{\text{սմ}^2},$$

Օրինակ 21. Մարմնի մեջ ներքին լարումներ առաջանում են՝ զնչ միայն իբրև հետևանք մեխանիկական ներգործության: Յենթադրենք, թե վորոշ նյութից մի ձող յերկու ծայրերով ամրացրել ենք անշարժ և հաստատուն պատերին: Յեթե ձողի շերմաստիճանը ցածրանա, ապա, ֆիզիկայի հայանի որենքի հիման վրա, ձողի յերկարությունը, ինչպես և մյուս չափերը, կփոքրանան (նյութի գծային ընդարձակման գործակցի համաձայն):

Վորովհետև հենարանները չեն թուլաւորում ձողին կարճանալու, ապա սրա մեջ կառաջանան ներքին լարումներ՝ համապատասխան այն հարաբերական յերկարացմանը, վորը պետք է ստանալ ձողը, յեթե նա տաքանար շերմաստիճանների համապատասխան տարբերության չափով: Շատ դեպքերում անհրաժեշտ է հաշվի առնել յերկարանալու հնարավորությունից զրկված նյութի մեջ շերմաստիճանների տատանումներից լարումներ առաջանալու այդ յերևույթը:

Բնարկենք մի այդպիսի որինակ: Դիցուք AB սանին նստած է մի քանի սոճակալների վրա (գծ. 40) և՛ վորպեսզի սոճին առանցքային ուղղությամբ շարժվել չկարողանա, նրա վրա դրւսից ամրացրած են նեցուկային յերկու ողակներ՝ C և D:

Յեթե սարքավորումը կատարվել է ամուր, ապա ձմեռը, յերբ շերմաստիճանն ընկնում է, սոճին պետք է կարճանա, բայց

այդ բանին արդենք են հանդիսանում սոնակալները, վորոնց վրա հալման են ողակները:

Դիցուք ողակների միջի հեռավորությունը $l = 20$ մ, սոնուարամագրի ճ $d = 60$ մմ. ողակներն ընդհուպ սոնակալներին տե-



ՊՆ. 40

ղադրվել են, յերբ ֆերմասթյան աստիճանը յեղել է 25. Ամենը շենքի մեջ ֆերմաստիճանն ընկնում է մինչև 5: Վորոշել սոնու մեջ առաջացած ներքին ուժեր և լարումն առանցքային ուղղությամբ, ընդունելով, վոր ծայրագույն սոնակալները սոնուն հնարավորություն չեն տալիս կարճանալու:

Տեղեկատու գրքում գտնում ենք, վոր յերկաթի գծային ընդարձակման գործակիցը համասար է 0,0000125, Այսպիսի հաշարերական յերկարացում է ստանում յերկաթյա ձողը, յեթե առջանում է 1° , բայց վորովհետև շենքի մեջ ֆերմաստիճանն ընկել է 25—5=20°, ապա սոնին պետք է ստանար հաբարերական կարճացում $\epsilon = 0,0000125 \cdot 20 = 0,00025$, Սոնու նյութի մեջ համապատասխանաբար կառավանա ձգման լարում, համանման նրան, իբր թե սոնին այդպիսի գեֆորմացիա ստացել է ձգման ժամանակ: Այդ լարումը վորոշվում է ըստ (2) բանաձևի, վորի մեջ առաձգության մոդուլը $E = 2,1 \cdot 10^6 = 2\,100\,000$ կգ/սմ², ուրեմն

$$t = 2\,100\,000 \cdot 0,00025 = 525 \text{ կգ/սմ}^2,$$

Համապատասխան ուժեր՝

$$P = t \cdot F = 525 \cdot \frac{\pi \cdot 6^2}{4} = 14837 \text{ կգ},$$

Սոնու յերկարության կարճացումը պետք է կազմեր՝

$$\lambda = l \cdot \epsilon = 20 \cdot 0,00025 = 0,005 \text{ մ} = 5 \text{ մմ},$$

Ինչպես տեսնում ենք, ուժեր, վորով ողակներն առանցքային ուղղությամբ կճնշեն սոնակալների վրա, այնքան մեծ է ստացվում, վոր պետք է բոլորովին խանգարեր տրանսմիսիայի աշխատանքը:

Այս անհամարությունից մենք կարող ենք խուսափել, յեթե յերկու ողակն եւ զհսեղենք մի սահակալի յերկու կողմից. այդպէս, յեթե միջարկներէ յերկարությունը համասար է 200—250 մմ-ի, կարճացումը համասար կլինի միայն $0,00025 \cdot 200 = 0,05$ մմ-ի կամ $0,00025 \cdot 250 = 0,0625$ մմ-ի. սա արդեն չնչին մեծություն է եւ ողակները չեն խանգարի սահուն ձևափոխվելու:

§ 23. ԼԱՅՆԱԿԻ ԿԱՐՃԱՅՈՒՄ ԶԳՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ. Վերեւում հիշված է, վոր ձգման դեֆորմացիայի փորձական հետազոտութեան ժամանակ մարմնի մեջ առաջանում է առանցքային ուղղութեամբ յերկարանալու հետ միասին եւ լայնակի չափերէ կարճացում, ինչպէս սքեմատիկորեն ցույց է արված 39-րդ դիագրամ:

Եթե լայնակի քառակուսի հասանքի կողմը մինչև դեֆորմացիան նշանակենք a , իսկ այդ չափի հարաբերական կարճացումը՝ j , ապա դեֆորմացիայից հետո չորսուի կողմի յերկարությունը կլինի՝

$$a - aj = a(1 - j),$$

Լայնակի հարաբերական կարճացման j մեծությունը տարբեր նյութերի համար տարբեր է: Այդ յերևույթի մանրակրկիտ հետազոտությունը ցույց է տալիս, վոր j գործակցի մեծությունը պարզ կապ ունի գծային հարաբերական յերկարացման հետ, այն է՝ ուղիղ համեմատական է այս վերջինիս,

Այսպիսով այդ կապն արտահայտվում է այսպէս՝

$$j = m\epsilon \quad (11),$$

վորտեղ m -ը համեմատականութեան գործակիցն է:

Այդ գործակիցը կոչվում է Պուասոնի հարաբերություն, ֆրանսիական մաթեմատիկոս Պուասոնի անունով, վորն ապացուցեց, վոր միաձուլլ մարմինների համար այդ գործակիցը պետք է կազմի 0,25: Զանազան նյութերի m գործակիցը արված է հետևյալ աղյուսակում:

Նցան	0	Պղնձ	0,34
Ալմկի	0,25	Այուսի	0,36
Ցինկ	0,27	Բրոնզ	0,36
Յերկաթ	0,28	Արձա	0,43
Պողպատ	0,29	Կաշվալ	0,47
Նիկել	0,33	Գարաֆին	0,50
Աքույր	0,34		

Արիմաս 22. Պրիզմաձև յերկաթյա չորսվակը, վորի լայնակի հասանքը կազմում է 20×20 մմ, ձգվում է $P=3000$ կգ ուշտով: Վորոշել, թե քանի տակասով կփոքրանա չորսվակի լայնակի հասանքի մակերեսը:

Լայնակի հասանքի մակերեսն է $F=2.2=4$ սմ², ուրեք լարումը կազմում է՝ $t=\frac{3000}{4}=750$ կգ/սմ², Ընդունելով, վոր առաձգության մոդուլը $E=2.10^6$ կգ/սմ², կստանանք հարաբերական յերկարացումը՝

$$l=\frac{t}{E}=\frac{750}{2\,000\,000}=0,000375,$$

Այդուհանդում դառնում ենք, վոր յերկաթի համար Պուասոնի հարաբերությունը $m=0,28$, հեռաբար հարաբերական կարճացումը կլինի՝

$$j=ml=0,28 \cdot 0,000375=0,000105,$$

Լայնակի չափերը կփոքրանան՝

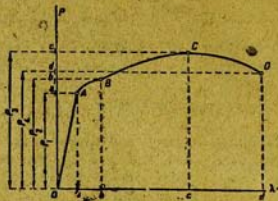
$$0,000105 \cdot 20=0,0021 \text{ մմ-ով},$$

Մակերեսի փոքրացումը կկազմի մոտ $0,02\%$:

§ 24. ԶԳՄԱՆ ԴԵՖՈՐՄԱՑԻԱՑԻ ՓՈՐՁՆԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆԸ, ՆՑՈՒԹԻ ԺԱՄԱՆԱԿԱՎՈՐ ԴԻՄԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԽԸՄԱՆԸ: Ինչպես ասված է վերևում, մարմնի դեֆորմացիաները լինում են առաձիգ և թևայուն: Այսպիսով, ձգելով փորձարկվող նմուշը, մենք յերկու հիմնական շրջաններ կարող ենք նկատել— սկզբում մարմինն ստանում է առաձիգ դեֆորմացիաներ, վորոնք ընդորոշվում են նրանով, վոր մարմինը դառնում է իր սկզբնական ձևին, յեթե դադարում է նրա վրա դործել բեռնվածքը. բեռնվածքի աստիճանաբար ավելանալու հետ սխալին մեծանում է նաև դեֆորմացիան և սա. արդեն դառնում է թևայուն, յերբ բեռնվածքը հասնում է մի վորոշ արժեքի:

Թե ինչպես է ընթանում ձգման դեֆորմացիան, այդ մասին ակնառու պատկերացում տալիս է 41-րդ դժադրում ցույց տրված դիագրամը: Վերցնելով կոորդինատների ուղղանկյուն սխառն, արացիսաների առանցքի վրա վորոշ մասշտաբով նշանակենք ձգվող ձողիկի ստացած λ յերկարացումները, իսկ որդինատների առանցքի վրա՝ այդ յերկարացումներին համապատաս-

խանոյ P բեռնվածքները հստակաճ OABCD կոր դիագրամը, Մեքենայինության մեջ գործածվող նյութերից մեծ մասի համար այդ դիագրամը տալիս է մի քանի բնորոշ կետեր, Յերբ բեռնվածքը դերոյից բարձրանում է մինչև P_1 արժեքը, վոր ար-



ՊՃ. 41

տահայտված է Oa_1 հատվածով, λ յերկարացումը մեծանում է մինչև Oa ։ վորովհետև դիագրամի OA մասը ներկայացնում է ուղիղ գիծ,*) ապա յեղրակացնում ենք, վոր բեռնվածքի մինչև P_1 արժեքին հասնելը յերկարացումը ուղիղ համեմատական է բեռնվածքին։ Այլ խոսքերով, այդ շրջանում դեֆորմացիան յենթարկվում է Հուկի որենքին։ Սկսած A կետից, ինչպես տեսնում ենք, կորը կարուկ կերպով թեքվում է դրական արացիսաների կողմը, այսինքն յերկարացումն աճում է ավելի մեծ չափով, քան յեթե աճեր Հուկի որենքով։ Հետագայում կորը վերածվում է հորիզոնական գծի. սա ցույց է տալիս, վոր մարմինը շարունակում է յերկարանալ, չնայելով, վոր բեռնվածքը մնում է անփոփոխ։ Այսպիսով ուրեմն առաջին բնորոշ կետն է A -ն, վորից հետո բեռնվածքի և յերկարացման ուղիղ համեմատականությունը խախտվում է. հետևաբար A կետը համապատասխանում է համեմատականության սահմանին։ Շատ մոտիկ A կետից գտնվում է և այն կետը, վոր համապատասխանում է առանձիգ դեֆորմացիաների սահմանին. գործնականում ընդունում են, վոր առանձգության սահմանն էլ A կետումն է գտնվում։

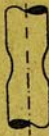
Այսպես ուրեմն A կետը համապատասխանում է համեմատականության և առանձնության սահմանին։ Հետագայում մար-

*) Իրականում OA -ն ճիշտ ուղիղ գիծ չէ, այլ ոմնչաճ չափով կոր է։

մինն ավելի թույլ դիմադրություն է ցույց տալիս ձգմանը, նա, ինչպես ասում են, հոսում է. այդ պատճառով B կետն անվանում են հոսունության սահման. B կետից հետո դիմադրությունը զեֆիրաճախի մեծանում է և նոր յերկարացում ստանալու համար հարկավոր է լինում անընդհատ կերպով ավելացնել ձող ույժը. այսպես շարունակվում է մինչև C կետը, վորից հետո մարմինը շարունակվում է յերկարացում ստանալ, յեթե նույն իսկ փոքրացնենք բեռնվածքը: Այսպիսով C կետը մեզ տալիս է մաքսիմալ P_3 բեռնվածքը, վոր արտահայտվում է Oc_1 որդինատով: Այս բեռնվածքի տակ նմուշի մեջ առաջանում է վզիկ (գծ. 43). հետագայում այս վզիկի լայնակի չափերը փոքրանում են և D կետում, վոր համապատասխանում է P_4 բեռնվածքին և Od յերկարացմանը, չորսվակը խզվում է:

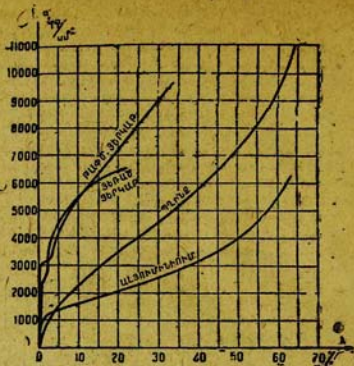
Վզիկի զոյանալը նյութի քայքայման սկիզբն է ներկայացնում, հետագայում նյութն ի վիճակի չէ խող ույժին զգալի դիմադրություն ցույց տալու, այդ պատճառով D կետին համապատասխանող լարումով են դասում նյութի՝ խզումին դիմադրելու, ընդունակության մասին: Այդ լարումը կոչվում է նյութի ժամանակավոր դիմադրություն խզմանը և վորոշվում է, յեթե բաժանենք P_3 բեռնվածքը նմուշի լայնակի հատանքի սկզբնական մակերեսի վրա: Նշանակելով ժամանակավոր դիմադրությունը R , կստանանք՝

$$R = \frac{P_3}{F} \quad (12)$$



Գծ. 42

43-րդ գծազրում արված են չորս զանազան նյութերի ձեռքման դիագրամները, ընդ վորում արքցիսաների առանցքի վրա վերցրած է սովորականով արտահայտած հարաբերական յերկարացումը, այսինքն $\frac{\lambda}{l} \cdot 100$, իսկ որդինատներն առանցքի վրա՝ լարումները կգ/սմ²-ներով: Ինչպես տեսնում ենք, առաձգության ամենարարձր սահման ունի պինդ պողպատը (մի քիչ պակաս 4000 կգ/սմ²-ից), իսկ ամենացածրը՝ պղինձը (մոտ 1000 կգ/սմ²): Նույն այդ դիագրամից մենք տեսնում ենք, վոր ամենամեծ յերկարացումը տալիս է պղինձը, վորը, հետևապես, ամենապլաստիկն է այդ չորս մետաղների մեջ: Հետևյալ աղյուսակում ամփոփված են ժամանակավոր դիմադրության (ձգմանը) և յերկարացման արժեքները ամենազործածական մետաղների համար:



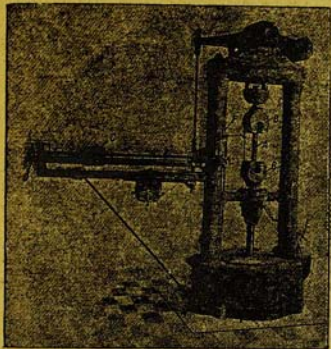
Գծ. 43

Ն յ ա ռ	Ժամանակավոր գիմագրություն և դանիք R_A կգ/սմ ² -ներով	Յերկար- ացումը %-ներով
Ցեղած յերկաթ (բալան, գամեր)	3500—4000	12—20
՝ ՝ (Քերթային, գլանման ուղղու- թյամբ).	3300—4000	8—20
Քափծու յերկաթ	3300—4500	25—28
Քափծու պողպատ	4400—6500	23—27
Նիկելյան պողպատ	5500—6500	22—27
Նիկելյան պողպատ, չլծած	11000—11500	8
Ֆեռոնի պողպատ	5000—5500	20—25
Չ ա լ գ ա Ն	1200—1800	—
Կարմիր քերթային պղինձ	2000—2300	38
Ք ռ ա Ն գ	2000	6—20
Ալյումին քափծու	1000—1200	3

Զուգանքը չնչին յերկարացում և տալիս 0,05-ից մինչև 0,55%-

Մետաղն այնքան արժեքավոր է, վորքան բարձր և նրա
 ժամանակավոր դիմադրությունը խզմանը և վորքան մեծ և նրա
 յերկարացումը. առաջին հատկությունը պայմանավորում է մետա-
 ղի ամրությունը, մեծ բեռնվածքների դիմանալու ընդունակու-
 թյունը. յերկրորդ հատկությունը վորոշում է մետաղի ընդունա-
 կությունն իր պլաստիկության շնորհիվ առանց քայքայման
 յենթարկվելու դինամիկական մեծ բեռնվածքի ազդեցության:
 Վորովհետև մետաղների մեծ մասի համար առաձգության սահ-
 մանին համապատասխանող յարումը կազմում է մոտավորապես
 ժամանակավոր դիմադրության կեսը, ապա այս վերջինիս բարձր
 արժեքը թույլ է տալիս մետաղին մեծ բեռնվածքներ կրելու ա-
 ռանց մնալուն զեֆուրմացիաների:

Ահա այս պատճառներով մետաղի հատկության մասին դա-
 տում եղ առաջին հերթին յերկու բնորոշ թվերի հիման վրա—



ՉՅ. 44

ժամանակավոր դիմադրության և յերկարացման մեծությամբ
 Այս ցուցիչների վորոշումը կատարվում է հատուկ մեքենայի

ողնուլթյամբ, վոր կոչվում է խզող մեքենա: 44-րդ գծադրում ցույց է տրված այդ տեսակ մեքենայի ընդհանուր տեսքը. մեքենան կարող է զարգացնել մինչև 50000 կգ. խզող ույժ.

Փորձարկվող նմուշը (A) յերկու ծայրերով ամրացվում է B սեղմիչներում. ներքին սեղմիչն ուղղաձիգ ուղղությամբ շարժում է ստանում հատուկ հակափոխանցումից E հորովակի միջոցով: Ձգող ույժի հավասարակշռումը կատարվում է C բեռան միջոցով, վորը կարելի յե շարժել D անկառ. վրա. անկառ. վրան շաժ են բաժանում ունքներ: Մեքենան ոժտված է ինքնագիր F ապարատով, վորն ավտոմատիկ կերպով գծում է դիագրամ (գծ. 41) և գործում է շերմաշարժիչների ինդիկատորի նման:

Մանրազննին հետազոտությունը ցույց է տալիս, վոր զեֆորմացիայի վրա շատ մեծ ազդեցություն ունի ձգվող նմուշի լայնակի հատանքի չափերի փոխվելը. շատ մեծ լարումներ են ստացվում հատանքի չափերի կտրուկ փոփոխման կետերում (գծ. 45. a, b, c և d): Փորձը հաստատում է այս դրույթը—

փորձարկվող նմուշի վրա ցանց գծելով, մենք նկատում ենք, վոր ցանցն ազավաղվել է և ամենամեծ յերկարացումներ ստացել են այն ելիմենտները, վորոնք գտնվում են մի լայնակի հատանքից մի ուրիշ լայնական հատանքին անցնող տեղերը: Այս պատճառով իբրև կանոն խուսափում են դետալի հատանքների մեջ լայնակի հատանքի շեշտակի անցումն ունենալուց:



Հարցեր.

1. Դտեք 43-րդ գծադրում պատկերված դիագրամի վրա այն կետերը, վորոնք համապատասխանում են առաձգության սահմանին:

Գծ 45

2. Խնչն է կոչվում նյութի ժամանակավոր դիմադրություն խզմանը:

3. 41-րդ գծադրում պատկերված դիագրամի OA, AB և BC մասերից վճրի մեջ պետք է ավելի շատ մեծացնել ձգող բեռնը—վածքը, վորպեսզի ստացվի նույն յերկարացումը:

Ուրիմակ 23. Փորձարկման է յենթարկվում կոլտր հատանքի մի նմուշ, վորի տրամագիծը $d=20$ մմ, իսկ սկզբնական յերկարությունը՝ $l=200$ մմ: Հոսունության սահմանը կադմում է $P_z=7430$ կգ, մաքսիմալ բեռնվածքը $P_3=11540$ կգ (տես գծ. 41): Խզումից հետո յերկարությունը $l_1=264,5$ մմ: Խզման վայրում նմուշի տրամագիծը կադմում է 11,8 մմ:

Նմուշի լայնակի հատանքի մակերեսը հավասար է՝

$$F = \frac{\pi \cdot 2^2}{4} = 3,14 \text{ սմ}^2,$$

Հոսունությունը սահմանին համապատասխանող լարումը կազմում է՝

$$t = \frac{P_3}{F} = \frac{7430}{3,14} \approx 2360 \text{ կգ/սմ}^2,$$

Ժամանակավոր դիմադրությունը խզմանը՝

$$R = \frac{11540}{3,14} \approx 3670 \text{ կգ/սմ}^2,$$

Հարաբերական յերկարացումը մինչև խզումը՝

$$\frac{254,5 - 200}{200} \cdot 100 = 27,25\%$$

Հայնակի կարճացումը խզման տեղում՝

$$\left[1 - \left(\frac{11,8}{20} \right)^2 \right] \cdot 100 = 65,2\%$$

§ 25. ԴԵՖՈՐՄԱՑԻԱՆԵՐԻ ՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ԿՐԱՌՈՒՄԸ
ՄՏԱՏԻԿՈՐԵՆ ԱՆՈՐՈՇԵԼԻ ԽՆԴԻՐՆԵՐԸ ՎՃՌԵԼՈՒ ԴԵՊՔՈՒՄ,
ՎԵՐԵՐ, ստատիկայի բաժնում, մենք տեսանք, վոր ոգտվելով հավասարակշռություն հավասարումներով, կարող ենք վորոշել թե ներքին ույժերը և թե հակադրումները:

Սակայն լինում են դեպքեր, յերբ անհայտ ույժերը վորոշելու համար բավական չեն միայն ստատիկայի տված պայմանները, այդ պատճառով էլ այդ տեսակ խնդիրները կոչվում են ստատիկորեն անորոշ խնդիրներ: Նման խնդիրներ վճռելու համար հարկավոր է լինում հաշվի առնել այն դեֆորմացիաները, վորոնք առաջ են գալիս դետալին կիրառած ույժերի ազդեցությամբ յան աակ:

Քննարկենք այդպիսի մի դեպք:

Դիցուք չորսվակը իր յերկու ծայրերով խուլ կերպով ամրացրած է անշարժ պատերի մեջ (գծ. 46): Մի վորևե միջանկյալ

III հատանքում կիրառենք P ուժը, վորի հետևանքով չորսվակի յերկու ծայրերում կառաջանան Q_1 և Q_2 հակազդումները, վորոնք և պետք է վորոշել:

Չորսվակելով բոլոր ուժերը չորսվակի առանցքի վրա, ըստանում ենք հավասարակշռության հետևյալ հավասարումը՝

$$Q_1 + Q_2 = P,$$

Դժվար է համոզվել, վոր ստատիկան ուրիշ վոշ մի հավասարում չի տալիս:

Պակասող յերկրորդ հավասարումը կազմելու նպատակով դառնանք այն դեֆորմացիային, վորին յենթարկվում է չորսվակը:

Վորովհետև չորսվակի յերկարութունը մընում է անփոփոխ նաև դեֆորմացիայից հետո, ապա III հատանքի տեղափոխութունը Q_1 հակազդման ազդեցության տակ, այսինքն a մասի յերկարացումը, հավասար է b մասի կարճացմանը Q_2 հակազդման ազդեցության տակ:

Վերևի մասի յերկարացումը կազմում է՝

$$\lambda_1 = a \cdot l = a \cdot \frac{Q_1}{F \cdot E},$$

վորտեղ F -ը լայնակի հատանքի մակերեսն է:

Ներքևի մասի կարճացումը կազմում է՝

$$\lambda_2 = b \cdot \frac{Q_2}{F \cdot E},$$

Հավասարեցնենք իրար λ_1 յերկարացումը և λ_2 կարճացումը՝

$$a \cdot \frac{Q_1}{F \cdot E} = b \cdot \frac{Q_2}{F \cdot E}, \text{ վորտեղից}$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{b}{a},$$

Այս հավասարումը վերևը գրված՝ $Q_1 + Q_2 = P$ հավասարման հետ տալիս է առաջադրած խնդրի լուծումը՝

$$Q_1 = \frac{b}{a+b} \cdot P$$

$$\text{և } Q_2 = \frac{a}{a+b} \cdot P,$$

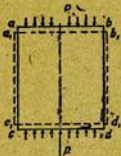
Հարցեր:

1. Ինչի՞նչ յեն հավասար Q_1 և Q_2 հակազդումները՝ յեթև $a=b$:
2. Իսկ յեթև $a=$ զերոյ՞. յեթև $b=$ զերոյ՞:

§ 26. ՀԱՍԿԱՑՈՂՈՒԹՅՈՒՆ ԴԻՆԱՄԻԿԱԿԱՆ ԲԵՌՆՎԱԾՔԻ ՄԱՍԻՆ, Ձգման դեֆորմացիան, վոր մենք քննարկում եյինք վերևը, այնպես եր ընթանում, վոր այդ դեֆորմացիան առաջացնող P ուժն անում եր սահուն կերպով, սկսած զերոյից մինչև մի վորևե P_1 արժեք (զծ. 41): Համապատասխան այս ուժի արժեքին, փորձարկվող նմուշն ստանում ե քաղարձակ յերկարացում, վոր արտահայտվում ե ՕՁ համավածով, Այժմ յենթադրենք, թե նմուշին մեկնեմ ե կիրառվում P ուժը: Հետազոտությունը ցույց ե տալիս, վոր այս դեպքում մարմինն ստանում ե յերկու անգամ ավելի մեծ յերկարացում, քան առաջին դեպքում: Սրանից, ըստ Հուկի որոնքի, հետևում ե, վոր մարմնի մեջ առաջացած լարումն ել յերկրորդ դեպքում յերկու անգամ մեծ կլինի: Ավելի ես մեծ յերկարացում ե ստանում մարմինը, յեթե նրա դեֆորմացիան առաջանում ե շարժվող մասսայի կենդանի ուժի շնորհիվ: Այս վերջին յերևույթը տեղի ունի, յերբ մեքենայի աշխատանքի ժամանակ առաջանում են զանազան հարվածներ: Հասկանալի յե դառնում այժմ, թե ինչու մեքենայի դետալներն իրար հարդարում են՝ բավականաչափ ընդհուպ կերպով—դրանով խուսափում են հարվածների առաջանալու վտանգից, վորոնք կարող են ջարդել դետալը:

§ 27. ՍԵՂՄՈՒՄ, Սեղմման դեֆորմացիան ուղիղ հակադիր ե ձգման դեֆորմացիային—ուժերն այս դեպքում հակառակ նշան ունեն: Բոլոր այն բանաձևերը, վոր մենք վերևում ստացանք ձգման համար, վերաբերում են ու կիրառվում ե սեղմման համար:

Այսպես, յեթե չորսվակը յենթարկվում ե համասարաչափ դասավորված բեռնվածքների ազդեցությանը, վորոնց համազորներն ըստ ուղղության համասեղվում են չորսվակի առանցքի հետ (զծ. 47), ապա ամեն մի լայնակի հատանքում առաջանում ե սեղմման լարում, վոր P բեռնվածքի ե լայնակի հատման F մակերեսի հետ կապվում ե վերևում՝ ձգման մասին ունեցած առնչությամբ, այն ե՝



ՉԸ. 47

$$\underline{t = \frac{P}{F}} \quad (13)$$

Առանցքի ուղղությամբ չորսվական ստանում է հարաբերական կարճացում՝ $j = \frac{ac - a_1c_1}{ac}$, Հուլի որենքի համաձայն լարումը ուղիղ համեմատական է այս կարճացմանը՝

$$t = E \cdot j \quad (14)$$

ընդ սմին համեմատականության E գործակիցը, վոր կոչվում է առանձգության մոդուլ սեղմման ժամանակ, նույն թվական արժեքներն ունի, ինչ վոր ձգման դեպքում:

Մեղմման դեֆորմացիան արտահայտվում է և նրանով, վոր մարմինն ստանում է ուլժերի գործողությանն ուղղահայաց ուղղությամբ հարաբերական յերկարացում՝ $i = \frac{a_1b_1 - ab}{ab}$, Այս յերկարացումը առանձիղ դեֆորմացիաների սահմաններում ուղիղ համեմատական է հարաբերական կարճացմանը, այսինքն՝

$$i = m \cdot j \quad (15)$$

ընդ սմին m գործակիցը Պուասոնի հարաբերությունն է, վորի արժեքները զանազան նյութերի համար արված են § 23-ի աղյուսակում և մեքենաշինության մեջ գործածվող մետաղների համար հավասար են $\frac{1}{4}$ -ից մինչև $\frac{1}{3}$:

Այսպիսով առանձնության սահմաններում ձգման և սեղմման դեֆորմացիաները տարբերվում են իրարից միայն իրենց նշաններով, յնթարկվում են նույն որենքներին և նույն թվային գործակիցներն ունեն: Բայց առանձնության սահմաններից դուրս սեղմման դեֆորմացիայի պատկերը զգալի չափով բարդանում է և միայն մի քանի նյութերի համար (պլաստիկ նյութերի՝ յերկաթի, փափուկ պողպատի) սեղմման դեպքում քայքայող լարումը նույնն է, ինչ վոր քայքայող լարումը ձգման դեպքում:

Ժափանակավոր դիմադրությունը (սեղմմանը) հետևյալ արժեքներն ունի զանազան նյութերի համար.

Ն յ ա ը ք ե ռ	Լարում կգ/սմ ² ներքի	Ն յ ա ը ք ե ռ	Լարում կգ/սմ ² ներքի
Յերկաթ	4800—5400	Պողտի թելիկներ ուղղությամբ	660
Պողտա թափու	7000—15000	Պողտի լ թելիկներին	350
Պողտայա լուլվածք	2800—5000	Սոճի թելիկ ուղղությամբ	500
Չուգուն	5000—8000	Սոճի լ թելիկներին	220
Բրոնզ թանաքային	10000	Պրահա	800—2000
Պարմր պղինձ	4000—7000	Ալյուս	100—300
		Ալյուսի կրային լարվածք	20—40

Սեղմման դեֆորմացիայի մեջ շատ եյական դեր է խաղում իրի յերկարությունը: Այս դեֆորմացիան պարզագույն ձևով, այսինքն տառնց բարդանալու այլ տեսակի դեֆորմացիաների հետ, տեղի ունի միայն այն ժամանակ, յերբ փորձարկվող նմուշի յերկարությունը չի գերազանցում 3—4 արամագծին: Հակառակ դեպքում մարմինը քայքայվում է վոլթե անմիջապես սեղմումից, այլ ծռումից (զծ. 48): Այս դեֆորմացիան, վոր կոչվում է յերկայնակի ծռում, կքննարկվի առանձին:

Յեթե սեղմման յենթարկվող մարմինը գրկենք լայնակի ուղղությամբ իր շափերը մեծացնելու հնարավորությունից (որինակ, յեթե 47-րդ դժագրի abcd նմուշը զետեղենք մի հաստատուն պատերով բնի մեջ), ապա նա P ուլթերին ուղղահայաց կողերի ուղղությամբ չի յերկարանա և մեռաղը կըցուցաբերի շատ մեծ դիմադրություն սեղմմանը, ընդամին այս դեպքում ուժգին կարտահայտվի նյութի հոսունության ընդունակությունը: Այս հանգամանքն ողտագործում են շտամպելու ժամանակ, յերբ սեղմող զգալի ուլթի ազդեցության տակ նյութն ստանում է անհրաժեշտ զրոշմանքը (ОТТИСК):

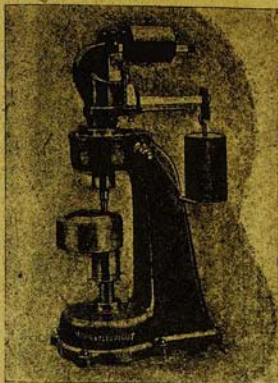
Սեղմման մի այլաձևությունն է նմլումը, վոր ներկայացնում է իրար հաղող մարմինների շոշափման մակերևութների տեղական դեֆորմացիա: Այսպես, ճմլման է յենթարկվում բոլտային միացման ժամանակ մարմնի այն մակերևութը, վորով նա շոշափվում է շայրի. կամ պտուտների հետ. ճմլման դեֆորմացիայի յեն յենթարկվում գամի կողային մակերևութը և միացվող իրերի մակերևութը այս մակերևութների շոշափման տեղում այն ժամանակ, յերբ այդ գամային միացումը ձկվում է վորեւ ուլթով:

Ճմլող ուլթերին դիմադրելու ընդունակության հետ կապ ունի նյութի պնդությունը, այսինքն նրա ընդունակությունը դիմադրելու, վոր նրա մեջ չխորանա մի այլ, ավելի պինդ մարմին: Սրա վրա յեն հիմնված մարմնի պնդությունը վորոշ թվով արտահայտելու դանազան միջոցները: Շատ տարածված է Բրինելի յեղանակը, վորի եյությունն այն է, վոր վորոշ P ուլթով փորձարկվող նյութի մարմնի մեջ ներս է խրվում պողպատյա մի պինդ գնդիկ (արամագծիժը սովորաբար 10 մմ): Այսպիսով փորձարկվող նմուշի մակերևութը գնդիկի կողմից յենթարկվում է ճմլման: Ստացված հետքի արամագծի (կամ խորության) մի-



Գծ. 48

Նոցով վորոշում են սեղմենաթի մակերևույթը. բաժանելով Ք ույթի նշանակություանն այդ մակերևույթի վրա, ստանում են պնդության թիվը ըստ Բրինելի: Կան պատրաստի աղյուսակներ, վորոնք առաջին են զանազան նյութերի պնդություանն ըստ Բրինելի:



ՊՃ. 49

Վի. 49-րդ գծագրում ցույց է տված պնդություանն ըստ Բրինելի վորոշող մասուլի ընդհանուր տեսքը. մասուլի ճնշման ույթը հասնում է մինչև 3000 կգ-ի:

Փորձը ցույց է առաջին, վոր մի քանի նյութերի համար գոյություն ունի կախում պնդության թվի (ըստ Բրինելի) և խզմանը ժամանակավոր դիմադրության միջև, այնպես վոր ու-

առջինի միջոցով կարելի չէ դատել և յերկրորդի մասին: Այսպես որինակ ածխածնու աղաղակի համար

$$R=O, 36 H,$$

վորակ H -ը պնդության թիվն է, իսկ R -ը՝ ժամանակավոր դիմադրությունը խզումին կգ/սմ²-ներով:

Հարցեր.

1. Սեղման ժամանակ յերկայնակի կարճացումն է մեծ, թե լայնակի յերկարացումը:

2. Սեղման ժամանակ վճր նյութն է ալելի մեծ լայնակի յերկարացում առիտ՝ յերկմթը թե աղինձը:

Ռեթակ 24. 6 սմ արամագծի յերկաթյա ձողն ամրացրած և յերկու ծայրերով, յերբ ջերմության առախանը յեղել է 0: Խնչ լարումներ կառաջանան ձողի մեջ և թնչ ուժով նա կճնշե հենարանների վրա, յեթե ջերմաստիճանը բարձրանա մինչև 40:

Նկատի առնելով, վոր յերկաթի զծային ընդարձակման գործակիցը $\alpha = 0,0000125$, զանում ենք, վոր ջերմաստիճանի բարձրացման հետևանքով ձողի հարարերական յերկարացումը պետք է լինի՝

$$l = \alpha \cdot t = 0,0000125 \cdot 40 = 0,0005:$$

Ձողը, զուրկ լինելով յերկարանալու հնարավորությունից կկրի սեղման լարում, վորի մեծությունը՝

$$t = El = 2000000 \cdot 0,0005 = 1000 \text{ կգ/սմ}^2,$$

Հենարանների վրա առաջացած ճնշումը կկազմի՝

$$P = t \cdot F = 1000 \cdot \frac{\pi \cdot 5^2}{4} = 19635 \text{ կգ:}$$

§ 28. ԹՈՒՅԼԱՏՐԵԼԻ ԼԱՐՈՒՄ. ՀԱՇՎԱՅԻՆ ՀԱՎԱՍԱՐՈՒՄ. Նյութերի դիմադրության հիմնական խնդիրներից մեկն է վճռել այն հարցերը, վորոնք կապված են նյութական մարմնի ամրության հետ: Ստացված հետևությունների հիման վրա մենք կարող ենք յերեք տեսակի խնդիրներ վճռել՝

ա) Խնչ չափեր պետք է ունենա մարմինը, վոր նա բավականաչափ ամուր լինի—անորոշ յերկար ժամանակ դիմանա իր վրա գործող ուժերին:

բ) վորոշ կերպով մարմնի վրա ազդող թնչ մեծության ուժեր կարող է անվտանգ կրել մարմինը:

դ) ինչ մեծությամբ լարումներ են առաջանում մարմնի մեջ՝ նրա վրա վորոշ կերպով ազդող ուժերի ազդեցության տակ:

Դիմած հարցերի պատասխանները կարելի չէ ստանալ (7) հավասարումից, վոր կապում է ուժը, լայնակի հատանքի մակերեսը և լարումը՝

$$P = t \cdot F,$$

Վորպեսզի ամրությունն ապահովված լինի, անհրաժեշտ է, վոր զեֆիրմված մարմնի մեջ առաջացող լարումը չանցնի անվտանգ լարման սահմանից. այս լարումը կոչվում է թուլլատրելի լարում:

Նշանակելով թուլլատրելի լարումը k առում և սեղադրելով այն t -ի փոխարեն, մենք կստանանք հաշվային հավասարում՝

$$P = k \cdot F \quad (16)$$

Առաջին տեսակի խնդիրները վճռելու համար մենք այս հավասարումը կձևափոխենք այսպես՝

$$F = \frac{P}{k} \quad (17)$$



Դժ. 50

Յեթե P բեռնվածքը վերցնենք կգ-ներով, իսկ թուլլատրելի k լարումը՝ կգ/սմ²-ներով, լայնակի հատանքի մակերեսը կստանանք սմ²-ներով: Յեթե ձգվող կամ սեղմվող չորսվակն ունի այնպիսի ձև, վոր լայնակի հատանքի մակերեսը զանազան կետերում ըստ յերկարության տարբեր է, ապա բանաձևով վորոշած F մակերեսը պետք է ունենա այն հատանքը, վորտեղ լարումն ամենամեծ արժեք ունի. այդ հատանքը կոչվում է վտանգավոր հատանք: Այսպես, յեթե պրիզմաձև չորսվակը (դժ. 50) կախված է O սունիկի միջոցով, վորն անցնում է չորսվակի անցքով, ապա այս անցքով թուլացած հատանքի մակերեսը, այսինքն $F = a(b-d^*)$ -ն չըպետք է լինի ավելի փոքր, քան (7) բանաձևով ստացվածը:

* Այդ մակերեսը յերբեմն կոչում են կենդանի կամ բացառական հատմբ.

Յերկրորդ տեսակի խնդրի վճռումն ստացվում է (16) հավասարումից՝

$$P = k \cdot F,$$

Տեղադրելով k -ի փոխարեն թույլատրելի լարումը, իսկ F -ի փոխարեն՝ վտանգավոր հատանքի մակերեսը, մենք կվորոշենք P -ն, այսինքն բեռնվածքի այն մեծությունը, վոր անվտանգ կարող է տանել տվյալ դետալը: Այս ձևով տված բանաձևի միջոցով վորոշվում է այն բեռնվածքը, վորին կարելի է յենթարկել պատրաստի դետալը:

Վերջապես՝ դետալի աշխատանքի անվտանգության ստուգման համար ստանում ենք հիմնական հավասարման յերկրորդ ձևը, այսինքն՝

$$k = \frac{P}{F},$$

Տեղադրելով P բեռնվածքի արժեքը և վտանգավոր F հատանքի մակերեսի մեծությունը, մենք կստանանք այն k լարումը, վորին յենթարկվում է տվյալ դետալը: Յեթե k -ի համար կստանանք մի արժեք, վոր փոքր է թույլատրելի լարումից, ապա դետալն անվտանգ կարող է կրել իր վրա ազդող բեռնվածքը, հակառակ դեպքում պետք է կնւմ փոքրացնել բեռնվածքը և կնւմ դետալը փոխարինել տվելի մոուրով:

Այսպիսով, կառուցվածքների կամ մեքենաների դետալների մարությանը վերաբերող գործնական խնդիրներ վճռելու համար պետք է մեր տրամադրության տակ ունենանք ձգման և սեղմման թույլատրելի լարումների K_d և K_s արժեքները:

Նախընթաց բացատրությունից յերևում է, վոր թույլատրելի լարման թվական մեծությունը կարող է զանազան լինել, վոր կախված է նյութի տեսակից: Առաձիգ դեֆորմացիաների շրջանում յուրաքանչյուր նյութ ունի մի մաքսիմալ լարում, վորից հետո դեֆորմացիան առաձգից դառնում է մնայուն: Բայց վորովհետև մարմնի մարության հետ կապված գործնական հարցեր վճռելու ժամանակ մեզ կարող են հետաքրքրել միայն առաձիգ դեֆորմացիաները, վորոնք ապահովում են մարմինն աստիճանաբար ձևափոխումից, ապա իբրև թույլատրելի (կամ հաշվային) պետք է վերցնել այն լարումը, վոր չի գուրս գալիս առաձգության սահմանից:

Բայց, ինչպես ասված է § 26-ում, բեռնվածքի դինամիկական գործողության ժամանակ լարումն առնվազը յերկու անգամ՝

ավելի յե ստացվում, քան նույն բեռնվածքի ստատիկական գործողության ժամանակ: Այդ պատճառով թույլատրելի լարումը պետք է լինի վոյ ավելի, քան առանձնական սահմանին համապատասխանող լարման կեսը:

Մետաղներից մեծ մասի համար առանձնական սահմանին համապատասխանող լարումը կազմում է ժամանակավոր դիմադրության (C կետը 41-րդ դժագրի դիագրամի վրա) զրեթե կեսը, այդ պատճառով թույլատրելի լարումը պետք է կազմե ժամանակավոր դիմադրության $\frac{1}{4}$ - ից վոյ ավելի:

Իրականում շատ դեպքերում կարիք է լինում շեղվել այս սահմանից և փոքրացնել թույլատրելի լարման արժեքը—որինակ, այն դեպքերում, յերբ մարմինն աշխատում է աննպաստավոր պայմաններում (Ջերմության տատանների տատանումներ, ժանդոտվելու կամ անփույթ վերաբերմունքի հնարավորություն), յերբ հաշվվող դետալի կամ նախագծվող կառուցվածքի հետ պատահած ավարիան կարող է պատճառ դառնալ մարդկային զոհերի կամ խոշոր նյութական ֆեաաների: Թույլատրելի լարման փոքր արժեքներ վերցնում են միայն անհրաժեշտությունից բղխող դեպքերում, վորովհետև ակներև է, վոր թույլատրելի լարման փոքրացնելու հետ միասին մեծանում է դետալի կշիռը, հետևապես և նրա գինը:

Այսպես ուրեմն թույլատրելի լարումը կազմում է ժամանակավոր դիմադրության մի վորոշ մասը: Նշանակելով այս վերջինս R_d և R_a , իսկ թույլատրելի լարումը համապատասխանորեն k_d և k_a , կարող ենք գրել՝

$$k_d = \frac{R_d}{n} \quad (18)$$

$$և \quad k_a = \frac{R_a}{n} \quad (19),$$

վորտեղ n -ը անվտանգության կամ ապահովության գործակիցն է: Այդ գործակիցի մեծությունը տատանվում է 4-ի և 10-ի միջև:

Վերջապես պետք է մատնանշել թույլատրելի լարման ընտրության համար փոփոխվող բեռնվածքի ազդեցությունը: Փորձերը ցույց են տվել, վոր բեռնվածքի՝ ըստ մեծության և ըստ ուղղության բազմանվազ տատանումները շատ աննպաստավոր են ազդում նյութի՝ լարումներին դիմադրելու ընդունակության

վրա, վորովհետև առաջ են բերում նյութի սարակտուրայի միկ-
րոսկոպիկական փոփոխություններ: Այս յերևույթը, վոր կոչ-
վում է նյութի հոգնածություն, փոքրացնում է նյութի՝ քա-
ջայմանը դիմադրելու ընդունակությունը: Մեքենաների կամ
կառուցվածքների շատ մասերը հենց այդպես են աշխատում—
որինակ, վերամբարձ կառնների մասերը, կամըջային ֆերմերի
եղմանաները (վորոնք տարբեր լարումներ են կրում զնացքն
անցնելու ժամանակ), մխոցային շարժիչի մխոցն ու շարժանակը,
և այլն:

Սրան համապատասխան յերեք տեսակ բեռնվածք են տա-
րբում:

1) անփոփոխ ազդող P բեռնվածք, 2) բեռնվածք, վոր փո-
խում է իր արժեքը 0-ից մինչև + P, և 3) բեռնվածք, վոր փո-
խում է իր արժեքը + P-ից մինչև -P, այլ խոսքերով փոփոխ-
կի կերպով մերթ ձգում է և մերթ՝ սեղմում: Փորձերը ցույց են
տալիս, վոր յերկրորդ տեսակի բեռնվածքի քայքայող լարումը
կազմում է առաջին տեսակի զբեթի $\frac{2}{3}$ -ը, իսկ յերրորդ տեսակի-
նը կազմում է առաջինի $\frac{1}{3}$ -ը: Հետևապես և թույլատրելի լա-
րումները այդ 3 դեպքերի համար պետք է իրար հարաբերեն,
ինչպես

$$1 : \frac{2}{3} : \frac{1}{3} = 3 : 2 : 1$$

Այսպես, դիցուք ունենք յեռան յերկաթ, վորի ժամանա-
կավոր դիմադրությունը $R_d = 3600$ կգ/սմ². վերցնենք, վոր
անվտանգության գործակիցը $n = 4$: Այն ժամանակ ձգման թույ-
լատրելի լարումը բեռնվածքի ստատիկական գործողության դեպ-
քում հավասար կլինի $K_d = \frac{3600}{4} = 900$ կգ/սմ². յերկրորդ տեսա-

կի բեռնվածքի դեպքում թույլատրելի լարումը կլինի $900 \cdot \frac{2}{3} =$
 $= 600$ կգ/սմ² և, վերջապես, յերրորդ դեպքի համար, այսինքն
յերբ լարման նշանը փոխվում է (ձգում—սեղմում) թույլատրելի
լարումը կազմում է միայն $900 \cdot \frac{1}{3} = 300$ կգ/սմ²

Հետևյալ աղյուսակներում տրված են ձգման, սեղմման (և
հմմտն) թույլատրելի լարումներն այն նյութերի համար, վո-
րոնք գործ են ածվում մեքենաշինության և շինարարական գոր-
ծի մեջ:

Դեֆորմացիայի և բեռնվածքի տեսակը		Ենթադրյալ լարվածք	Թափման լարվածք		Թափման պողպատ		Պողպատյա ձուլվածքներ		Զուգում	
			սկզբ	միջին	սկզբ	միջին	սկզբ	միջին		
Ձգում	I	900	900	1500	1200	1800	600	1200	300	600
	II	600	600	1000	800	1200	400	800	200	300
	III	300	300	500	400	600	200	400	100	—
Սեղմում	I	900	900	1500	1200	1800	900	1500	900	—
	II	600	600	1000	800	1200	600	1000	600	—

Ինչպես տեսնում ենք, մետաղների մեծ մասի համար ձրգման և սեղմման թույլատրելի լարումները նույնն են։ Սեղմման համար բաժանականաչափ մեծ արժեքներ տալիս են պողպատյա ձուլվածքները, իսկ շեշտակի կերպով մեծ արժեք՝ չուգունը, վորը, ընդհանրապես, շատ վատ և դիմադրում ձգմանը, այդ պատճառով ել պետք և խուսափել ձգվող դետալների համար չուգուն գործածելուց։

Ինչ վերաբերում և մետաղների թույլատրելի լարմանը ճշմունտին, ապա այդ լարումը վերցնում են կամ հաճախորդ և կամ մի փոքր ավելի սեղմման թույլատրելի լարումից։ Այսպես որինակ՝

լարվածքի համար $K_{\lambda} = 1200 - 1500$ կգ/սմ²,

պողպատի համար $K_{\lambda} = 1800 - 2400$ » » :

Երևույթական գործում գործածվող նյութերի սեղմման լարման թույլատրելի լարումը կգ/սմ²-ներով,

Նյութեր	Ku	Նյութեր	Ku	Նյութեր	Ku
Չափի թելիկների ուղղաբյուր . . .	65—70	Ալյուր	75	Ալյուրի ցեմենտային լարվածք . . .	8—14
Չափի թելիկներին . .	35—40	Գրանիտ	45	Հալ գրանիտ . .	2,5
Սահի թելիկների ուղղաբյուր . .	45—50	Վաղաքար . . .	15—30	Շատ դիմող գրանիտ . . .	միջին 5
Սահի թելիկներին . .	22—25	Մարմար	25	Բետոն	5
		Ալյուրի կրային լարվածք . .	7		

Ճմլման թույլատրելի լարման ընտրութեան ժամանակ մեծ նշանակութիւն ունի, քն շոշափմող մակերևութներէ վրա ճնշումը վեր առարկանի հաճախարաշափ և դասավորված—ակներև և, վեր յեթև ճնշումը դասավորված և անհամասարաշափ, թույլատրելի լարման արժեքները պետք և փոքր վերցնել:

Յեթև շոշափմող յերկու դետալներ, վորոնք շոշափման մակերևութներէ վրա ճմլման են յենթարկվում, գտնվում են հարաբերական շարժման մեջ, ապա այդ մակերևութներն, իրար ըսվելով, մաշվում են, այդ պատճառով թույլատրելի լարումը (այլ խոսքերով՝ տեսակարար ճնշումը) զգալի նստի փոքր են վերցնում, վորպեսզի յուղը մակերևութներէից դուրս չնստի:

Նկատի առնելով այս՝ ստանկալներէ և կրնկակալներէ մեջ թույլատրելի լարումները վերցնում են հետևյալները.

Ս ո ն ի կ	Միջարկ	Ճնամքը	Յուղումը	Թույլատրելի լարումը կգ/մմ ² ներքով	
				Մեծ արագութեան զեղծում	Փոքր արագութեան զեղծում (<Ճմմիկ)
Ջրմիած պողպատ . . .	Ջրմիած պողպատ . . .	Հազ	Անընդհատ	1,2—1,0	1,7—1,5
Ջրմիած պողպատ . . .	Բրոնզ	"	"	0,7—0,6	1,0—0,8
Չէրմիած պողպատ . . .	"	"	"	0,55—0,4	0,8—0,6
Յերկաթ . . .	"	"	"	0,35—0,3	0,5—0,4
" . . .	"	Սովորական	Սովորական	—	0,35—0,3
Չուղում . . .	"	"	"	—	0,35—0,3
Յերկաթ . . .	Չուղում	Հազ	Անընդհատ	0,2—0,15	0,3—0,25
" . . .	"	Սովորական	Սովորական	—	0,15—0,1

Հաղցիւր.

1. Կարելի՞ յի թույլատրելի լարումը վերցնել առանձնութեան սահմանին հաճախար:

2. Ի՞նչն և կոչվում տնվտանգութեան գործակից:

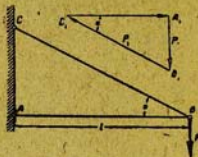
3. Հաշվումների ժամանակ բեռնվածքների թիւ տեսակներ են տարբերվում և թիւպետ են իրար հարաբերում այդ 3 տեսակ բեռնվածքների զեղծում թույլատրելի լարումները:

4. Դետալի զեֆորմացիաները կլինեն արդյոք առանձիգ, յեթև նա հաշված և ըստ թույլատրելի լարման:

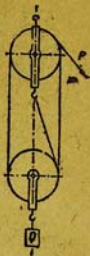
Ուրիմակ 25. AB հեծանը պահվում է իր դիրքում յերկաթյա BC ձգիչի միջոցով (զծ. 51) և իր B ծայրում կրում է $P = 3$ տոնն բեռ: Վերջինի ձգիչի լայնակի հատանքի տնդրածեղտ մակերեսը, յեթե թուլատրելի լարումը $K_d = 1000$ կգ/սմ² և անկյուն $\alpha = 30^\circ$,

կառուցելով ուժային $\triangle A_1B_1C_1$, դըռնում ենք ձգիչը ձգող BC ուժը՝

$$P_1 = \frac{P}{\sin \alpha} = \frac{P}{0,5} = 2P = 2 \cdot 3000 = 6000 \text{ կգ},$$



Զծ. 51



Զծ. 52

Հետևապես BC ձգիչի լայնակի հատանքի մակերեսը պետք է լինի՝

$$F = \frac{6000}{1000} = 6 \text{ սմ}^2,$$

Ուրիմակ 26. Խնչ ամենամեծ բեռ կարելի չե բարձրացնել չորս հախարակ ունեցող պոլիսպաստի ողնությամբ (զծ. 52), յեթե պողպատալարից պատրաստած հողանը բազկացած է 140 պողպատալարից, վորոնցից յուրաքանչյուրի տրամագիծը 0,7 մմ է, և յեթե ձգման թուլատրելի լարումը $K_d = 1900$ կգ/սմ²,

Շփումը և հողանի կարծրությունը կազելի չե նկատի չառնել,

Վերովհետև բեռը կախված է հողանի չորս էյուղերից, ապա ամեն մեկի բեռնվածքը կլինի՝ $\frac{Q}{4}$,

Յուրաքանչյուր պողպատալարի լայնակի հատանքի մակերեսը կազմում է՝

$$f = \frac{\pi \cdot 0,7^2}{4} \text{ մմ}^2, \text{ իսկ խզմանը դիմադրող}$$

140 պողպատալարերի մակերեսը (հոսանքի բանադական հաստանքը)՝

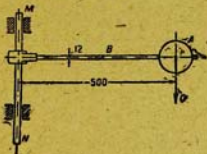
$$F = \frac{\pi \cdot 0,7^2}{4} \cdot 140 \text{ սմ}^2 = \frac{\pi \cdot 0,7^2 \cdot 140}{400} \text{ սմ}^2,$$

Համապատասխանորեն ստանում ենք՝

$$1000 \cdot \frac{\pi \cdot 0,7^2 \cdot 140}{400} = \frac{Q}{4},$$

վորտեղից գտնում ենք, վոր $Q = 4096 \text{ կգ}$,

Յրիմակ 27. Կլոր յերկաթյա B ձողը (զծ. 53) նրա վրա նշատեցրած հուշումայա A զնդի հետ միասին պտտվում է MN առանցքի շուրջը: Գնդի տրամագիծը $D = 20 \text{ սմ}$, յերկաթյա ձողինը՝ $d = 1,2 \text{ սմ}$, իսկ զնդի կենտրոնի հեռավորությունը պտտման առանցքից կազմում է $R = 0,5 \text{ մ}$ ՝ Վորոշել՝ 1) պտույտների n_1 թիվը մի բողբյում, վորի դեպքում B ձողը կխզվի կենտրոնախույս ույժից, 2) պտույտների n_2 թիվը, վորի դեպքում B ձողը կու-



Զ. 53

նենա հնգապատիկ ամրություն, յեթե ձողի նյութի ժամանակավոր դիմադրությունը խզման $R_{\text{խզ}} = 4000 \text{ կգ/սմ}^2$,

Գնդի զարգացրած կենտրոնախույս ույժը վորոշելու համար (ձողի զարգացրած կենտրոնախույս ույժն անուշաղիր ենք թողնում) որոշում ենք համապատասխան բանաձևով*)՝

$$P = 0,00112 \cdot Q R n^2,$$

Գնդի կշիռը՝

$$Q = \frac{\pi D^3}{6} \cdot \gamma = \frac{\pi \cdot 2^3}{6} \cdot 7,2 \approx 30 \text{ կգ, ուրիմ կենտրոնա-}$$

խույս ույժը՝

$$P = 0,00112 \cdot 30 \cdot 0,5 \cdot n_1^2 = 0,0168 n_1^2,$$

*) II մաս, § 45.



ՊՆ. 54

В ձողի լայնակի հատանքի մակերեսը՝

$$F = \frac{\pi \cdot 1,2^2}{4} = 1,13 \text{ սմ}^2,$$

Հետևաբար ձողը խզող ուժը՝

$$P_{\text{խզ}} = R_{\text{խզ}} \cdot F = 4000 \cdot 1,13 = 4520 \text{ կգ},$$

Հաճախարեցնելով այդ արժեքը կենտրոնախույս ուժին, ստանում ենք՝

$$4520 - 0,0168 \text{ սմ}^2, \text{ վորտեղից}$$

$$n_1 = \sqrt{\frac{4520}{0,0168}} \approx 519 \text{ պտույտ մի րոպ.}$$

Յերկրորդ հարցին պատասխանելու համար կարելի չե վճռել նույն տեսակ հաճախում, վորի մեջ P ուժը հաճախարելին $\frac{4000}{5} \cdot 1,13$ կգ-ի Բայց խնդիրը կարելի չե վճռել և նկատի առնելով այն հանգամանքը, վոր հնգապատիկ ամրության պաշարի գեպջում

$$n_2 = \frac{n_1}{\sqrt{5}} = 232 \frac{\text{պտույտ}}{\text{վ}},$$

Որիցս 23. Վերամբարձ մեքենաների շղթաներն աշխատում են հանգիստ և առանց հարվածների. նրանք փաթաթվում են թմրուկների վրա, վորոնց տրամագիծը կազմում և շղթայի յերկաթի տրամագծի առնվազն քսանապատիկը: Շղթան հաշվում են հետևյալ բանաձևով՝

$$P = 1000 \text{ ձ}^3 \quad (20)$$

Վորոշել այն թույլատրելի լարումը, վոր ընդունված և այս բանաձևն ստանալու ժամանակ:

Ջզմանը դիմադրում և շղթայի ողակը յերկու հատանքներով, վորոնցից յուրաքանչյուրի մակերեսն և $F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$:

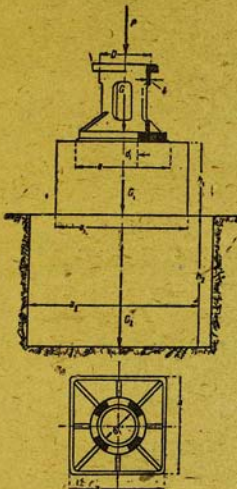
Նշանակելով վորոշելի թույլատրելի լարումը k_2 , ունենք՝

$$P = 2 \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot k_2 = \frac{\pi}{2} \cdot k_2 \cdot d^2:$$

Հաճախորդից ներկայացված հաճախարման աջ մասը վերը տված հաճախարման աջ մասի հետ, կատանանք՝

$$\frac{\pi}{2} \cdot k_1 = 1000, \text{ վորտեղից}$$

$$k_1 = \frac{2 \cdot 1000}{\pi} = 637 \text{ կգ/սմ}^2.$$



Ք. 55

Որիցան 29. Չուգունյա կլոր ծայրակը (ճաշմառ), վորի վրա նստած է քառակուսի ներբանով չուգունյա սյունը, պետք է տեղադրել ավազաքարի վրա, վորի բարձրությունը $h_1 = 0,6$ մ: Ճըն-

շուժը ծայրակի վրա $P = 60$ տոնի (գծ. 55): Վարդենի՝ 1) ծայրակի D տրամագիծը և ծ հաստատությունը կտրուկներով թուլացած հաստանքում, յեթե կտրուկների հորիզոնական հատանքի մակերեսը կազմում է ամբողջ հատանքի կեսը և յեթե թուլատրելի լարումը $k_{\pi} = 500$ կգ/սմ². 2) հենարանային քառակուսի բարձի a կողմը, յեթե բարձի անցքի տրամագիծը $d_1 = 16$ սմ. 3) քարի a_1 կողմը, յեթե նրա հիմքը քառակուսի յե. 4) աղյուսյա քառակուսի հիմքով ֆունդամենտի a_2 կողմը. 5) տեսակարար ճնշումը գետնի վրա, նկատի առնելով բոլոր մասերի սեփական կշիռները, յեթե ֆունդամենտի բարձրությունը $h_2 = 1$ մ, իսկ ծայրակի կշիռը $G = 200$ կգ: Քարի 1 մ³-ի կշիռն է $\gamma_1 = 2400$ կգ, իսկ աղյուսյա շարվածքինը՝ $\gamma_2 = 1800$ կգ:

Կտրուկներով թուլացած մասում ծայրակի կենդանի հատանքը պետք է կազմի՝

$$F_1 = \frac{P}{k_{\pi}} = \frac{60000}{500} = 120 \text{ սմ}^2, \text{ իսկ ծայրակի հատանքի ամբողջ մակերեսը՝}$$

$$F = 120 \cdot 2 = 240 \text{ սմ}^2,$$

Ընդունելով, վոր ծայրակի տրամագիծը $D = 320$ մմ, իսկ հաստությունը $\delta = 28$ մմ, կստանանք մակերեսը՝

$$F = \frac{\pi (32^2 - 28^2)}{4} = 257 \text{ սմ}^2,$$

Վարդենք բարձի հենարանային մակերևույթի F_2 մակերեսը, ընդունելով, վոր ավազաքարի թուլատրելի լարումը սեղմման ժամանակ $k_{\pi d_1} = 16$ կգ/սմ². կստանանք՝

$$F_2 = \frac{60000}{16} = 3750 \text{ սմ}^2,$$

Ավելացնելով սրա վրա անցքի մակերեսը ($d_1 = 16$ սմ), ստանում ենք՝

$$F_2 = 3750 + \frac{\pi \cdot 16^2}{4} = 3950 \text{ սմ}^2,$$

Հետևապես բարձի կողմը՝

$$a = \sqrt{3950} = 63 \text{ սմ}.$$

Աղյուսյա ֆունդամենտի վրա ընկած քարի a_1 կողմը վորոշենք, յիսկեառ ունենալով առայժմ միայն $P=60000$ կգ. բեռնը՝ վածքը և ընդունելով (ըստ վերը բերած աղյուսակի) աղյուսյա շարվածքի համար $k_{\Sigma 1}=7$ կգ/սմ³, կստանանք՝

$$F_1 = \frac{60000}{7} = 8571 \text{ սմ}^2, \text{ իսկ}$$

$$a_1 = \sqrt{8571} = 93 \text{ սմ}.$$

Վորովհետև նկատի չենք առել ծայրակի G կշիռը և քարի G_1 կշիռը, ապա վերցնում ենք, վոր $a_1=100$ սմ:

Այժմ մենք կարող ենք գտնել իրական լարումը, հաշվի առնելով այդ մասերի կշիռները: Քարի կշիռը կազմում է $G_1=1 \cdot 1,0,6 \cdot 2400=1440$ կգ: Աղյուսյա շարվածքի մակերեսային վրա հսկման լարումը՝

$$t = \frac{P + G + G_1}{a_1^2} = \frac{60000 + 200 + 1440}{100^2} = 6,2 \text{ կգ/սմ}^2,$$

վոր փոքր է թույլատրելի $k_{\Sigma 1}$ լարումից:

Անցնում ենք ֆունդամենտին: Վերը բերած աղյուսակի համաձայն ընդունելով լավ գետնի համար թույլատրելի լարումը $2,5$ կգ/սմ², կստանանք՝

$$F_2 = \frac{60000 + 200 + 1440}{2,5} = 24656 \text{ սմ}^2$$

$$\text{և } a_2 = \sqrt{24656} = 157 \text{ սմ}.$$

Հաշվի առնելով և՛ ֆունդամենտի սեփական քաշը, ընդունենք $a_2=165$ սմ:

Ֆունդամենտի կշիռը կազմում է՝

$$G_2 = 1,65^3 \cdot 1 \cdot 1800 = 4900 \text{ կգ},$$

իսկ ճնշումը գետնի վրա՝

$$t = \frac{60000 + 200 + 1440 + 4900}{165^2} = 2,44 \text{ կգ/սմ}^2,$$

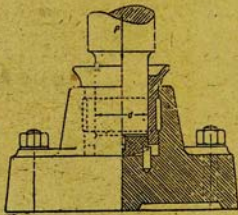
որիմակ 30. Սոճյա В սյունն իբրութակով թործած է (врублена) սոճյա հորիզոնական չորսուրի մեջ: Սյունը և հորիզոնական

չորսուն իրար հետ շոշափում են յերկու մակերեսներով, վորոնց չափերն են՝ $a=50$ մմ և $b=200$ մմ (գծ. 56), ինչ մաքսիմալ ույժ կարող է կրել թործը:

Շոշափման մակերեսը համասարե $2,5 \cdot 20 = 200$ սմ², Վորովհետև P ույժն ազդում է հորիզոնական չորսուի թելիկներին ուղղահայաց ուղղությամբ, ապա՝ համանման վերը բերած աղյուսակի, պետք է վերցնել $էհէլ = 22$ — 25 կգ/սմ², Յենթադրելով, վոր թործման անկանոնության պատճառով շոշափման մակերեսը չի կազմում լրիվ 200 սմ², ընդունենք թույլատրելի լարման փաքրազույն չափը՝ $էհէլ = 22$ կգ/սմ² և վորոնելի բեռնվածքը համասար կլինի՝

$$P = 22 \cdot 200 = 4400 \text{ կգ,}$$

Որիցմալ 31, Վորովհի ուղղաձիգ սոնու պողպատյա հարթ կըրունկի արամագիծը (գծ. 57), յեթև սոնին կրում է առանցքա-



Գծ. 57

յին բեռնվածք $P = 1500$ կգ և աշխատում է բրնձեյա կրնկակալի մեջ, Սոնու պատյանների թիվը մի բուպեյում $n = 200$,

Մաշման թույլատրելի լարումը նշանակելով $k\epsilon_d$, զրում ենք հաշվային հավասարումը՝

$$P = \frac{\pi d^3}{4} \cdot k\epsilon_d, \text{ վորտեղից}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{4 P}{\pi \cdot k\epsilon_d}}$$

Թույլատրելի լարումը, ըստ § 27-ում դետեղած աղյուսակի, վերցնում ենք $k\epsilon_d = 80$ կգ/սմ² և ստանում՝

$$d = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 1500}{3,14 \cdot 80}} = 5 \text{ սմ},$$

Վորովհետև մակերևութի վրա փորած են յուղային ակոսներ, ավելացնում ենք 20% և վերջնականապես վերցնում՝

$$d = 6 \text{ սմ},$$

Այս չափը պետք է ստուգել, նկատի առնելով տաքացման վտանգը, հետևյալ բանաձևով՝

$$d \geq \frac{P \cdot n}{w},$$

վորտեղ $w = 60000$ (ներկա դեպքի համար): Դրան համապատասխան՝

$$\frac{P \cdot n}{w} = \frac{1500 \cdot 200}{60000} = 5 \text{ սմ},$$

Մեր վերցրած արամագիծը բավարարում է այս արժեքին:

Օրինակ 32. Ծախրային դադգյահի շպինդելի վրիկի արամագիծը $d = 40$ մմ, յերկարությունը $l = 70$ մմ (դժ. 58): Վորոշել կտրիչի կտրումի այն ամենամեծ ուժը, վոր թույլ է տալիս սանակալների կոնստրուկցիան, յեթե թույլատրելի լարումը $k\epsilon_d = 30$ կգ/սմ²:

Պարզության համար յենթադրելով, վոր առջևի սանակալի վրա ճնշումը հավասար է կտրիչի ճնշմանը և զանց առնելով փոկի աննշան պրկումը, կիրառենք ստու. Օ կենարոնում յերկու՝ իրար հավասար և հա-



Պժ. 58

կազմի ուղղված P ուժեր, կատանաք մի զույգ և $\overline{OB}$ ուժը, վորը կսեղմե չպինդելը միջարկի վերևի մասին:

Վզիկի արամագծային պրոյեկցիայի մակերեսը $F = d \cdot l = 4,7 = 28$ մմ², հետևաբար թույլատրելի ժաքսիմալ ճնշումը համասար և՝

$$P = 30 \cdot 28 = 840 \text{ կգ}$$

§ 29. ՉՈՐՄՈՒԻ ՉԳՈՒՄԸ ՍԵՓԱԿԱՆ ԿՇՌԻ ԱՋԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՏԱԿ. Ձգման և սեղմումի դեֆորմացիաները քննարկելիս, մենք մինչև այժմ հաշվի էյինք առնում միայն մարմինն կիրառած արտաքին ուժերի ազդեցությունը: Իսկապես հարկավոր էր ձգվող կամ սեղմվող մարմնի մեջ առաջացող լարումները վորոշելու ժամանակ մարմնի վրա ազդող ուժերի վրա ավելացնել նաև նրա սեփական կշիռը: Հաշիվները ցույց են տալիս, վոր սեփական կշռի ազդեցությունը նկատելի նշանակություն և ստանում միայն այն ժամանակ, յիբր չորսուն մեծ յերկարություն ունի: Վորովհետև սեղմվող դետալները սովորաբար փոքր ըարձրություն ունեն համեմատած լայնակի հատանքի հասիերի հետ, մենք կրավականանք միայն քննարկելով սեփական կշռի ազդեցությունը ձգման ժամանակ:



Չ. 59

Դիցուք l յերկարության չորսուն կալված և վերևի AB հատանքում (զծ. 59): Յեթև չորսուի լայնակի հատանքի մակերեսը F է, իսկ տեսակարար կշիռը՝ γ , ապա չորսուի կշիռը՝

$$G = F l \gamma$$

Այս կշիռը, ազդելով վերևի AB հատանքում, այդ հատանքում կառաջացնի ձգման լարում՝

$$\sigma_0 = \frac{G}{F} = \frac{F l \gamma}{F} = l \gamma \quad (21)$$

Մի վորևե տո հատանքում, ներքևի ծայրից x հեռավորության վրա, լարումը կլինի՝

$$t'_x = \frac{Fx\gamma}{F} = x\gamma \quad (22)$$

Յեթե չորսուն յենթարկվում ե արտաքին ձգող P ուժի ազդեցության, ապա m հաստանքում լարումը կլինի՝

$$t_x = x\gamma + \frac{P}{F} \quad (23),$$

իսկ AB հաստանքում՝

$$t_0 = l\gamma + \frac{P}{F} \quad (24)$$

Պարզ ե, վոր բոլոր հաստանքներից ամենամեծ լարումը կունենա AB հաստանքը, այդ պատճառով չորսուի հաշվումը պետք ե կատարել այս հաստանքի վերաբերմամբ:

Ինչպես տեսնում ենք, չորսուի սեփական կշիռը նվազեցնում ե նրա արդյունավետ ոգտազործման հնարավորությունը: Դիցուք ձգման թույլատրելի լարումը K_2 ե, այն ժամանակ (24) հավասարումն ընդունում ե այս ձևը՝

$$K_2 = l\gamma + \frac{P}{F}, \text{ վորտեղից}$$

$$P = (K_2 - l\gamma) F \quad (25)$$

Հետևաբար արտաքին բեռնվածքն այնքան փոքր պետք ե լինի, վորքան յերկար ե չորսուն ե վորքան մեծ ե նրա տեսակարար կշիռը:

Յեթե $l\gamma = K_2$, ապա բեռնվածքը՝ $P = 0$, այսինքն վտանգավոր հաստանքում լարումը հասնում ե թույլատրելի արժեքին միայն չորսուի կշռի ազդեցության տակ. յեթե չորսուն ունի այդ յերկարությունը, վոր կոչվում ե սահմանային յերկարություն, չորսուն հնարավորություն չունի վորևե ոգտակար բեռնըվածք կրելու:

Յերկարության հետագա մեծացումով վտանգավոր հաստանքում լարումը կբարձրանա, կանցնի թույլատրելի լարման սահմանը, ե կարող ե հասնել ժամանակավոր դիմադրության արժեքին. այդ ժամանակ չորսուն կխզվի միայն իր սեփական կշռի ազդեցության տակ: (21) հավասարման մեջ վտանգավոր հաստանքի l'_0 լարումը հավասարեցնելով ձգման ժամանակավոր դի-

մադրությանը R_a և չորսուի համապատասխան յերկարությունը նշանակելով L , ստանում ենք՝

$$L = \frac{R_a}{\gamma} \quad (26)$$

Յերկե չորսուն ունի այս L յերկարությունը, վոր կոչվում է կրիտիկական յերկարություն, նա կիզվի միայն իր սեփական կշռի ազդեցության տակ:

Ինչպես տեսնում ենք, յուրաքանչյուր նյութն ունի իր կրիտիկական յերկարությունը, վորը կախում լունի չորսուի լայնակի հատանքի մակերեսից:

Այսպես, արհմալարը, վորի ժամանակավոր դիմադրությունը $R_a = 220$ կգ/սմ², իսկ տեսակարար կշիռը $\gamma = 11,3$ գ/սմ³ $= 0,0113$ կգ/սմ³, կիզվի, ունենալով յերկարություն՝

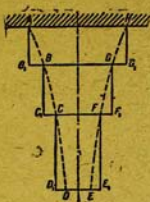
$$L = \frac{220}{0,0113} = 19469 \text{ սմ } \underline{\underline{2. 195 \text{ մ}}}$$

Յերկաթը, յերկե $R_a = 4000$ կգ/սմ² և $\gamma = 7,55$ գ/սմ³, ունի կրիտիկական յերկարություն՝ $L = 5,3$ կմ:

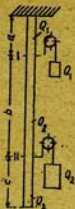
Յեղևնու, վորի $R_a = 800$ և $\gamma = 0,7$ գ/սմ³, կրիտիկական յերկարությունը՝ $L = 11,43$ կմ, և այլն:

Այս տասներկից հետևում է, վոր սեփական կշիռը մի գործոն է, վորը սահմանափակում է ուղղաձիգ առանցքով չորսուներն ոգտագործելու հնարավորությունը: Այնինչ շատ դեպքերում, վորոնք կապված են մեծ խորության մեջ կառարվող ստոր-յերկրյա աշխատանքների հետ, կարիք է լինում գործածել մեծ յերկարություն ունեցող չորսուներ (շտանգներ): Բնականորեն հարց է ծագում, թե չի՞ կարելի արդյոք չորսուն այնպես պատրաստել, վոր նրա բոլոր հատանքներում լարումը նույնը լինի. այս դեպքում չորսուի կշիռն էլ կփոքրանա, վորովհետև, ինչպես տեսանք, AB վտանգավոր հատանքից ներքև գտնվող բոլոր հատանքներն ափելի ջիշ են լարված, հետևաբար և կարելի չէ՝ ներանք ափելի փոքր անել, և այնքան փոքր, վորքան հատանքը մոտ է ներքևի ծայրին: Այդ տեսակ չորսուն կոչվում է հավասար դիմադրության չորսու. հետազոտությունը ցույց է տալիս, վոր հավասար դիմադրության չորսուն պետք է ունենա $ABCDHGFE$ ձևը (գծ. 60): Սակայն տեխնիկական դժվարությունների պատճառով նրան տալիս են սանդուղքի ձև, կապված մի քանի պրբիզմաձև ելեմենտներից՝ AB , G , H , BC , F , G և այլն: Այս տե-

տակ չորսուն, վոր կոչվում է սանդղածեմ, այնքան մոտ կլինի հաժաար դիմադրության չորսունին, վորքան փոքր և ամեն մի ելեմենտի յերկարությունը:



Պատ. 59



Պատ. 61

Հարցեր.

1. Սահմանային յերկարությունը կախում ունի՞ չորսունի լայնակի հատանքից:
2. Չորսունի վոր հատանքը (պատ. 59) ամենամեծ լարումն ունի:
3. Չորսուն, վորի կշիռն է $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ (պատ. 61), կախված է իր վերևի հատանքով և, բացի այդ, իր I և II հատանքներում հաժաարակշռված է Q_1 և Q_2 հակակշիռներով, վորոնցից առաջինի կշիռը հաժաար է չորսունի 3 մասի կշռին, իսկ յերկրորդինը՝ 2 մասի կշռին: Ինչի՞ց յե հաժաար լարումը I, II և վերևի հատանքներում, յեթե չորսունի լայնակի հատանքի մակերեսը F է:

Որիմակ 34. Ուղղանկյուն յերկարության չորսուն, վորի լայնական հատանքի մակերեսը F է, իսկ յերկարությունը՝ $l = 300$ մ, աշխատում է P բեռնվածքի տակ և ունի 600 կգ/սմ² լարում: Առանց փոխելու չորսունի վոչ հատանքը և վոչ ել արտաքին բեռնվածքը, պե՞տք է չորսուն փոխարինել ավելի յերկար չորսունով, պայմանով, վոր լարումը կարելի յե բարձրացնել մինչև 650 կգ/սմ²: Վերջանով կարելի յե մեծացնել չորսունի յերկարությունը:

Ըստ (25) հաժաարման ունենք՝

$$P = (600 - 30000 \gamma) \cdot F,$$

Նոր շորտուի յերկարությունը նշանակելով x , ունենք՝

$$P = (650 - x \cdot \gamma) \cdot F,$$

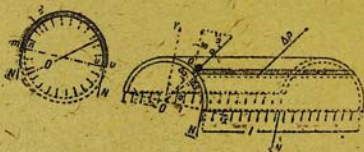
Բաժանելով յերկրորդ հավասարումն առաջինի վրա, ստանում ենք՝

$$\frac{650 - x\gamma}{600 - 30\,000\gamma} = 1, \text{ վորտեղից}$$

$$x = 30\,000 + \frac{50}{\gamma} = 30\,000 + \frac{50}{0,00755} = 30\,000 \text{ սմ} + 6622 \text{ սմ} = 36622 \text{ սմ},$$

Չորտուի յերկարությունը կարելի յե մեծացնել 66,22 մ-ով:

§ 30. ԲԱՐԱԿԱՊԱՏ ԱՆՈՔՆԵՐԻ ՀԱՇՎՈՒՄԸ. Դիցուք ունենք մի զլանաձև անոթ (գծ. 62), վորի ներքին տրամագիծն է



ԳԺ. 62

D , յերկարությունը՝ l և վորը յենթարկվում է p $\frac{4\pi}{3\pi \cdot 2\pi \cdot 2\pi}$ ներքին ճնշման: Պետք է վորոշել պատիկների մեջ առաջացած լարումը և պատիկի անհրաժեշտ ծ հաստությունը:

Պարենք զլանն առանցքային հարթությամբ և, զին պցելով ներքին մասը, քննարկենք վերին մասի հավասարակշռությունը:

Վերջենք զլանի պատիկի մեջ մի շերտիկ շատ փոքր լայնությամբ ab , իսկ յերկարությամբ, հավասար զլանի l յերկարությամբ: Այդ շերտիկի մակերեսը հավասար կլինի $ab \cdot l$, իսկ նրա վրա ազդող ճնշումը՝

$$\Delta P = p \cdot ab \cdot l,$$

վորը կարտահայտվի CA վեկտորով, ուղղված շառավղի ուղղությամբ դեպի դուրս: Պատիկների կրած ներքին ճնշումը հավասար կլինի այս տեսակ շերտիկներին հասնող տարրական ճնշումների գումարին, ընդամին բոլոր շերտիկների գումարը հավասար կլինի դրանի կողմնային մակերևութին:

Պրոյեկտենք բոլոր այն ուլթերը, վորոնք գործում են դրանի՝ մեր քննարկած կեսի վրա, դրանը կհսող հարթությանն ուղղահայաց OY հարթության վրա: Նշանակելով $\Pi\Pi$ և ΠV հասանքներից յուրաքանչյուրի ներքին ուլթը N, մենք կստանանք, վոր այդ ուլթերի պրոյեկցիաների գումարը հավասար է $2N$: Կամ, նշանակելով այդ հասանքների լարումը ϵ տառով և պատիկի հաստությունը՝ δ , կստանանք, վոր այդ պրոյեկցիաների գումարը հավասար է $2N = 2\delta \cdot l \cdot \epsilon$: Այս արտահայտությունը պետք է հավասար լինի տարրական ΔP ճնշումների պրոյեկցիաների գումարին OY առանցքի վրա:

CAB յեռանկյունուց մենք ստանում ենք ΔP ուլթի պրոյեկցիան ուղղահիգի վրա՝

$$\overline{CB} = \Delta P \cdot \cos \angle BCA,$$

Նկատի առնելով, վոր $\angle BCA = \angle YOX = 90^\circ - \alpha$, մենք կունենանք՝

$$\overline{CB} = \Delta P \cdot \sin \alpha = p \cdot l \cdot ab \cdot \sin \alpha \dots (a)$$

Պրոյեկտելով ab աղեղը հորիզոնական OX ուղիղի վրա, փոխարինելով այդ անսահման փոքր յերկարության աղեղը ուղիղ գծի համվածով, $\triangle abc$ -ից ստանում ենք՝

$$bc = ab \cdot \sin \angle bac = ab \cdot \sin \alpha,$$

Տեղադրելով (a) հավասարման մեջ $ab \cdot \sin \alpha$ -ի փոխարեն bc , ստանում ենք՝

$$\overline{CB} = p \cdot l \cdot bc,$$

Գումարելով բոլոր շերտիկները, մենք կստանանք, վոր $\overline{BC}$, $\overline{el}$ և այլն բոլոր հատվածների գումարը հավասար կլինի D արամագին և հետևապես ներքին ճնշման բոլոր տարրական ուլթերի գումարն ուղղահիգ ուղղության վրա հավասար կլինի $p \cdot l \cdot B$:

Այս արտահայտութիւնը պետք է հաճախը լինի $2N$ ներքին ուլթերի պրոյեկցիաների գումարի արտահայտութիւնը, այսինքն՝

$$p \cdot l \cdot D = 2 \delta \cdot l \cdot t, \text{ վորտեղից}$$

$$t = \frac{pD}{2\delta} \quad (27)$$

Ահա սա յե դիւն քան անոթի պատիկի միջի լարումը լայնակի ուղղութիւնով

Վերցնենք այժմ յերկու կողմից մի փակ անոթ, որինակ չդեկաթսա, և վորոշենք առանցքի ուղղութիւնը գործող լարումը (գծ. 63)։



Գծ. 63

Յեթե վորքի մակերեսը $\frac{\pi D^2}{4}$ է, ապա նշուումը վորքի վրա հաճախը է՝

$$P = p \cdot \frac{\pi D^2}{4},$$

Հասելով կաթսան MN լայնակի հատանքով և դնել զցելով աջ մասը, մենք տեսնում ենք, վոր P ուլթը հաճախակիւմ է ներքին ուլթերով, վորոնք ուղղահայաց են այդ հատանքին և դասադորձած են այն ողակի մակերեսի վրա, վորի ներքին արտաւազիժը D է, իսկ հաստութիւնը δ ։ Բաժականաչափ նշուութիւնը մենք այդ մակերեսը կարող ենք հաճախաբամիժ համարել πD հիմքը և δ բարձրութիւնն ունեցող ուղղանկյանը, այսինքն $F = \pi D \delta$ ։

Յեթե առանցքային ուղղութիւն լարումը նշանակենք t , հաստանք՝

$$P = \pi \cdot D \cdot \delta \cdot t_1 = p \cdot \frac{\pi D^3}{4}, \text{ վորտեղից}$$

$$t_1 = \frac{p D}{4 \delta} \quad (28)$$

Համեմատելով այս բանաձևը (27)-ի հետ, մենք տեսնում ենք, վոր լարումն առանցքային ուղղությամբ յերկու անգամ փոքր է, քան ներքին ճնշման ազդեցությամբ տակ առաջացած լարումը (այնակի ուղղությամբ*):

Սրանից հետևում է, վոր զբանաձև անոթի հաշվումը պետք է կատարել (27) բանաձևով, նրա մեջ է լարման փոխարեն գնելով $k\alpha$ թույլատրելի լարումը. այդպիսով պատիկի անհրաժեշտ հաստությունը կլինի՝

$$\delta = \frac{p \cdot D}{2 k \alpha} \quad (29)$$

Այս բանաձևն ի ծառայում իբրև հիմք շոգեկաթսաների հաշվման ժամանակ. սակայն հարկավոր է վորոշ փոփոխության յենթարկել այն և ավելացնել հաստությունը, նկատի առնելով թերթերի մաշումը և գամերով թուլացումը. փոփոխված բանաձևն այս ձևն ունի՝

$$\delta = \frac{p \cdot D}{2 k \alpha \cdot \varphi} + c \quad (30)$$

վորտեղ φ -ն մի գործակից է, վոր կախումն ունի դաժային միացման բնույթից և ներկայացնում է կանոնավոր կոտորակ, իսկ $c = 1$ -ից մինչև 3 մմ (մաշման համար):

Պետք է մատնանշել մի կարևոր հանգամանք. նախընթաց դատողությունների մեջ մենք յենթադրում էինք, վոր ներքին է լարումն այն հատանքներում, վորոնցով հատված է անոթը (mn և uv հատանքները 62-րդ գծադրում), նույնն է բոլոր կետերում: Այս յենթադրությունը բավականին մոտ է իրականությանը միայն այն դեպքերում, յերբ պատիկի δ հաստությունը չնչին է D տրամագծի հետ համեմատած, ինչպես դա տեղի ունի

*) Բալբրովին հիշա լինելու համար մենք (27) բանաձևն ստանալու ժամանակ պետք է նկատի առնելինք և այն դիմադրությունը իդումին, վոր ցույց են տալիս յերկու վորտերը, յուրաքանչյուրը $d \cdot \delta$ մակերեսով: Այս զանցառումը, պարզ է, տալիս է վորոշ սփռության պարտ:

շողակաթսաներում: Իսկ յեթե ծննդն չե D-ի համեմատությամբ, ապա այդ տեսակ հաստապատ անոթների հաշվումը բարդանում է, վորովհետև լարումը Π և Π կետերում զգալիորեն մեծ է լինում, քան III և V կետերում:

Հարցեր,

1. Ի՞նչպես է ազդում անոթի տրամագիծը պատիկի հաստության արժեքի վրա:

2. Գլանաձև անոթի մեջ լարումը վեր ուղղությամբ ավելի մեծ է՝ առանցքային-թե լայնակի:

Ուրիմակ 35. Զրաբաշխական մամուլի պողպատյա խողովակը, վորի տրամագիծը 25 մմ է, իսկ պատիկի հաստությունը $\delta = 3,5$ մմ, հաշված է, նկատի առնելով, վոր մաքսիմալ ներքին ճնշումը $p = 200$ մթն (կգ/սմ²)։ Վորոշել, թե ի՞նչ թույլատրելի լարման է հաշված խողովակը:

Ըստ (29) բանաձևի ստանում ենք՝

$$k_1 = \frac{p \cdot D}{2\delta} = \frac{200 \cdot 2,5}{2 \cdot 0,35} = 714 \text{ կգ/սմ}^2,$$

Ուրիմակ 36. Կարմիր պղնձից պատրաստած խողովակը, վորի տրամագիծը $d = 200$ մմ, պետք է հաշվել, նկատի առնելով, վոր բանոցական ճնշումը $p = 10$ մթն: Ի՞նչ հաստության պետք է լինի պատիկի հաստությունը, յեթե թույլատրելի լարումը $k_1 = 225$ կգ/սմ² և մաշման համար պետք է ավելացնել 1,5 մմ:

Ըստ (30) բանաձևի ունենք՝

$$\delta = \frac{pD}{2k_1} + c = \frac{10 \cdot 20}{2 \cdot 225} + 0,15 \underline{=} 0,6 \text{ սմ} = 6 \text{ մմ},$$

§ 31. ՎԱՐԺՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ:

19. 5 մ յերկարության պողպատալարը $P = 20$ կգ ույժի ազդեցության տակ ստացավ 2,5 մմ յերկարացում: Վորոշել առանձուրթյան մոդուլը, յեթե պողպատալարի տրամագիծը՝ $d = 1,5$ մմ:

20. Խողովակի մեջենայի վրա կարմիր-պղնձյա գլանաձև նմուշի փորձարկման ժամանակ նմուշի վրա նշած յերկու կետերի սկզբնական հեռավորությունը $l = 200$ մմ $P = 500$ կգ ույժի ազդեցության տակ ավելացավ $\lambda = 0,0322$ մմ-ով: Վորոշել նմուշի առանձուրթյան մոդուլը, յեթե նրա տրամագիծը $d = 19,8$ մմ:

21. Կաշյա փոկը, վորի հաստությունն է 5,5 մմ և լայնությունը 64 մմ, խզվեց $P = 860$ կգ ույժի ազդեցության տակ, Վորոշել ժամանակավոր դիմադրությունը խզումին:

22. Յերկաթյա չորսվակը, վորի յերկարությունը $l = 1$ մ և լայնակի հատանքի մակերեսը $F = 2$ սմ², ձգվում է $P = 2$ տոն ույժով: Վորոշել նյութի լարումը, նաև չորսվակի բացարձակ և հարաբերական յերկարացումը, յեթե առաձգության մոդուլը $E = 2 \cdot 10^6$ կգ/սմ²:

23. Վորոշել $P = 4$ տոն ույժի ազդեցության տակ կլոր յերկաթյա ձողի ստացած բացարձակ յերկարացումը, յեթե նրա տրամագիծը $d = 20$ մմ, սկզբնական յերկարությունը $l = 3$ մ, իսկ մոդուլը $E = 2 \cdot 10^6$ կգ/սմ²:

24. Գիտենալով, վոր յերկաթի համար առաձգության մոդուլը $= 2 \cdot 10^6$ կգ/սմ², իսկ ռետինի համար՝ 10 կգ/սմ², վորոշել, թե ռետինն շնուրի բացարձակ յերկարացումը քանի անգամ մեծ կլինի յերկաթյա ձողի բացարձակ յերկարացումից, յեթե շնուրն ու ձողը սկզբնական նույն յերկարությունն ունեն:

25. Վորոշել թե թնչ Q բեռնվածք կարող է խզել պողպատալարը, վորի տրամագիծը $d = 3$ մմ և ժամանակավոր դիմադրությունը խզումին $R_{կզ} = 7000$ կգ/սմ²:

26. Վորոշել Պուասոնի m գործակիցը, յեթե խզման ժամանակ չորսվակի լայնական ուղղանկյուն 5 մմ $\times$ 24 մմ հատանքի մեծ կողմը ստացավ $0,006$ մմ լայնակի կարճացում: Նմուշի վրա ազդող ձգող ույժը $P = 2400$ կգ, իսկ առաձգության մոդուլը $E = 2 \cdot 10^6$ կգ/սմ²:

Ցուցում: Վորոշել հարաբերական կարճացումը $j = \frac{0,006}{24}$,

ապա ըստ P բեռնվածքի, հատանքի F , մակերեսի և առաձգության E մոդուլի վորոշիչ հարաբերական յերկարացումը:

27. Ձգող թնչ ույժի ազդեցության տակ կխզվի յերկաթյա ձողը, յեթե հատանքն ուղղանկյուն է 15×20 մմ չափերով և ժամանակավոր դիմադրությունը խզումին $R_{կզ} = 4000$ կգ/սմ²:

28. $0,5$ սմ տրամագիծ ունեցող շնուրին կապված է 5 կգ ծանրության բեռը, վոր պտտվում է կենտրոնի շուրջը սրանից 1 մ հեռավորության վրա: Պատւյտների թնչ թվի դեպքում կխզվի շնուրը, յեթե սրա ժամանակավոր դիմադրությունը խզումին $R_{կզ} = 900$ կգ/սմ²:

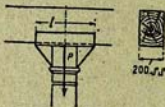
29. Վորոշել հղկման քարի անվտանգ շրջանային արագությունը, յեթե ձգման թույլատրելի լարումը $k\lambda q = 5$ կգ/սմ² ($\gamma = 3$)^{*};

30. Կրոնշտեյնի բուլան ամրացրած և պատի մեջ, յերբ տաքության աստիճանը յեղել է 15, և պնդացրած և պտուտմեքով աշնպես, վոր ստացել է լարում $t = 400$ կգ/սմ², Վճրքան կլիների բուլի նյութի լարումը—15°-ի ժամանակ, յեթե բուլի գծային ընդարձակման գործակիցը $\alpha_1 = 0,000012$, շարվածքի նյութինը՝ $\alpha_2 = 0,000008$, իսկ բուլի նյութի առաձգության մոդուլը $E = 2 \cdot 10^6$:

Ցուցում. բուլի հարաբերական կարճացումը հավասար է $\alpha_1 - \alpha_2$ տարբերությանը, բազմապատկած շերմաստիճանի անկման վրա:

31. Վորոշել ուլսերի միջի բացակի անհրաժեշտ է մեծությունը, վորի առկայության հետևանքով ամառը տեղի չի ունենա ուլսերի սեղմում: Ինչսերը տեղադրած են, յերբ շերմաստիճանը յեղել է $+10$, ամառային ամենամեծ շերմաստիճանը $+60$ է, ուլսերի յերկարությունը՝ 8 մ: Ինչ t լարման կենթարկվեն ուլսերը, յեթե նրանք տեղադրվեն բուլբուլին առանց բացակների: Ընդունել՝ $E = 2 \cdot 10^6$ կգ/սմ² և գծային ընդարձակման գործակիցը $\alpha = 0,0000125$:

32. Շոգային վերամբարձների շղթաները, վորոնք զգալի մաշման են յենթարկվում, հաշվում են ըստ $P = 500$ մ³ բանաձևի, վորտեղ P -ն մաքսիմալ բեռնվածքն է կգ-ներով, իսկ d -ն՝ շղթայի յերկաթի արամագիծը սմ-ներով: Գտնել, թե ինչ թույլատրելի լարում է ընդունած այս բանաձևն ստանալու ժամանակ:



Պ. 64

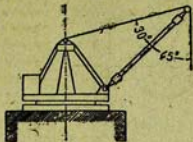
33. Փայտյա չորսուն (գծ. 64) հենվում է սյան վրա և նրա վրա ճնշում $P = 50$ տոն ուլժով: Վորոշել վերևի բարձի անհրաժեշտ l յերկարությունը, յեթե թույլատրելի լարումը՝ $k\lambda l = 40$ կգ/սմ²,

34. 500 տոնանոց մամուլն ունի 4 սյուներ, վորոնցից յուրաքանչյուրի յերկարությունն է $l = 3$ մ, իսկ արամագիծը՝ $d = 140$ մմ: Յենթադրելով, վոր բեռնվածքը հավասարապես է բաշխվում բոլոր սյուների մեջ, վորոշել, թե մաքսիմալ բեռնվածքի դեպքում ինչ լարումներ են առաջանում սյուների մեջ և սյուների հարաբերական յերկարացումը, ընդունելով, վոր առաձգության մոդուլը $E = 2 \cdot 10^6$ կգ/սմ²:

^{*} Տես 20-րդ սրինակը:

35. Վորոշել ամենամեծ բեռը, վոր կարելի յի բարձրացնել շրջադարձ կռանի ոգնությամբ նրա սլաքների համար անվտանգ կերպով (զծ. 65), յեթե ներքևի սլաքի համարն մակերեսը $F_1 = 3$ մմ², իսկ վերևի սլաքինը՝ $F_2 = 2$ մմ², Ձգման թույլատրելի լարումը $k_{ա} = 1000$ կգ/սմ², իսկ սեղմման թույլատրելի լարումը $k_{սեղմ} = 700$ կգ/սմ²,

36. Վորոշել կամրջային ֆերմի պողպատյա բարձի անհրաժեշտ մակերեսը, յեթե ֆերմի մաքսիմալ ճնշումը բարձի վրա կադմում ե $P = 4$ տոն, իսկ թույլատրելի ճնշումը շարվածքի վրա $k_{սեղմ} = 8$ կգ/սմ²,



ձ. 65

37. 300 մ յերկարության և քառակուսի՝ 60 մմ $\times$ 60 մմ

հատանքով յերկաթյա, ուղղանկյ կախված շտանգը հաշվում են, վերցնելով թույլատրելի լարումը 700 կգ/սմ²: Անվտանգ կերպով ինչ բեռնվածք կարող ե կրել շտանգը, յեթե 1) նկատի հառնվի շտանգի սեփական կշիռը և 2) նկատի առնվի այդ կշիռը ($\gamma = 7,8$),

38. Վորոշել կլոր հատանքի և 50 մ. յերկարության շախտային յերկաթյա շտանգի տրամագիծը, նկատի առնելով շտանգի սեփական կշիռը ($\gamma = 7,8$), յեթե տրտաքին բեռնվածքը կադմում ե 50 տոն և թույլատրելի լարումը $k_{ա} = 800$ կգ/սմ²,

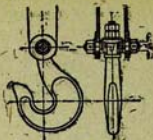
39. Ինչ հաստության պատիկ պետք ե ունենա զոդման պղնձյա խողովակը, յեթե խողովակի տրամագիծը $d = 200$ մմ, իսկ ներքին մաքսիմալ ճնշումը $p = 10$ մթն: Թույլատրելի լարումն ընդունել $k_{ա} = 125$ կգ/սմ²: Հաշվով ստացված հաստությանն ավելացնել 1,5 մմ:

§ 32. ԱՌԱՋԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԱՐՏԱԴՐԱԿԱՆ ՊՐԱԿՏԻԿԱԾԻ ՀԱՄԱՐ,

1. Չափելով ցելսուս զանվող ամբարձիչի շղթային յերկաթի (կամ կանաթի) տրամագիծը և իմանալով ամբարձիչի բեռնունակությունը, վորոշեցեք, թե ինչ մաքսիմալ լարման ե հաշված շղթան (կամ ճապանը),

2. Չափեցեք, նույն ամբարձիչի ճանկի վզիկի d տրամագիծը (զծ. 66) և հաշվեցեք մաքսիմալ լարումը:

3. Իմացնք, թե վինտահատ-նախրային դադդյանն ամենհա-
պինդ մեատաղի մշակման դեպքում ինչ մաքսիմալ տաշիղի և մշակ-



ՊՆ. 00

վող առարկայի ինչ արամագծի հա-
մար և հաշված: Ոգտվելով այն մեթո-
դով, վոր ցույց և տված 1 մասի 103-րդ
որինակում, գտնեք ամենամեծ շրջա-
նային P ույթը, վոր թոկը հաղորդում
և սանդղաձև հղումակին: Ընդունելով,
վոր փոկի տանող ծայրի պրկությունը
կազմում և 2 P*) և գտնելով փոկի
լայնակի հատանքի մակերեսը, վորո-
շեցեք փոկի տանող ծայրի լարումը
կգ/սմ²-ներով:

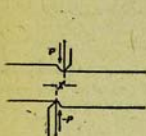
4. Ոգտվելով նախորդ առաջադրության և 32-րդ որինակի
(§ 28) ցուցումներով, գտնեք շպինդելի առջևի ծայրի կրած տեսա-
կարար ճնշումը կգ/սմ²-ներով:

*) ՅԵ՝ II մաս, § 31:

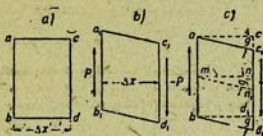
ՍԱՀԲ ՅԵՎ ՎՈՂՈՐՈՒՄ

§ 33. ՍԱՀԲԻ ՁԵՎԱՓՈՆՈՒԹՅՈՒՆԸ (ԳԵՑՈՐՄԱՑԻԱՆ).
ՍԱՀԲԻ ՁԱՓԸ, ՅԵՐԵ չՈՐՈՒԽ ՍՈՒՆՑԵԻՆ ՈՒՂԱՀԱՅԱՅ ՈՒՂՈՒ-
ԹՅԱՄԲ զՈՐԺՈՒՄ ԵՆ ԻՐԱՐԻՅ շԱՍ ՓՈՔԸ Δx ՀԵՌԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ
ՎՐԱ յԵՐԿՈՒ ԻՐԱՐ ՀԱՎԱՍԱՐ և ՈՒՂԻՂ ՀԱԿԱՂԻՐ՝ P և $-P$ ՈՒՅԺԵՐ
(գծ. 67), ՍՈՒՆ ՆՈՒՅՆ ՈՒՂՈՒԹՅԱՄԲ ՍՈՒՂՈՒՄ և ՍԱՐԵՐԻ, ԿԱՄ
ԿԱՐՈՒՄԻ ՂԵՓՈՐՄԱՅԻՍ:

ԳԵՓՈՐՄՎՈՂ չՈՐՈՒԽ ՆԵՐՈՒՄ ՎԵՐՑՆԵՆՔ $abcd$ ՂՈՒՂԱՆՈՒՍ-
ՆԻՍԱՐ (գծ. 68a), ՎՈՐԻ ab և cd ՀԱՐԹՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՆ ՈՒՂԱՀԱՅԱՅ



ԳԶ. 67



ԳԶ. 68

ԵՆ ՉՈՐՈՒԽ ՍՈՒՆՑԵԻՆ և ՂԱՆՎՈՒՄ ԵՆ ԻՐԱՐԻՅ շԱՍ ՓՈՔԸ Δx
ՀԵՌԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱՍ P և $-P$ ՈՒՅԺԵՐԻ ՍՈՒՂԱՅՈՒԹՅԱՆ ՍԱԿ ԱՅՂ
ՀԱՐԹՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԿԱՆՂԱՎՈՐՈՒՄՆ ՈՒՅԺԵՐԻ զՈՐԺՈՒԹՅԱՆ ՈՒՂ-
ՈՒԹՅԱՄԲ և ՍՈՒՂԱՅՆ, ՎՈՐ ՍՈՒՂՈՒՆԸ ԿՐԱՆԵ a_1b_1 ՂԻՐՔԸ, ԻՍԿ յԵՐԿ-
ՐՈՐԴ՝ c_1d_1 ՂԻՐՔԸ (գծ. 68b), ԸՆԴ ՍԻՆ Δx ՀԵՌԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆԸ
ԿՐԱՆ ՆԱԽԿԻՆԸ: ԱՅԱՂԻՍՈՎ $abcd$ ՈՒՂՈՒՆԸ ԿՎԵՐԱԾՎԻ $a_1b_1c_1d_1$
ՂՈՒՂԱՆՈՒՍԿՈՂՄԻ, ԻՍԿ a , b , c և d ՂԱՎԱԹՅՆԵՐԻ ՈՒՂԻՂ ՍՈՒՂՈՒՆ-
ՆԵՐԸ ԿՆԵՂՎԵՆ: ՀԱՄԱՆՂԵՂՈՎ ՍՈՒՂՈՒՄ ՂՈՒՂԱՆՈՒՍԿՈՂՄԸ ՍԿՂՐՈՒ-
ԿԱՆ $abcd$ ՈՒՂՈՒՆԸ ՀԵՌ ՍՈՒՂԱՅՆ, ՎՈՐ a_1b_1 ԿՈՂՄԸ ՀԱՄԸՆԿԻ
 ab ԿՈՂՄԻ ՀԵՌ (գծ. 68c), ՄԵՆՔ ԿԱՆՆԵՆՔ, ՎՈՐ ac , bd ՈՒՂԻՂՆԵ-

ըը, ինչպես և յուրաքանչյուր մի այլ ուղիղ mn , վաւ մինչև դե-
ֆորմացիան ուղղահայաց ելին ab ուղիղին, այսինքն չորսուի
լայնակի հատանքին, բռնում են թեք՝ ac_1 , bd_1 և mn_1 գիւղերը,
իրենց սկզբնական գիւղքի հետ կազմելով մի վորե g անկյուն:
Այդ հատվածները c , d , n ծայրերը, վոր գտնվում են cd հա-
տանքի մեջ, կտեղափոխվեն c_1 , d_1 , n_1 գիւղերը նույն $\overline{cc_1} = \overline{dd_1} = \overline{nn_1}$
չափով: Պարզ և, վոր այս՝ $\overline{cc_1}$, $\overline{dd_1}$ և այլն հատվածների մեծու-
թյամբ կչափվի բացարձակ սահրը, նման բացարձակ յերկարա-
ցումին՝ ձգման ժամանակ: Բայց ինչպես բացարձակ յերկարա-
ցումով չի կարելի դատել ձգման դեֆորմացիայի մասին, այնպես
եւ բացարձակ սահրը լրիվ հասկացողություն չի տալիս սահքի
դեֆորմացիայի մասին:

Դեֆորմացիայի մեծության մասին ավելի հարմար և դատել
 g անկյան մեծությամբ, այսինքն այն անկյան, վորով թեքվում
և ab հատանքին տարած նորմալը, յերբ մի հատանքը տեղափոխ-
վում և մյուսի վերաբերմամբ: Այդ անկյունը կոչվում և սահրի
անկյուն և ներկայացնում և սահքի դեֆորմացիայի չափը, այնպես,
ինչպես հարաբերական յերկարացումը ներկայացնում և ձգման
դեֆորմացիայի չափը:

Ուղղանկյուն acc_1 յեռանկյունուց հետևում և, վոր

$$\overline{cc_1} = \overline{ac} \cdot \operatorname{tg} g = \Delta x \cdot \operatorname{tg} g:$$

Վորովհետեւ առաջագոյն սահմաններում դեֆորմացիան
չառ աննշան և, ապա g անկյան տանգենսը կարելի յի փոխարի-
նել անկյունով (ուղիթներով արտահայտած), այսինքն՝

$$g = \frac{\overline{cc_1}}{\Delta x}:$$

չառքեր,

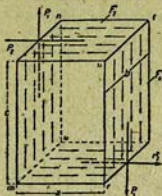
1. Ինչով և բնորոշվում սահքի դեֆորմացիան:
2. Ինչով և չափվում սահքի դեֆորմացիան:

§ 34. ՍԱՀՔԻ ԼԱՐՈՒՄԸ. Սահքի դեֆորմացիան ձգումից
և սեղմումից տարբերվում և ամենից առաջ նրանով, վոր սահքի
դեպքում դեֆորմված մարմնի մեջ ներքին ույժերն առաջանում
են չորսուի լայնակի հատանքի հարթության՝ վրա, այսինչ ձգ-
ման և սեղմումի դեպքում այդ ույժերն ուղղահայաց են հատան-
քի հարթությանը: Այսպես, 68b գծագրում պատկերված՝ դե-
ֆորմված տարրական զուգահեռանիստի մեջ կարող P և — P

ույժերը դասավորված են a_1b_1 և c_1d_1 հարթությունների վրա Մաքուր, առանց կողմնակի յերևույթներով բարդացած, սառչի զեֆորմացիայի հիշատակած փորձնական ուսումնասիրության դժվարության շնորհիվ մինչև այժմ չի հաջողվել սահմանել այն որևէքը, թե ինչպես են այդ կտրող ույժերը դասավորվում լայնակի հասանքների վրա. այդ պատճառով ընդունում են, վոր այդ ույժերը դասավորված են հավասարաչափ հետևաբար, յեթե F նշանակենք այն հասանքի մակերեսը, վորի մեջ տեղի ունի սառչը, իսկ S ՝ սառչի լարման արժեքը, կստանանք մի կախում, բոլորովին նման ձգման և սեղմումի հաշվային հավասարմանը, այսինքն՝

$$P = S \cdot F \quad (31)$$

§ 35. ՍԱՀԻ ԻՐԱՐ ՓՈՆԱԴԱՐՁ ՈՒՂԱՀԱՅԱՑ ՀԱՐԹՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԵՋ, ԴԵՓՈՐՄԱՑԻԱՅԻ ԵՆԹԱՐԿՎԱԾ ՀՈՐՍՈՒ ԿԵՐՍՈՒՄԱՎԵՐԵՆԵՐԻ ՎԵՐԵՆԵՐԻ ԿՈՂԵՐԻ ԵՐԿԱՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՆ ԵՆ a , b և c ԴԻՄԵՆՈՒՄՆ m և n ԿԱՐԹՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՒՄ ԿՈՐԺՈՒՄ ԵՆ ԿԱՐՈՂ P_1 ՈՒՅԺԵՐԸ, ՎՈՐՈՆՔ ՀԵՏԵԱՊԵՍ ԽԱՎԻՍ ԵՆ ՈՒՅԺԱՊՈՒՅՑ՝ $M_1 = P_1 a$ ՄՈՄԵՆՏՈՒՄ ԹԵԹԵ ՍԱՐՇԻ ԼԱՐՈՒՄԵՆ ԱՅԴ ՀԱՐԹՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՒՄ ՆՇԱՆԱԿԵՆՔ s_1 , ԱՊԱ $P_1 = s_1 \cdot F_1 = s_1 \cdot b \cdot c$, ԻՍԿ ՄՈՄԵՆՏԸ $M = s_1 \cdot b \cdot c \cdot a$:



Պ. 69

Այս մոմենտի ազդեցության տակ մեր քննարկած զուգահեռանիստը պետք է պտտվեր ըստ ժամացույցի սլաքի հետևաբար, քանի վոր նա հավասարակշռության մեջ է, պետք է յենթադրել, վոր գոյություն ունի մի ուրիշ զույգ $M_2 = M_1$ մոմենտով, վոր ուղղված է այն վերջինիս հակառակ ուղղությամբ: Այստեղից մենք գալիս ենք այն յեզրակացության, վոր PV և UV հարթություններում գործում են P_2 ույժեր, վորոնք տալիս են $M_2 = P_2 c$ մոմենտը, վորովհետև այդ զույգի բազուկը հավասար է c կողի յերկարությանը: Այս հարթությունների մեջ P_2 ույժերի ազդեցության տակ առաջացած՝ սառչի լարումը նշանակելով s_2 , ստանում ենք՝

$$P_2 = s_2 \cdot F_2 = s_2 \cdot a \cdot b$$

և, հետևաբար, $M_2 = M_1 = s_2 \cdot a \cdot b \cdot c = s_1 \cdot b \cdot c \cdot a$:

նը, պարզ է, այդ հարթության վրա առաջ կբերե նորմալ լարում կամ, վոր նույնն է, ձգման լարում, վորի մեծությունը հավասար է P_n ույժի և $\sin_1$ հաստանքի F_1 մակերեսի քանորդին՝

$$t = \frac{P_n}{F_1},$$

$\sin_1$, հարթության վրա ընկած մյուս՝ P_t բաղադրիչը այդ հարթության վրա կառաջացնի առնգնեցիալ, այսինք սահքի լարում, վոր հավասար է՝

$$s = \frac{P_t}{F_1},$$

Այսպիսով տեսնում ենք, վոր ձգման դեֆորմացիային ուղեկցում է սահքի դեֆորմացիան: Դժվար է հաժաախանալ, վոր յեթե չորսուն յենթարկվեր սեղմող P ույժի ազդեցության, ապա մենք նորից կստանայինք սահքի լարումը, վորը սակայն ուղղված կլիներ հակառակ կողմը:

Ինչպես տեսնում ենք, ձգման և սեղմումի դեֆորմացիաները մի կողմից, և սահքինը մյուս կողմից, միշտ ուղեկցում են իրար—անշատ կերպով այդ դեֆորմացիաներից վոչ մեկ տեսակը և վոչ մյուսը զոյություն չունի:

§ 37. ՍԱՀՔԻ ՉԱՓԻ ՅԵՎ ԼԱՐՄԱՆ ԿԱԵՈՒՄԸ. ԱՌԱՋԳՈՒԹԵԱՆ ՅԵՐԿՐՈՐԴ ԿԱՐԳԻ ՄՈԴՈՒԼ: Կիրառելով Հուլի որենքը սահքի դեֆորմացիայի վերաբերմամբ առաջիկ դեֆորմացիաների սահմաններում, մենք կարող ենք գրել հավասարում, վոր կապում է լարումը դեֆորմացիայի հետ՝

$$s = G \cdot g \quad (32)$$

Այստեղ s -ն արտահայտում է լարումը $\frac{կգ}{(յերկ. մեմբր)^2}$ ներով, g -ն՝ սահքի անկյունը, իսկ G -ն՝ համեմատականության մեզորժակից, վոր կոչվում է առաձգության մոդուլ սահքի դեպքում կամ առաձգության յերկրորդ կարգի մոդուլ:

Վորովհետև g -ն ներկայացնում է վերացական թիվ, ապա G -ն արտահայտվում է նույն միավորներով, ինչ վոր s լարումը, հետևապես նույն միավորներով, ինչ վոր առաձգության առաջին կարգի E մոդուլը:

Ինչ ղեռաբերում է առաձգության յերկրորդ կարգի G մոդուլի թվային մեծությունը, ապա, ըստ յերևույթին, կարելի կլինի այն վորոշել փորձի միջոցով՝ վորոշելով S լարումը և սրահամապատասխան g դեֆորմացիան, այնպես, ինչպես վորոշվում է առաձգության E մոդուլը: Սակայն իրականում դա անհար է այն պատճառով, վոր, ինչպես ասված էր վերևում, սահքի դեֆորմացիայի պատկերն ընթանում է շատ բարդ կերպով, սահքի g անկյան արժեքն էլ նույնպես գրեթե չի յենթարկվում դիտողության: Այս պատճառով, ինչպես կտեսնենք, հետազոտում, G մոդուլի փորձնական վորոշումը կատարվում է վորուման դեֆորմացիայի հիման վրա: Բայց շնորհիվ այն հանգամանքի, վոր սահքի դեֆորմացիան սերտ կապված է ձգման և սեղմման հետ, տեսակնապես կարելի յե սահմանել G և E մոդուլների կապը, վոր արտահայտվում է այսպես՝

$$G = 0,375\text{-ից մինչև } 0,4 E,$$

ընդ սմին փոքր սահմանը համապատասխանում է այն նյութերին, վորոնց համար Պուասոնի հարաբերությունը $m = \frac{1}{3}$ -ի, իսկ մեծ սահմանը այն նյութերին, վորոնց $m = \frac{1}{4}$:

Այսպես որինակ յերկաթի համար ($m = 0,28$)՝
 $G = 770000$ կգ/սմ², իսկ $E = 2000000$ կգ/սմ², ուրեմն

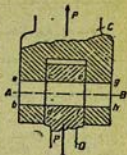
$$\frac{G}{E} = \frac{770000}{2000000} = 0,385,$$

G -ի միջին արժեքները մեքենայինության մեջ ամենագործածական մետաղների համար արվում են հետևյալ աղյուսակում (կգ/սմ². ներով):

Յեռած յերկաթ	Քափծու յերկաթ	Քափծու պողպատ	Պողպատյա ձուլվածք	Ջուգուն
770000	830000	8500.0	830000	290000—400000

§ 38. ԹՈՒՅԼԱՏՐԵԼԻ ԼԱՐՈՒՄ. ՍԱՀՔԻ ՀԱՇՎԱՅԻՆ ՀԱՎԱՍԱՐՈՒՄԸ: Թույլատրելի լարման մեծությունը վորոշվում է փորձի միջոցով, վոր սքեմատիկ կերպով ցույց է տված 71-րդ դժագրքում:

Փորձարկվող AB գլանիկը տեղադրվում է C և D մասերի անցքերի մեջ, ընդ սմին գլանիկը լավ հարգարվում է այս մասերի անցքերը. C և D մասերին կիրառված են P ձգող ուժերը. P ուժի վորոշ արժեքի ժամանակ AB գլանիկը կտրվում է cd և ef հարթություններով—abcd և efgh մասերը մնում են C դետալի անցքերի մեջ, իսկ cdef միջին մասը դուրս է գալիս D դետալի հետ միասին: Բաժանելով P ուժի թվային արժեքը cd և ef հատանքների մակերեսների զուամարի, այսինքն փորձարկվող նմուշի լայնակի հատանքի կրկնակի մակերեսի վրա, մենք կըստանանք սահքին ժամանակավոր զիմադրության մեծությունը, այսինքն այն $R_{\text{ահք}}$ լարման մեծությունը, վորի ազդեցության տակ նյութը կտրվում է:



Պժ. 71

Վերցնելով այս ժամանակավոր զիմադրության մի վորոշ մասը $\left(\frac{1}{n}\right)$, մենք կստանանք սահքի թույլատրելի լարման արժեքը՝

$$k_{\text{ահք}} = \frac{R_{\text{ահք}}}{n} \quad (33)$$

Փորձը ցույց է տալիս, վոր մի քանի նյութերի համար $k_{\text{ահք}}$ -ի արժեքը կարելի չէ վերցնել իբրև ձգման թույլատրելի լարման մի վորոշ մասը: Այսպես յերկաթի և պողպատի համար՝

$$k_{\text{ահք}} = (0,75\text{-ից մինչև } 0,8) k_{\text{էք}} \quad (34)$$

Այլ նյութերի համար այդ հարաբերությունն այլ է. որինակ չուգունի համար կարելի չէ ընդունել, վոր $k_{\text{ահք}} = k_{\text{էք}}$, Փոսֆորային բրոնզի համար՝ $k_{\text{ահք}} = 0,4 k_{\text{էք}}$:

Սահքի թույլատրելի լարման մեծության ընտրության հարցում մեծ դեր է խաղում թելիկավոր կազմություն ունեցող նյութերի դեպքում կարող ուժերի ուղղությունը, այսինքն այս ուժերը գործում են արդյոք թելիկների ուղղությամբ թե՛ նրանց ուղղահայաց: Այսպես, փայլը ճղելուն զիմադրում է առաջին զեպքում ավելի թույլ, քան յերկրորդ դեպքում:

Հետևյալ աղյուսակում արված են սահքի թույլատրելի լարման արժեքները կգ/սմ²-ներով, ըստ Բախի:

Նյութի տեսակը		Ցածկ յերկաթ		Բաժնու յերկաթ		Գողգոթ լուսավածք		Զուգույն	
		Սկզբ	Միջին	Սկզբ	Միջին	Սկզբ	Միջին		
Բեռնվածքի տեսակը	I	720	720	1200	960	1440	480	960	300
	II	480	480	800	640	960	320	640	200
	III	240	240	400	320	480	160	320	100

Այլ մի քանի նյութերի թույլատրելի լարման արժեքները կգ/սմ²-ներով հետևյալներն են.

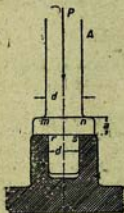
Ք Ր Ն Պ	Ս = և ի		Կ = զ ն ի	
	Թելիկների զուգահեռ	Թելիկների ուղղահայաց	Թելիկների զուգահեռ	Թելիկների ուղղահայաց
200—160	8—4	10	10—8	12,5

Արհեստական և բնական քարերը սառքին վատ են դիմադրում։
Սառքի հաշվային հավասարումն այսպիսով այս ձևն ունի՝

$$P = k_{\text{տե}} \cdot F \quad (35),$$

վորտեղ P -ն արտաքին բեռնվածքն է, իսկ F -ը՝ սառքին յեն-
թարկվող մակերեսը։

Ձրինակ 37. Ուղղաձիգ A սունին (գծ. 72), վորի արամագիծը՝
 $d = 60$ մմ, իր կուր լայնացքով հենվում է կրնկակալին։ Վորո-
շիլ սառքի լարումը, յեթե $a = 35$ մմ է $P = 3000$ կգ,



Չժ. 72

P բեռնվածքն առաջ է բերում լայ-
նացքի կարում տորս դլանային մակե-
րեսյթով, վորի արամագիծը $d = 60$ մմ,
հետևապես կարման մակերեսը $F = \pi d \cdot a$ ։

Ուրեմն սառքի լարումը կլինի՝

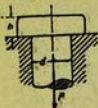
$$s = \frac{P}{\pi d \cdot a} = \frac{3000}{3,14 \cdot 6 \cdot 3,5} \approx 45 \text{ կգ/սմ}^2,$$

Ձրինակ 38. Յերկու շտանդներ ձգ-
վում են $P = 3000$ կգ ուժով և իրար հեռ
միացրած են հողակաղով (71-րդ գծագրի
նման), վորի AB սունիկի արամագիծը
կազմում է 30 մմ։ Վորոշիլ cd և ef հա-
տանքներում առաջացած լարումը,

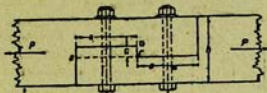
Ինչպես պարզեցինք վերևում, այդ հաստանքներում առաջանում է սահքի լարում։ Այդ լարումը վորոշվում է հետևյալ հավասարումից՝

$$s = \frac{P}{2F} = \frac{P}{2 \pi d^2} = \frac{2P}{\pi d^2} = \frac{2 \cdot 3000}{3,14 \cdot 3^2} \approx 212 \text{ կգ/սմ}^2,$$

Որինակ 39: Վորոշել բուլտի գլխիկի անհրաժեշտ և բարձրությունը (գծ. 73), յեթե բուլտի տրամագիծը՝ $d = 40$ մմ, բուլտը ձգող ուժը՝ $P = 10$ տ և սահքի թույլատրելի լարումը՝ $K_{սահ} = 600$ կգ/սմ²։



Գծ. 73



Գծ. 74

Կարում կարող է պատահել գլանի կողմնային մակերևույթով, վորի մակերեսը կազմում է $F = \pi d h$, Հետևաբար՝

$$h = \frac{P}{\pi d K_{սահ}} = \frac{10000}{3,14 \cdot 4 \cdot 600} = 13,6 \text{ սմ} = 136 \text{ մմ}.$$

Որինակ 40: 74-րդ գծագրում պատկերված է մի թործ, վոր կոչվում է ուղիղ ատամ և ծառայում է P ուժով ձգվող յերկու չորսուններ իրար հետ կցորդելու համար։

Ատամը յենթարկվում է ճզվելու թելիկների ուղղությամբ TS հարթության վրա և ճմլումի՝ ճակատային TU հարթության վրա։

Պայման դնելով, վոր ամրությունն այդ յերկու ուղղությամբ լինի հավասարապի ապահովված, կարող ենք գրել՝

$$P = a \cdot b \cdot K_{սահ} = c \cdot b \cdot K_{սահ}, \text{ վորտեղից}$$

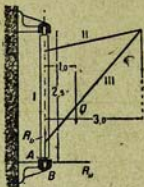
$$a = c \cdot \frac{K_{սահ}}{K_{սահ}},$$

Սոճու համար թելիկների ուղղությամբ կարելի յե ընդունել, վոր $K_{սահ} = 45$ կգ/սմ², իսկ $K_{սահ} = 8$ կգ/սմ², ուրեմն ստանում ենք՝

ա) 2,5C, այսինքն առամի յերկարությունը պետք է 5 անգամ մեծ լինի նրա բարձրությունից: Վերովհետև սովորաբար C-ն վերցնում են հավասար

$$\frac{h}{4} = l, \text{ ապա } a = \frac{5}{4}h:$$

Ուիմակ 41. Շրջադարձ կռանը (զծ. 75), վոր բաղկացած է I կանգնակից և II ու III սլաքներից, փր ծայրում կրում է $P = 1,5$ տոն բեռ, վորի հեռավորությունը կանգնակի առանցքից հավասար է 3 մ: Կռանի սեփական կշիռը կազմում է $Q = 0,5$ տ,



Չծ. 75

ընդ վորում այս կշռի ծանրության կենտրոնը գտնվում է կանգնակի առանցքից 1 մ հեռավորության վրա: Վորոշել ճմլումի լարումը, վոր առաջանում է ներքևի A ցապֆի ճնշման հետևանքով B կրնկակալի հասակի և պատիկների վրա, վորոշել նաև կարումի լարումը շրջակի լայնակի հասանքում, յեթե կրնկակալի խորությունը՝ $l = 40$ մմ, իսկ ցապֆի տրամագիծը՝ $d = 50$ մմ:

Վորոշենք ներքևի հիմնակի հորիզոնական R_H և ուղղաձիգ R_V բաղադրիչները: Վերցնելով մոմենտներ վերևի հենակի վերաբերմամբ, ստանում ենք՝

$$Q \cdot 1 + P \cdot 3 - R_H \cdot 2,5 = 0, \text{ վորտեղից}$$

$$R_H = \frac{Q + 3P}{2,5} = \frac{0,5 + 3 \cdot 1,5}{2,5} = 2 \text{ տ} = 2000 \text{ կգ:}$$

Վերցնելով պրոյեկցիաների գումարն ուղղաձիգ ուղղության վրա և նկատի առնելով, վոր վերևի հակազդումը հորիզոնական ուղղություն ունի, ստանում ենք՝

$$R_V - Q - P = 0, \text{ վորտեղից}$$

$$R_V = Q + P = 0,5 + 1,5 = 2 \text{ տ} = 2000 \text{ կգ:}$$

Ծապֆի կրունկի վրա ճմլումի լարումը կազմում է՝

$$t_{\text{ճմլ}} = \frac{R_V}{\pi d^3} = \frac{2000}{\pi \cdot 5^3} \approx 102 \text{ կգ/սմ}^2,$$

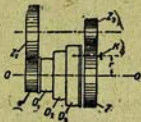
Յապֆի կողմնային մակերևույթի նմուշի լարումը վորոշվում է, յեթե բաժանենք R_H -ը ջապֆի տրամագծային հասանքի վրա՝

$$\epsilon_{\text{էլ}} = \frac{R_H}{d \cdot l} = \frac{2000}{5.4} = 100 \text{ կգ/սմ}^2,$$

Յապֆի լայնակի հասանքում կարումի լարումը՝

$$s = \frac{R_H}{\pi d^3} \approx 102 \text{ կգ/սմ}^2,$$

Ուիմսկ 42. K շտիֆտը (գծ. 76), վոր խառայում է նախրային զաղզյահի առջևի սայլակում Z_4 աստմնանիֆն աստիճանային հոլովակի հետ միացնելու համար, գըտնըվում է շպինդելի առանցքից $r=55$ մմ հեռավորության վրա։ Վորոշել շտիֆտի մեջ առաջացած կարումի լարումը, յեթե փոկի լայնությունը կազմում է 40 մմ, աստիճանների տրամագծերը՝ $D_1=90$ մմ, $D_2=120$ մմ և $D_3=150$ մմ, իսկ շտիֆտի տրամագիծը՝ $d=10$ մմ,



ՊՃ. 76.

Շտիֆտը կտրող P_1 ուժը հավասար է փոխանցվող վորորման մոմենտին, բաժանված r բաղուկի վրա։ Վորոշող ամենամեծ մոմենտն ասացվում է, յերբ փոկը գտնվում է D_3 աստիճանի վրա։ Ընդունելով, վոր փոկի լայնության ամեն 1 սմ-ը փոխանցում է 8 կգ, ստանում ենք. վոր շրջանային ուժը $P=8.4$ կգ, հետևապես ամենամեծ վորոշող մոմենտը՝

$$M_d = P \cdot \frac{D_3}{2} = 32 \cdot \frac{15}{2} = 240 \text{ կգսմ},$$

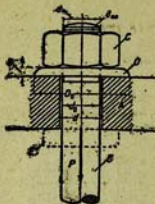
Շտիֆտի լայնակի հասանքին հասնող ուժը՝

$$P_1 = \frac{M_d}{r} = \frac{240}{5.5} \approx 44 \text{ կգ},$$

կարումի լարումը՝

$$s = \frac{P_1}{\pi d^3} = \frac{44}{\pi \cdot 1^3} = 56 \text{ կգ/սմ}^2,$$

§ 39. ԲՈՒՏԱՅԻՆ ՄԻԱՑՈՒՄՆԵՐԻ ՀԱՇՎՈՒՄԸ. Մեքենաների գեղատների քանդովի միացումների համար ծառայում են բուլտերը, վորոնց հետ մենք ծանոթացանք 1 մասում նրանց յերկրաչափական և ի տեսակետից:



ձ. 77

Այժմ տեսնենք, թե ինչպես են վորում բուլտային միացման տարրերի առումը հափերը:

Դիցուք B ձողը (զծ. 77), վորանց է կացրած A չորսու միջով, ձգվում է նրա առանցքի ուղղությամբ ազդող P ուժով: Ձողն իր վերևի ծայրում ունի վինտային փորակ և պահպանվում է իր դիրքում C պտուտների ոգնությամբ. չորսուի և պտուտների միջև գետնադած է D շայրը: Պետք է հաշվել բուլտը, պտուտները և շայրը:

Հիմնական նկարագրությունը, վորին յենթարկվում է այս միացումը, պարզ է, վոր բուլտի ձողի ձգումն է. յեթև ձողի տրամագիծն անբավարար մեծությամբ է, ձողը կիզվի իր ամենաթույլ տեղում, այսինքն ներքին տրամագծի հատանքում: Նշանակելով այդ տրամագիծը d_2 , իսկ ձգման թույլտրելի լարումը՝ K_2 , մենք կստանանք հաշվային հավասարումը՝

$$P = \frac{\pi d_2^2}{4} \cdot K_2,$$

$$\text{վորակից } d_2 = \sqrt{\frac{4P}{\pi \cdot K_2}} = \sqrt{\frac{4}{\pi \cdot K_2}} \cdot \sqrt{P},$$

Վերցնելով յերկրորդ տեսակի բեռնվածքի համար (յերբ ուժը անընդհատ աճում է Օ-ից մինչև P և հակառակ) թույլտրելի լարումն ըստ Բախի կլինի՝ $K_2 = 600$ կգ/սմ², կստանանք՝

$$d_2 = \sqrt{\frac{4}{3,14 \cdot 600}} \cdot \sqrt{P} = 0,046 \sqrt{P} \quad (36)$$

Սակայն ուվելի հարմար է ունենալ այնպիսի բանաձև, վորն անմիջապես տա բուլտի տրամագիծը՝ ճարտ:

Յեռանկյուն փորակով բուտային միացումների մեջ բուտի ներքին և արտաքին արամագծերի հարաբերությունը՝

$\frac{d_3}{d_{բա}} \approx 0,6$, ուրիմ $\left(\frac{d_3}{d_{բա}}\right)^3 = 0,64$, հետևապես հաշվային հավասարումը կարելի չէ ձևափոխել այսպես՝

$$P = \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{d_3}{d_{բա}}\right)^3 \cdot d_{բա}^3 \cdot k_2 = 0,64 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_{բա}^3 \cdot k_2,$$

վորտեղից
$$P = 0,5 d_{բա}^3 \cdot k_2 \quad (37)$$

Ըստ նախընթացի վերցնելով $k_2 = 600$ կգ/սմ², ստանում ենք մի բանաձև, վոր հարմար է հիշելու համար՝

$$P = 300 d_{բա}^3 \quad (38)$$

Մեր ընդունած՝ $k_2 = 600$ կգ/սմ²-ն թույլատրելի լարման միջին արժեքն է: Յեթե P ույժը մեծ է և անփոփոխ, ապա, վերցնելով առաջին տեսակի բեռնվածքի համար ըստ Բախի $k_2 = 900$ կգ/սմ², կստանանք՝

$$P = 450 d_{բա}^3 \quad (39)$$

Այն դեպքերում, յերբ հավատացած չեն, թե փորակը պատրաստած է ճշտապահ կերպով, փոքրացնում են այդ թույլատրելի լարումը մինչև $k_2 = 480-500$ կգ/սմ², և (37) բանաձևն ընդունում է հետևյալ ձևը՝

$$P = (240-250) d_{բա}^3 \quad (40)$$

Թուերի հաշվման մինչև այժմ մեր ցույց տված յեղանակը վերաբերում է գործնականում համեմատաբար քիչ պատահող այն դեպքին, յերբ բուլը ձգման է յենթարկվում միայն նրա վրա ազդող P բեռնվածքի պատճառով: Ավելի հաճախ գործ ունենք բուտի աշխատանքի ավելի բարդ դեպքի հետ:

Դիցուք մեր քննարկած բուտն (գծ. 77) ունի E լայնացքը, ինչպես դժադրում ցույց է տված կետագծերով: Յեթե C պտուտմերը պտուտակած է, վորքան հնարավոր է յեղել, ապա բուլը դրված է վորոշ ձգույթով և նա կենթարկվի ձգման վորոշ ձևափոխության բացի այն ձևափոխությունից, վոր նրան հաղորդում է P ույժը: Այսպիսով բուտի հաշվումն անել, միայն P ույ-

ժը հաշվի առնելով, չի կարելի, վերսկսել նրա նյութն արդեն լարված և նախնական ձգույթի շնորհիվ Այս լրացուցիչ լարումը կարող է զգալի նախքան հասնել Սակայն բոլորովին անհնար է ճիշտ վերսկսել այս նախնական լարման նախքան, վերսկսել նա կախված է այն հանգամանքից, թե վերջին ուժգին է կատարած պտուտմերի ձգույթը, Բուլտային այս տեսակ միացումը կոչվում է լարված միացում, ի տարբերություն մինչև այժմ մեր քննարկած լարված միացումից^{*)}։ Բացի այդ, պտուտմերի ձգույթի ժամանակ պտուտմերի փորակի և բուլտի փորակի միջև առաջացած շփումը տալիս է մոմենտ, վերը վերոբում է բուլտի ձողը։ Այսպիսով լարված միացման ժամանակ բուլտը յենթարկվում է միաժամանակ ձգման և վերոբման նկատմամբ։ Այս պատճառով լարված միացման դեպքում թույլատրելի լարումը փոքրացնում են և ընդունում միայն $\frac{3}{4}$ -ն այն թույլատրելի լարման, վեր վերցնում են չլարված միացման համար։ Դրան համապատասխան (38) հաշվային բանաձևն ընդունում է հետևյալ ձևը՝

$$P = 225 d^3 \sigma_{\text{բա}} \quad (41)$$

Թույլատրելի լարման այս ընդունած մեծությունը նորից պետք է փոքրացնել այն դեպքերում, յերբ նախնական ձգույթն առանձնապես մեծ է և միացումը գտնվում է անընդհատ լարման դրույթյան մեջ (վեր տեղի ունի, որինակ, զլաններ կախարչների, խողովակների ֆլանցների և այլն հերմետիկ միացումների մեջ)։ Այս դեպքերում թույլատրելի լարումը նորից փոքրացնում են 25%-ով, այսինքն վերցնում են՝

$$P = 170 d^3 \sigma_{\text{բա}} \quad (42)$$

Վերջին յերկար է պտուտմերի բանալին, այնքան մեծ է նեղքի ույժի տված մոմենտը, այնքան մեծ վտանգ կա, վեր գերալարված միացում կատարվի Այդ պատճառով պտուտմերի բանալու նորմալ-յերկարությունն ընդունում են հավասար բուլտի տրամագծի 15 ասպատիկին։

*) Նման լարված միացում կարող են առաջ բերել և շերտաձև նյութի տատանումները, վերսկսել ղոր բուլտ ու այն մարմինը, վերի միջով նա անցնում է, դժային ընդարձակման տարբեր զործակիցներ առնեն—շերտաձև նյութի տեղում ժամանակ բուլտի մեջ առաջանում են լարումներ (վերսկսել 30)։

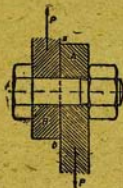
Ինքնընտանիքային հասկանալի չէ, վոր բոլորովին չի կարելի թույլ տալ պտուտմերը պտտելու համար յերեմե գործածվող միջոցները—մուրճով հարվածելը և կամ վոլորող մոմենտը մեծացնելու նպատակով բանալու վրա խողովակ հաղցնելը:

Յեթե ձող ույժն ուղղված է բոլորի առանցքի ուղղությամբ, ինչպես մինչ այժմ քննարկած դեպքերում, ապա բոլորի տեսքի տրամագիծն անուս են ալիլի մեծ, քան բոլորի տրամագիծը (գծ. 77), այսինքն՝

$$\left. \begin{aligned} \text{շաղափած անցքերի համար } d &= d_0 + (1-2) \text{ մմ} \\ \text{թափնու } & \quad \quad \quad d = d_0 + (2-5) \text{ մմ} \end{aligned} \right\} \quad (43)$$

Ինչ վերաբերում է ձողի d_0 տրամագծին, ապա, յեթե ձողը մաքուր մշակած է, վերցնում են $d_0 = d_{\text{բա}}$, այսինքն հավասար փորակի տրամագիծն տրամագծին, իսկ յեթե ձողն անմշակ է՝ $d_0 = 1,1 d_{\text{բա}}$:

Անցնենք այժմ բոլտային միացման այն յեղանակին, վոր պատկերված է 78-րդ դժադրում և տարբերվում է մինչև այժմ քննարկածներից շրանով, վոր P ույժն ուղղված է ուղղահայաց բոլորի առանցքին: Այս միացումը կարելի չէ իրականացնել զանազան միջոցներով: Կարելի չէ բացակ թողնել բոլորի ձողի և բոլտային անցքի միջև (ինչպես դժադրում ցույց է տված կետագծերով) և այնպես ուժեղ պտուտակել պտուտմերը, վոր ab մակերևույթի վրա առաջանա P ույժը հավասարակշռելու համար անհրաժեշտ



Գծ. 78

շփման ույժ: Այդ դեպքում բոլորը միայն ձգման կենթարկվի: Սակայն այս յեղանակն աննպատակահարմար է, վորովհետև նա պահանջում է, վոր բոլորի տրամագիծը մեծ լինի և այնուամենայնիվ չի ապահովում, վոր բոլորի ձգույթով կտացվի շփման անհրաժեշտ ույժը: Յեթե ab հարթության վրա առաջացած շփման ույժը բավականաչափ մեծ չի և չի պահում յերկու դետալները, ապա սրանք կտեղափոխվեն, մինչև վոր իրենց անցքերով շոշափվեն բոլորի մարմնին սրա յերկու հակառակ կողմերից: Բոլորն այս դեպքում կաշխատի խիստ աննպատակավոր պայմաններում, վորովհետև կենթարկվի միաժամանակ ձգման և ծռման ձևափո-

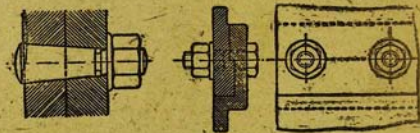
խության: Այս անցանկալի յերևույթից կարելի չէ խուսափել նրանով, վոր բոլաի մարմինը ճիշտ հարգարում են անցքին: յեթե բոլաը և անցքի պատիկներն ապահով են ճավումից, ապա բոլաը կենթարկվի միայն կարումի ab հարթության մեջ, և հաշվային հավասարումը կլինի՝

$$P = \frac{\pi d_0^3}{4} \cdot K k_{\text{ար}}, \text{ վորտեղից}$$

$$d_0 = \sqrt{\frac{4P}{\pi \cdot K k_{\text{ար}}}} \quad (44)$$

Այս դեպքերում յերբեմն բոլաին այլ ձև են տալիս: Վորովհետև ժամանակի ընթացքում բոլաը կարող է թուլանալ, վորի հետևանքը կարող է լինել նրա ծռումը և քայքայումը, ապա նրա մարմնին տալիս են կոնի ձև, ինչպես պատկերված է 79-րդ գրծադրում: Այս ձևի շնորհիվ ձևը և բերվում բոլաի և անցքի սերտ միացումը: յեթե բոլաը թուլանում է անցքի մեջ, բաժական և մի փոքր պտուտակ պտուտամերը: Այս տեսակ բոլաները կոչվում են պրիզմային բոլաներ: Կոնի թեքվածքն անում են մոտ $\frac{1}{20}$:

Զգվող յերկու դեպքերի միացումը կարելի չէ այնպես անել, վոր բռնվածքը կրեն իրենք, դեպքերը, առանց բոլաի



ՊՃ. 79

ՊՃ. 80

մասնակցության: Բոլաների բռնաթափման այս տեսակի որինակցույց է տված 80-րդ գծագրում, վորտեղ դեպքերի յերևույթներն իրենց վրա յեն վերցնում այն ույժերը, վորոնք ձգտում են մի գետալը մյուսի վերաբերմամբ տեղափոխել շոշափման մակերևվութով:

Այժմ անցնենք նորմալ պատումների, բուրի գլխիկի և շայ-
քի ամենագլխավոր չափերը վորոշելուն:

Հիմնական ձևափոխությունը, վորին յենթարկվում և ձգող
բուրի (կամ պտուտների) փորակը, դա փորակի կարումն և փո-
րակի հիմքի մոտ^{*)}: Այս պատմանով պտուտների բարձրու-
թյունն առաջին հերթին պետք և վորոշվի այնպես, վոր տվյալ
բարձրության պտուտների մեջ գտնվող ամբողջ փորակի հիմքը
բավականաչափ ամուր լինի կարումի դեմ: Յեթև պտուտների
բարձրությունը նշանակենք h , իսկ բուրի ներքին տրամագիծը՝
 d_h , ապա յեռանկյուն փորակի դեպքում կարումին գիմարող
մակերեսը կկազմի $\pi d_h h$ և մենք կստանանք հետևյալ հավասարումը՝

$$P = \pi d_h \cdot h \cdot k_4,$$

վորակող P -ն ձգող (կամ սեղմող) ուժն և, իսկ k_4 -ը՝ կարումի
թուլասարելի լարումը:

Մյուս կողմից, նույն P ուժը ձգում և բուրի ձողը: Նշա-
նակելով ձգման թուլասարելի լարումը k_2 , ստանում ենք՝

$$P = \frac{\pi d_h^2}{4} \cdot k_2,$$

Յեղնելով այն պայմանից, վոր բուրը նույն ամբուրյունն
ունենա այս յերկու դեֆորմացիաների ժամանակ, կստանանք՝

$$\pi \cdot d_h \cdot h \cdot k_4 = \frac{\pi d_h^2}{4} \cdot k_2,$$

Յեթև ընդունենք յերկաթի համար, ինչպես ասված և վե-
րևում, վոր $k_4 = 0,75 k_2$, ապա հավասարումը կառ՝

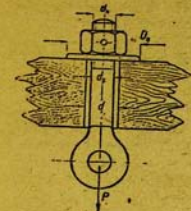
$$h = 0,33 d_h \approx 0,3 \text{ մարտ}$$

Սակայն պտուտների այս բարձրությունը չի բավարարում
ամբուրյան պայմաններին, վորովհետև, նախ, բացի կարումից
պետք և նկատի առնել և փորակի ճվումը և, յերկրորդ, բարձրու-
թյան վորոշումը հիմնված և այն յենթադրության վրա, թե P
ուժը հավասարապես և բաշխված վիճառային փորակի բուր

^{*)} Դիչ համոտված և, վոր պտուտների փորակը կարվի, վորովհետև
այս դեպքում կարումի մակերեսն ավելի մեծ և (յեթև, ի հարկե, բուրի և պե-
տուտների նյութը նույնն և):

4. Ի՞նչ ամենագլխավոր ձևափոխություններն յեն յենթարկվում 78, 79 և 80-րդ դժագրքերի բոլոր, պտուտամերը և շայրը:

Ուրիմակ 43. Փայտյա չորսուսի միջից անցնելու և կացրած մի բոլոր (գծ. 81), վորի ներքևի ծայրի գինտի վրա ազդում է հաստատուն մեծության՝ ձգող $P = 3200$ կգ ուժը: Վորոշել յերկաթի, վորից պետք է պատրաստել բոլորը, d_0 անհրաժեշտ տրամագիծը և շայրի D_0 տրամագիծը:



Գծ. 81

Տվյալ կոնստրուկցիայի բոլորը պատկանում է չլարվածների թվին, ուստի արտաքին տրամագիծը կարելի չէ վորոշել ըստ (39) բանաձևի՝

$$P = 3200 = 450 \text{ ձաբա},$$

վորտեղից

$$d_{\text{աբա}} = \sqrt{\frac{3200}{450}} = 2,68 \text{ սմ}:$$

Վրավորտի սխառեմում մոտակա մեծ տրամագիծն է $d_{\text{աբա}} = 1\frac{1}{8} \text{ Ծ } 28,6 \text{ մմ}$: Վորովհետև այս կոնստրուկցիայում բոլորի ձողը չի մշակվում, ապա վերցնում ենք, ինչպես ցույց է տված վերևը, $d_0 = 1,1 d_{\text{աբա}} \text{ Ծ } 32 \text{ մմ}$:

Հաշվենք շայրը: Սրա անցքի տրամագիծը հաժսապար անենք չորսուսի անցքի տրամագծին, այսինքն $d = 1,1 d_0 = 1,1 \cdot 32 \text{ Ծ } 36 \text{ մմ}$: Հաշվային հաժսապարումը կլինի՝

$$P = \frac{\pi}{4} (D_0^2 - d^2) k \epsilon \epsilon_l, \text{ կամ}$$

$$3200 = \frac{\pi}{4} (D_0^2 - 3,6^2) k \epsilon \epsilon_l,$$

Ընդունելով, վոր ստնու՝ հմլումի թույլատրելի լարումը $k \epsilon \epsilon_l = 22 \text{ կգ/սմ}^2$ (յերբ ուժն ուղղահայաց է թելիկներին) և վըճռելով ստացած հաժսապարումը, կստանանք՝

$$D_0 = 14,2 \text{ սմ} = 142 \text{ մմ}:$$

Ուրիմակ 44. 78-րդ գծագրի A և B դետալներին իբար միացնող ձգող ույժը հավասար է $P = 2000$ կգ, Վորոշել, Թե ինչ անհրաժեշտ արամագիծ պետք է ունենա բոլարը, վորպեսզի դետալների շոշափվող մակերևույթում առաջացող շփման ույժը Թույլ չառա դետալներին սահելու մեկը մյուսի վրայով:

Ներկա դեպքում բոլարը կենթարկվի միայն ձգման, վորովհետև նրա ձողը չպետք է շփվի անցքի պատիկներին:

Յեթե շփման վերոհիշյալ ույժը նշանակենք F , ապա հնարավոր սահումի առաջն առնելու համար անհրաժեշտ է, վոր

$$F \geq P.$$

Բոլարը ձգող ույժը նշանակելով Q և շփման գործակիցն ընդունելով $f = 0,2$, մենք ստորին սահմանի համար կստանանք՝

$$0,2 Q = P = 2000 \text{ կգ, վորտեղից}$$

$$Q = \frac{2000}{0,2} = 10\ 000 \text{ կգ,}$$

Կիրառելով (38) բանաձևը, կստանանք անհրաժեշտ արամագիծը՝

$$d_{\text{բար}} = \sqrt{\frac{Q}{300}} = \sqrt{\frac{10\ 000}{300}} = 5,8 \text{ սմ.}$$

Ուրիմակ 45. Դադգյաչի B պլանշայրը հազցրած է շղինդիի A Փլանեցին և ամրացրած է 8 հայր 1"-անոց բոլտերով, վորոնք զետեղված են առանցքից $\frac{d}{2} = 200$ մմ հեռավորության վրա: Վորոշել կորուսի լարումը բոլտերի մեջ, յեթե վորոքող մաքսիմալ մոմենտը $M_d = 160\ 000$ կգ սմ (գծ. 82):

Բոլտերը կտրող ույժը՝

$$P = \frac{M_d}{\frac{d}{2}} = \frac{160\ 000}{20} = 8000 \text{ կգ.}$$

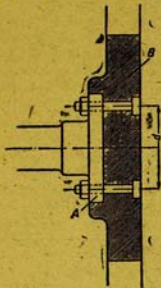
Ամեն մի բոլորին հետևապես հասնում է $\frac{8000}{8} = 1000$ կգ
ուշ, և կարումի լարումը կլինի՝

$$s = \frac{1000}{\pi d^3} = \frac{1000}{\pi \cdot 2,5^3} = 204 \text{ կգ/սմ}^3$$

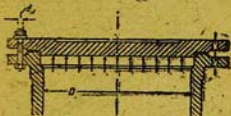
Ուրիմակ 46. Վերոշել շոգեղանի կափարիչն ամրացնող բոլորի ահհրամեշտ տրամագիծը, յեթե զլանի տրամագիծը $D=350$ մմ, իսկ աշխատանքային ամենամեծ հնչումը զլանի մեջ $p=13$ մթն (գծ. 83)։

Շոգու հնչման ուշքը կափարիչի վրա (զանց առնելով զլանի տրամագիծի՝ մի փոքր մեծացումը կափարիչի մոտ) կազմում է՝

$$p = \frac{\pi D^3}{4} = 13 \cdot \frac{3,14 \cdot 35^3}{4} = 12506 \text{ կգ,}$$



ԳՃ. 82



ԳՃ. 83

Բոլորերի թիվը վերոշվում է հետևյալ եմպիրիկ բանաձևի միջոցով՝

$$n = \frac{1}{8} D + 4,$$

վորտեզ D -ն զլանի ներքին տրամագիծն է մմ-ներով, ընդամին n -ը վերցնում են զույգ թիվ. ստանում ենք, վոր բոլորերի թիվը $n=10$ ։

Յուրաքանչյուր բոլորին հասնող բեռնվածքը՝

$$P = \frac{12506}{10} = 1250 \text{ կգ,}$$

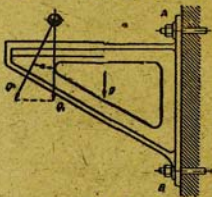
հիբրառեկով (42) բանաձևը, ստանում ենք՝

$$d_{\text{բա}} = \sqrt{\frac{P}{170}} = \sqrt{\frac{1250}{170}} = 2,72 \text{ սմ},$$

Ըստ Վիտվորտի աղյուսակի վերցնում ենք մոտակա արամագիծը՝ $d_{\text{բա}} = 1\frac{1}{8}$ ՝

Ուրեմն 47. հրոնշտեյնը, վորի սեփական կշիռն է g և վորն իր վրա կրում է Q բեռնվածքը, ամրացրած է պատին A և B բոլակների միջոցով (գծ. 84)։

Q ույժի և g կշռի ազդեցության տակ կրոնշտեյնը ձգւում է պտտվել ներքևի B բոլակի շուրջը։ Այդ ույժերի մոմենտների գումարը A կետի վերաբերմամբ յեթե բաժանենք A և B բոլակների հեռավորության վրա, կստանանք այն ույժը, վոր ձգւում է A բոլակը։ Այսպիսով, բացի ձգման լարումից, վոր ստացվում է բոլակի ձողի մեջ նախնական ձգույթի հետեանցով, նրա մեջ առաջանում է լրացուցիչ լարում Q և g ույժերի ազդեցության



24. 84.

շնորհիվ Q ույժի ուղղածիզ թաղաղբիչը՝ $Q_1 = Q \cdot \cos \alpha$ ձգւում է շարժել կրոնշտեյնը պատի վրայով դեպի ներքև. այդ ույժը կարելի չէ կամ ամբողջովին հավասարակշռել կրոնշտեյնի և պատի միջև առաջացող շփման ույժով, կամ մասամբ՝ բոլակների հակազդումներով։ Առաջին դեպքում բոլակները պետք է ուժեղ ձգույթով զրկած լինեն, յերկրորդ դեպքում

նրանք կենթարկվեն կտրումի ձևափոխման։ Յերկու դեպքումն էլ բոլակ արամագիծը կստացվի ավելի մեծ, քան այն դեպքում, յեթե կրոնշտեյնը ներքևում ունի վոստիկ,*) վորը պինդ ամրացրած լինելով պատի մեջ, իր վրա յե ընդունում Q_1 ույժը և կբարդ ույժերից բեռնաթափ անում բոլակը։

§ 40. ԳԱՄԱՅԻՆ ՄԻԱՑՈՒՄՆԵՐ. Դեաալների միացման համար բացի բոլակներից գործ են անվում և զամեր, վորոնք,

*) Տե՛ս 1 մաս, § 61, գծ. 163.

ի տարբերությունն բուսերի տված քանդովի միացումներից, տալիս են լքանդովի կամ խուլ միացումներ, վորովհետև այս դեպքում դետալներն իրարից բաժանել կարելի չեն միայն նրանց միացնող դամերը քայքայելուց հետո:

Գամելու համար պատրաստ դամք (գծ. 85) բաղկացած է զլխիկից և ձողից, վորի ծայրին տված է կոնի ձև, վորպեսզի հեշտ լինի դամն անցքի մեջ դնելը: Զողի յերկարությունն ամենից առաջ կախված է, ի հարկե միացվող դետալների ընդհանուր հաստությունից, ապա՝ ալպակա կոշվող փակող զլխիկի ձևից: Փակժող զլխիկը գամելու ժամանակ կազմակերպվում է ձողի դուրս բնկած մասից: Այդ մասի x յերկարությունը, նայելով զլխիկի ձևին, կազմում է՝



Գծ. 85.

$$x = (1,3 - 1,7) d \quad (48)$$

վորակի d -ն դամի տրամագիծն է:

Ինչ վերաբերում է դամի l յերկարությանը յերկու զլխիկների միջև, ապա պարզած է, վոր քանի մեծանում է այդ յերկարությունը, այնքան թուլանում է դամային միացումը: Այդ պատճառով ամենահարմարն են համարում հետևյալ առնչությունը՝

$$l = (1 - 3) d \quad (49)$$

և իբրև սահման՝

$$l \leq 5 d \quad (50)$$

բայց համենայն դեպս վոչ ավելի 130 մմ-ից:

Գամերը պատրաստում են նույն նյութից, ինչ վոր միացվող դետալները, միայն ավելի լավ տեսակից: որինակ յերկարությամբ դետալների համար դամեր պատրաստում են լավ վորակի յերկաթից և միաձույլ, մանրահատիկ կազմություն ունեցող փափուկ պողպատից, վորոնց ժամանակավոր դիմադրությունը խզումին կազմում է 3300-ից մինչև 4500 կգ/սմ² և վորոնք բարձր հարաբերական յերկարացում ունեն (վոչ պակաս

22—30°/0-ից, նայելով տեսակներին) համապատասխանաբար կար-
մի՞ր պղնձի համար՝ 2200 կգ/մ³ և 35°/0 *):

Գամերը պող վիճակում գտնուում են միայն վոչ պատասխա-
նատու դեռալներ միացնելու և փոքր տրամագծի (մինչև 9,5 մմ)
գամերի դեպքում: Մեծ տրագմագծերի դեպքում կիրառում են
տաք գամում: սա կայանում և նրանում, վոր գամը տաքացնում
են մինչև բաց-կարմիր կամ սպիտակ շիկուլթյուն (նայած նյութի
հատկություններին), վորի շնորհիվ նա դառնում և պլաստիկ և
հեշտությամբ ընդունում և ցանկալի ձևը: Փակող գլխիկը կազ-
մակերպում են առանձին զրոշմիչ զործիքի ռզնությամբ (ՕՃ-
ЖИМКА), վորն ունի կազմակերպվող գլխիկին համապատասխան
խորշ: Աշխատանքը կատարվում և կամ ձեռքով, կամ առանձին
պնկմատիկ մուրճերով և կամ հատուկ՝ մեծ տրտադրականություն
ունեցող գամային մեքենաներով:

Տաք գամումի ժամանակ ձողը, պողելով, կարճանում և ա-
ռանցքի ուղղությամբ և այս հանգամանքը նպաստում և միաց-
վող մասերի իրար ամուր հպվելուն: Ինչպես հետևում և վերեն
ասածից, այդ ժամանակ նյութի մեջ առաջանում են ձգող լա-
բուլներ, նման այն լաբուլներին, վորոնք առաջանում են բուլի
ձողի մեջ նախնական ձգուլթի շնորհիվ **):

Գամի ձևը, վոր հաստատել և ԱՊՁ-յին կից Ստանդարտի-
զացիայի Կոմիտեն (ОСТ), ցույց և տրված 86-րդ գծագրում:
Գլխիկը գնդի մի սեզմենտ և ներկայաց-
նում: գլխիկից դեպի ձողիկն անցումն ա-
րած և սահուն կերպով, վորոշ շառավղի
կոլորացումով: սրան համապատասխան ել
գամի անցքը ծայրի մոտ զննկում են (լայ-
նացնում են՝ հատուկ զործիքով), ինչպես
ցույց և տրված 87-րդ գծագրում:

Միացվող թերթերի մեջ գամային անց-
քեր կազմելու համար թերթերը կամ ծա-
կատում են (пробивать) և կամ շաղափում:

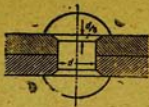


Ճ. 86.

*) Գամային միացումները սովորաբար չառ պատասխանատու գեր են կա-
տարում, այդ պատճառով այն նյութը, վորից պատրաստում են գամը, յեն-
թարկվում և մի շարք այլ փորձարկումների:

**) Սակայն անհրճմեղա և, վոր փակող գլխիկի կազմակերպման զրո-
ցեանի վերջնալու մոմենտին գլխիկն արդեն խավարած լինի. հակառակ դեպ-
քում ձողի հետագա պողպցման ժամանակ գլխիկը, վոր թաքել և պլաստի-
վիկակում, կենթարկվի զեֆորմացիայի, մի հանգամանք, վոր վառ կանգրակ
դառնա միացման տեղություն և սերտություն վրա:

Առաջինն այն պակասությունն ունի, վոր ծակատած մետաղն անցքի մոտերը դառնում է կարծր և փխրուն, բացի այդ անցքն ել կոնաձև է ստացվում. այնինչ շաղափած մետաղի ստրուկտուրան չի փոխվում, անցքի մակերևույթն ել ստացվում է զլանաձև և վողորկ: Յերբեմն կիրառում են խառն ձև—նախ ծակատում են, բայց ծակատման տրամագիծը վերցնում են մոտ 5 մմ հարկավորից պակաս, և ապա շաղափելով հեռացնում են ծակատումով փչացած մետաղը:



Պ. 37.

Ամենից շատ զործածվող գլխիկի ձևը ցույց է տրված 86-րդ գծագրում: Բայց վորոշ դեպքերում կարիք է լինում զործածել



Պ. 38.

այլ ձևի գլխիկներով զամեր. այսպես 88-րդ գծագրում ցույց են տրված յերկու գլխիկներ, վորոնցից վերինը կոչվում է գաղտնի, իսկ ներքինը՝ կիսագաղտնի, և դործ են անվում այն դեպքերում, յերբ վորևե պատճառով ցանկալի չէ ունենալ դուրս ընկած գլխիկ: Գաղտնի կամ կիսագաղտնի գլխիկի անցքը, պարզ և, խիստ թուլացնում է զամվող դետալները:

Գրքիս I a, b, c, d, e, f և g հավելվածում տրված են դանադան ձևի գլխիկներ ունեցող զամերի նորմալ չափերն ըստ համամիութենական ստանդարտի:

Նայելով, թե ինչ նպատակի յեն ծառայում զամային միացումները, տարբերում են յերեք տեսակ միացումներ:

Վորոշ դեպքերում զամային միացումը պետք է դիմադրե միացվող դետալների վրա ազդող ուժերին. այս դեպքում նա կոչվում է ամուր միացում: Այս տեսակ են վանդակաձև ֆերմի ելեմենտների միացումը, զամած հեծանները, սյուները և այլն:

Այլ դեպքերում զամային միացմանն առաջադրած հիմնական պահանջն այն է, վոր նս դուրս չանցկացնե անոթի մեջ պարունակվող հեղուկը կամ գազը, այնինչ միացումների վրա զործող ուժերը համեմատաբար չնչին են: Այսպես են զանազան ուղեկրվուարները: Գամային համապատասխան միացումը լուծվում է սերտ միացում:

Գամային միացումներ, վերջապես, կիրառում են և այն դեպքերում, յերբ միացումները պետք է բավարարեն թե ամուր-

թյան և թե սերտության պահանջներին, որինպէ, շոգեկաթսայում, վորտեղ դամալին կարը պետք և լինի բազմականաչափ ամուր, վոր դիմադրե շոգու ճնշման ազդեցության տակ իր մեջ առաջացող լարումներին, և բազմականաչափ սերտ, վորպեսզի կարի միջով շանցնի շոգին կամ ջուրը: Այս տեսակ միացումը կոչվում և ամուր-սերտ միացում:

Ակներե և, վոր դամալին միացումների զանազան տեսակներին պետք և համապատասխանեն և զանազան հաշվային համասարումներ՝ նրանց ամուր չափերը վորոշելու համար: Սակայն ճիշտ հաշվումը վերին աստիճանի դժվար և, այդ պատճառով առնում են մոտավոր հաշվումներ, վորոնք գլխավորապես հիմնված են փորձերի վրա: Առանձնապես դա վերաբերում և սերտ և ամուր-սերտ միացումներին, այն պատճառով, վոր անհնար և ճիշտ սահմանել այն չափերը, վորոնք ապահովում են միացման սերտությունը:

Մինչև վերջին ժամանակներս գլխիկներն անում էին տարբեր ձևերի, նայելով միացման փափկ. այսպէս, ամուր միացումների համար գործ էին ածում գլխիկներ, վորոնք ավելի փոքր լայնություն ունեն հիմքի մոտ, քան ամուր-սերտ միացումների մեջ, վորովհետև յնթադրում էին, վոր ավելի լայն հիմքն ավելի լավ և ապահովում կարի սերտությունը: Սակայն պարզվեց, վոր դա այնքան ել ճիշտ չէ, այդ պատճառով Ստան-

դարտիզացիայի կոմիտեյի հաստատած ստանդարտների մեջ ընդր տեսակի միացումների համար ընդունած և միևնույն ձևի կիսակոնոս գլխիկ:

Գամալին միացումների մեջ սերտությունն ապահովում են մի հատուկ լրացուցիչ գործողությամբ, վոր կոչվում և

հպում—հպան (чеканка) գործիքի ոգնությամբ, (վոր արտաքինով հիշեցնում և ըթաքրած սայրով դուրը) խտացնում են գլխիկի և զետալի շոշափման մակերևույթը:

Հարցեր.

1. Ինչձե տաք դամումը տալիս և ավելի սերտ միացում, քան պաղ դամումը:

3. Թերթերը գտնվում պատրաստելու համար վեր միջոցն և տվելի լամպի ծախսովը թե շաղափելը, Խնչձւ:

3. Խնչ տեսակ գամային միացումներ կան և նրանցից յուրաքանչյուրին թնչ պահանջներ են առաջադրվում:

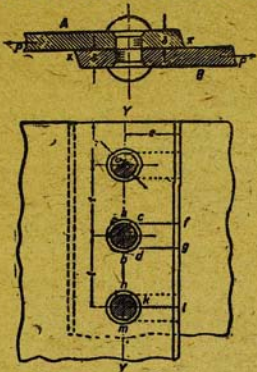
§ 41. ԳԱՄԱՅԻՆ ՄԻԱՑՈՒՄՆԵՐԻ ՀԱՇՎՈՒՄԸ. Գամային գանազան տեսակ միացումներն իրարից տարբերվում են գամերի գառավորման և գործող ույժերին դիմադրելու բնույթի յիզանակով: Ծանոթանանք այդ տեսակների հետ, սկսելով պարզագույն գեղքերից:

1. ՅՕ-րդ գծագրում պատկերված և միաշար գամային կար մակածածկումով, Իրար հավասար և հակադիր ուղղված P ույժերի ազդեցության տակ յերկու թերթերն ել ձգտում են շոշափման չհարթությամբ շարժվել մեկը մյուսի վերաբերմամբ: Հաշվի չառնելով այդ հարթության մեջ յեղող շփման ույժը, համարենք, վոր P ույժը լիովին կերպով ընդունում են գամերը: Այսպիսով P ույժի ազդեցության տակ գամային միացման մեջ առաջանում են հետևյալ ձևափոխությունները (յեթե գանց առնենք աննշան մոմենտը, վոր տալիս և P , P ույժազույգը):

ա) բոլոր գամերի կտրում xx հարթության վրա գանվող լայնակի հատանքով:

բ) ճմլում գամի ձողի և ամեն մի թերթի անցքի պատիկի միջև:

գ) Թերթի կտրում բոլոր af և bg հարթություններով, վորոնք P ույժի ուղղությամբ շոշափող են գամի ձողին:



Ն. Բ.

դ) Թերթի խզում գամերով թուլացած վառնդավոր YY հա-
տանքում:

Այս չորս ձևափոխություններին համապատասխան մենք
պետք է ունենանք հաջվային չորս հավասարում: Ընդունենք հե-
տևյալ նշանակումները.

n — գամերի թիվը մի շարքում,

d — գամի ձողի տրամագիծը,

ծ — գամելի Թերթերի հաստությունը,

t — գամային կարի քայլը, այսինքն հարևան յերկու գա-
մերի առանցքների հեռավորությունը,

e₁ — վերջին գամի առանցքի հեռավորությունը Թերթի յեղ-
րից կարի ուղղությամբ,

e — գամի առանցքի հեռավորությունը Թերթի յեղրից P ույ-
թի ուղղությամբ,

k₁ — Թերթի նյութի խզման թույլատրելի լարումը,

k₂ — Թերթի նյութի կտրումի թույլատրելի լարումը,

k₃ — գամի նյութի կտրումի թույլատրելի լարումը և

k₄ — գամի ու առանցքի պատիկի միջև նման թույլատրելի
լարումը:

Ընդունելով, վոր P ույթը հավասարապես և ազդում բոլոր
գամերի վրա և, յեղնելով այն պայմանից, վոր կարի ամբու-
թյունը հավասարապես ապահովված լինի թվարկած բոլոր դե-
ֆորմացիաների կողմից, մենք կստանանք ամբության հետևյալ
հավասարումները՝

$$\frac{P}{n} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot k_4 \quad (51)$$

$$\frac{P}{n} = d \cdot \delta \cdot k_2 \quad (52)$$

Ընդամին ընդունած և, վոր նման լարումը հավասարաչափ և
հասավորված գամի և Թերթի չոչափման մակերևույթի վրա:

Ապա՝

$$\frac{P}{n} = 2 \cdot af \cdot \delta \cdot k_4 = 2e \cdot \delta \cdot k_4 ,$$

Նկատի առնելով, վոր Թերթի ձևափոխությունը այս առ-
դում ավելի բարդ բնույթ ունի, ամբությունն ապահովելու նպա-

տակով հաշվի չեն առնում ac և bd մակերեսները, ուստի հավասարումը կընդունի այս ձևը՝

$$\frac{P}{n} = 2 \left(e - \frac{d}{2} \right) \delta \cdot k_4 \quad (53)$$

Յեղ վերջապես՝

$$\frac{P}{n} = bh \cdot \delta \cdot k_4$$

կամ

$$\frac{P}{n} = (t - d) \delta \cdot k_4 \quad (54)$$

Այս չորս հավասարումներից կարելի չե արտածել քննարկվող դամալին կարի հիմնական առնչությունները:

Միասեղ վճռելով (51) և (52) հավասարումները, ստանում ենք՝

$$\frac{d}{\delta} = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{k_6}{k_4} \quad (55)$$

Գամալին միացումների համար գործածվող նյութերի ժուրնական հետադուռությունները ցույց են տվել, զոր $\frac{k_6}{k_4}$ հարաբերությունը տատանվում է 1,25-ից մինչև 2,2, ընդ մին կարելի չե ընդունել, զոր $k'_4 = k_4$, վորովհետև դամբը պարաստելու համար վերցնում են բարձր զորակի նյութ: Տեղադրելով (55) հավասարման մեջ $\frac{k_6}{k_4} = 1,25-2,2$, կստանանք՝

$$\frac{d}{\delta} = 1,6\text{-ից մինչև } 2,8,$$

Կարելի չե ընդունել, զոր $\frac{d}{\delta} = 1,5\text{-ից մինչև } 2,5,$

Գործնականում ամենից հաճախ վերցնում են՝

$$\frac{d}{\delta} = 2 \quad (56)$$

Յեթե դամվող յերկու թերթերը տարբեր հաստություններ ունեն, ապա δ -ի համար պետք է վերցնել բարակ թերթի հաստությունը:

Հավասարեցնելով իրար (51) և (54) հավասարումներին աջ մասերը, կստանանք՝

$$\frac{\pi d^3}{4} \cdot k'_4 = (t-d) \delta \cdot k_k,$$

Ընդունելով, վոր $k'_4 = k_k$, կստանանք՝

$$t = \left(\frac{\pi d}{4\delta} + 1 \right) d \quad (57)$$

$$\text{Յեթե } \frac{d}{\delta} = 2, \text{ ապա՝}$$

$$\frac{t}{d} = \frac{\pi}{4} \cdot 2 + 1 = 2,57,$$

Սովորաբար ընդունում են՝

$$\frac{t}{d} = 3 \quad (58)$$

Յեթե $\frac{d}{\delta}$ հարաբերության թվական մեծությունն այլ է, ապա այլ կստացվի և քայլի հարաբերությունը արամագծին, բայց դամելու զործողությունը կատարելու հնարավորություն ունենալու և բեռնվածքը բոլոր դամների միջև հավասարապես բաշխելու նկատառումով ընդունում են՝

$$2d + 1 \text{ սմ} \leq t \leq 5d \quad (59)$$

Միատեղ ղեկելով (51) և (53) հավասարումները և ընդունելով, վոր $k'_4 = 0,8 k'_k$ և $\frac{d}{\delta} = 2$, ստանում ենք՝

$$\frac{e}{d} \approx 1,6 \quad (60)$$

Գամի առանցքի հեռավորությունը թերթի յեղրից այս հարաբերությամբ ընդունում են կարի ուղղությամբ ($e_1 = 1,5d$), իսկ P ույթի ուղղությամբ այդ հեռավորությունը յերբեմն մեծացնում են մինչև $e = 2d$, նույն իսկ մինչև $e = 2,5d$, յեթե անցքերը վոչ թե շաղափած, այլ ծակառած են:

Անցքերի շնորհիվ թերթի ամրությունը թուլանում և հետևյալ հարաբերությամբ՝

$$\varphi = \frac{(t-d)\delta \cdot k_4}{\delta \cdot t \cdot k_4} = \frac{t-d}{t} \quad (61)$$

Այս հարաբերությունը, վոր ցույց և տալիս, թե թերթի թուլատրելի բեռնվածքը վոր մասն և կազմում այն բեռնվածքի, վորը կարող եր կրել թերթը, յեթե նա թուլացած չլիներ գամային անցքերով, կոչվում և կարի ամրության գործակից, վորքան մոտ և այս գործակիցի արժեքը 1-ին, այնքան հաջող և հաշված կարը։ Տեղադրելով $\varphi = \frac{t}{d} - 1$

$$\frac{t}{d} - 1 = \frac{t}{d} \text{ արտահայտության մեջ } \frac{t}{d} - 1$$

արժեքը (57) հավասարումից, կստանանք $\varphi = 0,62$

$$\left(\frac{d}{\delta} = 2 - \text{ի համար} \right)$$

Սերտ կարերի հաշվումի ժամանակ ընդունում են՝

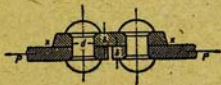
$$d = \delta + 8 \text{ մմ} \quad (62)$$

Համապատասխանորեն քայլի մեծությունն ստանում ենք (57) բանաձևից՝

$$t = (\delta + 8) \left[\frac{\pi}{4\delta} (\delta + 8) + 1 \right], \quad (63)$$

իսկ e -ն վերցնում են հավասար 1,5 d -ի։

II. 91-րդ գծագրում պատկերված և մեկ վերադիրով կարը, վորովհետե գամերի յուրաքանչյուր շարք կարի ուղղությամբ յենթաբևեռվում և P ույթի ազդեցությամբ, ապա այս կարը հաշվումի տեսակետից սիալար և, ինչպես վերևը նոր քըննարկած ախպը, այդ պատճառով այս դեպքի համար լիովին կիրառելի յեն միաշար կարի համար ստացված առնչությունները։ Վերադիրի հաստությունը կամ հավասար են անում գամե-

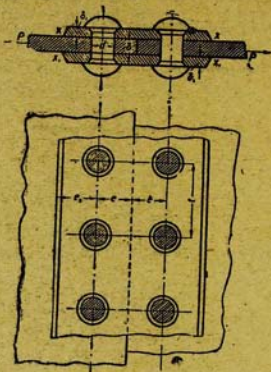


ՊՃ. 9

ի Թերթերի հաստութիւնը և կեւմայդ հաստութիւնը $\frac{1}{8}$ -ով ավելի, այսինքն՝

$$\delta_1 = \left(1 - 1 \frac{1}{8}\right) \delta,$$

III. Նախորդ յերկու տիպերի մեջ դասերը յենթարկւում են կարումի միայն մի՝ XX հարթութիւն վրա գտնվող հաստնքով



ՊՃ. 93

այդ պատճառով եւ այդ կարերը կաշվում են միահատու 92-րդ դեպքում ցույց և ավան յերկու վերադիրով կար, վորը յերկնատ և, վորովհետեւ յուրաքանչյուր դամ յենթարկւում և կարումի ձեւափոխութիւն յերկու հարթութիւններում՝ XX և X_1X_1 ։

Այս դեպքը միահատ կարից տարբերվում և նրանով, վոր դամի՝ կարումի ձեւափոխութիւն յենթակա մակերեսը կազմում և $2 \cdot \frac{\pi d^3}{4}$ ։ Բացի այդ՝ վերադիրներն եւ կենթարկվեն նույն ձեւափոխութիւն, ինչ վոր Թերթերը։

Կազմելով հաճախություններ, նման (51) և (54) հաճախումներին, և վճռելով, կտանաք՝

$$t = \left(\frac{\pi d}{2\delta} + 1 \right) d \quad (65)$$

Դամի տրամագծի հարաբերությունը թերթի հաստությանը վերցնում են՝

$$\frac{d}{\delta} = 1,5 \quad (66)$$

վորի համապատասխան՝

$$\frac{t}{d} = 3,35 \quad (67)$$

Ապա՝

$$\frac{e}{d} = 2 \quad (68)$$

Կաթսային կարերի համար ընդունում են՝

$$d = \delta + 7 \text{ մմ} \quad (69)$$

Հետևապես քայլի մեծությունը կորոշվի (51) բանաձևից և կլինի՝

$$t = (\delta + 7) \left[\frac{\pi}{2\delta} (\delta + 7) + 1 \right] \quad (70)$$

Վերադիմելով δ , հաստությունն առնում են հաճախար $\left(\frac{5}{8} - \frac{2}{3} \right) \delta$ և

$$\frac{e}{d} = 1,5 \quad (71)$$

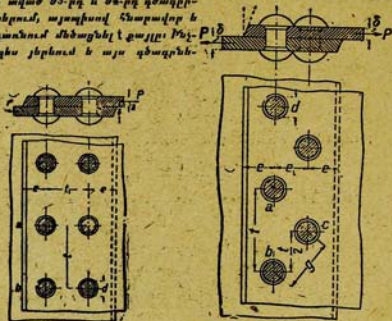
Դամի առանցքի հեռավորությունը վերադիմելու յեզրից վերջում և հետևյալ հարաբերությունից՝

$$\frac{e_0}{\delta} = 1,35 \quad (72)$$

IV. Բաժանելով (61) հավասարման աջ մասի համարիչը և հայտարարը 1-ի վրա, մենք կարի ամբողջան գործակցի համար կստանանք հետևյալ արտահայտությունը՝

$$\varphi = 1 - \frac{d}{t},$$

Սրանից հետևում է, վոր այս գործակիցն այնքան մեծ կլինի, վորքան մեծ է t քայլը: Քայլի մեծացումը, սակայն, վորքանցում է կարի սերտությունը, այդ պատճառով հաճախ գործ են ածում յերկար կար, վորի մեջ դամբրը կարի ուղղությամբ դասավորված են զուգահեռական յերկու շարքով, ինչպես ցույց է տված 93-րդ և 94-րդ դժագրուներում, այսպիսով հնարավոր է դառնում մեծացնել t քայլը: Ինչպես յերևում է այս դժագրուներ-

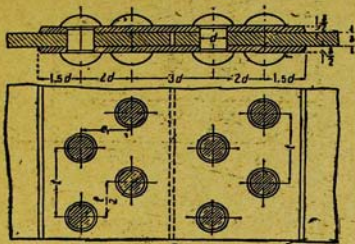


93. 93

94. 94

րից, դամբրը դասավորված են տարբեր կերպով—տաղիներում նրանք կազմում են կարին ուղղահայաց զուգահեռ շարքեր, իսկ յերկրորդում նրանք դասավորված են շախմատային կարգով: Պամերի դասավորման այս վերջին յեղանակն ավելի նպաստավոր է լարումների բաղխման տեսակետից, ուստի և զլիսավորապես այդ յեղանակն է կիրառվում:

Այս տեսակ միացումների մեջ կարը միահատելի 95-րդ դժագրումը պատկերված՝ յերկու վերադիրներով կարը յերկհատելի Յերբեմն կիրառվում են կարեր, վորոնց մեջ դամերի շարքերի թիֆը ազելի մեծ է:



Գծ. 95

Հ ա Ր Գ Ն Ր

1. Խնչ ձևափոխություն են յենթարկվում դամի ձողը և թերթը:

2. Խնչ տեսակետից յերկհատ կարն ազելի ձեռնատու յե, քան միահատը:

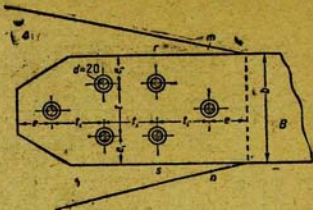
Ուրեմակ 48. Պետք է A թերթին*) դամել մակածածկումով ֆերմի B շեղմույթը (գծ. 96), վորը ձգվում է $P=15000$ կգ ույժով և վորի հաստությունն է $\delta=10$ մմ: Վորոշել թերթի անհրաժեշտ հաստությունը և հաշվել դամային կարը:

Շեղմույթի կենդանի հատումը, այսինքն նրա լայնակի հատանքի մակերեսը, ի բաց առյալ դամերի անցքերի մակերեսը, կազմում է (ընդունելով, վոր ձգման թույլատրելի լարումը $k_a = 1000$ կգ/սմ²).

$$F_{\text{հատում}} = \frac{P}{k_a} = \frac{15000}{1000} = 15 \text{ սմ}^2.$$

*) Այս տեսակ թերթը, վոր ծառայում է ֆերմի ելմաններն իրար միացնելու համար, կաշվում է Հաստեցային (կեպուր) թերթ, կամ ուղղակի Հաստեցակ:

Վերցնելով, զոր դամի տրամագծի և շեղմույթի հաստա-
թյան հարաբերությունը՝ $\frac{d}{\delta} = 2$, մենք կստանանք դամի տրա-



Պատկեր 26

մագիծը՝ $d = 2\delta = 20$ մմ = 2 սմ, Գամերի անհրաժեշտ թիվը կըվո-
րոշվի միաժամ կարի հավասարումից՝

$$\frac{\pi d^3}{4} \cdot k' \cdot n = P,$$

Ընդունելով, զոր $k' = 0,8$ $k' = 800$ կգ/սմ³ և տեղադրելով
 $\frac{\pi d^3}{4} = \frac{\pi \cdot 4}{4} = 3,14$ սմ³, կստանանք՝

$$n = \frac{15000}{3,14 \cdot 800} = 6,$$

Ստուգենք գամերի ամրությունը ճնշումի կողմից՝

$$d\delta \cdot k \cdot n = P,$$

Ընդունելով, զոր $k = 1,5$ $k = 1500$ կգ/սմ³, ստանում ենք՝

$$n = \frac{P}{d \cdot \delta \cdot k} = \frac{15000}{2 \cdot 1 \cdot 1500} = 5,$$

Ինչպես տեսնում ենք, գամերի ամրությունը ճնշումի կող-
մից ապահովված է:

Գամերը դասավորենք չորս շարքում, վերցնելով առաջին և
վերջին շարքերում մեկական դամ: Ուն հատման մակերեսը,
ներառյալ և մեկ անցքի մակերեսը, կկազմի՝

$$F_{բրուտո} = F_{նետո} + d \cdot \delta = 15 + 2 = 17 \text{ սմ}^2,$$

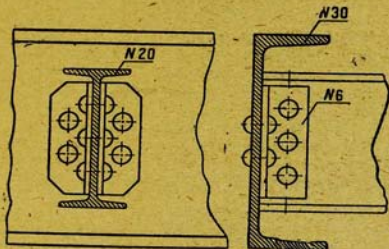
Նկատի առնելով, զոր շեղմույթի հաստութունը $\delta = 1 \text{ սմ}$, նրա լայնութունը կլինի՝ $b = \frac{17}{1} = 17 \text{ սմ} = 170 \text{ մմ}$ ։

Ստուգենք շեղմույթի իՑ հատանքը։

Ընդունելով, զոր բեռնվածքը հավասարապես և բաշխվում բոլոր դամբերի միջև, կունենանք, զոր յուրաքանչյուր դամ ընդունում է իր վրա մոտ 2500 կգ ուշտ. հետևապես իՑ հատանքը ձգվում է $15000 - 2500 = 12500 \text{ կգ}$ ուշտով և լարումն այդ հատանքում կկազմի $t = \frac{12500}{17 - 2 \cdot 2 \cdot 1} = 962 \text{ կգ/սմ}^2$, զոր փոքր է թույլատրելի լարումից։ Մնացած հատանքները, պարզ է, ավելի քիչ են լարված։

Կարի նախերը վերցնում ենք հետևյալները՝ $t = 4d = 80 \text{ մմ}$, $e_1 = 1,5d = 30 \text{ մմ}$, $t_1 = 0,8t = 64 \text{ մմ}$, $e = 2d = 40 \text{ մմ}$ ։

Ուրիշակ 49. № 30 պրոֆիլի տալաային յերկաթից (շվեկեր) պատրաստած հեծանին պետք է դամել յերկտավրային № 20



ՉՃ. 97

պրոֆիլի հեծան, զորի ծայրին ազդում է $P = 6500 \text{ կգ}$ բեռնվածքը (գծ. 97)։

Առաջին հեծանի պատիկի հաստութունը՝ $\delta' = 11 \text{ մմ}$, յերկրորդինը՝ $7,5 \text{ մմ}$ ։ Նրանց միացման համար ընտրած է № 6 պրո-

Ֆիլի հավասարակող անկյունակ, վորի պատիկի հաստութունը 8 մմ է: Ինչպես յերևում է գծագրից, անկյունակը շվեյկերի հետ միացնող գամերը միահաս են, իսկ յերկտավրային յերկաթի հետ միացնողները՝ յերկհաս: Գամերի տրամագիծը վերցնում ենք $d = 25 \cdot \frac{52}{20}$ մմ: Միահաս գամերի թիվը վորոշում ենք հետևյալ բանաձևից՝ $6500 = \frac{\pi d^3}{4} \cdot k' \cdot n$ ընդունելով, վոր $k' = 800$ կգ/սմ³, ստանում ենք $n = \frac{6500}{52 \cdot 3}$: Վերցնում ենք նորս գաս՝ յերկտավրի ամեն մի կողմից յերկու հաս: Ակներե ե, վոր կտրումի ձևափոխության տեսակետից բավական կլինե՞ր վերցնել միայն յերկու յերկհաս գամ:

Անկյունակը յերկտավրի հետ միացնող գամերի թիվը վորոշենք, նկատի առնելով նմումի ձևափոխությունը, վորը տեղի կունենա յերկտավրի Ծ՝ 7,5 մմ հաստությամբ՝

$$d \cdot \delta \cdot k \cdot n = 6500,$$

Ընդունելով, վոր $k = 1500$ կգ/սմ³, ստանում ենք՝

$$n = \frac{6500}{2 \cdot 0,75 \cdot 1500} = 3.$$

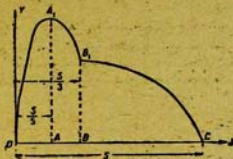
Ակներե ե, վոր այլևս կարիք չկա ստուգման յենթարկելու միահաս գամերի նմումը անկյունակի Ծ = 8 մմ հաստությամբ:

§ 42. ՄԵՏԱՂՆԵՐԻ ԾԱԿԱՏՈՒՄԸ. Կտրումի ձևափոխություն է առաջանում, յերբ մետաղները ծակատու են, կամ կրում մկրատով:

Վորոշելու համար, թե ինչ դիմադրություն է կրում պուանսոնը (ծակատող գլանիկը) ճ հաստությամբ թերթը δ տրամագծով ծակատելու ժամանակ, պետք եր ժամանակավոր դիմադրությունը կտրումին բաժանել անցքի կողային մակերևույթի վրա:

Սակայն իրականում ծակատելու ժամանակ հարցը զգալիորեն բարդանում է նշանով, վոր այդ դիմադրությունը նույնը չի մնում թերթի զանազան խորություններում: ՅՑ-րդ զձադրում ցույց է տված մի դիպքում, վորտեղ արացիաների առանցքի ուղղությամբ վերցրած են պուանսոնի տեղափոխությունները, իսկ որդինատների առանցքի ուղղությամբ՝ պուանսոնի կրած դիմադրությունը: Ինչպես տեսնում ենք, դիմադրությունն առում է քայլի առաջին $\frac{1}{5}$ -րդ մասում, ապա նա արագ ընկնում է

մինչև B_1 կետը, վորից հետո այդ անկումը դանդաղում է: Փոր-
ձը ցույց է տալիս, վոր մետաղը կտրվում է քայլի միայն BC
մասում, վորը կազմում է ամբողջ քայլի $\frac{2}{3}$ -ը, իսկ OB -ի ըն-



ՊՃ. 98.

թացքում աեղի յե դնենում: պուանսոնի խորացումը մետաղի
մարմնի մի կողմից և մետաղի ուսչումը հակառակ կողմից, վո-
րոնց դեռ չի ուղեկցում մետաղի քայքայումը:

Մակաուման ժամանակ ամենամեծ դիմադրությունը կարելի
յե վորոշել հետևյալ բանաձևով՝

$$P = a. s. \sigma \quad (73),$$

վորտեղ a -ն անցքի պարագիծն է, s -ը՝ թերթի հաստությունը
մմ-ներով, իսկ σ -ն՝ ուժը կգ/մմ²-ներով:

Կտրը անցքի դեպքում այդ բանաձևն ընդունում է հե-
տևյալ ձևը՝

$$P = \pi d. s. \sigma \quad (74)$$

Մկրատով կտրելու ժամանակ կտրումի դիմադրությունը՝

$$P = b. s. \sigma \quad (75),$$

վորտեղ b -ն կտրվող թերթի լայնությունն է:

Ջանադան մետաղների համար σ -ի արժեքները հետևյալ-
ներն են—

Փափուկ պողպատի թերթեր՝	$\sigma = 60-70$	կգ/մմ ² .
Կռանվող յերկաթ՝	$\sigma = 40-60$	»
Կարմրաչեկ յերկաթ՝	$\sigma = 12-20$	»
Կարմիր պղնձի թերթեր՝	$\sigma = 25-40$	»

Արիթմակ 50. Վերջինի այն ուշիքը, վոր հարկավոր է գործադրել $3 = 10$ մմ հաստություն ունեցող պողպատե ծակաեղու համար, յեթե անցքի արամագիծը պետք է լինի $d = 20$ մմ,

$$P = \pi \cdot 20 \cdot 10 \cdot 60 = 36780 \text{ կգ.}$$

§ 43. ՎՈՒՈՐՈՒՄՆ ԻՐԻՆՎ ՍԱՀԺԻ ՄԻ ՀԱՏՈՒԿ ՏԵՍԱԿԸ, Վերջնենք մի գլան է սրա կողմնային մակերևույթի վրա, ծնիչների ուղղությամբ, տանենք մի շարք ուղիղներ՝ aa , bb և այլն (գծ. 29). այդ մակերևույթի վրա գծենք նաև յերկու շրջանագծեր՝ առանցքին ուղղահայաց mn և $m_1 n_1$ հաստանքներում:



ԳՃ. 29.

Գլանի մի ծայրն անշարժ ամրացնենք, իսկ մյուս ծայրին կցենք ուշիքի մի գույգ (P, P), վորի բազուկն է a : Այս գույգի ազդեցության տակ գլանը կվորորվի:

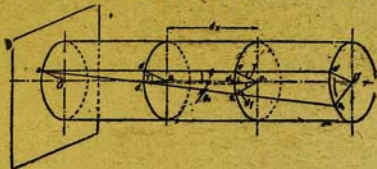
Վորորման ձևափոխությունը արաքուստ կարծաւայովի նրանով, վոր mn և $m_1 n_1$ հաստանքները, Ֆալով հարթ, մինը մյուսի վերաբերմամբ կպատվեն առանցքի շուրջը, իսկ aa , bb , cc և այլն ուղիղները, վորոնք մինչև ձևափոխությունը ուղղահայաց էին լայնակի հաստանքին, թիք դիքը կընդունեն և կդառնան պատահազմեր: Յեթե վերջնենք $defg$ ուղղանկյունը, վոր կազմված է bb և cc ուղիղների և mn ու $m_1 n_1$ շրջանագծերի հատվածներից, կնկատենք, վոր ձևափոխությունից հետո նա շեղվել է և վերածվել $d_1 e_1 f_1 g_1$ զուգահեռագծի:

Մինչև ձևափոխությունը df ուղիղն ուղղահայաց էր mn հաստանքին, ձևափոխությունից հետո նա թեքվում է այդ հա-

տանքի վերաբերմամբ և իր սկզբնական դիրքի հետ մի վորոշ անկյուն և կազմում։ Դրանից մենք հետևցնում ենք, Վոր ինչպես $\Pi\Pi$, ախպես ևլ գլանի ամեն մի լայնակի հատանքում առաջացել և սահքի լարում։ Այսպիսով մենք անհնում ենք, Վոր վորոշման ձևափոխությունը հիմնականում հանգում և սահքի ձևափոխություն։

§ 44. ՎՈՂՈՐՎՈՂ ԳԼԱՆԻ ԼԱՑՆԱԿԻ ՀԱՏԱՆՔԻ ՎՐԱ ԼԱՐՈՒՄՆԵՐԻ ԴԱՍԱՎՈՐԾԱՆ ՈՐՆԵՔԸ։ Այժմ, յերբ պարզեցինք, Վոր վորոշվող գլանի լայնակի յուրաքանչյուր հատանքում տեղի ունի սահքի ձևափոխություն, վորոշեցինք, թե վորևե կամավոր հատանքի դանագան կետերում ինչպես են դասավորվում սահքի լարումները։

Դիցուք մի վորոշ վորոշող մոմենտի աղդեցություն տակ գլանը սաացել և ձևափոխություն, վորն արտադրյալում և նրանով, վոր ԵՂ՝ ծնիչը (գծ. 100) բռնել և ԵՂ՝ դիրքը և լայնակի

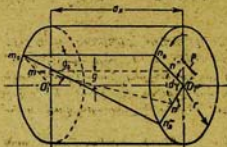


Դծ. 100.

բուրը հատանքները պատվել են մեկը մյուսի վերաբերմամբ ախպես Oa և $O'a'$ շառավղները, վոր մինչ ձևափոխությունը դանվում ևլին մի հարթության վրա, պատվել են և այժմ իրար հետ կազմում են $a'O'a_1$ անկյունը։

Վերցնենք իրարից Δx շառ փոքր հռավորության վրա դանվող յերկու միջանկյալ հատանքներ՝ O_1 և O_2 ։ Միացնելով O_1 և O_2 կենտրոնների հետ, մի կողմից, ԵՂ՝ ծնիչի և հատանքների շրջագծերի համաժան կետերը, իսկ մյուս կողմից, նույն ծնիչի ձևափոխված դիրքի d_1 և e_1 կետերը, մենք ստանում ենք, վոր O_1 հատանքը պատվել և $\gamma = \angle O_1 d_1$ անկյունով, իսկ O_2 հատանքը՝ $\angle e O_2 e_1 = \angle e O_2 d_1 + \angle d O_2 e_1 = \gamma + \Delta \gamma$ անկյունով։

Այսպես ուրեմն, O_2 հատանքը O_1 հատանքի վերաբերմամբ պտտվել է մի շատ փոքր $\Delta\gamma$ անկյունով: Առանձին պատկերացնենք գլանի O_1 և O_2 հատանքների միջև ընկած ելեմենտը (գծ. 101): m_0 կետը, զոր մինչև ձևափոխությունը գտնվում էր m_0



ՊՅ 101.

կետի հետ միևնույն ծնիչի վրա, առաջադիմել է n, n' աղեղի չափով, զոր համապատասխանում է կենտրոնական $n_0 O_1 n'_0 = \Delta\gamma$ անկյանը: O_1 հատանքին ուղղահայաց $m_0 n_0$ ծնիչը թեքվել է $n_0 m_0 m'_0 = g$ անկյունով, զորը չափում է սահքի ձևափոխությունը O_1 հատանքի m_0 կետում:

$n_0 m_0 n'_0$ ուղղանկյուն յեռանկյունից կարող ենք g_0 անկյան փոքրությունը պատճառով, ընդունել, զոր

$$n_0 n'_0 = m_0 n_0 \cdot g_0 = \sigma \cdot \Delta x,$$

Մյուս կողմից, աղեղը, զորի վրա հենվում է կենտրոնական $\Delta\gamma$ անկյունը, կազմում է՝

$$\widetilde{n_0 n'_0} = r \cdot \Delta\gamma,$$

զորտեղ r -ը գլանի լայնակի հատանքի շառավիղն է:

Համասարեցնելով իրար ստացած յերկու համասարեցումների մասերը, ստանում ենք՝

$$g_0 \cdot \Delta x = r \cdot \Delta\gamma \quad (8)$$

Վերջենենք այժմ գլանի ներսում յերկու կետեր՝ m և n , զորոնք գտնվում են գլանի առանցքին զուգահեռ ուղիղի վրա: Զևափոխությունից հետո n կետը, անցնելով nn' աղեղը, կրճնե n' դիրքը: Նախորդի առաջագիտյով կարող ենք գրել հետևյալ յերկու հավասարումը.

$$\widetilde{nn'} = mn \cdot g = g \cdot \Delta x,$$

զորտեղ g -ն սահքի անկյունն է n կետում և համասար չե կողային մակերևույթի սահքի g_0 անկյանը, և

$$\widetilde{nn'} = \sigma \cdot \Delta\gamma,$$

վորտեղ ϑ -ն Π կետի հեռավորությունն է գլանի առանցքից:
Այս յերկու հավասարումներից ստանում ենք՝

$$g \cdot \Delta x = \vartheta \cdot \Delta \gamma,$$

Բաժանելով այս հավասարումը (2) հավասարման վրա, ստանում ենք՝

$$\frac{g}{g_0} = \frac{\rho}{r}, \quad (76)$$

Այսինքն լայնակի հատանքի զանազան կետերում սահքն ուղիղ համեմատական է այդ կետերի հեռավորություններին գլանի առանցքից:

Նշանակելով կողմնային մակերևույթի մի վորտե կետում լարումը S_0 , իսկ առանցքից ϑ հեռավորության կետում՝ S , ստանում ենք՝

$$S_0 = G \cdot g_0 \text{ և } S = G \cdot g,$$

վորտեղից՝

$$g_0 = \frac{S_0}{G} \text{ և } g = \frac{S}{G},$$

Տեղադրելով այս արժեքները (76) հավասարման մեջ, ստանում ենք,

$$\frac{S}{S_0} = \frac{\rho}{r}, \text{ վորտեղից}$$

$$S = S_0 \cdot \frac{\rho}{r} \quad (77)$$

Այս հավասարացումն արտահայտում է այն որենքը, թե ինչպես են սահքի կամ վոլորման լարումները դասավորվում վոլորվող գլանի լայնակի հատանքում: Ինչպես տեսնում ենք, այդ լարումները դասավորվում են ուղիղ գծի որենքով, ընդամին մաքսիմալ լարումն ստանում են վոլորվող գլանի կողմնային մակերևույթի վրա գտնվող կետերը. լարումները, ընկնելով, հասնում են գերոյի գլանի առանցքի վրա գտնվող կետերի համար: Առանցքից հավասար հեռավորության վրա գտնվող բոլոր կետերի համար լարումը նույն թվական արժեքն ունի:

Տանելով OA շառավիղը (զծ. 102) և A կետում շոշափողի ուղղությամբ վերցնելով այդ կետում սահքի g_0 լարումն արտահայտող AB վեկտորը, միացնենք B կետը O կենտրոնի հետ:



ՉՃ. 102

Արձանակյալ ամեն մի m կետի g լարումը կարտահայտվի W ուղղահայացի յերկարությամբ:

Հարցեր 1. Խնչ անկյունով b արտահայտվում սահքը m կետում (զծ. 101):

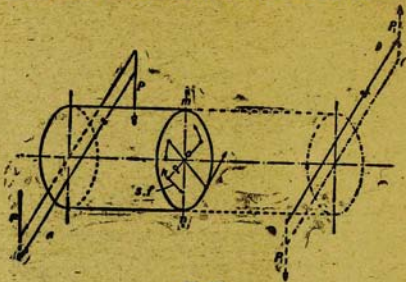
2. g_0 և g անկյուններից զձրն b ավելի մեծ:

3. Խնչպես b արտահայտվում m կետի լարումը:

4. Վձր կետերի համար սահքի լարումն ամենամեծն b , և զձր կետերի համար ամենափոքրը:

5. Բառերով արտահայտեցեք (77) բանաձևը:

§ 45. ՎՈՒՈՐԾԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀԱՎԱՍԹԱՐՈՒՄԸ. Այսպես ուրեմն, զուրովոյ գլանի տառնցքից տարբեր հեռավորությունն-



ՉՃ. 103

բի վրա գտնվող կետերի լարումները տարբեր են: Նախորդ ձևափոխություններն ուսումնասիրելու ժամանակ մենք պարզեցինք ձևափոխվող մարմնում գոյացած լարումների և ձևափոխություն

առաջացնող արտաքին ուլթերի կախումը: Դրանք նույն մեծու-
թյունների կախումը վերաբերում են անափոխության ժամանակ:

Կիրառենք սովորական հասանցների մեթոդը: Դիցուք կո-
լոր չորսուն վերաբերում է նույն մոմենտն ունեցող յերկու զույ-
գերով (զծ. 103): Յերեակայորեն հասնենք չորսուն m հարթու-
թյամբ և, դեն գցելով աջ մասն ու, յեղնելով չորսուն ձախ մասի
հավասարակշռության պայմաններից, գտնենք մեզ հետաքրքրող
կախումն արտաքին ուլթերի և այդ հասանցի ներքին ուլթերի
միջև: Չորսուն կցած և արտաքին ուլթերի զույգը $M_d = P \cdot a$ մո-
մենտով: Այս մոմենտը հավասարակշռվում է սահքի բոլոր տար-
րական ուլթերի մոմենտների գումարով, մոմենտներ, վորոնք
կցված են քննարկվող m հասանցի բոլոր կետերում և
գտնվում են այդ հասանցի հարթության վրա: Վերցնենք հա-
տանքի մի վորեն և կետի շուրջը մի շատ փոքր i մակերես:
Նշանակելով k կետի լարումը S , մենք ստանում ենք, վոր մա-
կերեսի վրա ազդող ներքին ուլթը հավասար է $S \cdot i = \Delta T$: Այս
ուլթը $O_1 O_2$ առանցքի վերաբերմամբ տալիս է մոմենտ՝ $S \cdot i \cdot O$:
Բաժանելով m լայնակի հատանքի ամբողջ F մակերեսը փոքր
մակերեսների (վորոնց գումարը հավասար է F մակերեսին), մենք
գտնում ենք այն յեղրակացության, վոր այդ փոքր մակերեսների
վրա ազդող ներքին ուլթերի մոմենտների գումարը $O_1 O_2$ ա-
ռանցքի վերաբերմամբ պետք է հավասար լինի արտաքին ուլթե-
րի մոմենտին. սրան համապատասխան կարող ենք գրել՝

$$M_d = S_1 i_1 O_1 + S_2 i_2 O_2 + S_3 i_3 O_3 + \dots$$

Ըստ (77) բանաձևի կարելի յե փոխարինել՝

$S_1 = S_0 \cdot \frac{P_1}{r}, S_2 = S_0 \cdot \frac{P_2}{r}, S_3 = S_0 \cdot \frac{P_3}{r}$ և այլն. տեղադրելով
այս փոխարինումները, կստանանք՝

$$M_d = \frac{S_0}{r} \cdot i_1 \cdot O_1^2 + \frac{S_0}{r} \cdot i_2 \cdot O_2^2 + \frac{S_0}{r} \cdot i_3 \cdot O_3^2 + \dots,$$

կամ

$$M_d = \frac{S_0}{r} (i_1 \cdot O_1^2 + i_2 \cdot O_2^2 + i_3 \cdot O_3^2 + \dots),$$

Ինչպես մեզ հայտնի յե նախընթացից,*) փակագծերի մեջ
գտնվող արտահայտությունը ներկայացնում է հատանքի մակե-

*) II մաս, § 48.

բեախ իննբրցիայի մոմենտը հաստանքի կենտրոնով անցնող և հաստանքին ուղղահայաց առանցքի վերաբերմամբ, և կոչվում և իննբրցիայի բեկեռային մոմենտ: Նշանակելով իննբրցիայի բեկեռային մոմենտը I_0 , ստանում ենք՝

$$M_d = \frac{I_0}{r} \cdot s_0 \quad (78)$$

Սա յե հիմնական հավասարումը վորուման հաշվումն անելու ժամանակ:

Այս հավասարումն ավելի հեշտ կարելի յե ստանալ ինտեգրալ հաշվի ողնությամբ: Վերցնելով χ կետի շուրջն անսահման փոքր dF մակերեսը, ստանում ենք, վոր նրա վրա գործող տարրական ուժը հավասար և $s \cdot \rho \cdot dF$. այս ուժի մոմենտը կկազմե $s \cdot \rho \cdot dF$: Տարածելով մոմենտների գումարն ամբողջ մակերեսի վերաբերմամբ, կստանանք՝

$$M_d = \int s \cdot \rho \cdot dF = \int \frac{s_0}{r} \cdot \rho^2 dF,$$

կամ, ինտեգրալից դուրս հանելով հաստատուն s_0 և r մեծություններ՝

$$M_d = \frac{s_0}{r} \int \rho^2 \cdot dF,$$

վորտեղ $\int \rho^2 \cdot dF$ -ն ներկայացնում և հաստանքի մակերեսի իննբրցիայի բեկեռային մոմենտը:

Այս հավասարման աջ մասն տրտահայտվում և $\frac{սմ^4}{սմ} \cdot \frac{կգ}{սմ^3} = կգսմ^3$ -ներով, այսինքն նույն միավորներով, ինչ վոր ձախ մասը:

Երջանի մակերեսի իննբրցիայի բեկեռային մոմենտը, ինչպես հայտնի յե, հավասար և՝

$$I_0 = \frac{\pi r^4}{2} = \frac{\pi \cdot d^4}{32},$$

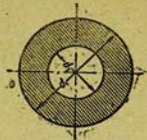
հետևապես (78) հավասարումն այս ձևն և ստանում՝

$$M_d = \frac{\pi d^4}{32 \cdot \frac{d}{2}} \cdot s_0$$

$$M_d = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \cdot s_0 \quad (79)$$

Յեթև վոլորվող զլանը սնամեջ և (զծ. 104) արամաքին d_1 և ներքին d_2 արամազներով, ազա հատանքի իներցիայի մոմենտը հաժասար և յերկու շրջանների մակերեսների իներցիայի մոմենտների տարբերությամբ, այսինքն՝

$$0 = \frac{\pi d_1^4}{32} - \frac{\pi d_2^4}{32} = \frac{\pi}{32} (d_1^4 - d_2^4)$$



ԶՃ. 104

և (79) բանաձևը կնդուներ հետևյալ ձևը՝

$$M_d = \frac{\pi d_1^3}{16} \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right] s_0 \quad (80)$$

Հարցեր

1. Ամեն մի կամավոր հատանքում ինչձվ և հաժասարակշռվում զլանը վոլորող ույժերի մոմենտը:

2. Կմեծանա՞ծ թե կփոքրանա լարումը զլանի լայնակի հատանքի շրջագծի վրա, յեթև մեծանում և վոլորող մոմենտը: Իսկ յեթև մեծանում և արամազի՞ծը:

3. Յերկու զլաններ վոլորվում են հաժասար մոմենտներով: Առաջինն ունի միապազաղ հատանք d արամազծով, իսկ յերկրորդը՝ սնամեջ հատանք d_1 և d_2 արամազծերով: Հատանքների մակերեսներն իրար հաժասար են ($\text{այսինքն } \frac{\pi d^3}{4} = \frac{\pi d_1^3}{4} - \frac{\pi d_2^3}{4}$),

Արդյոք նմայն լարումներն ունեն յերկու զլանների կողմնային մակերևույթները: Յեթև վոչ՝ վճր զլանում և ավելի մեծ լարումը:

4. Յերկու նույն արամազծի զլաններ, վորոնցից մեկը սնամեջ և, վոլորվում են նույն մոմենտով: Վճրի մակերևույթի վրա յե լարումն ավելի մեծ:

Արիեակ 51. Կլոր յերկաթյա նմուշը վոլորվում և M_d մոմենտով: Ինչ մեծության պեսք և լինի այս մոմենտը, վորպեսզի նմուշի մակերևույթի վրա լարումը լինի $s_0 = 150$ կգ/սմ², յեթև նմուշի արամազի՞ծը $d = 20$ մմ: Վորոշել նաև s լարումն այն կետի, վոր գտնվում և առանցքից 5 մմ հեռավորության վրա:

Տեղադրելով (79) բանաձևի մեջ $d = 2$ սմ և $s_0 = 150$ կգ/սմ² նշանակություները, ստանում ենք՝

$$M_d = \frac{\pi \cdot 2^3}{16} \cdot 150 = 235,5 \text{ կգսմ},$$

Յերկրորդ հարցին պատասխանելու համար կիրառենք (77) բանաձևը՝

$$s = s_0 \cdot \frac{\rho}{r} = 150 \cdot \frac{5}{10} = 75 \text{ կգ/սմ}^2,$$

Ուրիմակ 52: Յերկաթյա սռնին, վորի տրամագիծը՝ $d = 4$ սմ, վորորում և $M_d = 10\,000$ կգսմ մոմենտով: Վորտեղ սռնու մակերևութի ամենամեծ սառքը s_0 և սառքի ξ_0 անկյունը, յեթև սռնու նյութի առաձգության մոդուլը՝ $G = 8 \cdot 10^3$,

(79) բանաձևից ստանում ենք՝

$$s_0 = \frac{16 M_d}{\pi d^3} = \frac{16 \cdot 10\,000}{\pi \cdot 4^3} = \frac{160\,000}{3,14 \cdot 64} \approx 800 \text{ կգ/սմ}^2,$$

Կիրառելով § 44-ում ստացված կախումը սառքի անկյան, լարման և առաձգության յերկրորդ կարգի մոդուլի միջև, կստանանք՝

$$\xi_0 = \frac{s_0}{G} = \frac{800}{800\,000} = \frac{1}{1000} \text{ ռադիան},$$

վոր կազմում և մոտ $0,057^\circ$,

Ուրիմակ 53: Վորտեղ 76-րդ դժագրում պատկերված դադգյա-հի առջևի սայլակի շպինդելի ամենամեծ լարումը, յեթև փոխակի (переход) անիվներն ունեն՝ $z_1 = 35$, $z_2 = 85$, $z_3 = 25$, և $z_4 = 80$ ատամ, վերջին յերկու անիվների կցորդային մոդուլը $M = 2$, ատամի յերկարությունը $b = 32$ մմ. շպինդելը սնամանջ և՛ տրաքին տրամագիծը՝ $d_1 = 40$ մմ և ներքին տրամագիծը $d_2 = 20$ մմ,

Ամենամեծ ճիգը, վոր կարող և փոխանցել z_3 կամ z_4 անվի ատամը հավասար և, ըստ Լեխի աղյուսակի, 128 կգ-ի Z_4 անվի սկզբնական տրամագիծը կազմում և $D_n = 2 \cdot 80 = 160$ մմ = 16 սմ, Հետևաբար շպինդելը վորտեղ մոմենտը՝

$$M_d = 128 \cdot \frac{16}{2} = 1024 \text{ կգսմ},$$

Ամենամեծ լարումն ստանում ենք ըստ (80) բանաձևի՝

$$s_0 = \frac{16 M_0}{\pi d_1^3 \left[1 - \left(\frac{d_0}{d_1} \right)^4 \right]} \approx 87 \text{ կգ/սմ}^2,$$

§ 46. ՎՈՂՈՐՄԱՆ ԱՆԿՑՈՒՆԸ, ԱՌԱՋԴՈՒԹՅԱՆ ՅԵՐԿՐՈՐԴ ԿԱՐԳԻ ՄՈԴՈՒԼԻ ՓՈՐՁՆԱԿԱՆ ՎՈՐՈՇՈՒՄԸ, ՎԵՐՑՆԵՆՔ ԵՐԿՈՒ հատանքներ՝ O_1 և O_2 , վորոնք դանվում են իրարից յերկարության մեկ միավոր (որինակ 1 սմ) հեռավորության վրա (դժ. 105), O_2 հատանքը O_1 հատանքի վերաբերմամբ պտտվել է π_0 , $O_2 \pi'_0 = \gamma_0$ անկյունով, վոր կոչվում է վորոման անկյուն։ Այդ անկյան արժեքը դանում ենք հետևյալ առնչությունից՝



ՉՔ. 105

$$\gamma_0 = \frac{\pi_0 \pi'_0}{r},$$

վորտեղ $\pi_0 \pi'_0 = m_0 \pi_0 \cdot \text{tg } \xi_0$

Բայց $m_0 \pi_0$ -ն հաճախ է յերկարության միավորին, իսկ $\text{tg } \xi_0$ -ի փոխարեն, առաձիգ ձևափոխության փոքրության պատճառով, կարելի է ընդունել ուղղակի ξ_0 հետևապես՝

$$\pi_0 \pi'_0 = l \cdot \xi_0 = \xi_0$$

$$\text{և} \quad \gamma = \frac{\xi_0}{r},$$

Հուկի որոնքի համաձայն ունենք՝

$$\xi_0 = \frac{s_0}{G},$$

վորտեղ s_0 -ն լայնակի հատանքի շրջանագծի վրայի լարումն է և ըստ (78) հաճախուման կադմում է՝

$$s_0 = \frac{M_0 \cdot r}{I_0},$$

Տեղադրելով S_0 -ի այս արժեքը U_0 -ի արտահայտության մեջ, իսկ վերջինս՝ վերլուծման γ_0 անկյան արտահայտության մեջ, մենք կստանանք՝

$$\gamma_0 = \frac{M_d}{I_0 \cdot G} \quad (81)$$

Յեթե համաձայնենք վերլուծման անկյունը վերցնել չորսուկ յերկարության l ամ-ի վերաբերմամբ, ապա սունին վերլուծող M_d մոմենտը պետք է արտահայտվի կգսմ-ներով, իներցիայի բևեռային I_0 մոմենտը՝ սմ⁴-ներով, իսկ առաձգության յերկրորդ կարգի G մոդուլը՝ $\frac{\text{կգ}}{\text{սմ}^2}$ -ներով: Ինչ վերաբերում է γ_0 անկյանը, ապա նա, ինչպես յերևում է բանաձևի ստացման ընթացքից, արտահայտվում է ուղիղաններով: Նրա մեծությունն աստիճաններով արտահայտելու նպատակով, մենք պետք է ուղիղանների թիվը բազմապատկենք $\frac{180}{\pi}$ -ի վրա, այսինքն՝

$$\gamma_0 = \frac{M_d}{I_0 \cdot G} \cdot \frac{180}{\pi} \quad (\text{աստիճան}) \quad (82)$$

Վերլուծման լրիվ անկյունը, այսինքն այն անկյունը, վերով պտտվում են մեկը մյուսի վերաբերմամբ ծալրագույն յերկու, իրարից l հեռավորության վրա դնելով հատանքներ, կազմում են՝

$$\gamma = \frac{M_d \cdot l}{I_0 \cdot G} \quad (83)$$

Տեղադրելով այս հավասարման մեջ իներցիայի բևեռային մոմենտի արժեքը կլոր հատանքի համար, այսինքն $I_0 = \frac{\pi d^4}{32}$, կստանանք՝

$$\gamma = \frac{32}{\pi} \cdot \frac{M_d \cdot l}{G \cdot d^4} \quad (84)$$

Այս հավասարումը հնարավորություն է տալիս վճռելու դաշտան գործնական խնդիրներ:

Ձափելով նմուշի վոլորման անկյունը և զիտնելով ձևափոխությունը առաջացնող մոմենտը, մենք կարող ենք վորոշել առաձգության մոդուլը:

Նախընթացից *) մեզ հայտնի յե վոլորող մոմենտի և սոնուփոխանցող հզորության կախումը՝

$$M_d = 71620 \frac{N}{n} \text{ կգսմ,}$$

Տեղադրելով այս արժեքը, կստանանք՝

$$\gamma = \frac{32}{\pi} \cdot \frac{71620 N \cdot l}{G \cdot d^4 \cdot n},$$

վորակելից (ընդունելով, վոր $\frac{32}{\pi} \approx 10$)՝

$$N = \frac{G \cdot d^4 \cdot n \cdot \gamma}{716200 \cdot l} \quad (85)$$

Այստեղ G -ն տրտահայտած և կգ/սմ²-ներով, d -ն և l -ը՝ սմ-ներով, γ -ն՝ ուղիսաններով, իսկ n -ը պտույտների թիվը և միբողելում:

Այս սկզբունքի վրա յե հիմնված հատուկ դինամոմետրների գործողությունը:

Հարցեր:

1. Խնչպես և փոխվում վոլորման անկյունը, յեթե մեծանում են վոլորող մոմենտը և սոնու յերկարությունը: Իսկ յեթե մեծանում և սոնու տրամագիծը:

2. Վոլորող մոմենտը մեծացավ n անգամ, յերկարությունը՝ նույնքան անգամ, իսկ տրամագիծը փոքրացավ n ան գամ: Խնչպես կփոխվի վոլորման անկյունը:

3. Խնչպես կփոխվի վոլորման անկյունը, յեթե մեծանում և պտույտների թիվը:

Որինակ 54. Վոլորող $M_d = 5000$ կգսմ մոմենտի ազդեցության տակ սոնու (վորի տրամագիծը՝ $d = 40$ մմ, իսկ յերկարությունը՝ $l = 4$ մ) յերկու ծայրադույն հաստանքներն իրար վերաբերմամբ պտտվեցին $\gamma = 0,1$ անկյունով: Գտնել առաձգության G մոդուլը և տմենամեծ լարումը:

*) 1 մաս, § 54.

Ըստ (84) բանաձևի՝

$$G = \frac{32 M_d \cdot l}{\pi \cdot d^4 \cdot \gamma} = \frac{32 \cdot 5000 \cdot 400}{\pi \cdot 4^4 \cdot 0,1} = 726180 \text{ կգ/սմ}^2,$$

Ամենամեծ լարումն տրամաքին մակերևույթի վրա վորոշվում է ըստ (78) բանաձևի՝

$$S_0 = \frac{M_d \cdot r}{I_0} = \frac{16 M_d}{\pi \cdot d^3} = \frac{16 \cdot 5000}{\pi \cdot 4^3} = 397 \text{ կգ/սմ}^2,$$

Ուրեմն 55. Գտնել սոնու փոխանցած հզորությունը, յեթն սոնու յերկարությունը՝ $l=5$ մ, տրամագիծը՝ $d=80$ մմ, լրիվ վոլորման անկյունը՝ $\gamma=0,05$ առանցքային մոդուլը՝ $G=800000$ կգ/սմ², իսկ պատյանների թիվը մի բողկյում՝ $n=120$:

Համաձայն (85) բանաձևի՝

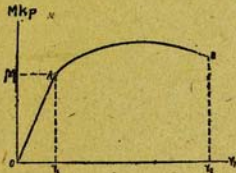
$$N = \frac{800000 \cdot 8^4 \cdot 120 \cdot 0,05}{716200 \cdot 500} = 54,9 \text{ ձիաույժ}$$

§ 47. ՎՈԼՈՐՄԱՆ ՁԵՎԱՓՈԽՈՒԹՅԱՆ ՓՈՐՁԱԿԱՆ ՀԵՏԱ-
ՋՈՏՈՒՄԸ. Վոլորման ձևափոխության եքսպերիմենտալ հետազո-
տումը կատարվում է հատուկ մեքենայի ոգնությամբ. փորձարկ-



վող նմուշի մի ծայրն անշարժ ամրացվում է մեքենայի մեջ, իսկ մյուս ծայրը յենթարկվում է ուլթերի վորորող մոմենտի ազդեցությանը: 106-րդ գծագրում պատկերված է այս տեսակի մի մեքենա, վորորող մոմենտը 15000 կգ/սմ է: Շարժումը մեքենային կարելի է հաղորդել կամ հասուել փոխանցումով A հորմակի ոգնությունը և կամ ձեռքի փոխանցումով B բռնակի միջոցով: Փորձարկելի C նմուշն ամրացնում են D և E սեղմակների միջև. վորորող մոմենտը հազասարակշռելու համար ծառայում է M բեռնակը, վորը շարժվում է F լծակի յերկարությամբ. բեռնակի զիրքով F լծակի վրա վորողվում է վորորող մոմենտի մեծությունը: Վորորման անկյան մեծությունը ցույց է տալիս G ցիֆերը: Մեքենան ունի ինքնազիր ապարատ, վորը գծում է վորորման անկյան և վորորող մոմենտի կապն արտահայտող դիագրամը: Յետևի սեղմակի (K սահունների հետ միասին) զիրքավորումը կատարվում է L բեռնակի միջոցով, վորի ոգնությամբ պատում են հենցիկ յերկարությամբ անցնող պատուտակը:

Մետաղների մեծ մասի համար վորորող M_1 մոմենտի և վորորման γ անկյան կապն արտահայտող դիագրամն ունի այն ձևը, վոր պատկերված է 107-րդ գծագրում: Ինչպես տեսնում ենք, այդ դիագրամը հիշեցնում է ձգման և սեղմման ձևափոխության դիագրամը:



Գծ. 107

Դիագրամի OA մասը գրեթե ուղիղ գիծ է և ցույց է տալիս, վոր վորորման γ_1 անկյան և վորորող M_1 մոմենտի սահմաններում ձևափոխությունը յենթարկվում է Հուկի որենքին և առանձիք է: A կետից հետո համեմատականությունը խախտվում է—նմուշն ստանում է վորորման մնային անկյուններ: Յերբ վորորող մոմենտը հասնում է վորող մեծության, վոր արտահայտված է γ_2 B որդինտառով, նմուշը քայքայվում է: Առանձիք ձևա-

փոխություններ բոլորովին չունեն միայն փերուն նյութերը (որինակ չուգունը) և նրանց դիագրամի մեջ ըստակայում է ՕԱ մասը:

Եթե նյութերի համար վերոբնական անկյունը, վոր համապատասխանում է նյութի քայքայմանը, բավականին մեծ է: Մետաղների մեծ մասի (քաղաղությամբ չուգունի) քայքայումը կատարվում է լայնակի հատանքի ուղղությամբ: Այլ կերպ և կատարվում այն նյութերի քայքայումը, վորոնք ունեն առանցքի ուղղությամբ թելիկային կազմութիւն—այդ դեպքերում թելիկները հղվում են յիւրկայնակի ուղղությամբ (փայտ, յեռած յերկաթ), իսկ լայնակի հատանքում առաջանում են կենտրոնից դեպի շրջագիծը լայնացող ճեղքվածքներ:

Ինչպես մինչև այժմ քննարկած, այնպես էլ այս ձևափոխության ժամանակ, դինամիկական բեռնվածքը՝ համեմատած ստատիկականի հետ, նվազեցնում է չորսուի դիմադրութիւնը՝ նրա վրա ազդող վերորդ մոմենտին: Այդ պատճառով ալիստում են, վոր ուշե հաղորդի չորսուին հանգիստ կերպով, առանց կտրուկ տատանումների և հարվածների, վոր առաջ է բերում շարժվող մասերի կենդանի ուշե:

Հարվածներով հաղորդվող բեռնվածքի փաստակար ազդեցութիւնն առանձնապես խիստ է լինում այն սոնիների մեջ, վորոնք ունեն անցումներ մի արամագծից մի ուրիշ արամագծի, վորովհետև լարումները շատ խիստ մեծանում են այդ անցումների մոտ, և այս մեծացումն այնքան խոշոր է, վորքան շնչաակի յե անցումը: Նույնպես մեծանում են լարումներն այն սոնիների մեջ, վորոնք ունեն վզիկներ, յուղային ակոսներ առանցքի ուղղությամբ, և այլն: Այս պատճառով սոնիների մեջ անցումները պետք է տեսել սահուն կլորացումով և, վորքան կտրելի յե, մեծ շառավղի աղեղով:

§ 48. ՎՈՒՈՐՄԱՆ ՀԱՇՎԱՅԻՆ ՀԱՎԱՍԱՐՈՒՄԸ. ՏՐԱՆՍՄԻՍՍԻՈՆ ՍԻՆԻՆԵՐԻ ՀԱՇՎՈՒՄԸ: Նշանակելով վերոբնական թույլատրելի լարումը k_d , մենք (79) հավասարումից ստանում ենք վերոբնական հետևյալ հաշվային հավասարումը՝

$$M_d = \frac{I_0}{r} \cdot k_d \quad (86)$$

Այս հավասարման աջ մասի առաջին քաղմապատկիչը, այսինքն քանորդը, վոր ստացվում է ինքրիցիայի I_0 մոմենտի բա-

ժանելուց չորսուի առանցքից ամենահեռու թելիկների հեռավորության, այսինքն r շառավիղի վրա, կոչվում է վոլտման դիստորբյան մոմենտ (կամ մոդուլ):

Նշանակելով դիստորբյան մոմենտը W_0 , ստանում ենք՝

$$W_0 = \frac{I_0}{r} = \frac{\pi d^4}{32} \cdot \frac{d}{2} = \frac{\pi d^5}{16},$$

կամ, յեթե ընդունենք, զոր $\frac{\pi}{16} \approx 0,2$,

$$W_0 = 0,2d^5 \quad (87)$$

Հաշվային (86) հավասարումն այժմ կարելի չե դրել այսպես՝

$$M_d = W_0 \cdot k_d \approx 0,2d^5 k_d \quad (88)$$

Յեթե վոլտվող չորսուն սնամեջ է՝ արտաքին d_1 և ներքին d_2 արտազանով (զծ. 104), ապա՝

$$W_0 = \frac{I_0}{r} = \frac{\pi}{16} d_1^3 \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right] \approx 0,2 d_1^3 \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right] \quad (89)$$

$$\text{և } M_d = W_0 \cdot k_d \approx 0,2d_1^3 \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right] k_d \quad (90)$$

Այս հավասարումների մեջ I_0 -ն արտահայտվում է սմ⁴-ներով, k_d -ը՝ կգ/սմ³-ներով, r -ը՝ սմ-ներով, հետևաբար M_d -ը՝ սմ⁴ . սմ⁻³ . կգ . սմ⁻³ = կգսմ-ներով:

Թույլատրելի լարման (k_d) արժեքներն ըստ Բախի հետևյալներն են (կգ/սմ³-ներով)՝

Ն յ ա լ թ ը		Ցեան յերկաթ	Բաժնու յերկաթ		Բաժնու դողդղա		Գողղա շաղկապ		Չուլուն	
			Սկսած	Մինչև	Սկսած	Մինչև	Սկսած	Մինչև	Սկսած	Մինչև
Բեռնվածքի տեսակը	I	360	600	1200	900	1440	480	960	240	300
	II	240	400	800	600	960	320	640	160	200
	III	120	200	400	300	480	160	320	80	100

Ինչպես տեսնում ենք, չուղունը վատ է դիմադրում վոլորման, այդ պատճառով նա շատ հազվադեպ է դործածվում այն դետալների պատրաստման համար, վորոնք յենթարկվում են վոլորման ձևափոխության:

Կաղնու համար ընդունում են հանդիսա բռնվածքի դեպքում $K_d = 80 \text{ կգ/սմ}^2$, իսկ II և III տեսակի բռնվածքների դեպքում այս թույլատրելի լարումը համապատասխանորեն փոքրացնում են 1,5 և 3 անգամ:

Տրանսմիսիոն սոսիների համար թույլատրելի լարումների՝ աղյուսակում տրված արժեքները չափազանց մեծ են, վորովհետև այդ սոսիները յենթարկվում են բացի վոլորման, նաև ծռման ձևափոխության, վոր առաջանում է փոկերի պրկումից, սոսու վրա նստած դետալների (հոլովակների, մուֆթերի) և սոսու սեփական կշռից: Այս նկատառումներով թափու յերկաթից պատրաստած արանսմիսիոն սոսիների համար թույլատրելի լարումը վերցնում են $K_d = 120 \text{ կգ/սմ}^2$:

Տեղադրելով այս արժեքը (88) բանաձևի մեջ, կստանանք՝

$$M_d = 0,2 \cdot 120 \text{ d}^3 = 24 \text{ d}^3, \text{ վորտեղից}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_d}{24}} \quad (91)$$

Վոլորող մոմենտի մեծության փոխարեն դնելով $M_d = 71620 \frac{N}{n}$, մենք կստանանք մի բանաձև, վորտեղ տրամագծի մեծությունն արտահայտած է հզորության և պտույտների թվի միջոցով՝

$$d = \sqrt[3]{3000 \frac{N}{n}} = 14,42 \sqrt[3]{\frac{N}{n}} \quad (92),$$

վորտեղ N -ն ձիաույժերի թիվն է, իսկ n -ը՝ պտույտների թիվը: Այս վերջին յերկու բանաձևերն են կազմում I մասի § 89-ում տրված առաջին աղյուսակի հիմքը:

Ինչպես նշած եր այնտեղ, սոսու տրամագիծը պետք է ստուգել նաև վոլորման անկյան կոզմից, վորը չպետք է անցնի տրված սահմանից:

Վոլորման անկյան բարձրագույն սահման ընդունվում է $\frac{1^\circ}{4}$ սոսու յերկարության ամեն 1 մ-ի համար: Ցեղեկով սրանից, կարելի յի վորոշել սոսու տրամագծի մեծությունը:

կիրառելով (84) բանաձևը և տեղադրելով նրա մեջ վորո՞ման-
անկյան մոքսիմալ արժեքը, վոր կազմում է $\gamma = \frac{1}{4} \cdot \frac{\pi}{180}$, ապա
 $= 1 \text{ մ} = 100 \text{ սմ}$, մենք կստանանք՝

$$\frac{1}{4} \cdot \frac{\pi}{180} = \frac{32}{\pi} \cdot \frac{M_d \cdot 100}{G \cdot d^4}, \text{ վորտեղից}$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot 100 \cdot 4 \cdot 180 \cdot M_d}{\pi^3 \cdot G}} \quad (93)$$

Ընդունելով, վոր $G = 800000 \text{ կգ/սմ}^2$, կստանանք՝

$$d = 0,735 \sqrt[4]{M_d} \quad (94)$$

վորտեղ M_d -ն արտահայտած է կգսմ-ներով, իսկ d -ն՝ սմ-ներով:
Տրամագիծը փոխանցվող հզորության և պտույտների թվի
միջոցով արտահայտելու համար, այս վերջին հավասարման մեջ
տեղադրենք $M_d = 71620 \frac{N}{n}$. կստանանք՝

$$d = 0,735 \sqrt[4]{71620 \frac{N}{n}}$$

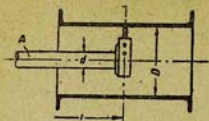
կամ

$$d \approx 12 \sqrt[4]{\frac{N}{n}} \quad (95)$$

(94) և (95) հավասարումների հիման վրա յե կազմած
1 մասի § 59-ի յերկրորդ աղյուսակը:

Պետք է մատնանշել, վոր այս բանաձևերով հաշվում են
միայն սովորական սռնիները, վորոնք չեն յենթարկվում զգալի
մեծության ծառղ մոմենտների ազդեցությանը: Այս դեպքում,
ինչպես կատենենք հետազայում, բարդ ձևափոխություններին
նվիրած զլխում, պետք է հատուկ հաշվում անել (որինակ շար-
ժիչի հիմնական սռնին, վերաւրարձ մեքենաների սռնիները և
այլն հաշվելու ժամանակ):

Ուրիմակ 56. Պողպատյա A բորջտանգի ծայրին ամրացրած արիչի վրա գլանի ($D=400$ մմ) տաշման ժամանակ ճնշումը $P=1000$ կգ (գծ. 108):



Գծ. 108

Վորտշել բորջտանգի d տրամագիծը և ստուգելայն, նկատի առնելով, վոր վորտման անկյունը չպետք և գերազանցի թույլատրելի չափը, յեթե բորջտանգի յերկարությունը $l=600$ մմ և առանձգության մոդուլը $G=8 \cdot 10^3$,

կիրառենք (88) բանաձևը, սակայն, նկատի առնելով հարվածները հնարավորությունը (տաշողը զլլտելու ժամանակ) և ծաման առկայությունը, ընդունենք նվազեցրած թույլատրելի լարում $k_d = 200$ կգ/սմ². Կստանանք՝

$$M_d = 0,2 d^3 k_d = 0,2 d^3 \cdot 200 = P \cdot \frac{D}{2} = 1000 \cdot 20 = 20000 \text{ կգսմ},$$

վորտեղից $d = 7,9$ սմ ≈ 80 մմ,

Այժմ յեկենք վորտման անկյունից և կիրառենք (84) բանաձևը՝

$$\frac{1}{d} \cdot \frac{\pi}{180} = \frac{32 \cdot 20000 \cdot 60}{\pi \cdot 800000 \cdot d^4}, \text{ վորտեղից}$$

$$d = 77 \text{ մմ},$$

Ինչպես տեսնում ենք, $d=80$ մմ տրամագիծն ապահովում և բորջտանգը և՛ դեֆորմացիայի կողմից:

Ուրիմակ 57. Վորտշել կարապիկի սոնու տրամագիծը, յեթե բռնակների վրա, վորտնց բազուկը $s=350$ մմ, զործում են յերկու բանվոր, ամեն մեկը 15 կգ ուշոճ: Թույլատրելի լարումը $k_d = 300$ կգ/սմ²,

Վորտող մոմենտը կազմում և՛

$$M_d = 15 \cdot 2 \cdot 35 = 1050 \text{ կգ/սմ}^2,$$

կիրառելով (88) բանաձևը՝ ստանում ենք՝

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_d}{0,2 k_d}} = \sqrt[3]{\frac{1050}{0,2 \cdot 300}} = 2,6 \text{ սմ},$$

Ուրիմակ 58. Պետք և հաշվել ջրային տուրբինի սնամեջ սանին (գծ. 104), յեթե տուրբինը, անելով $n=120$ պտույտ մի

բուլեյում, դարգացնում է $N = 240$ ձիաուժ է յեթե սանու ներքին տրամագիծը $d_2 = 0,8$ մ, նյութի թույլատրելի լարումը $k_d = 100$ կգ/սմ²

Վերոշենք վոլորող մոմենտը՝

$$M_d = 71620 \frac{N}{n} = 71620 \cdot \frac{240}{120} = 143240 \text{ կգ/սմ}^2$$

Կիրառենք (20) բանաձևը, նկատի առնելով, Վոր $\frac{d_2}{d_1} = 0,8$ և $k_d = 100$ կգ/սմ², կստանանք՝

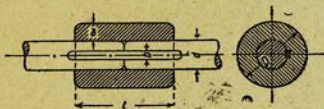
$$M_d = 0,2 d_1^3 [1 - 0,8^4] 100 = 143240 \text{ կգ/սմ}^2$$

Այստեղից ստանում ենք՝

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{143240}{0,2 [1 - 0,8^4] 100}} = 23 \text{ սմ, իսկ}$$

$$d_2 = 0,8 d_1 = 18,4 \text{ սմ,}$$

Ուրիշակ 59. Հաշվել վառնի ձեռք պատրաստած չուգունյա խուլ մուֆթը (գծ. 109), Վոր միացնում է $d = 0,8$ սմ տրամագիծ



Նկ. 109

ունեցող յերկու տրանսմիսիտն առնինք, յեթե թույլատրելի լարումը $k_d = 100$ կգ/սմ², Վորոշել նաև յերթիքի և լայնությունը, յեթե կարումի թույլատրելի լարումը $k_k = 250$ կգ/սմ²,

Ստին, ունենալով տրամագիծ՝ $d = 8$ սմ, կարող է աճվառնգ հաղորդել վոլորող մոմենտ՝ $M_d = 12288$ կգ/սմ² *)

*) Տես I մասի § 59-ի աղյուսակները.

Կերտուելով (90) հավասարումը, ստանում ենք մուֆթի լայնակի հատանքի գիծադրության մոմենտը՝

$$W_0 = \frac{M_d}{k_d} = \frac{12288}{100} \approx 123 \text{ սմ}^3, \text{ Ուրեմն՝}$$

$$\frac{\pi (D^4 - d^4)}{32 \cdot \frac{D}{2}} = 123, \text{ վերահղից}$$

$$D^4 - 627 D = 4096,$$

Բաժանելով բոլոր անդամները D -ի վրա, հավասարմանը տանք հետևյալ ձևը՝

$$D^3 = 627 + \frac{4096}{D}, \text{ վերահղից}$$

$$D = \sqrt[3]{627 + \frac{4096}{D}},$$

Վնտելով այս հավասարումը փորձնական տեղադրումներ անելու միջոցով, գտնում ենք, վոր $D \approx 10$ սմ: Սակայն նկատել տանելով, վոր, նախ, յերիթը թուլացնում է մուֆթի ժարմինը, և, ապա, լրացուցիչ լարումները, վոր առաջանում են յերիթը ներս-խփելու ժամանակ, նաև լարումների աննպաստ դասավորումը յերիթային ափսիսի մեջ, ընդունենք $D = 140$ մմ, վոր համապատասխանում է սովորական ընդունած առնչությանը՝ $\delta = 0,3 \text{ ձ} + 10 \text{ մմ}$:

Մուֆթի յերկարությունը վերցնում են $3,5 \text{ ձ-ից}$ մինչև 4 ձ , վորի համապատասխան վերցնենք՝

$$l = 300 \text{ մմ} = 30 \text{ սմ},$$

Յերիթի՝ կտրուծին յենթարկվող հատանքի մակերեսը՝

$$F = \frac{30b}{2} = 15b$$

Կտրում առաջացնող ուժը՝

$$P = \frac{M_d}{\frac{d}{2}} = \frac{12288}{4} = 3072 \text{ կգ},$$

Հետևապես՝

$$F = \frac{P}{k_4} = \frac{3072}{250} = 12,3 \text{ սմ}^2,$$

$$\text{և } b = \frac{F}{16} = \frac{12,3}{10} = 0,82 \text{ սմ, Ընդունենք } b = 10 \text{ մմ,}$$

Յրիցմեկ 60, Միջին մեծության հախրային դադգյաչները շարինդեյի ճ տրամագիծը վորոշելու համար պրոֆ. Նիկոլսոնն առաջարկել է հետևյալ բանաձևը՝

$$d = \frac{h}{3},$$

վորակել հ-ը դադգյաչի կենտրոնների բարձրությունն է, Արտածենք այս բանաձևը,

Միջին մեծության դադգյաչների դեպքում կարելի չէ դանց առնել այն ծռումը, վոր առաջանում է շարինդեյի մեջ մշակվող դետալի՝ ձախ կենտրոնին հասնող կշռից, և անել պարզ վորոշման հաշվում:

Շարինդեյի կրած ամենամեծ վորոշող մոմենտը հավասար է մշակվող իրի մաքսիմալ շառավղի և կարիչի կրած ճնշման արտադրյալին: Ըստ Նիկոլսոնի՝ տաշեղի մաքսիմալ չափերը վորոշում են հետևյալ առնչություններից — տաշեղի հաստությունը (տաշումի խորությունը) $b = \frac{h}{40}$, լայնությունը $\delta = \frac{h}{160}$.

Լայնակի հատանքի ամենամեծ մակերեսը՝ $F = b \cdot \delta = \frac{h^2}{6400}$,

Ընդունելով, վոր տաշեղի լայնակի հատանքի յուրաքանչյուր 1 սմ-ի վրա ճնշումը հավասար է 20000 կգ-ի և վոր դադգյաչի՝ վրա տաշվող իրի մաքսիմալ տրամագիծը կազմում է 2 հ սմ, կստանանք մաքսիմալ վորոշող մոմենտը՝

$$M_d = 20000 \cdot \frac{h^3}{6400} \cdot h,$$

Վերջնելով նվազեցրած թույլատրելի լարում $k_d = 400$ կգ/սմ², կստանանք՝

$$\frac{20000 h^3}{6400} = 0,2 d^3 \cdot 400, \text{ վորտեղից}$$

$$d \approx \frac{h}{3} \text{ — Նիկոլսոնի առաջարկած բանաձևը,}$$

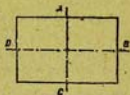
§ 49. ՀԱՍԿԱՑՈՂՈՒԹՅՈՒՆ ՎՈՅ ԿԼՈՐ ՀԱՏԱՆԴ ՈՒՆԵՑՈՂ ՉՈՐՍՈՒՆԵՐԻ ՎՈՂՈՐՄԱՆ ՄԱՍԻՆ: Վոլորման մեր քննարկած տեսությունը հիմնված է այն յեթադրություն վրա, վոր ձևափոխված չորսուկ լայնակի հատանքները հարթ են մնում: Բայց դա ճիշտ է միայն կլոր հատանք ունեցող չորսուկների վերաբերմամբ: Ելլ ձևի հատանք ունեցող չորսուկների վոլորման ժամանակ ձևափոխությունը բարդանում է նրանով, վոր չորսուկի լայնակի հատանքները կորանում են: Այսպես, յեթե այդ տեսակ չորսուկի մակերևույթի վրա նշենք լայնակի հատանքներ և սրանց ուղղահայաց ուղիղներ, ապա ձևափոխությունից հետո այդ գծերն այն ձևը կընդունեն, վոր ցույց է տրված 110-րդ գծագրում, այսինքն նիստի կողի մոտ գտնված քառակուսիները թվորովին չեն շեղվում, իսկ նիստի փջտեղում գտնվածները խիստ շեղվում են: Սրանից այն հետևությունը կարելի է անել, վոր ամենամեծ լարումներ կրում են չորսուկի այն ելեմենտները, վորոնք գտնվում են չորսուկի առանցքին մոտիկ, այսինքն A, B, C և D կետերը (գծ. 111),



Գծ. 110

ընդամին մաքսիմալ լարումներ կունենան A և C կետերը:

Հաշվումը ցույց է տալիս, վոր յեթե լինեն նույն վոլորող մամնաղ և նույն թույլատրելի լարումը, ապա ուղղանկյուն հատանքով չորսուկ



Գծ. 111

ափելի ծանր է ստացվում, քան կլոր հատանքովը, վորը, հետևապես, ափելի լավ է ոգտագործում նյութը: Այս և պատճառը—միաժամանակ նաև պատրաստելու հեշտությունը,—վոր գործածում են բացառապես կլոր սանիներ:

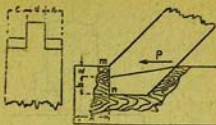
§ 50. ՎԱՐԺՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ. 40. Ե սոնակալի մեջ պտտվող սանին (գծ. 112) իր առանցքի ուղղությամբ կրում է P ճնշումը և հաղորդում այն A ուսիկին: Վորոշել այս վերջինիս անհրաժեշտ ծ հաստությունը, յեթե ուսիկի ճնշումը սոնակալի վրա ռք հարթության վրա կազմում է 60 կգ/սմ², d=80 մմ, D=90 մմ, ընդունելով, վոր թույլատրելի լարումը $\sigma_k = 200$ կգ/սմ² և ստացված հաստությունը 5 մմ ափելացնելով ուսիկի մաշումի համար:

41. Մպեղային վոտը թործով միանում է տապաստի (де-жень) հետ (գծ. 113). տապաստի վրա վոտի ճնշման P բաղադ-

բիշը կազմում է 2100 կգ, Ստուգել ճմուռի լարումը m և հարթության վրա, յեթե $a=b=30$ մմ, $c=d=e=40$ մմ, Վարդել նաև, թե թորեղ տապաստի ծայրից P նշ x հեռավորության վրա պետք է լինի, յեթե $k_4=60$ կգ/սմ²:



ԳՖ. 112

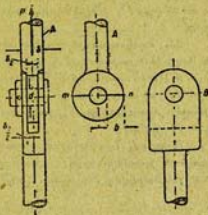


ԳՖ. 113

42. Հաշվել 114-րդ գծագրում ցույց տրված միացումը, յեթե ձգող ուժը $P=1000$ կգ, թույլատրելի լարումը $k_2=1000$ կգ/սմ², $k_4=800$ կգ/սմ² և $k_{\Sigma}=2000$ կգ/սմ²:

43. Վարդել կափարիչը շոգեզվանին միացնող բուտերի ճառարամագիծը (գծ. 83), յեթե գլանի արամագիծը՝ $D=750$ մմ, $p=6$ մմ, բուտերի թիվը՝ $n=15$ և թույլատրելի լարումը՝ $k_2=300$ կգ/սմ²:

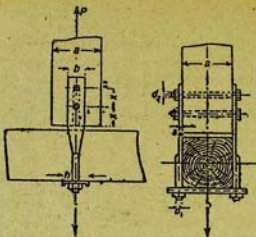
44. Ծպեղային փայտյա ֆերմի քառակուսի կախսյունը միանում է փայտյա տապաստի հետ ուղղաձիգ d_1 բուտերի ոգնությամբ (գծ. 115). սըրանք վերևում վերջանում են թաթերով, վորոնց միջով անցնում են հորիզոնական d_2 բուտերը, ընդ սմին կախսյան նյութի ճմուռը փոքրացնելու նպատակով նրա անցքերի մեջ հուպ կերպով հազցրած են գաղային խողովակներ, վորոնց միջով և՛ անցնում են d_2 բուտերը:



ԳՖ. 114

Հաշվել միացման ելեմենտները, յեթե կախսյունը ձգվում է $P=7000$ կգ ուժով, $a=15$ սմ և թաթերի հաստությունը $\delta=10$ մմ: Թույ-

Նաորելի լարումներն են— d_1 բուլետերի թաթերի համար $k'_2 = 800$ կգ/սմ², d_2 բուլետերի փորակային մասի համար $k'_2 = 480$ կգ/սմ², d_3 բուլետերի համար $k_4 = 640$ կգ/սմ², փայտի համար $k_4 = 10$



Պ. 115

կգ/սմ², հմլումի թույլատրելի լարումը թելիկների ուղղությամբ $k_5 = 25$ կգ/սմ², թելիկներին ուղղահայաց ուղղությամբ՝ $k_5 = 50$ կգ/սմ².

45. Դոմկրատի յերկաթյա պտուտակը, վոր ունի քառակուսի փորակ և աշխատում և բրոնզյա պտուտակների մեջ, բարձրացնում և $P = 15$ տոնն բեռն Գտուտակի ներքին տրամագիծը՝ $d_1 = 60$ մմ, արտաքին տրամագիծը՝ $d_2 = 77$ մմ, քայլը՝ $S = 17$ մմ. Վորոշել պտուտակների H բարձրությունը, յեթև $k_5 = 75$ կգ/սմ², $k_4 = 300$ կգ/սմ².

Ցուցում. Նշանակելով պտուտակների բարձրության համապատասխան պատասխանների (ВЫТОК) թիվը n , գտնում ենք, վոր հմլման յենթարկվող մակերեսը կազմում և

$$F = n \left(\frac{\pi d_2^2}{4} - \frac{\pi d_1^2}{4} \right),$$

Գտուտակների $H_1 = S \cdot n$ բարձրությունը վորոշելուց հետո, ստուգել կարումի ձևափոխությունը. կարումի մակերեսը կազմում և $F_1 = \frac{1}{2} \pi d_1 H$ (պտուտակներն) և $H_2 = \frac{1}{2} \pi d_2 H$ (պտուտակներն),

46. Յերկաթյա ձողը, վորի տրամագիծը՝ $d = 6$ սմ է, յերկարությունը՝ $l = 4$ մ, մի ծայրով ամրացրած է անշարժ, իսկ մյուս ծայրում վոլորվում է վոլորող Մզ մոմենտով (զծ. 100)։ Վորոշել—

1) վոլորման լրիվ γ անկյունը, յեթե $\sigma_0 = 6$ մմ, 2) սահմի S_0 անկյունը մակերևութի շրջա, 3) վոլորող Մզ մոմենտը և 4) ամենամեծ S_0 լարումը, յեթե ամբողջ ձողի վոլորման լրիվ անկյունը կազմում է 1° ։ $G = 8 \cdot 10^5$ կգ/սմ²։

47. Վորոշել 53-րդ որինակում քննարկած շարժիչի յերկարության ամեն մի մետրի վոլորման անկյունը, յեթե առաձգության մոդուլը՝ $G = 8,5 \cdot 10^5$ ։

48. Վորպեսզի չափեն շոգենալի մեքենայի հզորությունը, յերբ սոնին անում է $n = 120$ պտ/ր, վորոշում են սոնու վոլորման անկյունը։ Սոնու տրամագիծը՝ $d = 15$ սմ։ Խնչի j հավասար մեքենայի հզորությունը, յեթե սոնու յերկու՝ իրարից $l = 8$ մ հեռավորության վրա գտնվող հատանքներն իրար վերաբերմամբ պտտվում են $\gamma = \frac{1}{15}$ անկյունով։ $G = 8 \cdot 10$ կգ/սմ²։

49. Սոնին, վորի տրամագիծը՝ 8,4 սմ է, անում է մի բոպելում 45 պտույտ։ Վերջան է նրա փոխանցած հզորությունը, յեթե $S_0 = 300$ կգ/սմ²։

50. Գտնել շոգենավային սնամեջ սոնու արտաքին D և ներքին d տրամագիծը, յեթե մեքենայի հզորությունը մի բոպելում 100 պտույտի ղեպում կազմում է 8000 ձիաույժ։ $k_d = 300$ կգ/սմ² և $\frac{D}{d} = 2$ ։

Համեմատել սնամեջ սոնում Q_0 կշիռը միապագող սոնու Q կշռի հետ։

51. Նույն յերկարության յերկու սոնիները փոխանցում են նույն հզորությունը և ունեն նույն ամրությունը։ Առաջին սոնու պտույտների թիվն է $n_1 = 75$ պտ/ր, իսկ յերկրորդինը՝ $n_2 = 100$ պտ/ր։ Վորոշել այդ սոնիների տրամագծերի $\frac{d_1}{d_2}$ և կշիռների $\frac{Q_1}{Q_2}$ հարաբերությունը։

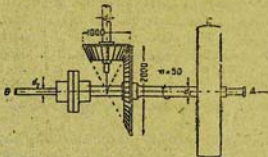
52. 1 բոպելում քմնի պտույտ պետք է անի 10 սմ տրամագծի սոնին, վորպեսզի նրա փոխանցած 240 ձիաույժ հզորությունն անվտանգ լինի նրա ամրության համար, յեթե $k_d = 300$ կգ/սմ²։ Խնչպես պետք է փոխել պտույտների թիվը, յեթե ցանկալի յե մեքենայի հզորությունը բարձրացնել մինչև 300 ձիաույժ, առանց փոխելու թուլատրելի լարումը (ընդունել՝ $\pi^3 = 10$)։

53. Վորտշել $l=4$ մ յերկարության և $d=8$ սմ տրամագծի սոնու վորտման γ անկյունը, յեթե $k_d=400$ կգ/սմ² և $G=8 \cdot 10^6$ կգ/սմ²,

54. Պողպատալարը, վորի յերկարությունը՝ $l=1$ մ և տրամագիծը՝ $d=2$ մմ, մի ծայրով ամրացրած և սեղմակի մեջ, իսկ մյուս ծայրում վորտվում և զուգում, Վորտշել γ -ն յեթե $\varepsilon_0=600$ կգ/սմ² և $G=82 \cdot 10^4$ կգ/սմ²,

55. Մնամեջ սոնին, անելով $n=100$ պտ/ր, փոխանցում և $N=100$ ձիաույժի հզորություն: Վորտշել սոնու տրամագիծը, յեթե ներքին և արտաքին տրամագծերի հարաբերությունը՝ $\frac{d_2}{d_1}=0,3$, $k_d=400$ կգ/սմ² և յերկարության ամեն 1 մ-ի վորտման թույլատրելի անկյունը կազմում և $\frac{l_0}{d}$: $G=8,1 \cdot 10$ կգ/սմ²,

56. AB հորիզոնական սոնին (զծ. 116) C հորիզակի միջոցով շարժիչից ստանում և 150 ձիաույժ, վորից կեսը կոնաձև ա-

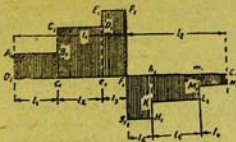


ՉԺ. 116.

տամանիքների միջոցով փոխանցում և ուղղաձիգ սոնուն: Վորտշել d_1 , d_2 և d_3 տրամագծերը, յեթե հորիզոնական AB սոնին անում և 50 պտ/ր և $k_d=400$ կգ/սմ²,

57. O_1 O_1' սոնին (զծ. 117) f_1 հատանքում նստած հորիզակի միջոցով ստանում և $N=80$ ձիաույժ: Ծներգիան բաշխվում և հետևյալ կերպով— O_2 ծայրում 15 ձիաույժ, c_1 հատանքում 15, e_1 -ում 15, h_1 -ում 20, m_1 -ում 15 և O_1' -ում 5 ձիաույժ (կորուստները նկատի չենք առնում): Վորտշել սոնու ընդեր 6 մասերի տրամագծերը, յեթե $n=200$ պտ/ր. վորտշել սոնու $O_1 f_1$ և

13 Օ՝ մասերի վոլորման անկյունները և մի ծայրագույն հատանքի պտտման անկյունը մյուս ծայրագույն հատանքի վերաբերմամբ:



ՊՅ. 117

58. Վորտչիքի թե Քնշ ույժ և հարկավոր ծակատեղու համար մի փափուկ յերկաթյա թերթ, յեթե թերթի հաստութունը $\delta = 12$ մմ, իսկ անցքի արամագիծը՝ $d = 20$ մմ ($\sigma = 40$ կգ/սմ²):

§ 51. ԱՌԱՋԱՐԴԱՆՔՆԵՐ ԱՐՏԱՐԴԱԿԱՆ ՊՐԱԿՏԻԿԱՅԻ ՀԱՄԱՐ. 5. Գծեցեք արանսմիտսիտն սոնուց կներդրայի բաշխման սքեման: Իմացեք սոնին շարժման բերող նշեկարաշարժիչի հզորութունը: Նշեցեք բոլոր հակափոխանցումները և նրանցից յուրաքանչյուրի ծախսած հզորութունը (համաձայն ցեխային տվյալների կամ տեղեկատուների և կամ, վերջապես, յեղնելով փոկի լայնութունից և լայնության ամեն 1 սմ փոխանցած ույժից, և հոլովակների արամագծներից):

ա) Հաշվեցեք սոնու զանազան մասերի վոլորող մոմենտները և զծեցեք այդ մոմենտների դիագրամը:

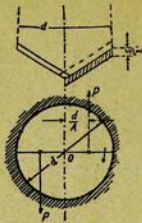
բ) Վորտչիքեք սոնու զանազան մասերի լարումը:

գ) Հաշվեցեք սոնու ամեն մի մասի վոլորման անկյունը և վոլորման լրիվ անկյունը:

6. Նույն տեսակ աշխատանք կատարեցեք հակափոխանցման սոնիկի վերաբերմամբ:

7. Վորտչիքեք, թե Քնշ վոլորող մոմենտ և կրում շարժիչի առջևի մասը (ժանանիվի և պատրոնի միջև), յերբ նա ամենամեծ բեռնվածքի տակ և զանվում: Վորտչիքեք շարժիչի մոտքիմալ վոլորման մոմենտը, վոլորման անկյունը և վզիկի մակերևույթի վրա սահքի անկյունը:

8. Գարգեցեք, թե ամենամեծ տրամագծի շաղափով աշխատելու դեպքում ինչ մաքսիմալ մատուցման (ПОДАЧА) համար ե



Պժ. 118

հաշված շաղափային դադդյան այս կամ այն նյութը շաղափելու ժամանակ, Յեթե մատուցումը կազմում է S մմ (գծ. 118), ապա շաղափի ամեն մի յեղրը պետք է հաղթահարե գծագրում մանրագծած մակերեսն ունեցող առանցքի դիմադրությունը: Բազմապատկելով այս մակերեսը ($\frac{S}{2}$ հիմքն ունեցող զուգահեռագիծ) տվյալ նյութի կտրումի տեսակարար ճնշման վրա (տես I մաս, որինհ 103), կստանաք P ույժը, վորի ազդման կետը կարելի է համարել շաղափի սայրի մեջտեղը: Կստանաք յերկու P ույժեր, վորոնք կազմում են զույգ՝ $\frac{P \cdot d}{2}$ մոմենտով:

Այս մոմենտի համաձայն վորոշեցեք. թե ինչ լարում ե կրում շաղափի ձողը (պոչը):

Ծ Ո Ռ Ո Մ

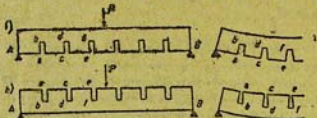
§ 32. ԾՌՄԱՆ ՁԵՎԱՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆԸ. Ծռման ձևափոխության հետ կապված հարցերը, յերևույթի բարդության շնորհիվ, յերկար ժամանակ չեն հաջողվում լուծել: Ավելի քան 200 տարի հետո միայն այն ժամանակից, յերբ նշանավոր Գալիլեյը (1630-ին) ակիղը դրեց ծռման ուսումնասիրությանը, այդ ձևափոխությունը ուսումնասիրվեց բավականաչափ լրիվ կերպով և հիմնավորվեց փորձի տվյալների հետ համաձայնող տեսություն: Այս տեսության զարգացումը՝ բեղմնավոր ընթացք ստացավ, յերբ իրենց լուծումն ստացան մի քանի հիմնական դրույթներ, վերոնց վերաբերում են այս ձևափոխության բնույթին:

Պատշաճ եզրադրվածնա պահանջող դրույթներից մեկն է ներկայացնում ծովող չորսուրի առանձին թելիկի—այսինքն մի ելեմենտար չորսվիկի, վոր ունի անսահման-փոքր լայնակի հաստանք և չորսուրի առանցքին զուգահեռ ու նույն յերկարության առանցք—ձևափոխության բնույթի սահմանումը: Յերկարանման և արդյոք թելիկը ծռման ժամանակ, թնչ չափի յե այդ յերկարացումը և նման և լայնակի հաստանքի զանազան կետերում և այլն—այս հարցերը յերկար ժամանակ վեճերի առարկա ելին կազմում և նրանց մասին առաջարկվում ելին զանազան տեսություններ (Գալիլեյ, Մարիոտտ, Լեյբնից և ուրիշները): Մի հասարակ փորձ, վոր կատարեց Դյուդոմիլը XVIII դարի վերջին, ճիշտ պատասխան տվեց այս հարցերին և հետագայում ծառայեց իբրև հիմք ծռման տեսությանը: Այդ փորձը հետևյալն է:

Վերցնենք պրիզմաձև փայտյա մի չորսվիկ, վորի մեջ արված են առանցքին ուղղահայաց և չորսվիկի բարձրության միջև կեսը հասնող միջանցիկ կարուսներ՝ ab, cd, ef և այլն (գծ. 119): Զորսվիկը դնենք A և B հենակների վրա՝ կարուսները դեպի ներքև (գծ. 119, a) և ազդենք վրան P ուլժով: Այս ուլժի ազդեցության տակ չորսվիկը կկորսնա, կարուսները ներքևի

կողմից կայանանան, ինչպես ցույց է տրված դժադրի աջ կողմում: Նույն չափերն ունեցող ամբողջակի չորսվիկի հետ համեմատած, այս չորսվիկն ավելի մեծ կորացում է տալիս և ավելի շուտ քայքայվում:

Կարուճների ձևի փոփոխման բնույթը ցույց է տալիս, վոր չորսվիկի ներքևի նիստի, այսինքն ուռուցիկ մասի մոտ դառնվող



Գծ. 119

թելիկները ձգվում-խրկարանում են. ձգված մասում սարքած կարուճները թուլացնում են չորսուկի ամրությունը:

Կրկնենք այժմ նույն փորձը, միայն չորսուն դնենք այնպես, վոր կարուճները լինեն վերևում (գծ. 119, b): Նորից բեռնելով մի վորևե P ույժով, մենք կնկատենք, վոր կարուճների արտաքին յեղրերը կմոտենան իրար, ինչպես ցույց է տրված դժադրի աջ կողմում, և յերբ P ույժը հասնի մի վորոշ մեծության, այդ յեղրերը կհավեն իրար, վորից հետո չորսուն կակտի ավելի լավ դիմադրել P ույժի ազդեցությանը: Բեռնաթափ անենք չորսուն և կարուճների մեջ զետեղենք կարուճներին լավ հարդարած փայտաթիթեղներ, և մենք կհամոզվենք, վոր այդ զեպքում չորսուն P ույժի ազդեցությանը կդիմադրե բոլորովին այնպես, ինչպես առանց կարուճների ամբողջակի չորսուն: Յեթե փորձենք հանել թիթեղները ձևափոխված չորսուկի կարուճներից, մենք կտեսնենք, վոր նրանք շատ պինդ հպված են կարուճների մեջ: Այս բոլորից մենք պետք է այն հետևությունն անենք, վոր չորսուկի զոգավոր կողմում գտնվող թելիկները յենթարկվում են սեղմումի, այդ պատճառով ել այդ մասի ամրության վրա կարուճները չեն ազդում:

Նույն յեղրակացությանը մենք կզանք և մի ուրիշ, առանց կարուճների փորձի միջոցով—չորսուկի վերևի և ներքևի նիստերի վրա ուղղապահների մեջ զետեղենք յերկու բարակ թիթեղներ, վոր իրենց ծայրերով մի փոքր դուրս են ընկած չորսուկից, և մենք կտեսնենք, վոր ձևափոխված չորսուկի մեջ թիթեղները դո-

գալոր մասում մի քիչ դուրս են յեկել, իսկ ուռուցիկ մասում ներս քաշվել:

Այսպես ուրեմն՝ քառանկյունի հաստանք ունեցող ծավոտ լորսուի մեջ ուռուցիկ մակերևութի կողմը գտնված թելիկները յենթարկվում են ծգման ձեղափոխության, իսկ գոգավոր մակերևութի կողմը գտնվող թելիկները սահմումի ձեղափոխության:

§ 53. Թելիկների ՅԵՐԿԱՐԱՑՈՒՄԸ ՅԵՎ ԿԱՐՃԱՑՈՒՄԸ ՈՒ ՆՐԱՆՆ ԶԱՄԱՅԱՍԵԱՆ ԼԱՐՈՒՄՆԵՐԸ, ՉԵՋՈՔ ՇԵՐՏ ՅԵՎ ՉԵՋՈՔ ԱՆՈՒՆՔ, Դիցուք ունենք ուղղագիծ առանցքով մի չորսու, վորի մի ծայրն ամրացրած և պատի մեջ, իսկ մյուս ծայրին



ՊՃ. 120

կցած և P ույժը (գծ. 120), Չորսուն ունի սիմմետրիայի ZZ հարթությունը, ընդամին P ույժը գտնվում և այդ հարթության վրա: Ույժի ազդեցության տակ չորսուն կկորանա—ab, cd և այլն ուղիղ գծերը կվերածվեն իրար զուգահեռ կոր գծերի: Չորսուի առանցքը նույնպես կվերածվի հարթ կոր գծի, վորն ընկած կլինի սիմմետրիայի նույն ZZ հարթության վրա: Այս տեսակ ձևափոխությունը կոչվում և հարթ ծռում, և հետագայում մենք միայն այս ձևափոխությունը կուսումնասիրենք:

Չորսուի կողմնային նիւտերի վրա տանելով չորսուի առանցքին ուղղահայաց մի շարք ուղիղներ, $m_1 n_1$, $m_2 n_2$ և այլն, մենք կտեսնենք, վոր նրանք ձևափոխությունից հետո արդեն իրար զուգահեռ չեն լինի, հետևաբար և չորսուի լայնակի հատանքները ձևափոխությունից հետո իրար հետ մի վորոշ անկյուն կկազմեն: Փորձը և տեսական հետազոտությունը ցույց են տալիս, վոր այդ լայնակի հատանքները կարելի չե հարթ համարել և ձևափոխությունից հետո, վորովհետև հատանքների աննշան կորացումը կարելի չե հաշվի չառնել: Այս յենթադրության վրա չե հիմնավորված ծռման տեսությունը:

Վերևում պարզեցինք, վոր ծռված չորսուի վորոշ թելիկները ձգված են, մյուսները՝ սեղմված: Փորձը ցույց և տալիս,

The diagram shows a conical shell element with a vertex at point O . The shell is defined by a central axis and a radius r at the top edge. The top edge is labeled with points m and r . The shell is divided into two parts by a horizontal line at height h . The upper part has a radius a_1 and a thickness $\Delta = Z$. The lower part has a radius a_2 and a thickness Z' . The shell is subjected to a pressure p_r acting radially inward. The angle between the shell's surface and the central axis is α . The shell is supported at the vertex O by a support structure.

վել են վորոշ անկյունով (այս անկյունը գտնվում է գծագրի հարթության վրա), ապա գծագրի հարթության վրա գտնվող թելիկների բոլոր համաձայնները վերածվել են աղեղների, վորոնց Օ կենտրոնը գտնվում է mn և rs ուղղությունների համաձայն կետում: Յնկնելով զրանից, առանց դժվարությունների մենք կարող ենք գտնել ամեն մի կամավոր թելիկի յերկարացումը կամ կարճացումը:

Մինչ ձևափոխությունը a_1b_1 թելիկի յերկարությունը կազմում էր՝ $\Delta x = 00_1$, Նշանակելով այդ թելիկի հեռավորությունը չեզոք շերտից x , մենք ստանում ենք a_1b_1 աղեղի յերկարությունը ձևափոխությունից հետո՝

$$\widetilde{a_1b_1} = (0x + z) \Delta \alpha,$$

Հետևաբար հարաբերական յերկարացումը կազմում է՝

$$I_x = \frac{\widetilde{a_1b_1} - \Delta x}{\Delta x} = \frac{(0x + z) \Delta \alpha - \Delta x}{\Delta x}$$

բայց $\Delta x = 00_1 = 0x \cdot \Delta \alpha$, ուրեմն

$$I_x = \frac{(0x + z) \Delta \alpha - 0x \cdot \Delta \alpha}{0x \cdot \Delta \alpha}, \text{ կամ, պարզումներից հետո,}$$

$$I_x = \frac{z}{0x} \quad (96)$$

Ամեն մի այլ կամայական c_1d_1 թելիկի համար, վոր գտնվում է չեզոք շերտի մյուս կողմում, նույն յեղանակով մենք կստանանք հարաբերական կարճացումը՝

$$j_x' = \frac{z'}{0x} \quad (97)$$

վորտեղ z' -ը սեղմված թելիկի հեռավորությունն է նույն չեզոք շերտից:

Այս վերջին յերկու բանաձևերի մեջ $0x = 00$ ներկայացնում է չորսուկ քննարկված յերկարության ելևեմնտի չեզոք թելիկի աղեղի 00_1 համվածի կորուստի շտապիղը:

Ինչպես տեսնում ենք, թելիկների յերկարացումը (կամ կարճացումը) համեմատական է նրանց հեռավորությանը չեզոք շերտից, այսինքն փոխվում է ուղիղ գծի որինքով:

Մաքսիմալ յերկարացում կամ կարճացում ստանում են այն թելիկները, վորոնք գտնվում են չեզոք շերտից ամենամեծ հեռավորության վրա. մինիմալ արժեքը, վոր հավասար է զերոյի, ստացվում է, յերբ $Z=0$, այսինքն այն թելիկների համար, վորոնք գտնվում են չեզոք շերտի մեջ:

Պարզելուց հետո, թե ինչ որենքով են փոխվում չորսուի առանձին թելիկների ձգման և սեղմումի ձևափոխությունները, մենք այժմ կարող ենք անցնել թելիկների մեջ առաջացող լարումներին: Սահմանափակվելով միայն առաձիգ ձևափոխություններով, մենք կկիրառենք Հուկի որենքը և կստանանք ձգվող կների ձգման լարումն արտահայտող հավասարումը՝

$$t_x = E \cdot \frac{z}{\rho x} \quad (98)$$

և սեղմվող թելիկների սեղմումի լարումն արտահայտող հավասարումը՝

$$t_{x'} = E \cdot \frac{z'}{\rho x} \quad (99)$$

վորտեղ E -ն առաձգության առաջին կարգի մոդուլն է:

Այդ լարումը, հետևաբար, փոփոխական մեծություն է. նա փոխվում է զերոյից մինչև մի վորեն մաքսիմալ դրական արժեք ձգվող թելիկների համար, և մինչև մի վորեն բացասական արժեք՝ սեղմվող թելիկների համար: Նա կոչվում է նորմալ լարում, վորովհետև ուղղված է ուղղահայաց չորսուի լայնակի հատանքին:

Չեզոք շերտից Z_1 հեռավորության վրա գտնվող մի վորեն թելիկի լարումը՝

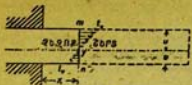
$$t_{x_1} = E \cdot \frac{Z_1}{\rho x},$$

Բաժանելով այս հավասարումը (98) հավասարման վրա, ստանում ենք՝

$$\frac{t_{x_1}}{t_x} = \frac{Z_1}{Z} \quad (100)$$

Նույն տեսակ արտահայտություն մենք կստանայինք և սեղմվող թելիկների համար: Միեմնույն հատանքի նորմալ լարումները համեմատական են թելիկների հեռավորությանը չեզոք շերտից:

Ձևափոխված չորսուկից դեն զցննք մի մասը, վոր ընկած է մի վորեն 100 հատանքից դեպի աջ*) (գծ. 122): Ձեզոք շերտից



ԳԾ. 122

վերևը գտնված թելիկները ձգված են, իսկ ներքևը գտնվածները՝ սեղմված են: Յեթե չեզոք շերտի հեռավորությունները վերևի և ներքևի նիստերից նշանակենք u և v , ապա ձգման ամենամեծ լարումը կլինի՝

$$\epsilon_u = E \cdot \frac{u}{\rho_x},$$

իսկ սեղմումի ամենամեծ լարումը՝

$$\epsilon_v = E \cdot \frac{v}{\rho_x},$$

Վերցնելով m կետից դեպի աջ ձգման լարումն արտահայտող մի վեկտոր, իսկ n կետից դեպի ձախ՝ սեղմումի լարումն արտահայտող վեկտորը, միացնենք այդ վեկտորների ծայրերն ուղիղ գծով: Այս ուղիղ գիծը կարտահայտե նորմալ լարումների փոխվելու որենքը և կհատե 100 հարթությունը y կետում, վոր համապատասխանում է չեզոք առանցքին:

Հարցեր:

1. Ի՞նչ բան է չեզոք շերտը և չեզոք առանցքը:
2. Ծածան ժամանակ վճիթ թելիկներում և առաջանում ձեզման ամենամեծ լարումը և վճիթ թելիկներում՝ սեղմումի ամենամեծ լարումը:
3. Ի՞նչ բան է ծածան ժամանակ նորմալ լարումը և ի՞նչպես է փոփոխվում սրտ արժեքը:

§ 54. ԾՈՒԲԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀԱՎԱՍԱՐՈՒՄԸ, Պարզելուց հետո, թե ի՞նչ բնույթ ունեն ծովող չորսուկի թելիկների կրած լարումները, այժմ անցնենք պարզելու, թե ի՞նչ կախում կա այդ լարումների և ձևափոխություն առաջացնող արտաքին ուժերի միջև: Այդ նպատակով կիրառենք մեզ արդեն հայտնի՝ հատանք-

*) Նկատի առնելով ձևափոխության փոքրությունը, կարելի չէ, պարզաթյան համար, չորսուն գծել ուղղագիծ առանցքով: Հետազոտում մենք այդպես էլ կանենք:

Ներքի մեթոդը չորսուսի քննարկվող մասի վերաբերմամբ և գրենք այդ մասի (վոր գտնվում է, մի կողմից արտաքին, իսկ մյուս կողմից՝ առաձգության ներքին ուլթերի ազդեցության տակ) հավասարակշռության պայմանները:

Դիցուք ունենք մի չորսուս, վոր գտնվում է ծուռ առաջանող P_1, P_2, P_3 և այլն ուլթերի ազդեցության տակ: Սահմանափակվենք իրականում ամենահաճախ պատահող այն դեպքերով, յերբ չորսուսի լայնակի հատանքն ունի սիմմետրիայի առանցք, իսկ ամբողջ չորսուսն՝ սիմմետրիայի հարթությու: Բոլոր արտաքին ուլթերն ուղղահայաց են չորսուսի առանցքին, վոր իրենից ներկայացնում է ուղիղ գիծ, և գտնվում են չորսուսի սիմմետրիայի հարթության վրա: Բացի այդ՝ կարգվենք միայն աննշան առաձիգ ձևափոխությունով, սա բնորոշվում է նրանով, վոր չորսուսի կորացումը, համեմատած նրա յերկարության, հետ, աննշան է, և այդ պատճառով մենք կարող ենք ընդունել, վոր ինչպես չորսուսի գծային չափերը, այնպես ել ուլթերի ազդման կետերի հեռավորությունները մնում են անփոփոխ:

Հատենք այդ չորսուսն DEF հարթությամբ (գծ. 123), դեն գցենք նրա ABCDEF ձախ մասը և գրենք աջ մասի հավասարակշռության պայմանները: Այս մասի վրա ազդում են արտաքին, ներկա դեպքում $P_1—P_3$ ուլթերը և ներքին ուլթեր, վոր գործում են DEF հատանքի մեջ, Վերցնենք կոորդինատների ուղղանկյուն սխեմա՝ այնպես, վոր կոորդինատների O սկզբնահետը գտնվի սիմմետրիայի mn առանցքի և չեզոք առանցքի հատման կետում: OX առանցքն ուղղենք ձախից աջ և ուղղահայաց հատանքի հարթությանը, OY առանցքը՝ չեզոք առանցքի ուղղությամբ, իսկ OZ առանցքը՝ սիմմետրիայի առանցքի ուղղությամբ դեպի ներքև:

Կերտենք չորսուսի աջ մասի վերաբերմամբ ստատիկայի տված՝ հավասարակշռության պայմանները:

Պրոյեկտելով բոլոր ուլթերը OX ուղղության վրա, տեսնում ենք, վոր արտաքին $P_1—P_3$ ուլթերի պրոյեկցիաները գերո յեն դառնում: Այսպիսով, այդ ուղղության վրա իրենց իսկական մեծությամբ պրոյեկտվում են միայն ներքին նորմալ ուլթերը՝ չեզոք առանցքից մի կողմը՝ ձգող ուլթերը, իսկ մյուս կողմը՝ սեղմող ուլթերը: Հետևապես հավասարակշռության այս պայմանն այն հետևություն է բերում, վոր ձգող ներքին բոլոր ուլթերի համազորը հավասար է սեղմող ներքին բոլոր ուլթերի համազորին:

Վերցնենք պրոյեկցիաների գումարը OZ առանցքի վրա: Արտաքին $P_1—P_3$ ուլթերն այս առանցքի վրա պրոյեկտվում են

աւրեցնելով արտաքին ուշփերի մոմենտը ներքին ուշփերի մոմենտին, կստանանք՝

$$M_3 = t_1 \cdot f_1 \cdot z_1 + t_2 \cdot f_2 \cdot z_2 + t_3 \cdot f_3 \cdot z_3 + \dots$$

Փոխարինենք t_1 , t_2 , t_3 և այլն լարումների արժեքները (98) քանակների աված արտահայտություններով՝

$$t_1 = E \cdot \frac{z_1}{\rho_x}, t_2 = E \cdot \frac{z_2}{\rho_x}, t_3 = E \cdot \frac{z_3}{\rho_x} \dots$$

կստանանք՝

$$M_3 = E \cdot \frac{z_1}{\rho_x} \cdot f_1 \cdot z_1 + E \cdot \frac{z_2}{\rho_x} \cdot f_2 \cdot z_2 + E \cdot \frac{z_3}{\rho_x} \cdot f_3 \cdot z_3 + \dots$$

կամ

$$M_3 = \frac{E}{\rho_x} (f_1 \cdot z_1^3 + f_2 \cdot z_2^3 + f_3 \cdot z_3^3 + \dots),$$

Փակագծերի մեջ, ինչպես տեսնում ենք, ստացանք մի գումար, վորի գումարելիները ներկայացնում են բոլոր ելեմենտար մակերեսների և նրանցից յուրաքանչյուրի՝ հատանքի հարթության վրա գտնվող OY առանցքից հեռավորության քառակուսու արտադրյալը: Այդ գումարը, ինչպես գիտենք*), ներկայացնում է հատանքի իներցիայի երկրորդի մոմենտը առանցքի վերաբերմամբ: Նշանակելով այդ մոմենտը I , կստանանք ծուռի հետևյալ հիմնական հավասարումը՝

$$M_3 = \frac{EI}{\rho_x} \quad (101)$$

Այս հավասարման աջ մասն արտահայտվում է կգամ-ներով, իսկ աջ մասը՝ $\frac{kg}{cm^3} \cdot m^3 : m =$ կգամ-ներով:

(101) հավասարումն ավելի հեշտ ստացվում է ինտեգրալ հաշվի միջոցով: Վերցնելով չեզոք առանցքից Z հեռավորության վրա գտնվող C կետի շուրջը մի անսահման-փոքր մակերես dF և նշանակելով այդ կետի լարումը t_z , կգտնենք, վոր

*) II մաս, §§ 47 և 48.

մակերեսի ելեմենտար ուժը կկազմի $t_z \cdot dF$, իսկ մոմենտը OY առանցքի վերաբերմամբ՝ $t_z \cdot z \cdot dF$:

Գումարելով բոլոր ելեմենտար մոմենտները (տարածելով զումարը լայնակի հաստանքի ամբողջ մակերեսի վրա), կստանանք համազոր մոմենտը՝ $\int t_z \cdot z \cdot dF$, վերահղ t_z -ը նշանակում է թե ձգման և թե սեղմումի լարումը: Այս մոմենտը պետք է հավասար լինի արտաքին ուժերի մոմենտին՝

$$\int t_z \cdot z \cdot dF = M_z,$$

Պարզ ձևի բերենք այս հավասարման ձախ մասը, փոխաբերելով t_z -ը նրա արտահայտությամբ (98) հավասարումից, կըստանանք՝

$$\int E \cdot \frac{z}{\rho_x} \cdot z \cdot dF = M_z,$$

Ինտեգրալի նշանից դուրս հանելով E և ρ_x հաստատուն մեծությունները, կստանանք՝

$$\frac{E}{\rho_x} \int z^2 dF = M_z,$$

Ձախ մասի ինտեգրալն իրենից ներկայացնում է լայնակի հաստանքի իներցիայի եքվատորիալ մոմենտը, վորը մենք նշանակել ենք I_x , հետևապես ստանում ենք ծռումի նույն հիմնական հավասարումը՝

$$\frac{EI}{\rho_x} = M_z,$$

Դասընթացի նախորդ մասից մեզ հայտնի յե⁶), վոր ABCD ուղղանկյան մակերեսի իներցիայի եքվատորիալ մոմենտը XX առանցքի վերաբերմամբ, վոր զուգահեռ և ուղղանկյան հիմքին և անցնում է ուղղանկյան ծանրության կենտրոնով (գծ. 124), կազմում է՝

$$I_x = \frac{bh^3}{12} \quad (102),$$

⁶) II մաս, § 48, ֆորմուլ (91):

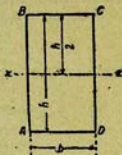
վորակող Եւն ուղղանկյան հիմքն է, իսկ h -ը՝ նրա բաձրությունը:

Յեթե չորսուի հատանքը միապաղաղ չէ, այլ անցք ունի (գծ. 125), ապա նրա ինեըրցիայի մոմենտը հավասար է միապաղաղ ուղղանկյան և անցքի մակերեսի ինեըրցիայի մոմենտների տարբերությանը, այսինքն՝

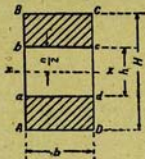
$$I_x = \frac{bH^3}{12} - \frac{bh^3}{12} = \frac{b}{12} (H^3 - h^3),$$

կամ

$$I_x = \frac{bH^3}{12} \left[1 - \left(\frac{h}{H} \right)^3 \right] \quad (103)$$

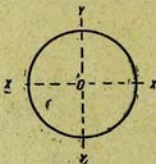


Գծ. 124



Գծ. 125

Յեթե ծավող չորսուի հատանքը կլոր է, այսինքն շրջանագիծ է և ծարավագծով, ապա I_x -ը աներկայացնում է հատանքի ինեըրցիայի եզրատորիալ մոմենտը:



Գծ. 126

շրջագծի կենտրոնով անցնող և հատանքի հարթության վրա գտնվող առանցքի վերաբերմամբ (գծ. 126): Դասընթացի նախորդ մասում^{*)} ապացուցել ենք, վոր շրջանի մակերեսի այդ մոմենտը հավասար է ինեըրցիայի բևեռային մոմենտի կեսին՝ այսինքն՝

$$I_x = \frac{I_0}{2} = \frac{\pi d^4}{64} \quad (104)$$

*) II մաս, § 48, ֆորմուլ (89):

Յեթե հատանքը սնամեջ է, ապա նրա ինհերցիայի մոմենտը հավասար է մեծ և փոքր հատանքների ինհերցիայի մոմենտների տարբերությանը՝

$$I = \frac{\pi d_1^4}{64} - \frac{\pi d_2^4}{64} = \frac{\pi}{64} (d_1^4 - d_2^4), \text{ կամ}$$

$$I = \frac{\pi d_1^4}{64} \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right] \quad (105),$$

Վորտեկ d_1 -ը հատանքի արտաքին, իսկ d_2 -ը ներքին արտամագիծն է:

Յեթե դիտենք ծուղ M մոմենտը, առաձգության I կարգի E մոդուլը և ինհերցիայի երկրորդի մոմենտը, ապա (101) հավասարումի որոշումով կարող ենք ավելի հատանքի համար վորտեկ չորսուկի առանցքի կորուստն շառավիղը:

(101) հավասարումը կարելի է ձևափոխել այսպես: (98) հավասարումից ունենք՝

$$\frac{E}{\rho z} = \frac{t_x}{z},$$

Տեղադրելով այս արժեքը (101) հավասարման մեջ, կստանանք՝

$$M = \frac{I}{z} \cdot t_x \quad (106)$$

Այս հավասարումը հնարավորություն է տալիս վորտեկում ծուղի չորսուկի դանազան թելիկներում նորմալ լարումը:

Առաջներից հետևում է, Վոր ավելի հատանքի ծուղ մոմենտ տեսլով, պետք է հասկանալ այդ հատանքից մի կողմն ընկած (աջ կամ ձախ) արտաքին ու յթերի մոմենտների հանրահաշվական գումարն այն առանցքի վերաբերմամբ, Վոր անցնում է հատանքի ծանրության կենտրոնով և ուղղահայաց է ու յթերի աղդման հարթությանը:

Հարցեր:

1. Ի՞նչ է հետևում նրանից, յերբ ու յթերի պրոյեկցիաների գումարն ուղղահայաց OZ առանցքի վերաբերմամբ հավասար է զերոյի (գծ. 123):

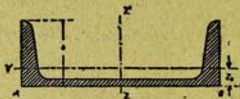
2. Ի՞նչ է հետևում նրանից, յերբ գերոյի յե հաժասար ույժերի մոմենտների զուամարը OY առանցքի վերաբերմամբ:

3. Ի՞նչպես է փոխվում նորմալ էւ լարումը (բանաձև 106), յերբ մեծանում է ինքնքցիայի 1 մոմենտը:

4. Մալոզ չորսուն ունի ուղղանկյուն հասանք: Ի՞նչպես է փոխվում մաքսիմալ լարումը, յեթե հասանքի բարձրությունը մեծանում է Π անգամ: Իսկ յեթե լայնությունը մեծանում է Π անգամ:

5. Ունենք կլոր հասանքով և d արմատգծով չորսուն Ի՞նչպես կփոխվի լարումը, յեթե արամագիծը մեծանա Π անգամ:

ՈՐԻՆԱԿ 61, № 26 պրոֆիլի տաշտային հեծանը (գծ. 127) ծովում է ZZ հարթության մեջ: Ինչի՞ յե հաժասար ամենամեծ ձողը և ամենամեծ սեղմող լարումների Π հարաբերությունը:



ԳՆ. 127

առավորությունն AB -ից՝ $z_0=2,45$ մմ: Ձեզոք առանցքն անցնում է ծանրության կենտրոնով, հետևապես ամենահեռու թելիկների լարումները համեմատական են $(b-z_0)$ և z_0 հեռավորություններին, այսինքն՝

$$\Pi = \frac{90-24,5}{24,5} = 2,67.$$

ՈՐԻՆԱԿ 62: Վորոշել 13-րդ որինակում (գծ. 27) քննարկած հեծանի կրած ամենամեծ նորմալ լարումը, յեթե հեծանի լայնակի հասանքի հիմքը՝ $b=15$ մմ, իսկ բարձրությունը՝ $h=21$ մմ: Վորոշել նաև 1, համադասասխան հասանքի ծոված առանցքի կորության շառավիղը և 2, նույն հասանքում առանցքից 5 մմ հեռավորության վրա գտնվող թելիկի լարումը:

Վերահիշյալ որինակում մենք արդեն գտել ենք, Վոր ծող մաքսիմալ մոմենտը համադասասխանում է հեծանի մեջտեղին և կազմում է 30 000 կգսմ: Ուղղանկյունի հասանքի ինքնքցիայի

մմենաը ծանրության կենտրոնով անցնող և հիմքին դուգահեռ առանցքի վերաբերմամբ՝

$$= \frac{bh^3}{12},$$

Ամենամեծ լարումն ունեն չեղոք առանցքից ամենահեռությամբ, ուրիշ՝

$$z = \frac{h}{2},$$

կիրառելով (105) հավասարումը, կստանաք՝

$$t_z = M_d : \frac{I}{z} = \frac{M_d \cdot z}{I} = \frac{M_d \cdot \frac{h}{2}}{\frac{bh^3}{12}} = \frac{6 M_d}{bh^2},$$

Տեղադրելով տառերի արժեքները, կստանանք ձգման և սեղմումի (վորովհետև հաստանքը սիմմետրիկ է չեղոք առանցքի վերաբերմամբ) ամենամեծ լարումները՝

$$t_{\max} = \frac{6 \cdot 30000}{15 \cdot 21^2} = 27,2 \text{ կգ/սմ}^2,$$

Վորպեսզի վորոշենք չեղոք շերտից z մմ հեռավորության վրա գտնվող թևիկների լարումը, կիրառենք (100) հավասարումը՝

$$\frac{t_z}{t_z} = \frac{z_1}{z}, \text{ վորտեղից}$$

$$t_{z_1} = t_z \cdot \frac{z_1}{z} = 27,2 \cdot \frac{6}{10,5} = 12,95 \text{ կգ/սմ}^2,$$

Հեծանի մեջուկի հաստանքի կորուստյան շտապիղջ վորոշում է (98) հավասարումից՝

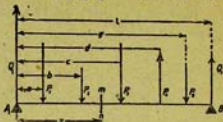
$$\rho_z = \frac{E \cdot z}{t_z},$$

Ընդունելով, վոր փայտի (սոճու) առաձգության մոդուլը $E = 9,2 \cdot 10^4$, կստանանք՝

$$\rho_z = \frac{92 \ 000 \cdot 10,5}{27,2} = 35511 \text{ սմ } \underline{\underline{355}} \text{ մ},$$

Ինչպես տեսնում ենք, կորությունը չնչին է: Շառավիղն ուղղված է դեպի վերև^{*)}:

§ 55. ԿՏՐՈՂ ՈՒՅԺԻ ՅԵՎ ԾՌՈՂ ՄՈՄԵՆՏԻ ԿԱՆՈՒՄԸ ՄԻՄՅԱՆՑԻՑ, ՎԵՐԵՆՆԵՑ ՄԻ ՀԵԺԱՆ, ՎՈՐ ԸՆԿԱԺ Ե Ա և B ՀԵՆԱՐԱՆՆԵՐԻ ՎՐԱ և զտնվումների $P_1 - P_2$ ուղղաձիգ τ_{12} բազդեցության տակ (գծ. 128) Վերցնելով մի վորեկե m հատանք, դրենք այդ հատանքից դեպի աջ դասավորված բոլոր ուժերի մոմենտներին գումարը հատանքի չեղոք առանցքի վերաբեմամբ՝



Գծ. 128

$$M_x = -Q_2(l-x) + P_1(e-x) - P_2(d-x) + P_3(c-x),$$

Այդ հատանքից դեպի աջ գործող կտրող ուժը՝

$$S_x = -Q_2 + P_1 - P_2 + P_3,$$

յեթե պայմանավորվենք դրական համարել այն ուժերը, վորոնք ուղղված են դեպի ներքև:

Վերցնելով ծոող մոմենտի առաջին ածանցյալն ըստ x արտքիսի, կստանանք՝

$$\frac{dM_x}{dx} = Q_2 - P_1 + P_2 - P_3,$$

Համեմատելով այս արտահայտությունը նախընթացի հետ, տեսնում ենք, վոր

$$\frac{dM_x}{dx} = -S_x \quad (107)$$

Նույն տեսակ կախում կարելի չե ստանալ և բեռնվածքների այլ տեսակների համար: Ուրեմն՝ հեծանի մի վորեկե մասի կըտրող ուժը հավասար է նույն մասի ծոող մոմենտի առաջին

^{*)} Հեծանն ընկած է յերկու հենաբանների վրա, ուսուցիչը կողմն ուղղված է դեպի ներքև:

ածանցյալին ըստ π արացիստի, վերցրած հակառակ նշանով (Եվկլիդեսի թեորեմը):

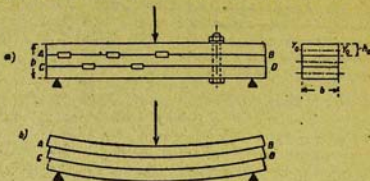
Այս թեորեմից հետևում է, Վոր ծոված հեծանի համար ծը-
ռող մոմենտը և կարող ուլթերը կապված են իրար հետ նույն
առնչություններով, ինչ Վոր առիւս և մաթեմատիկան ֆունկ-
ցիայի և սրա առաջին անանցյալի վերաբերմամբ—ծող մոմենտի
մաքսիմումը համապատասխանում է հեծանի այն հատանքին,
վորի համար կարող ուլթը դառնում է զերո. հեծանի այն մասե-
րի համար, վորտեղ ծող մոմենտը փոխվում է ուղիղ գծի որոն-
քով, կարող ուլթն անփոփոխ է, և այլն:

§ 56. ՇՈՇԱՓՈՂ ԼԱՐՈՒՄԵՆՐ ԵՌՄԱՆ ՓԱՄԱՆԱԿ. Այս-
պես ուրեմն ծռման ժամանակ չորսուի ամեն մի կամայական
հատանքում գոյություն ունի կարող ուլթ, վոր առաջ է բերում
սահքի վորող լարում այդ հատանքում: Իր ժամանակին, սահքի
ձևափոխությունը ուսումնասիրելիս, մենք պարզեցինք (§ 35).
վոր սահքի լարմանը մի հատանքում միշտ ուղեկցում է սահքի
լարում մի ուրիշ՝ անաշխին ուղղահայաց հատանքում: Սրանից
հետևում է, վոր ծոված չորսուի մեջ պետք է լինեն լարումներ
առանցքի ուղղությամբ, վորոնք ձգտում են ճգոտել չորսուն և
բաժանել առանձին շերտիկների: Փորձը լիովին հաստատում է
այս յեզրակացությունը:

Վերցնենք նույն յերկարությունն ունեցող մի քանի տախ-
տակներ. վորոնք տափակ կադմերով դարսած են իրար վրա (գծ.
129): Բեռնվածքի ազդեցության տակ տախտակները կկորսնան
(գծ. 129, Ե), ընդ վորում տախտակների ծայրերը կդասավորվեն
առտիճանաձև: Դա ցույց է տալիս, վոր տախտակները յերկայն-
քի ուղղությամբ մեկը մյուսի վերաբերմամբ շարժ են ունեցել
Յեթն մենք ծոնեք՝ նույն h բարձրությունն ունեցող ամբողջա-
կան չորսու, նրա ճակատի մակերևութի վրա այդպիսի առտի-
ճաններ չենք նկատի, վորովհետև թիլիկների իրար վերաբեր-
մամբ յերկայնքի ուղղությամբ շարժելուն կդիմադրեն թիլիկների
միջև գոյություն ունեցող հարակցական ուլթերը: Այսպես ուրեմն՝
ըստ յերկայնքի գոյություն ունեն սահքի լարումներ, այսպես
կոչված՝ յերկայնակի տանգենցիալ կամ շողափող լարումներ:
Տախտակներն իրար ամբացնենք յերթիթներով (ինչպես ցույց է
տված 129, Զ գծագրի ձախ մասում) կամ բոլորով (գծ. 129, աջ
մասում). այս դեպքերը, յենթարկվելով կտրումի ձևափոխու-
թյան AB և CD հարթություններում, իրենց դիմադրությամբ
կհավասարակշռեն տանգենցիալ ուլթերին: Այդ միջոցով մենք

բարձրացրած կլիներ չեղեք՝ իրար վրա դրած տախտակների ամբուլթյունը:

Դիցուք չորսուն յերկայնակի հարթություններով բաժանած և n շերտերի, վորոնցից յուրաքանչյուրի բարձրությունն և h_0 , իսկ լայնությունը հավասար և չորսուի b լայնությանը: Յուրա-



ՉՃ. 129

քանչյուր շերտը կաշխատի ինքնուրույն կերպով և կդիմադրի ծավալը՝ համապատասխան իր իներցիայի I_0 մոմենտին ($Y_0 Y_0$ չեղեք առանցքի վերաբերմամբ): Կիրառելով (105) հավասարումը, մենք բոլոր n շերտերի համար կստանանք հետևյալ կախումը՝

$$M \Delta = \frac{I_0}{\frac{h_0}{2}} \cdot t_{h_0} \cdot n = \frac{bh_0^3 \cdot 2}{12 \cdot h_0} \cdot t_{h_0} \cdot n = \frac{bh_0^3 \cdot n}{6} \cdot t_{h_0},$$

վորակելից՝

$$t_{h_0} = \frac{6 M \Delta}{bh_0^3 n} \quad (a)$$

Դիցուք այժմ առանձին շերտերն իրար հետ միացրած են այնպես, վոր կաղժուկ են մի ամբողջակի չորսու: Նշանակելով չորսուի բարձրությունը h , մենք ստանում ենք՝

$$t M \Delta = \frac{I}{h} \cdot t_h = \frac{bh^3 \cdot 2}{12 \cdot h} t_h = \frac{bh^3}{6} \cdot t_h,$$

վորակելից նորմալ լարումը՝

$$t_h = \frac{6 M \Delta}{b h^3},$$

Տեղադրելով $h = n h_0$, ստանում ենք՝

$$t_h = \frac{6 M \Delta}{b h_0^3 \cdot n^3} \quad (b)$$

Բաժանելով (a) հավասարումը (b)-ի վրա, կստանանք՝

$$\frac{t_{h_0}}{t_h} = n,$$

Մաքսիմալ լարումն առաջին դեպքում Π անգամ մեծ է, քան ամբողջակիչ չորսուկի դեպքում—քանի շերտի վոր բաժանված է չորսուկն ըստ բարձրության, այնքան անգամ փոքրացել է նրա ամբողջությունը:

Մովող չորսուկի մեջ սաչքի լարումները դասավորման որենքը բավական բարդ է: Հարցի նիշտ հետազոտությունը ցույց է տալիս, վոր հատանքի առանցքից տարբեր հեղավորություն կետերի համար լարումը նույնը չի մնում, այլ փոփոխվում է վորոշ որենքով, վոր կախված է լայնակի հատանքի ձևից: Այսպես, ուղղանկյուն հատանքի դեպքում սաչքի լարումը չորսուկի ուղղանկյուն է գրգավոր նիստերում հավասար է զերոյի (այսինքն այն նիստերում, վորտեղ նորմալ լարումներն ունեն մաքսիմալ արժեք) և հասնում է մաքսիմումի չեզոք շերտում. այդ մաքսիմալ արժեքը վորոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$S_{\max} = \frac{3}{2} \cdot \frac{S_x}{F} \quad (108),$$

իսկ կլոր հատանքի համար՝

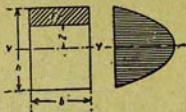
$$S_{\max} = \frac{4}{3} \cdot \frac{S_x}{F} \quad (109)$$

Այս հավասարումների մեջ S_x -ը տվյալ հատանքի կարող ույժն է, իսկ F -ը՝ հատանքի մակերեսը:

Յեթն սաչքի լարումները հավասարապես դասավորվելիս չորսուկի լայնակի ամբողջ հատանքի վրա, ապա այդ լարումը հավասար կլինի $S_{\text{միջ}} = \frac{S_x}{F}$. հետևապես սաչքի մաքսիմալ լար-

բումը գերազանցում է միջին արժեքին ուղղանկյուն հասանքի գեղձում $\frac{2}{3}$ -անգամ, իսկ/կլոր հասանքի գեղձում $\frac{4}{3}$ անգամ:

Չորսուկ բարձրությունն արտահայտող ուղղանիկ հասվածի վրա վերցնելով տանգենցիալ լարումներն արտահայտող ուղղա-
այացներ (գծ. 130) և միացնելով այս ուղղահայացների ծայրե-
րը, հասանանք մի կոր, վոր պատկերացնում է տվյալ հասանքի



Գծ. 130

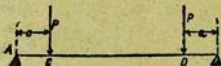
տանգենցիալ լարումների փո-
փոխման որևէքը (գծագրի աջ
կողմի դիագրամը): Այսպես,
չեզոք առանցքից Z հեռավո-
րության վրա գտնվող կետում
շոշափող լարումը հավասար
կլինի YY առանցքին զուգա-
հեռ տարած որդինատին:

Պետք է շեշտել, վոր այդ
լարումները չորսուկի յերկա-
րության զանազան ելեմենտներում տարբեր են, վերովհետև, ինչ-
պես գիտենք, կարող ույժը նույնը չի մնում չորսուկի լայնակի
զանազան հասանքների համար:

Այսպես ուրեմն ծոված չորսուկի յուրաքանչյուր հասանքում
գոյություն ունի սահքի լարում և սրան հավասար լարում առանց-
քի ուղղությամբ: Այդ լարումը փոփոխվում է ըստ մեծության
ինչպես ամեն մի հասանքում, նայելով ելեմենտի հեռավորու-
թյանը չեզոք առանցքից, այնպես ել նույնը չի մնում և չորսուկի
զանազան հասանքներում, վորովհետև կախում ունի կարող ույժի
մեծությունից:

Հարցեր.

1. Կախումն ունի՞ արդյոք սահքի լարումը չորսուկի հասան-
քի դիրքից ըստ յերկայնքի:



Գծ. 131

2. Տվյալ հասանքի
վոր կետերում սահքի լա-
րումը մաքսիմալ է:

3. AB հեծանն ազատ
ընկած է A և B հենարան-
ների վրա (գծ. 131): Հե-
նարաններից հավասար հեռավորության վրա գտնվող C և D կե-
տերում ազդում են իրար հավասար P ույժեր: Գծեցեք կարող
ույժերի դիագրամները: C և D հասանքների միջև չորսուն կու-

նենմ արդյոք սահմի լարումը: Յեթե դուք յուրացրել եք § 55-ը, զննեցեք այս դեպքն անալիտիկորեն:

§ 57. ԵՌՎԱՄ ՁՈՐՍՈՒԻ ԱՌԱՋԻԳ ԿՈՐԸ: Ինչպես պարզեցինք վերևում, ծոզող չորսուի յերկրաչափական ուղղադիմ առանցքը ձևափոխությունից հետո վերածվում է կոր գծի, վոր զանվում է չորսուի՝ սկսմանտրիայի հարթության վրա, յեթե ույժերը նույնպես զանվում են այդ հարթության վրա:

Արտաքին ույժերի ծոզող M ժոմենտի, O_x -ի, E -ի և I -ի կախումն իրարից տալիս և ծոռւմի հիմնական հավասարումը (101)՝

$$\frac{EI}{\rho_x} = M, \text{ վորտեղից վորոշում ենք կորության շառավիղը՝}$$

$$\rho_x = \frac{EI}{M} \quad (110)$$

Յեթե ունենք պրիզմաձև հատանքի չորսու, ապա $I = \text{const}$: Վորովհետև ծոզող մոմենտը զանազան հատանքներում ունի տարբեր արժեքներ, ուրեմն և կորության շառավիղն էլ չորսուի յերկայնքի զանազան մասերում զանազան կլինի:

Դիցուք ունենք մի հեծան, վորը մի ծայրով թաղված է պատի մեջ (գծ. 132) և զանվում է $P_1 - P_4$ ույժերի սխտեմի ազդեցության տակ: Թաղվածքի հարթության հատանքում ծոզող մոմենտը՝

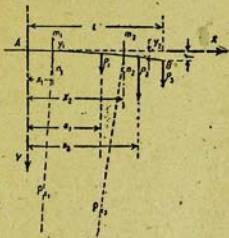
$$M' = P_1 a_1 + P_2 a_2 + P_3 l$$

Մի այլ հատանքում, նախորդից x_1 հեռավորության վրա, ծոզող մոմենտը կլինի՝

$$M' = P_1 (a_1 - x_1) + P_2 (a_2 - x_1) + P_3 (l - x_1)$$

Յեթե վերցնենք m, n , հատանքը P_1 և P_3 ույժերի միջև, ապա ծոզող մոմենտը՝

$$M'' = P_1 (a_1 - x_1) + P_3 (l - x_1) \text{ և այլն:}$$



ԳԾ. 132

Ինչպես տեսնում ենք, ծառղ մոմենտը փոքրանում է ձախից դեպի աջ շարժվելիս և զրոս համապատասխան մեծանում է կորուսյան շառավիղը:

Մոման առաձիգ ձևափոխությունները գտնելու հետ կապված գործնական հարցերում կարևոր է վճշ թե ծաված առանցքի կորուսյան շառավիղը, այլ կորվածքը (прогиб), վոր ստացել է չորսուն յերկայնքի զանազան կետերում, վորովհետև շատ դեպքերում ամենամեծ կորվածքը սահմանափակված է վորոշ մաքսիմալ արժեքով. այսպես, որինակ, արանսմիսիոն սոնինների համար կորվածքը չպետք է լինի ավելի քան $\frac{1}{3}$ մմ յերկարության ամեն 1 մ-ի համար, հատակի կամ առաստաղի յերկաթյա հեծանների համար՝ վոչ ավելի, քան յերկարության $\frac{1}{600}$ մասը, փայտյա հեծանների համար՝ $\frac{1}{1000}$ մասը, յերբեմն և ավելի փոքր:

Կորվածքի ամենամեծ արժեքը զանազան տեսակ բեռնվածքների և չորսուի զանազան տեսակ հենույնների դեպքերի համար արվում են տեխնիկական տեղեկատու գրքերի մեջ:

Կորվածքի սլաքի մեծության վորոշումը հետևյալ մեթոդի վրա յե հենված:

Վերլուծական յերկրաչափությունը հարթ կորի կորության շառավղի համար տալիս է այս բանաձևը՝

$$\rho_x = \frac{\left[1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}}{\frac{d^2y}{dx^2}},$$

182-րդ դժադրում պատկերված չորսուի առաձիգ առանցքի վերաբերմամբ այդ բանաձևը հետևյալ մեկնաբանությունը կատարումս կորդինատների սկիզբը վերցնենք ծայրագույն ձախ հատանքի ծանրության A կենտրոնում, արացիսանների AX առանցքն ուղղենք չձևափոխված չորսուի առանցքի ուղղությամբ ձախից աջ, իսկ AY առանցքը՝ AX-ին ուղղահայաց և դեպի ներքև: Այդ դեպքում կորության ρ_x շառավիղը կորոշվի, յեթե y-ի փոխարեն տեղադրենք այն հատանքի կոճվածքը, վորը գտնվում է A-ից x հեռավորության վրա: Յեվ հակառակը, ծւման հիմնական հավա-

սարուժից վորոշելով կորուսթյան շառավիղը, մենք կարող ենք գտնել աճյալ X արացիսսին համապատասխանող կորվածքը:

Կորուսթյան շառավղի բանաձևին կարելի չե պարզ և՛ տալ, Նկատի առնելով, վոր այն առաձիգ ձևափոխությունները, վորոնց հետ մենք զործ ունենք հաշվումների ժամանակ, այն բնույթն ունեն, վոր y կորվածքը շատ աննշան և չորսուի յերկարության հետ համեմատած, մենք գալիս ենք այն յեղրակացության, վոր $\frac{dy}{dx}$ առաջին ասանցյալը, վոր ներկայացնում և աված կետում կորին տարած շոշափողի և արացիսսների առանցքի կազմած անկյան տանգենսը, ղերին աստիճանի աննշան մեծություն և: Սրա քառակուսին այնքան փոքր կլինի միավորի հետ համեմատած, վոր բանաձևի համարիչում, փակագծերի մեջ, կարող ենք նրան գտնց առնել և կորուսթյան շառավղի բանաձևը գրել այսպես՝

$$\rho_x = \frac{1}{\frac{d^2y}{dx^2}}$$

Հավասարեցնելով այս և (110) հավասարման աջ մասերը, կստանանք՝

$$\frac{EI}{M\Delta} = \frac{1}{\frac{d^2y}{dx^2}}, \text{ կամ}$$

$$EI \frac{d^2y}{dx^2} = M\Delta \quad (111)$$

Այս հավասարումը, վոր կոչվում և առածից կորի դիֆերենցիալ հավասարում, և կապում և չորսուի ծոված առանցքի կամայական կետի կոորդինատներն այդ կետի համապատասխան հոտանքի ծոող մոմենտի հետ, միջոց և տալիս վորոշելու կորվածքն ամեն մի կետում:

Ինտեգրելով հավասարումը մեկ անգամ, մենք կստանանք մի նոր հավասարում, վորի մեջ մտնում և $\frac{dy}{dx}$ -ը, այսինքն տանգենսն այն անկյան, վոր կազմում և աված հաատնքում կորին տարած շոշափողը արացիսսների առանցքի հետ: Նորից ինտեգրելով, մենք կստանանք առաձիգ կորի հավասարումը, վորը կտա y որդինատի կախումն X արացիսսից, այսինքն կորվածքի կա-

խումը ավելի հասանքի հեռավորությունից կորոշվածները սկզբից, Այսպես ուրեմն, ինտեգրելով (111) հավասարումը, կըստանանք՝

$$\text{El } \frac{dy}{dx} = \int M_2 \cdot dx + C_1 \quad (112)$$

Նշանակենք $\int M_2 dx = K$ և նորից ինտեգրենք, կստանանք՝

$$\text{Ely} = Kx + C_1x + C_2$$

Կամայական հաստատուն C_1 և C_2 մեծություններն ունենալանձին զեպքում կարելի չի վորոշել, յեթե տեղադրենք առաձիգ դժի վորոշ կետերի համար x -ի, y -ի և $\frac{dy}{dx}$ -ի համապատասխան արժեքները, ինչպես ցույց ե տրված հետևյալ Տ-ի մի քանի որինակներում:

Ինչպես տեսանք վերևում, հասանքի մի կողմում գտնված ուլթերի ծողղ մոմենտը հավասար ե հասանքի մյուս կողմում գտնված ուլթերի ծողղ մոմենտին հակառակ նշանով:

Վորոշությունն նպատակով պայմանավորվենք կերցնել հասանքից զեպի աջ գտնված ուլթերի մոմենտները և զրական համարել ժամացույցի սլաքի ուղղությամբ պատող մոմենտները OX առանցքը միշտ կուղղենք ձախից զեպի աջ, իսկ OY առանցքը՝ վերից ներքև:

§ 58. ՀԵՄԱՆՆԵՐԻ ՄԻ ՔԱՆԻ ՄԱՍՆԱՎՈՐ ԴԵՊՔԵՐԻ ՀԵՏԱՋՏՈՒՔՅՈՒՆԸ: Ասածներս կիրառենք ուղղաձիգ ուլթերով բռնաավորված հեծանների մի քանի զեպերի վերաբերմամբ:

1. Հեծանը թաղված ե մի ծայրով, իսկ մյուս ծայրում կրում ե կենտրոնացած ուլթ (գծ. 133): Վերցնելով մոմենտներ A հասանքի չեղոք առանցքի վերաբերմամբ, կստանանք՝

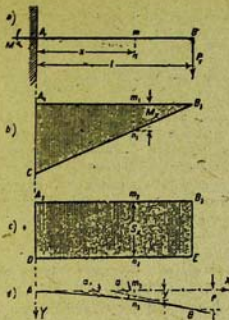
$$M + P \cdot l = 0,$$

վորակից

$$M = -P \cdot l,$$

M մոմենտը, վոր կոչվում ե թաղվածքի մոմենտ, հավասարակշռում ե P ուլթի մոմենտին:

Վերցնելով արտաքին ուժերի պրոյեկցիաների դումարը
 ՕՄ առանցքի վրա, վոր ուղղված է վերևից ներքև, մենք



ՊՅ. 133

տեսնում ենք, վոր թաղված ծայրի վրա գործում է Q հակադրումը, վոր վորոշվում է հետևյալ հավասարումից՝

$$\begin{aligned} P + Q &= 0, \text{ վորտեղից} \\ Q &= -P, \end{aligned}$$

այսինքն հակադրումն ուղղված է ներքևից վերև

Մի վորևե կամայական m հատանքի համար աջ կողմում դասավորված արտաքին ուժերի մոմենտների դումարը կարտահայտվի հետևյալ հավասարումով՝

$$M_x = P(l - x) \quad 113$$

Դա կլինի m հատանքի ծող մոմենտի արտահայտությունը:

Յեթե $x=l$, ապա՝

$$M_x = 0,$$

այսինքն B հատանքում ծողո մոմենտը հավասար է զերոյի:

Յեթե $x=0$, ապա՝

$$M_0 = P \cdot l \quad (114),$$

այսինքն մաքսիմալ ծողո մոմենտ ստացվում է թաղվածքի հարթության մեջ ընկած A հատանքի համար, վորը կոչվում է վրտանգավոր հատանք. (113) հավասարումը ցույց է տալիս, վոր մոմենտը փոխվում է ուղիղ գծի որևէ կետում: Վերցնելով A կետի ուղղահայեքի վրա մի վորեկ A_1 կետից A_1C որդինաւը, վոր վորոշ մասշտաբով արտահայտում է $M_0 = P \cdot l$ մոմենտը, միացնենք C կետը B_1 կետի ուղիղ գծով (գծ. 113, b) և կստանանք ծողո մոմենտների դիագրամը: Մի վորեկ քա հատանքում ծողո մոմենտը կարտահայտվի m_1 n_1 որդինաւով:

Կտրող ուլծեռի դիագրամը կպատկերացնի մի ուղղանկյուն (գծ. 113, c) վորի բարձրութունը $B_1E = P$, այսինքն կտրող ուլծն անփոփոխ է հեծանի ամբողջ յերկայնքով:

Դրան կարելի յե համոզվել և՛ անալիտիկորեն. հիւրով, կիւրաւելով Շվեդերի թեորեմը [(107) հավասարում], կստանանք՝

$$S_x = -\frac{dM_x}{dx} = -\frac{d}{dx} P(l-x) = P,$$

այսինքն կտրող ուլծը միշտ նույնն է հեծանքի ամբողջ յերկայնքով:

Մաքսիմալ կորվածքը (B կետում) վորոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$f = \frac{Pl^2}{8EI} \quad (115),$$

վորտեղ P բեռնվածքն արտահայտած է կգ-ներով, l յերկարութունը՝ սմ-ներով, առաձգության E մոդուլը՝ կգ/սմ²-ներով, իսկ

Հայնսկի հատանքի ինտեգրիայի 1 մոմենտը՝ $u l^3$ -ներով, որա հա-
մապատասխան 1 կորվածքն ստացվում է

$$b \frac{\frac{kq \cdot u l^3}{\frac{kq}{u l^3} \cdot u l^4}}{\frac{kq}{u l^3} \cdot u l^4} = u l^3 \text{-ներով}$$

կորվածքի 1 սլաքն ստացվում է այսպես: Գրենք առանիդ
կորի հավասարումը՝

$$M_x = EI \frac{d^3 y}{dx^3} = P(l-x) \quad (116)$$

Յերկու անգամ ինտեգրելով այս հավասարումը, կստանանք՝

$$EI \frac{dy}{dx} = -\frac{P(l-x)^2}{2} + C_1 \quad (117)$$

$$EI y = \frac{P(l-x)^3}{6} + C_1 x + C_2 \quad (118)$$

Մնում է վորոշել C_1 և C_2 հաստատունները:

A կետում (զծ. 133, d), վոր համընկնում է հատանքի ծան-
րության կենտրոնի հետ, վոր մի կորվածք չկա, այսինքն՝ յերբ
 $x=0$, նաև $y=0$:

Բացի այդ, առանիդ կորի շոշափողը A կետում համասեղ-
վում է արացիսաների առանցքի հետ, այսինքն՝ յերբ $x=0$, ապա

$$\operatorname{tg} \alpha = -\frac{dy}{dx} = 0,$$

Ոգտագործելով այս պայմանները, կարող ենք վորոշել C_1 և
 C_2 հաստատունները:

Կիրառելով վերջին պայմանը (117) հավասարման վերա-
բերմամբ, ստանում ենք՝

$$EI \cdot \theta = - \frac{P l^2}{2} + C_1, \text{ զորտեղից}$$

$$C_1 = \frac{P l^2}{2} .$$

Առաջին պայմանի կիրառումը (118) հաժապուման վերաբերմամբ տալիս է՝

$$EI \cdot y = \frac{P \cdot l^3}{6} + C_1 \cdot \theta + C_2, \text{ զորտեղից}$$

$$C_2 = - \frac{P l^3}{6} .$$

Տեղադրելով C_1 -ի և C_2 -ի արժեքները (118) հաժապուման մեջ, կստանանք՝

$$EI y = \frac{P(l-x)^3}{6} + \frac{P l^2 x}{2} - \frac{P l^3}{6} \quad [119]$$

Այս հաժապումումը հնարավորություն է տալիս զորոշելու B հասանքին համապատասխանող մագսիմալ կորվածքը, կամ, այսպես կոչված՝ կորվածքի սլաքը: Նշանակելով կորվածքի սլաքը h , զորոշենք նրա մեծությունը՝ (119) հաժապումից, տեղադրելով սրա մեջ $x=l$ ՝

$$EI h = \frac{P(l-l)^3}{6} + \frac{P \cdot l^2 \cdot l}{2} - \frac{P \cdot l^3}{6}$$

Պարզացումներից հետո ստանում ենք՝

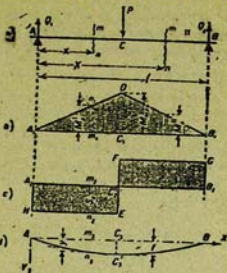
$$EI h = \frac{P l^3}{3}, \text{ զորտեղից}$$

$$h = \frac{P l^3}{3 EI}$$

II. Հետևել, ՎՈՐ ԸՆԿԱՄ Ե ՅԵՐԿՈՒ ՀԵՆԱՐԱՆՆԵՐԻ ՎՐԱ ՅԵՎ ԻՐ ՄԵՋՏԵՂՈՒՄ ԿՐՈՒՄ Ե ԿԵՆՏՐՈՆԱՑԱՄ ՈՒՅԺ (գծ. 134). Դանի վոր բեռնվածքն ազդում է հեծանի ուղիղ մեղմեղում, ապա հանարանների չէ հակադրումներն իրար հակառակ են՝

$$Q_1 = Q_2 = \frac{P}{2}$$

P ույժի ազդման C կետը հեծանը բաժանում է յերկու մասի՝ AC և CB: Դրանք այսօրմաներից յուրաքանչյուրի համար ծառղ մոմենտների աբաահայաությունները: Յերկրորդ մասի մի վորեն լոռ հատանքում, վոր գտնվում է C և B կետերի միջև, հատանքից դեպի աջ գտնվող ուժերի ծառղ մոմենտը կադմում է՝



ԳՃ. 134.

$$M_x^II = -Q_2(l-x) = -\frac{P}{2}(l-x) \quad (120)$$

Վերցնենք այժմ մի վորեն լոռ հատանք I մասում և դրանք հատանքից դեպի ձախ գտնված ույժերի մոմենտը՝

$$M_x^I = \frac{P}{2}x \quad (121)$$

II մասում, x աբսցիսսի փոքրամալով, մեծանում է ծառղ մոմենտն ըստ բացարձակ մեծության, և յերբ աբսցիսսը գառնում է $x = \frac{l}{2}$, ծառղ մոմենտը գառնում է՝

$$M_{x=\frac{l}{2}} = -\frac{Pl}{4} \quad (122)$$

I մասում, X արացիտի մեծանալով, մեծանում է և ծուղ-
մոմենտը և յերբ արացիտը դառնում է $X = \frac{l}{2}$, ծուղ մոմենտն-

ըստ մեծության նույն արժեքն է ստանում: Վորովհետև ծուղ-
մոմենտը փոխվում է ուղիղ գծի որեւէքով, ապա հեծանի մեջտեղի
ուղղամիջի վրա դանդող մի վորեն C_1 կետից վերցնենք հեծանի-
գետի գագաժոր կողմն ուղղված $C_1D = \frac{Pl}{4}$ որդինատը և միաց-
նենք ուղիղ գծերով D կետը A_1 և B_1 կետերի հետ (գծ. 134, b)-
կատանանք ծուղ մոմենտների դիագրամը: Վասնզաժոր հասանքը
համապատասխանում է հեծանի մեջտեղի C կետին:

Կարող ույժերի դիագրամն ունի այն տեսքը, զոր պատկեր-
ված է 134, c գծագրում, վորտեղ $\overline{B_1G} = Q_1$:

Մաքսիմալ կորվածքն ստացվում է հեծանի մեջտեղում և
հավասար է՝

$$\bar{f} = \frac{Pl^3}{48EI} \quad (123)$$

Կարող ույժն անալիտիկորեն վորոշվում է հետևյալ առնչու-
թյունից՝

$$S_x = -\frac{dM_x^{II}}{dx} = -\frac{P}{2},$$

ընդ վորում C_2 կետում (գծ. 134, c) կարող ույժը փոխում է իր-
նչանը:

Առածիդ կորի հավասարումը՝

$$EI \frac{d^3y}{dx^3} = M_x,$$

Արտաքին ույժը հեծանն ըստ յերկայնքի բաժանում է յեր-
կու մասի, դրա համապատասխան էլ առածիդ կորն ընդհանրա-
պես բաղկացած կլինի յերկու ճյուղերից, վորոնք կունենան ի-
րենց առանձին հավասարումները: Ներկա դեպքում P ույժն աղ-
դում է հեծանի մեջտեղում, այդ պատճառով առածիդ կորը (գծ.-
134, d) բաղկացած կլինի իրար բոլորովին նման AC'_2 և C'_2B_1
յերկու ճյուղերից:

Վերջնելով հեծանի աջ՝ CB մասը, ունենք

$$EI \frac{d^3 y}{dx^3} = - \frac{P}{2} (l-x), \text{ վորտեղից, յերկու անգամ ինտե-}$$

գրելով, կստանանք՝

$$EI \frac{dy}{dx} = \frac{P(l-x)^2}{4} + C_1$$

$$\text{և } Ely = \frac{P(l-x)^3}{12} + C_1 x + C_2 \quad (124)$$

C_1 և C_2 հաստատունները վորոշելու համար ունենք հետե-
յալ պայմանները—յեթե $x = \frac{l}{2}$, ապա $\frac{dy}{dx} = 0$ (C_2 կետում կո-
րին շոշափողը զուգահեռ է OX առանցքին). և յեթե $x = l$, ապա
 $y = 0$ (հենարանում կորվածք չկա):

Տեղադրելով այս արժեքները, կստանանք՝

$$EI \cdot 0 = \frac{P l^2}{16} + C_1, \text{ վորտեղից } C_1 = -\frac{P l^2}{16} \text{ և}$$

$$EI \cdot 0 = C_1 l + C_2, \text{ վորտեղից } C_2 = \frac{P l^3}{16},$$

Տեղադրելով C_1 և C_2 -ի արժեքները (124) հավասարման՝ մեջ,
կստանանք՝

$$EI \cdot y = -\frac{P(l-x)^3}{12} - \frac{P l^2 x}{16} + \frac{P l^3}{16},$$

Այս հավասարման միջոցով կարելի չե վորոշել x արացիսան
ունեցող ամեն մի հատանքի կորվածքը:

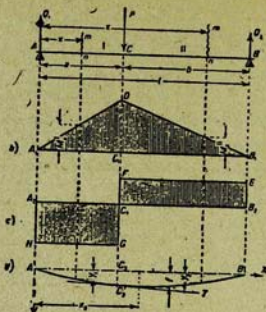
Մաքսիմալ f կորվածքը կլինի հեծանի մեջտեղում, վորի
համար $x = \frac{l}{2}$. ուրեմն՝

$$EI \cdot f = -\frac{P \left(\frac{l}{2}\right)^3}{12} - \frac{P \cdot l^2 \cdot \frac{l}{2}}{16} + \frac{P l^3}{16} = \frac{P l^3}{48},$$

վորտեղից և ստացվում է (123) առնչությունը՝

$$f = \frac{P l^3}{48 EI},$$

III. ՀծծԱՆ, ՎՈՐ ԱԶԱՏ ԸՆԿԱԾ Ե ՅԵՐԿՈՒ ՀԵՆԱՐԱՆՆԵՐԿ ՎՐԱ ԹԵՎ ԿՐՈՒՄ Ե ՎՈՉ ՄԵԶՏԵՂՈՒՄ ԱԶԴՈՂ ՄԻ ԿԵՆՏՐՈՆԱԿԱՆ ԲԵՌՆՎԱԾՔ (գծ. 135): Հենարանների Q_1 և Q_2 հակադ-



ԳԾ. 135

դույնները վորոշում ենք, վերցնելով բոլոր ուժերի մոմենտների գումարը B և A կետերի վերաբերմամբ և գումարը հավասարեցնելով զերոյի՝

$$Q_1 \cdot l - P \cdot b = 0, \text{ վորտեղից } Q_1 = P \cdot \frac{b}{l} \quad (125)$$

$$\text{և } -Q_2 \cdot l + P \cdot a = 0, \text{ վորտեղից } Q_2 = P \cdot \frac{a}{l} \quad (126)$$

Յերկրորդ մասի մի վորևե III հատանքում աջ ուժերի ձգող մոմենտը՝

$$M_x^II = -Q_2(l-x) = -\frac{Pa(l-x)}{l} \quad (127)$$

I մասի մի զորևն ԽՈ հասանքում ձախ ույժերի ծուղ մոմենտը՝

$$M_x^I = Q_1 x = P \cdot \frac{bx}{l} \quad (128)$$

Մոմենտը փոխվում է ուղիղ գծի որևէ կետի վրա և II մասում բացարձակ մեծությամբ մեծանում է X-ի փոքրանալով, իսկ I մասում՝ X-ի մեծանալով: Մոմենտը մաքսիմալ արժեքի յե հասնում, յերբ $X=a$ և, ըստ (127) հավասարման, կազմում է՝

$$M_{x=a}^{II} = -P \cdot \frac{a(l-a)}{l} = -P \cdot \frac{ab}{l},$$

իսկ ըստ (128)-ի՝

$$M_{x=a}^I = P \frac{b \cdot a}{l},$$

այսինքն նույն արժեքն ըստ բացարձակ մեծությամբ: Վերջնելով ուղղաձիգի վրա C_1 կետից (գծ. 135, b) $\overline{C_1 D} = P \cdot \frac{ab}{l}$ որդինատը (զոգավորությամբ կողմը), միացնենք D կետը A_1 և B_1 կետերի հետ ուղիղ գծերով և կատանանք ծուղ ույժերի դիագրամը: Վատնգավոր հասանքը համապատասխանում է C_1 կետին:

Կարող ույժերի դիագրամն ունի այն ձևը, վոր ցույց է առված 135, c գծադրում: Նկատենք, վոր յերկու ուղղանկյունների մակերեսներն իրար հավասար են՝ $C_1 F E B = C_1 B_1 \cdot B_1 E = b \cdot Q_1 = -P \cdot \frac{ab}{l}$ և $A_1 C_1 G H = C_1 A_1 \cdot A_1 H = a \cdot Q_1 = P \cdot \frac{ab}{l}$, ուրեմն կարող ույժերի դիագրամի մեջ արացիսանների առանցքից վերև գտնվող մակերեսը հավասար է այդ առանցքից ներքև ընկած մակերեսին: Այս կապը տեղի ունի, ինչպես ել լինի բռնվածքը:

Կարող ույժն անալիտիկորեն գտնվում է (127) հավասարումը դիֆերենցելու միջոցով՝

$$S_x^{II} = -\frac{dM_x^{II}}{dx} = -\frac{Pa}{l} = Q_1,$$

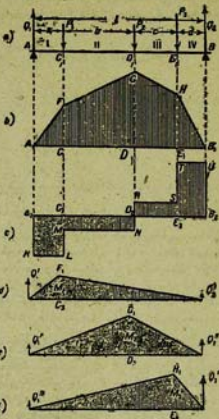
IV. Հետևել, ՎՈՐ ԱԶԱՏ ԸՆԿԱՄԵ Ե ՅԵՐԿՈՒ ՀԵՆԱՐԱՆ-
ՆԵՐԻ ՎՐԱ ՅԵՎ ԳՏԵՎՈՒՄ Ե ԿԵՆՏՐՈՆԱՑԱՄ ՈՒՅԺԵՐԻ ՍԻՍ-
ՏԵՄԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՏԱԿ (գծ. 136): Հեռաբանների Q_1 և Q_2
հակազդումները վորոշվում են հետևյալ հավասարումներից՝

$$Q_1 l - P_1 (b+c+d) - P_2 (c+d) - P_3 d = 0 \text{ և}$$

$$Q_2 l - P_2 (a+b+c) - P_3 (a+b) - P_1 a = 0,$$

Մտող մոմենտների դիագրամը կառանանք, վերցնելով ուղ-
ղաձիգների վրա C_1, D_1 և E_1 կետերում (գծ. 136, b) այդ կետերի
համապատասխան հա-

տանքների ծաղ մոմենտ-
ները: Այսպես, C հա-
տանքի համար վերցնում
ենք $C_1 F = Q_1 a$, D հա-
տանքի համար՝ $D_1 G =$
 $= Q_1 (a+b) - P_1 b$, և
այլն: Ստացված կետերը
միացնում ենք ուղիղ գը-
ծերով և ստանում
 $A_1 F G H B_1 A_1$ դիագրամը:
Այս նույն դիագրամը
կարելի չէր կառուցել և
այլ կերպ՝ ուլթերի գոր-
ծողության անկախու-
թյան որոնքի հիման
վրա: Անշատ վերցնելով
 P_1 ուլթը, վորոշենք հե-
ռաբանների Q'_1 և Q'_2
հակազդումները և կա-
ռուցենք ծաղ մոմենտ-
ների դիագրամը (գծ.
136, d). Նույն յեղանա-
կով կդառնենք և P_2 ու P_3
ուլթերի առաջ բերած
 Q''_1 և Q''_2 , Q'''_1 և Q'''_2
հակազդումները և կկա-
ռուցենք ծաղ մոմենտ-
ների դիագրամները (գծ.



Գծ. 136

136, e և f): Գումարելով C, D և E կետերին համապատասխանող
որդինատները, կառանանք նույն դիագրամը, վոր ունենք 136, b
գծագրում:

կարող ույժերի դիագրամը (դժ. 136, c) կկազմեն արացիսաների առանցքին զուգահեռ UT, SR և այլն ուղիղները:

$R_3 D_3 NMLKA_2$ պատկերի մակերեսը հավասար է $D_2 RSTUB_3 D$ պատկերի մակերեսին:

V. Հենման, ՎՈՐ ՔԱՂՎԱՆ Ե ՄԻ ԾԱՅՐՈՒՄ ՅԵՎ ԱՄԲՈՂՋ ՅԵՐԿԱՅՆՔՈՎ ԿՐՈՒՄ Ե ՀԱՎԱՍԱՐԱԶԱՓ ԴԱՍԱՎՈՐՎԱՆ ԲԵՌՆԸՎԱՆԻ (դժ. 137): Յերկարության ամեն մի միավորի բեռնը՝ q մեծությամբ կազմում է q կգ, իսկ լրիվ բեռնվածքը $Q=q \cdot l$ կգ:

Մոտոյ մոմենտը M_x հաստանքում՝

$$M_x = \frac{q(l-x) \cdot \frac{l-x}{2}}{2} = \frac{q(l-x)^2}{2} \quad (129)$$

Այս մոմենտը հասնում է մաքսիմալ մեծության, յերբ $x=0$:

$$M_{\max} = \frac{q l^2}{2} = \frac{Q \cdot l}{2}, \quad (130)$$

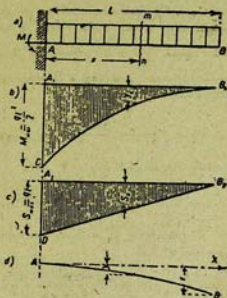
վորը հավասարակշռվում է թաղվածքի մոմենտով:

(129) հավասարումն արտահայտում է պարարու, Մոտոյ մոմենտների դիագրամը (դժ. 137, b) կստացվի, յեթե վերցնենք $A_1 C = \frac{q l^2}{2}$ և B_1 ու C կետերը միացնենք պարարուով, վորի դազաթը գտնվում է B_1 կետում (այս հաստանքում մոմենտը հավասար է զերոյի):

Կարող ույժն ուղիղ դժի որենքով մեծանում է՝ սկսած զերոյից B հաստանքում մինչև զլ մեծությանը թաղվածքի հաստանքում:

Անալիտիկորեն կարող ույժը կգտնենք, դիֆերենցելով (129) հավասարումը՝

$$S_x = -\frac{dM_x}{dx} = q(l-x), \quad (131)$$



Գժ. 137

վորից յերևում է, զոր կտրող ուժը փոխվում է ուղիղ գծի որևէ-
քով: Յերբ $x=l$, $S_1 = 0$ և յերբ $x=0$, $S_2 = ql=Q$: Մրան հա-
մապատասխան էլ գիտադրամը կներկայացնի յետանկյուն (գծ.
137, c):

Առաջիկա կորի հավասարումը՝

$$EI \frac{d^3y}{dx^3} = q \cdot \frac{(l-x)^2}{2} \quad (132),$$

վորակելից՝

$$EI \frac{dy}{dx} = - \frac{q(l-x)^3}{6} + C_1 \quad (133)$$

$$\text{և } EI \cdot y = \frac{q(l-x)^4}{24} + C_1 x + C_2 \quad (134)$$

C_1 և C_2 հաստատունները վորոշվում են հետևյալ պայման-
ներից. յերբ $x=0$, ապա $y=0$ (A կետում կորվածք չկա) և յերբ
 $x=l$, ապա $\frac{dy}{dx} = 0$ (չոչափողն A կետում համասեղվում է աբս-
ցիսսների առանցքի հետ): Տեղադրումներն անելով, կստանանք
(133) հավասարումից՝

$$0 = - \frac{q(l-0)^3}{6} + C_1, \text{ վորակելից } C_1 = \frac{ql^3}{6}$$

և (134) հավասարումից՝

$$0 = \frac{ql^4}{24} + \frac{ql^3}{6} \cdot 0 + C_2, \text{ վորակելից } C_2 = - \frac{ql^4}{24},$$

Տեղադրելով C_1 և C_2 -ի արժեքները (134) հավասարման մեջ,
կստանանք՝

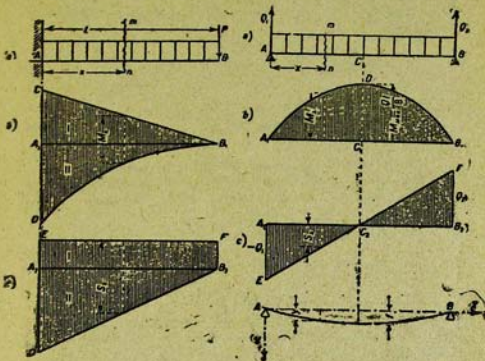
$$Ely = \frac{q(l-x)^4}{24} + \frac{ql^3x}{6} - \frac{ql^4}{24} \quad (135)$$

Մաքսիմալ կորվածքը կստացվի B կետում ($x=l$)՝

$$Elf = \frac{ql^4}{6} - \frac{ql^4}{24}, \text{ վորակելից}$$

$$f = \frac{ql^4}{8EI} = \frac{Q \cdot l^3}{8EI} \quad (136)$$

VI. Հետևել, ՎՈՐ ԹԱՂՎԱԾ Ե ՄԻ ԾԱՅՐՈՒՄ ՅԵՎ ԿՐՈՒՄ Ե՝ ԱՄԲՈՂՋ ՅԵՐԿԱՅՆՔՈՎ ՀԱՎԱՍՏԱՐԱՊԵՍ ԴԱՍԱՎՈՐՎԱԾ ՅԵՎ ԱԶԱՏ ԾԱՅՐՈՒՄ ԿԵՆՏՐՈՆԱՑԱԾ ԲԵՌՆՎԱԾՔ (գծ. 138). Կիրառելով ուլթերի զործողութայն անկախութայն որենքը, կառուցում ենք առանձին դիագրամներ՝ կենտրոնացած P ուլթի համար և յերկարութայն ամեն մի միավորի վրա հավասարապես դասավորված Q կգ բեռնվածքի համար: Որդինատները հեշտ գումարե-



ԳՃ. 138

ԳՃ. 139

լու նպատակով առաջին դիագրամը (գծ. 138) կառուցում ենք զեպի վերև՝ $A_1B_1C_1$ իսկ յերկրորդը զեպի ներքև՝ A_1B_1D . այն ժամանակ CB_1D -ն կներկայացնե ծաղղ մոմենտների ընդհանուր դիագրամը: Նույն կերպ ենք անում և կարող ուլթերի դիագրամի համար (գծ. 138, c): Վտանդավոր հատանքը թաղվածքի A հարթութայն մեջ է:

Կորվածքի սլաքը հավասար կլինի յերկու բեռնվածքների առաջացրած սլաքների գումարին: Կիրառելով (115) և (136) բաճանները, ստանում ենք՝

$$f = \frac{Pl^3}{3EI} + \frac{Ql^3}{8EI} = \frac{l^3}{EI} \left(\frac{P}{3} + \frac{Q}{8} \right) \quad (137)$$

VII. Հետև, ՎՈՐ ԱԶԱՏ ԸՆԿԱՍ Ե ՅԵՐԿՈՒ ՀԵՆԱՐԱՆ-
 ՀՆՐԻ ՎՐԱ ՅԵՎ ԿՐՈՒՄ Ե ՀԱՎԱՍԱՐԱՊԵՍ ԴԱՍԱՎՈՐՎԱԾ
 ԲԵՌՆՎԱԾՔ (գծ. 139).

$$\text{Հենարանների հակադրումները} \quad Q_1 = Q_2 = \frac{ql}{2} = \frac{Q}{2}.$$

III հատանքում ծող մոմենտը բաղկացած է հենարանի
 հակադրման մոմենտից և հեծանի յերկայնքով հատանքի այս
 կամ այն կողմում անընդհատ զասավորված բեռնվածքի մոմեն-
 տից: Վերցնելով աջ կողմը զասավորված ուժերի մոմենտը, ստա-
 նում ենք՝

$$\begin{aligned} M_x &= -\frac{Q}{2}(l-x) + \underbrace{q(l-x)}_{\text{ուժը}} \cdot \underbrace{\frac{l-x}{2}}_{\text{բազուկը}} = \\ &= -\frac{q(l-x)}{2} + \frac{q(l-x)^2}{2} \end{aligned} \quad (138)$$

Ծող մոմենտները փոփոխվում են ըստ պարաբոլի
 Մաքսիմալ արժեքի ծող մոմենտը հասնում է հեծանի միջ-
 անկի C հատանքում: Տեղադրելով այդ հատանքի համար
 $x = \frac{l}{2}$, կստանանք՝

$$M_{\max} = -\frac{ql^2}{8} = -\frac{Ql}{8} \quad (139)$$

Կարող ուժերի դիագրամը, ինչպես պարզած է § 13-ում,
 հեծանի առանցքը հատող ուղիղ գիծ է: Նա հեշտ է կառուցվում
 (գծ. 139, c)՝ վերցնելով $B_2F = Q_2$ և $A_2E = -Q_1$, միացնում ենք
 E և F կետերն ուղիղ գծով:

Նույնը կստանանք և անալիտիկորեն:
 Դիֆերենցելով (138) հավասարումը, կստանանք կարող
 ուժը՝

$$S_x = -\frac{dM_x}{dx} = -\frac{ql}{2} + qx \quad (140)$$

Ինչպես տեսնում ենք, կարող ուժը փոփոխվում է ուղիղ
 գծի որոնքով: Յեթե $x=0$, ապա $S_0 = -\frac{ql}{2} = -Q_1$: Եթե

$x=l$, ապա $Sl = \frac{ql}{2} = Q_2$: Իսկ C կետում $x = \frac{l}{2}$ և $S_{\min} = 0$:

կոր դժի հավասարումը (mn հասանքից դեպի աջ դառնվող մասի համար)՝

$$EI \frac{d^3y}{dx^3} = - \frac{ql(l-x)}{2} + \frac{q(l-x)^2}{2} \quad (141)$$

Ինտեգրելով յերկու անգամ, ստանում ենք՝

$$EI \frac{dy}{dx} = \frac{ql(l-x)^2}{4} - \frac{q(l-x)^3}{6} + C_1 \quad (142)$$

$$EI y = - \frac{ql(l-x)^3}{12} + \frac{q(l-x)^4}{24} + C_1 x + C_2 \quad (143)$$

C_1 և C_2 հաստատունները վորոշելու պայմանները նույնն են, ինչ. վոր III կետում քննարկած հեծանինը: Տեղադրելով, ստանում ենք՝ $C_1 = - \frac{ql^2}{24}$ և $C_2 = \frac{ql^3}{24}$. սրան համապատասխան (143) հավասարումը կընդունի հետևյալ ձևը՝

$$EI y = - \frac{ql(l-x)^3}{12} + \frac{q(l-x)^4}{24} - \frac{ql^2}{24} x + \frac{ql^3}{24} \quad (144)$$

կորվածքի սլաքը $\left(\text{յերբ } x = \frac{l}{2} \right)$ ստացվում է՝

$$f = \frac{5}{384} \cdot \frac{ql^4}{EI} = \frac{5}{384} \cdot \frac{Ql^3}{EI} \quad (145)$$

Հարցեր.

1. Ինչձև այս §-ի I կետում ընդունած է, վոր հենարանում (յերբ $x=0$)՝ $\frac{dy}{dx} = 0$, իսկ II կետում քննարկած դեպքի համար չի կարելի ընդունել, վոր հենարանում $\frac{dy}{dx} = 0$.

2. Մի ծայրով ամրացրած հեծանի դեպքում վժր բեռնվածքն է տալիս ավելի մեծ կորվածք՝ ծայրում ազդող կենտրոնացած ձւյժը, թե նույն մեծության հավասարապես դասավորվածը (յեթե մյուս պայմանները նույնն են):

Որինակ 63. № 28 պրոֆիլի յերկտավրային հեծանը (դժ. 140) մի ծայրով թաղված է, իսկ մյուս ծայրում կրում է $P = 1000$ կգ



Պժ. 140

ույժ: Վորոշել մաքսիմալ նորմալ ճնշումը, նաև կորվածքի i սլաքը, յեթե $l = 4$ մ, $E = 2 \cdot 10^5$ կգ/սմ². հաշվի առնել և հեծանի սեփական կշիռը:

Հստ համամիութենական ստանդարտի (ОСТ 16), այդ պրոֆիլն ունի 140-րդ դժադրում ցույց տրված չափերը: Ցերկարության յուրաքանչյուր 1 մ-ի վրա բեռնվածքը 44,274 կգ է, ինքնքիթայի եքվատորիալ մոմենտը $I_x = 6878$ սմ⁴, լայնակի հատանքի մակերեսը $F = 56,4$ սմ².

Վտանգավոր հատանքում ($x=0$) կենտրոնացած ույժից առաջացած ծոող մոմենտը, (114) բանաձևի համաձայն՝

$$M_{\max} = P \cdot l = 1000 \cdot 400 = 400000 \text{ կգսմ.}$$

Սեփական կշիռը, վորը պետք է դիտել իբրև հավասարաչափ դասավորված բեռնվածք, տալիս է ծոող մոմենտ, համաձայն (130) բանաձևի՝

$$M_{\max} = \frac{Ql}{2} = \frac{ql^2}{2} = \frac{44,274 \cdot 4^2}{2} = 354 \text{ կգսմ} = 35400 \text{ կգսմ.}$$

Ամենամեծ նորմալ լարումը, վորին յենթարկվում է վտանգավոր հատանքում լեզոք առանցքից ամենահեռուն զտնված թելիկը, վորոշվում է (106) բանաձևի հիման վրա՝

$$\sigma_z = \frac{M_z \cdot z}{I} = \frac{(400000 + 35400) \cdot 14}{6878} = 886 \text{ կգ/սմ}^2$$

Կորվածքի սլաքը վորոշում ենք ըստ (137) բանաձևի՝

$$i = \frac{400^3}{2000000 \cdot 6878} \left(\frac{1000}{3} + \frac{187}{8} \right) = 1,6 \text{ սմ.}$$

Որինակ 64. Նույն՝ № 28 պրոֆիլի հատանքով յերկտավրային հեծանը ծռվում է հավասարապես դասավորված $p = 1000$ կգ/մ բեռնվածքով և հեծանի մեջտեղում աշխատող կենտրոնացած $P = 3000$ կգ բեռնվածքով: Հեծանն ազատ ընկած է յերկու հե-

նաբանները վրա, վորոնց հետավորութունն իրարից՝ $l = 4$ մ:
 Վորոշել ամենամեծ նորմալ լարումը և կորվածքի սլաքը:

Վտանգավոր հատանքը դանդում և մեջտեղում: Հավասարալիս դասավորված բեռնվածքը տալիս և ծող մոմենտ, վոր
 վորոշվում և ըստ (139) բանաձևի՝

$$M_1 = \frac{4000 \cdot 400}{8} = 200000 \text{ կգսմ},$$

Կենտրոնացած ույժի տված ամենամեծ մոմենտն ըստ (122)
 բանաձևի՝

$$M_2 = \frac{3000 \cdot 400}{4} = 300000 \text{ կգսմ},$$

Ընդհանուր ծող մոմենտը՝

$$M_3 = 200000 + 300000 = 500000 \text{ կգսմ},$$

Ամենամեծ նորմալ լարումը՝

$$\sigma_x = \frac{500000 \cdot 14}{6878} = 1018 \text{ կգ/սմ}^2,$$

Կորվածքի սլաքը բաղկացած և հավասարաչափ անընդհատ
 դասավորված բեռնվածքի տված սլաքից ըստ (145) բանաձևի՝

$$f_1 = \frac{5}{384} \cdot \frac{4000 \cdot 400^3}{2000000 \cdot 6878} =$$

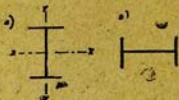
և կենտրոնացած ույժի սլաքից. ըստ (123) բանաձևի՝

$$f_2 = \frac{3000 \cdot 400^3}{48 \cdot 2000000 \cdot 6878},$$

Ուրեմն կորվածքի ընդհանուր սլաքը՝

$$f = \frac{400^3}{2000000 \cdot 6878} \left(\frac{5 \cdot 4000}{384} + \frac{3000}{48} \right) = 0,5 \text{ սմ} = 5 \text{ մմ},$$

Ուրիճակ 65. Իրարից 6 մ հեռավորության վրա գտնվող յերկու հենարանների վրա ղրված է № 30 պրոֆիլի յերկտավրային հասանքով հեծանը—մի ղեպքում ախպես, ինչպես ցույց է տրվում 141, 2 գծագրում, իսկ մյուս ղեպքում՝ 142, Ե գծագրում։ Վորշիկ այս յերկու ղեպքերի համար հեծանի սեփական կշռից առաջացած կորվածքի սլաքը։



Գծ. 143

OCT 16 աղյուսակում ղրտնում ենք, վոր տվյալ պրոֆիլի համար՝ $I_x = 8881$ սմ⁴, $I_y = 366$ սմ⁴ և յերկարության ամեն 1 մ կշիռն է 49,934 կգ, հետևապես ամբողջ հեծանը կշռում է 49,934 · 6 = 300 կգ։

Ընդունելով, վոր $E = 2000000$ կգ/սմ², ստանում ենք կորվածքի սլաքն ըստ (149) բանաձևի առաջին ղեպքի համար՝

$$f_1 = \frac{5}{384} \cdot \frac{300 \cdot 600^3}{2000000 \cdot 8881} = 0,05 \text{ սմ, իսկ յերկրորդ}$$

ղեպքի համար՝

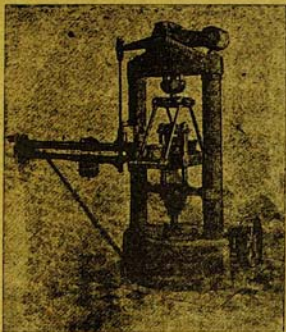
$$f_2 = \frac{5}{384} \cdot \frac{300 \cdot 600^3}{2000000 \cdot 366} = 1,15 \text{ սմ,}$$

59. ԾՌՄԱՆ ՁԵՎԱՓՈԽՈՒԹՅԱՆ ՓՈՐՁԱՆԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆԸ, ԲԵՌՆԱՎԵՐԻ ՍՏԱՏԻԿԱԿԱՆ ՅԵՎ ԴԻՆԱՄԻԿԱԿԱՆ ԴՈՐԾՈՂՈՒԹՅՈՒՆԸ, Այն ղեպքերում, յերբ փորձարկվող չորսուի լայնակի հատանքի չափերն անշա՛ն են, ծռման ձևափոխության փորձնական հետազոտությունը կատարվում է պարզ կերպով—չորսուն դնում են հենարանների վրա, մեջտեղից կախ են տալիս մի նժար, վորի վրա դնում են և ասախնանաբար ավելացնում բեռնակներու կորվածքի սլաքը չափում են կամ լծակային հատուկ ապարատների և կամ կատետամետրի ոգնությունը։

Նշանակալի մեծության ծոող մոմենտների փորձարկումը կատարվում է ուժեղ մեքենաների ոգնությամբ—կամ այն մամուլով, վոր ծառայում է և սեղմումի փորձարկման համար, կամ խզող մեքենայի միջոցով, վոր ունի հատուկ հարմարանքներ, ինչպես ցույց է տրված 142-րդ գծագրում, և կամ այսպես կոչված՝ ունիվերսալ փորձարկային մեքենայի ոգնությամբ (գծ. 143)։

սա ներքևում ունի հատուկ պլատֆորմ, վորի վրա հարմարեցրած են հենարաններ՝ փորձարկվող հեծանի համար:

Յեթև կոորդինատների ուղղանկյուն սխառեմում (գծ. 144) մի առանցքի ուղղությամբ վերցնենք կորվածքի Γ սլաքները, իսկ մյուսի ուղղությամբ՝ այդ սլաքներին համապատասխանող ծռող P ույժերը, ապա կստանանք մի դիագրամ, նման վերևում մեր

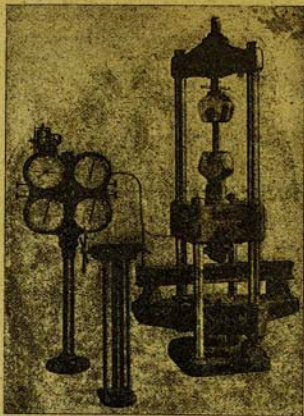


Գծ. 144

քննարկած այլ ձևափոխությունների դիագրամներին: Այդ դիագրամի OA մասը ներկայացնում է Γ -ի և P-ի կախումն առաձիգ ձևափոխությունների սահմանում:

Արտաքին ույժի կատարած աշխատանքը վերածվում է ձեւփոխված չորսուրի պոտենցիալ էներգիայի. այդ աշխատանքը հավասար է դիմադրության, այսինքն առաձգության ներքին ույժերի աշխատանքին. նրա մեծությունը չափվում է ույժի և սրա ազդման կետի անցած ուղու, այսինքն կորվածքի սլաքի արտադրյալով: Այսպիսով, չորսուն ծռելու համար ծախսված աշխատանքն արտահայտվում է դիագրամի մակերեսով:

Առաձգության սահմաններում այդ աշխատանքը կարճա-
հայտվի ՕԱձ յեռանկյան մակերեսով և հավասար կլինի՝ $T =$
 $= \frac{P \cdot \overline{O_B}}{2} = \frac{P \cdot l}{2}$, վերտեղի-ը ծռման դեֆորմացիան բնորոշող



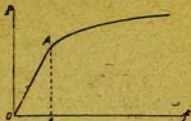
ՊՃ. 143

սլաքն և Այսպես, որինակ, յերկու հենակների վրա ընկած հե-
ծանի դեպքում հեծանի մեջանկում ազդող P ուժի կատարած
աշխատանքը կկազմի, նկատի առնելով (123) բանաձևը՝

$$T = \frac{P}{2} \cdot \frac{Pl^3}{48EI} = \frac{Pl^3}{96EI}$$

Այս տասաները վերաբերում են ուժի ստատիկական զոր-
ծողության դեպքին: Յեթե ուժը զործումն է դինամիկորեն, ապա

կորովածքի սլաքը յերկու անգամ մեծ կլինի: Դրան համապատասխան մեծանում են և չորսուի մեջ առաջացող լարումները: Ձևափոխությունը առավել ևս մեծանում է, յեթե բեռնվածքը գործում և հարվածով, այսինքն յերբ առկա յն վորոշ կենդանի ույժով շարժվող մասնա:



Դձ. 114

§ 60. ԾՌՄԱՆ, ՀԱՇՎԱՅԻՆ, ՀԱՎԱՍԱՐՈՒՄԸ, ՀԱՎԱՍԱՐ ԴԻՄԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՉՈՐՍՈՒ: Ծռման տեսությունը հանգում է հետևյալ զրույթներին—ծոված չորսուի ամեն մի կամավոր հատանքում զոյություն ունեն ձգման և սեղմումի նորմալ լարումներ և սահքի լարումներ: Լայնակի հատանքին ուղղահայաց հարթությունների մեջ կան միայն սահքի լարումներ: Այստեղից ել հետևում է, վոր ծովող չորսուի պնուր հախերը վորոշելու ժամանակ պետք է այն յեկակեան ունենալ, վոր այս բոլոր լարումները թույլատրելի սահմանից չանցնեն:

Թույլատրելի լարումը նշանակելով k և կիրառելով (106) հավասարումը, կստանանք ծռման հաշվային հավասարումը՝

$$M_{\Delta} = \frac{1}{z} \cdot k \quad (145)$$

z -ի արժեքը պետք է վերցնել առանձին՝ սեղմված թելիկների համար և առանձին՝ ձգված թելիկների համար: Նշանակելով ծայրագույն ձգված թելիկի հեռավորությունը չեզոք շերտից՝ v , իսկ ծայրագույն սեղմված թելիկինը՝ u , ձգման թույլատրելի լարումը՝ k_{Δ} , իսկ սեղմումինը՝ k_{Σ} , կստանանք հետևյալ յերկու հավասարումը՝

$$M_{\Delta} = \frac{1}{v} \cdot k_{\Delta} \quad (146)$$

և

$$M_{\Sigma} = \frac{1}{u} \cdot k_{\Sigma} \quad (147)$$

Բանորդը, վոր ստացվում է 1 մոմենտի բաժանելուց ծայրագույն թելիկի հեռավորության վրա, կոչվում է ծռման դիմա-

դրության մոմենտ (կամ մոդուլ) և սովորաբար նշանակվում է W տառով, Հետևաբար՝

$$M_{\Delta} = W \cdot k_{\Delta} \quad (146a)$$

և

$$M_{\Delta} = W \cdot k_{\Delta} \quad (147a)$$

Ինչ վերաբերում է տանգենցիալ լարումներին, ապա այն հեծաններում, վորոնց յերկարությունը նշանակալի չափով գերազանցում է լայնակի հատանքի բարձրությանը, տանգենցիալ լարումները զգալի չափով փոքր են նորմալ լարումներին, այդ պատճառով էլ սովորաբար հեծանի ամրությունն ապահով է, յեթե հաշվումն արած է նորմալ լարումների հիման վրա: Եւթե հատանքը սիմմետրիկ է չեզոք առանցքի վերաբերմամբ, ապա $U=V$, և հաշվումը հանգում է միայն մի բանաձևի, նայելով թե տվյալ նյութը վոր ձևափոխության է ավելի վատ դիմանում: Որինակ, չուգունի համար, վորը սեղմումին ավելի լավ է դիմադրում, քան ձգմանը, պետք է վերցնել ձգման թուլատրելի լարումը:

Մոման թուլատրելի լարումը նշանակելով k_{Δ} , կստանանք վերջնական հաշվային բանաձևը

$$M_{\Delta} = W \cdot k_{\Delta} \quad (148)$$

Ջանազան նյութերի և բեռնվածքի զանազան դեպքեր, ամապատասխան թուլատրելի լարումները (կգ/սմ²-ներով) գետեդած են հետ ալ աղյուսակի մեջ.

Նյութի տեսակը		Թեւան յերկաթ	Բաժնու յերկաթ		աղծու աղպատ		Գոյ աւառ ձու ածք		Չուգուն	Փայտ
			Պկտան	Մ	Սկտան	Մկտան	Սկտան	Մ		
Բեռնվածքի տեսակը	I	900	900	1500	1200	1800	750	1200	400	100
	II	600	600	1000	800	1200	500	800	250	75—90
	III	300	300	500	400	600	250	400	150	60

Տեղադրելով հաշվային համապարման մեջ տվյալ ծուղ մոմենտի և թուլատրելի լարման համապատասխան արժեքը, մենք

կարող ենք վորոշել զիմադրության մոմենտի անհրաժեշտ մեծությունը, իսկ սրա հիման վրա՝ լայնակի հատանքի անհրաժեշտ չափերը: Ուղղանկյուն հատանքի համար զիմադրության մոմենտը՝

$$W = \frac{I}{\frac{h}{2}} = \frac{bh^3}{12} : \frac{h}{2} = \frac{bh^3}{6} \quad (149)$$

Յեթե կանխապես վերցնենք b և h մեծություններից մեկը, մյուսը կարող ենք վորոշել այս հավասարումից. կամ կարող ենք ավյալ համարել $\frac{h}{b} = m$ հարաբերությունը՝ կստանանք յերկու հավասարում, վորոնցից և կվորոշենք այդ յերկու չափերը:

Վորովհետև լայնակի հատանքի բարձրությունը հավասարման մեջ յերկրորդ աստիճանի յե, ապա հասկանալի յե, վոր ավելի ձեռնառու յե նյութի գլխավոր մասսան ղետեղել վորքան հնարավոր և հեռու չեղոք առանցքից: Դա յե պատճառը, վոր լայն տարածված և չորսունների լայնակի հատանքի յերկտավորային ձևը:

Կլոր միապաղաղ հատանքի իներցիայի եքվատորիալ մոմենտը արամագծի վերաբերմամբ հավասար և՝

$$I = \frac{\pi d^4}{64},$$

իսկ զիմադրության մոմենտը՝

$$W = \frac{\pi d^4}{64} : \frac{d}{2} = \frac{\pi d^3}{32} \approx 0,1 d^3 \quad (150)$$

Մնամեջ հատանքի համար՝

$$I = \frac{\pi d_1^4}{64} \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right],$$

իսկ զիմադրության մոմենտը՝

$$W = \frac{I}{\frac{d_1}{2}} = \frac{\pi}{32} \left(\frac{d_1^4}{d_1} - \frac{d_2^4}{d_1} \right) = 0,1 d_1^3 \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right] \quad (150a)$$

Մի քանի այլ հատանքների դիմադրության մոմենտները տրված են III հավելվածի մեջ:

Զորուի զանազան հատանքների մեջ ծող մոմենտների մեծությունները տարբեր են: Հաշվումը պետք է անել ըստ մաքսիմալ մոմենտի, վոր տեղի ունի այսպես կոչված վտանգավոր հատանքում: Սրանից հետևում է, վոր պրիզմաձև չորսուի մեջ, վորի լայնակի հատանքը հաշված է մաքսիմալ մոմենտի համաձայն, մենք, բացի վտանգավոր հատանքից, մնացած բոլոր հատանքներում կունենանք ամբողջական վորոշ հավելուիդ—նյութն, այսպիսով, ոգտագործվում է վոշ անտեսարար: Սակայն չորսուն կարելի չէ այնպես հաշվել, վոր բոլոր հատանքներում նույն նորմալ լարումը լինի—այսինքն ավելի փոքր չափերի անել այն հատանքները, վորոնց ծող մոմենտները փոքր են: Այս տեսակ չորսուն կոչվում է ծռման հավասար դիմադրության չորսու: Իրականում գոյություն ունեն շատ դետալներ, վորոնք կառուցված են այդ սկզբունքով. այսպես, պատի կրոնշտեյնը քանի զրնում հաստանում է դեպի հենարանային հարթությունը, վորովհետև այդ ուղղությամբ աստիճանաբար մեծանում է ծող մոմենտը. զանազան տեսակ բռնակները և լծակները (կշեռքի անկախն) նույնպես հետդհետև հաստանում են այն ուղղությամբ, վոր ուղղությամբ մեծանում է ծող մոմենտը և այլն:

Հ ա Ր Ե Ր

1. Ինչ՞եւ ծռման ժամանակ ավելի ձեռնտու չէ գործածել յերկատվրային չորսու, քան լայնակի հատանքի նույն մակերեսն ունեցող ուղղանկյուն չորսու:

2. Վճր տեսակ չորսուն է կոչվում ծռման հավասար դիմադրության չորսու:

3. Ինչ՞եւ հոլովակի ճաղերը կունդի մոտ ավելի հաստ են և լայն, քան հեցի մոտ:

Որի՞նակ 66. 137-րդ գծագրում պատկերված հեծանը, յերկարությամբ $l=2$ մ, կրում է հավասարապես դասավորված բռնվածք $q=1000$ կգ/մ: Ընտրել համապատասխան յերկտավրային հատանք: Թույլատրելի լարումները՝ $k_1=k_2=1000$ կգ/սմ²:

Մաքսիմալ ծող մոմենտն ըստ (130) բանաձևի՝

$$M_{\max} = \frac{ql}{2} = \frac{1000 \cdot 2 \cdot 200}{2} = 200000 \text{ կգսմ.}$$

Դիմադրություն անհրաժեշտ մոմենտն ըստ (148) բանաձևի՝

$$W = \frac{M_{\max}}{k\sigma} = \frac{200000}{1000} = 200 \text{ սմ}^3,$$

Այս W -ի տրվածքին համապատասխանում է OCT 16-ի № 20 պրոֆիլը (վորի $W=201,4 \text{ սմ}^3$)։ Այս պրոֆիլի չափերը տրված են 145-րդ գծագրում։ Նրա իներցիայի մոմենտը $I_x = 2014 \text{ սմ}^4$ ։

Ուրիմակ 67. Բնակելի շենքը, վորի լայնությունը 5,2 մ է, պետք է ծածկել սոնու ուղղանկյուն հատանքի հեծաններով, վորոնց լայնություն և բարձրություն հարաբերությունն է $\frac{b}{h} = \frac{5}{7}$:

Հեծանները զանվում են իրարից 0,8 մ հեռավորություն վրա։ Ի՞նչ չափեր պետք է ունենա հեծանների լայնակի հատանքը, յեթե առնիքի բռնվածքը կազմում է 450 կգ/մ^3 , իսկ թույլատրելի լարումը՝ $k\sigma = 60 \text{ կգ/սմ}^2$ ։

Ամեն մի հեծանին հասնող հավասարապես դասավորված բռնվածքը կազմում է $Q = 450 \cdot 0,8 \cdot 5,2 = 1872 \text{ կգ}$ ։ Մաքսիմալ ծառղ մոմենտն ըստ (139) բանաձևի՝

$$M_{\max} = \frac{1872 \cdot 520}{8} = 121680 \text{ կգսմ}:$$

Դիմադրություն անհրաժեշտ մոմենտը՝

$$W = \frac{121680}{60} = 2028 \text{ սմ}^3 = \frac{bh^3}{6} = \frac{\frac{5}{7} h \cdot h^3}{6} = \frac{5h^4}{42},$$

Այստեղից վորոշում ենք հեծանի բարձրությունը՝

$$h \geq 26 \text{ սմ}:$$

Ուրիմակ 68. Կլոր զերանից, վորի տրամագիծն է d , պետք է ուղղանկյուն քառանկյան հատանքի չորսու սղոցել։ Ի՞նչ առնչություն պետք է ունենան չորսուի լայնակի հատանքի b հիմքը



Դձ. 145

և և բարձրությունը, զորպեսզի ստացվի ամենամեծ ամրությունը հեծան (դժ. 146):

Ամենամեծ ամրություն պայմանը՝ զիմադրության ամենամեծ մոդուլն է, այսինքն $W = \frac{bh^3}{6}$ արտահայտության մաքսիմալ արժեքը:



Պժ. 146

Տեղադրելով այդ արտահայտության մեջ $h^3 = d^3 - b^3$, ստանում ենք՝

$$W = \frac{b(d^3 - b^3)}{6}$$

Այս արտահայտության մաքսիմումը գտնելու նպատակով, նրա առաջին ածանցյալն ըստ b -ի հավասարեցնենք զերոյի՝

$$\frac{d^3 - 3b^3}{6} = 0, \text{ զորտեղից}$$

$$b = \frac{d}{\sqrt[3]{3}} \text{ և } ^*)$$

$$h = \sqrt{d^3 - b^3} = \frac{d\sqrt{2}}{\sqrt[3]{3}} = b\sqrt{2},$$

Այսպիսով մենք ստացանք զորոնելի առնչությունը՝

$$\frac{h}{b} = \sqrt{2} \quad 1,4 = 7:5$$

Գործնականում կլոր գերանից առաջադրած պայմանին բավարարող հեծան ստանալու համար այս առնչությունը հետևյալ կերպ են ստանում: AB արամադիժը ածանում են 3 հավասար մասի՝ AC , CD և DB : C և D կետերի վանգնեցնում են ուղղահայացներ և գտնում սրանց հ. ինչ F և E կետերը շրջանագծի հետ: Ստացված A, F, B և E կետերը ներկայացնում են զո-

^{*)} Վերցնելով յեղիբոլդ ածանցյալը, կտեսնենք, զոր նա բացասական է, և հետևաբար b -ի ստացած արժեքը համապատասխանում է մաքսիմումին:

բանաձ քառանկյան գագաթները, վորովհետև AF լարը, իբրև AC -ի և AB -ի միջին համեմատականը, հավասար է՝

$$AF = \sqrt{AC \cdot AB} = \sqrt{\frac{d}{3} \cdot d} = \frac{d}{\sqrt{3}} = b$$

Յրիցակ 69. Հեծաններից մեկն ունի ուղղանկյուն հատանք-
 Ե չիմքով և h բարձրությամբով, մյուսը՝ առաջինին հավասարա-
 մեծ, բայց քառակուսի հատանքով, համեմատելի այդ յերկու հեծան-
 ների ծավալն ամբողջությամբ, յեթև մյուս բոլոր պայմանները յեր-
 կու հեծանի համար ել նույնն են։

Առաջին հեծանն ալիքան անգամ ամուր և յերկրորդ հեծա-
 նից, վորքան անգամ առաջինի զիմադրությամբ W_1 մոմենտը մեծ
 և յերկրորդի զիմադրության W_2 մոմենտից։

$$W_1 = \frac{bh^3}{6},$$

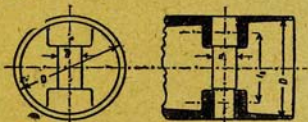
Քառակուսի հատանքով հեծանի մի կողմը նշանակելով a ,
 կունենանք՝

$$a = \sqrt{bh} \text{ և } W_1 = \frac{a \cdot a^3}{6} = \frac{a^4}{6} = \frac{\sqrt{(bh)^3}}{6} = \frac{bh\sqrt{b}}{6}$$

և, հետևաբար՝

$$W_1 : W_2 = \frac{bh^3}{6} : \frac{bh\sqrt{bh}}{6} = \frac{h}{\sqrt{bh}} = \frac{\sqrt{bh}}{b} :$$

Յրիցակ 70. Ստանալ այն բանաձևը, վորի ողնությունը վո-
 րովում և ներքին ալրման շարժիչի միացը և շարժանակը միաց-
 նող միացային մաս. Վճ. 147 :



. 24. 147

Միացային մասը կարող ենք զիտել իբրև մի հեծան, վոր-
 ընկած և յերկու հենարանների վրա և միջտեղում կրում և միացի-

Հնչման P ույժը. այդ դեպքում մաքսիմալ ծոռղ մոմենտը վտանգավոր հատանքում (մատի մեջտեղում) կլինի՝

$$M_{\Delta} = \frac{P \cdot l_0}{4} = p \cdot 0,785 D^3 \cdot \frac{l_0}{4},$$

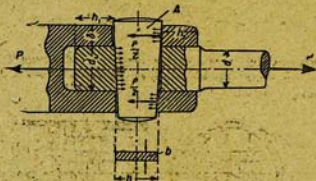
վորակի p -ն հնչումն և մթն-ներով, իսկ D -ն՝ միացի տրամագիծը. ներառելով հաշվային (148) բանաձևը և նկատի առնելով, վոր $W = 0,1 d^3$, ստանում ենք՝

$$0,1 d^3 k_{\Delta} = M_{\Delta} = p \cdot 0,785 D^3 \cdot \frac{l_0}{4}, \text{ վորակից}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{0,785 D^3 l_0 p}{4 \cdot 0,1 \cdot k_{\Delta}}},$$

Ընդունելով թափու պողպատի թույլատրելի լարումը $k_{\Delta} = 800$ կգ/սմ², կստանանք՝

$$d = \sqrt[3]{\frac{p D^3 l_0}{409}} \approx \sqrt[3]{\frac{p D^3 l_0}{400}}$$



Գծ. 148

Օրինակ 71. Յերկու դեռալներ, վոր ձգվում են P ույժով, միացրած են իրար հետ սեպով (գծ. 148). Վորոշել A սեպի հիմնական չափերը:

Ձգիչի d և d_1 արամագծերը հաշվում են ըստ խզումի ամբույթյան, ընդամին սեպի b հաստութունն ընդունում են՝ $b = \frac{d_1}{4}$: Յեղանի δ հաստութունը վորոշում են ըստ խզումի ամբույթյան և ապա ստուգում ըստ նմուշի ամբույթյան, համաձայն $\frac{P}{2b \cdot \delta} < k \varepsilon$ բանաձևի. h_1 չափն ստուգում են ըստ կտրումի ամբույթյան, համաձայն $2h_1 d_1 k_4 = P$ բանաձևի. h_2 չափը վերցնում են հաշվասար h_1 -ին:

Սեպը դիտում ենք իրրի մի հեծան, վոր կրում և անընդհատ դասավորված բեռնվածք $\frac{d_1}{2}$ յերկարության վրա՝

$$M_{\delta} = \frac{P}{2} \left(\frac{d_1}{2} + \frac{\delta}{2} \right) - \frac{P d_1}{8} = W \cdot k_{\delta} = \frac{b h^3}{6} k_{\delta},$$

վորակից

$$h = \sqrt[3]{\frac{3P \left(\frac{d_1}{2} + \frac{\delta}{2} \right) - \frac{P d_1}{8}}{b \cdot k_{\delta}}} = \sqrt[3]{\frac{3P}{b \cdot k_{\delta}} \left(\frac{\delta}{2} + \frac{d_1}{4} \right)}$$

Յեթե P ուժը մեծ է, ապա ընդունում են, վոր նա կենտրոնացած և ազդում սեպի մեջտեղում՝

$$M_{\delta} = \frac{P}{2} \left(\frac{d_1}{2} + \frac{\delta}{2} \right) = \frac{b h^3}{6} \cdot k_{\delta},$$

$$\text{վորակից } h = \sqrt[3]{\frac{3P}{2b k_{\delta}}}$$

Որինակ 72. Մի ծայրով թաղած չորսուն մյուս ծայրում բեռնված և P ուժով (ըստ 132-րդ գծագրի սքեմի), l -ն էլ ձև պետք և տալ չորսունին, վորպեսզի յերկայնքի բոլոր հատանքներում լարումը նույնը լինի (այսինքն, վորպեսզի ստանանք հավասար դիմադրության չորսուն):

Ինչպես վերևում պարզած է, ամեն մի կամավոր հատանքում, վոր գտնվում և x հեռավորության վրա թաղվածքի հարթությունից, ծող մոմենտն արտահայտվում և հետևյալ հավասարումով՝ $M_x = P(l-x)$: Վորպեսզի k_{δ} լարումը բոլոր հատանքներում նույնը լինի, այդ հատանքների չափերը պետք և տարբեր լինեն:

Յեթի x արացիսան ունեցող հատանքի դիմադրության մոմենտը նշանակենք W_x , ապա ստանում ենք հետևյալ հավասարումը՝

$$P(l-x) = W_x \cdot k\delta,$$

վորակելից

$$W_x = \frac{P(l-x)}{k\delta},$$

Տեղադրելով x -ի համար զանազան արժեքներ և վերցնելով նախորդ բոլոր հատանքների համար մի վորոշ թույլատրելի $k\delta$ լարում, մենք կստանանք զանազան հատանքներին համապատասխանող դիմադրության մոմենտներ՝

$$W_x = \frac{bh^3}{6},$$

համավոր վերցնելով համարյի բազմապատկիչներին մեկը, վորոշում ենք մյուսը: Դիցուք չորսուսի ամբողջ յերկայնքով անփոփոխ է մնում h բարձրությունը, ապա լայնությունը կվորոշվի ըստ՝

$$b_x = \frac{6 W_x}{h^3} = \frac{6 P(l-x)}{h^3 k\delta}$$

բանաձևի:

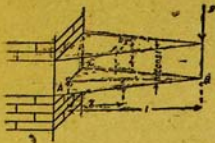
Ինչպես տեսնում ենք b_x -ը փոփոխվում է ուղիղ զծի որևէնքով: Չորսուն կունենա այն ձևը, վոր ցույց է արված 149-րդ դժագրում:

Յեթի չորսուն ամբողջ յերկայնքով ունենա նույն b հաստությունը (զծ. 150), ապա փոփոխական մեծություն կլինի h բարձրությունը, վորը, նայելով x արացիսան զանազան արժեքներին, կվորոշվի հետևյալ հավասարումին՝

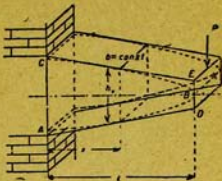
$$h_x = \sqrt{\frac{6 P(l-x)}{k\delta}}$$

Այս որինակի հիման վրա կառուցած ABC կորը կլինի պարբուր, Ինքնըստինքյան հասկանալի յե, վոր P ուժի կարող ազ-

դեցությանը դիմադրելու համար, չորսուհի ազատ ծայրը պետք է ունենա վոչ մեկ. այլ յերկու հափուս, ինչպես ցույց է տրված դեպքում, վորտեղ բացի և լայնությունից, չորսուն ունի և DE



93. 149 *



93. 150

Հաստատվում են: Զորացուի կոնսուլըն էլ անում են վոյթե կորագիթն,
այլ ուղիղ գծերով, վորոնք կորին տարած շղապիողներ են. ներ-
կայադնում:

§ 61. ԱՌԱՆՅՔՆԵՐԻ ՀԱՇՎՈՒՄԸ. Առանցքը (նյութական) սահույց տարբերվում է նրանով, զոր նա անմիջապես վոչ մի աշխատանք չի փոխանցում, այլ, պատվելով իր հենարանների մեջ, պահպանում է իր զրա տարացրած պտտվող մասերը: Այսպիսով, յեթե դանց առնենք այն աննշան վոլորող մոմենտները, վորոնք առաջանում են առանցքի ցալպիների շփման հետևանքով հենարանների մեջ, կարելի չէ ընդունել, զոր առանցքը միայն ծռման ձևափոխության և յենթարկվում:

Դիցուք պետք և հաշվել մի առանցք, վոր պտտվում և A և B առանցքակալների մեջ և կրում և կենտրոնացած P բեռնվածքը (ըստ 135-րդ դժագրի սքեմի): Այս տեսակ առանցքի հաշվումն անում են ախտես, ինչպես անում են յերկու հենարանների վրա ազատ ընկած և կենտրոնացած ույժ կրող հեծանի հաշվումը: Վտանդավոր հատանքը կլինի C կետում: Յեթն առանցքի տրամագիծը նշանակենք d, ապա հաշվախին համաստրումը կլինի՝

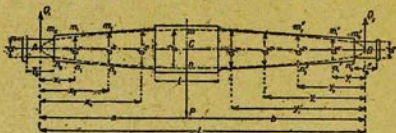
$$s = 0, 1 \quad d^3 \cdot k_s \quad (151)$$

Ծածան թույլատրելի լարման համար ընդունում են հետևյալ արժեքները (III տեսակ բեռնվածքի համար)՝

Թափժու պողպատ	$k \pm = 400 - 500$	կգ/սմ ² .
յերկաթ	$k \pm = 300 - 400$	»
պողպատյա ձուլվածք	$k \pm = 250 - 350$	»
չուգուն	$k \pm = 130 - 250$	»
կաղնի	$k \pm = 60$	»

Առանցքների կորվածքը, ինչպես և սոնիններինը, չպետք է լինի ավելի, քան $\frac{1}{2}$ մմ յերկարության ամեն 1 մ-ի համար:

Նշանակալի մեծության ծոց մոմենտների դեպքում առանցքին տալիս են հավասար դիմադրության մարմնի ձև: Դիցուք P բեռնվածքը հաղորդվում է առանցքի 1 մասին (գծ. 151), վոր կոչվում է գլխիկ: Ընդունելով վոր բեռնվածքը կենտրոնացած է



Գծ. 151.

գլխիկի մեջտեղում, հենարանների հակազդումների համար կստանանք հետևյալ արտահայտությունները՝

$$Q_1 = \frac{P \cdot b}{l}$$

և

$$Q_2 = \frac{P \cdot a}{l}$$

Ձախակողմյան ցապֆի վտանգավոր հատանքը դրսևում է $m_0 n_0$ հարթության վրա և նրա հաշվախին հավասարումը կլինի՝

$$\frac{Q_1 l^2}{2} = 0,1 d_1^3 \cdot k \pm \quad (a)$$

վորտեղ d_1 -ը ձախ ցապֆի տրամագիծն է:

Ձախ հենակից x_1 հեռավորության վրա գտնվող մի վորեկ $m_1 n_1$ հասանքի համար կատանանք՝

$$Q_1 x_1 = 0, I d_{x_1}^3 \cdot k_2 \quad (b),$$

վորակի d_{x_1} -ը առանցքի արամագիծն է այդ հասանքում,
 Բաժանելով (a) հավասարումը (b)-ի վրա, ստանում ենք՝

$$\frac{F_0}{x_{x_1}} = \frac{d_1^3}{d_{x_1}^3},$$

վորակից

$$d_{x_1} = d_1 \sqrt[3]{\frac{x_{x_1}}{F_0}} = d_1 \sqrt[3]{\frac{x}{F_0}} \cdot \sqrt[3]{x_1}$$

կամ

$$d_{x_1} = C_1 \sqrt[3]{x_1},$$

վորակի $d_1 \sqrt[3]{\frac{x}{F_0}} = C_1$ հաստատուն մեծությունն է:

Նույն կերպով $m_2 n_2$ հասանքի համար՝

$$d_{x_2} = C_1 \sqrt[3]{x_2}$$

և ընդհանրապես՝

$$d_{x_n} = C_1 \sqrt[3]{x_n} \quad (152)$$

Ինչպես տեսնում ենք, հասանքների արամագծերը համեմատական են հասանքների և ձախ հենարանի մեջակից հեռավորությունների խորանարդ արմատին:

Այժմ սխի համար կատանանք համանման առնչություններ: Այսպես, $m_3 n_3$ հասանքի՝ dy_3 արամագծի կախումն աջ ցողփի d_3 արամագծից կլինի՝

$$dy_3 = C_3 \sqrt[3]{y_3},$$

վորակի

$$C_3 = d_3 \sqrt[3]{\frac{y}{F_3}}$$

և ընդհանրապես՝

$$d_{\gamma_1} = C_1 \sqrt[3]{y_{\gamma_1}} \quad (153)$$

վառնագավոր m և n հասանքի համար՝

$$d = C_1 \sqrt[3]{a} = C_1 \sqrt[3]{b} \quad (154)$$

A և B հենարաններում՝

$$d_A = C_1 \sqrt[3]{0} = 0 \text{ և } d_B = C_1 \sqrt[3]{0} = 0.$$

Յեթև հենարաններից զանազան հեռավորությունների վրա գծենք համապատասխան արամագծերը և միացնենք սրանց ծայրերը, կստանանք յերկու կորեր, վորոնց զազաթները կլինեն հենարաններում և վորոնք կկցորդվեն իրար հետ m և n կետերում. այդ կորերը կոչվում են խորանարդ պարաբոլներ և ներկայացնում են հավասար դիմադրություն առանցքի նկատմամբ զործնականում, այդ ներկայացված պատճառով, առանցքը կազմում են գլանաձև և կոնաձև մասերից, հնարավոր չափով այդ մասերը մերձեցնելով առանցքի տեսական նիւն:

Ծաղփերը հաշվում են, նկատի առնելով նրա ծառայել և ճմլումը հենարանային մակերևութում: Ընդունելով, վոր հենարանի հակադրումը ազդում և ցաղփի յերկայնքի մեջտեղում, այսինքն $m_0 n_0$ և $m'_0 n'_0$ հատանքներից $\frac{l_0}{2}$ և $\frac{l'_0}{2}$ հեռավորությունների վրա, մենք կարող ենք գրել հետևյալ հաշվարկային հավասարումը՝

$$d = \sqrt[3]{\frac{Q \cdot l_0}{2 \cdot 0,1 k_1}} = \sqrt[3]{\frac{Q \cdot l'_0}{0,2 k_1}} \quad (155)$$

վորտեղ l_0 -ն ցաղփի յերկարությունն է, իսկ P -ն՝ ճնշումը հենարանի վրա:

Սակայն միայն այս հավասարումը բավական չէ հաշվումի համար, վորովհետև անհայտ է նաև ցաղփի յերկարությունը: Յերկրորդ հավասարումն ստանում ենք, նկատի առնելով ցաղփի տարությունը ճնշումի կողմից: Ընդունելով, վոր Q ճնշումը հա-

վասարապես և դասավորվում ցապֆի և միջարկի շփվող մակերև-
 վույթի պրոյեկցիայի վրա, և նշանակելով թույլատրելի տեսակա-
 րաբ ճնշումը q կգ/սմ², մենք ստանում ենք՝

$$Q = q \cdot d \cdot l_0,$$

Q -ի այս արժեքը տեղադրելով (155) հավասարման մեջ,
 մենք կստանանք՝

$$d = \sqrt[3]{\frac{qd l_0^3}{0,2 k_2}}$$

կամ
$$d^3 = \frac{qd l_0^3}{0,2 k_2}, \text{ վորտեղից}$$

$$l_0 = \sqrt{\frac{0,2 k_2}{q}} \quad (156)$$

Վորոշելով այս հավասարումից $\frac{l_0}{d}$ հարաբերությունը, մենք
 արդեն կարող ենք (155) հավասարումից վորոշել d -ն և ապա
 հարաբերությունից՝ յերկարությունը:

Նշանակելով այդ հարաբերությունը $\frac{l_0}{d} = m$, մենք (155)
 հավասարումից կստանանք՝

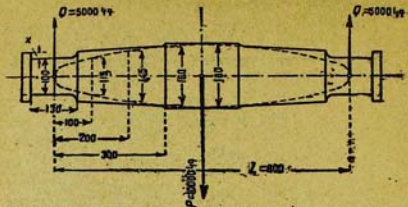
$$d = \sqrt[3]{\frac{Qm}{0,2 k_2}} \quad (157)$$

Սակայն ցապֆի հաշվումը սրանով չի վերջանում: Ինչպես
 պարզված է իր տեղում*), եյական դեր և խաղում ցապֆի տա-
 քացումը: Այդ պատճառով ցապֆի չափերն ըստ ամբողջյան վո-
 ռոշելուց հետո, պետք է ցապֆի չափերն ստուգել ըստ տա-
 քացման, ոգտվելով այն առնչություններից, վորոնք արված են
 այնտեղ: Ինչ վերաբերում է տեսակարար թույլատրելի ճնշում-
 ներին, ապա սրանց արժեքները զանազան դեպքերի համար
 արված են այս մասի § 28-ում:

ԹԻՇԱԿ 73, Հաշվի թափու յերկաթից պատրաստած ա-
 ռանցքը (դժ. 152), վորն աշխատում է յերկայնքի մեջտեղում

*) II մաս, § 32

կցած $P=10000$ կգ ուժի ազդեցությամբ առկ և անում է $n=90$ պտ/ր. Առանցքը նստած է բռնկյա միջնակների մեջ, յերկա-



Պ. 153

րությունն է $L=800$ մմ, թույլտալի լարումը՝ $k_3 = 350$ կգ/սմ², ծալումն անընդհատ է, խնամքը՝ լավ:

Հենարանների հակազդումները՝

$$Q_1=Q_2=\frac{10000}{2}=5000 \text{ կգ}$$

Ընդունելով, զոր թույլտալի տեսակարար ճնշումը $q=40$ կգ/սմ², մենք (156) հավասարումից ստանում ենք՝

$$\frac{l_0}{d} = \sqrt{\frac{0,2 \cdot 350}{40}} = 1,3,$$

Յեղ ապա (157) հավասարումից՝

$$d = \sqrt{\frac{5000 \cdot 1,3}{0,2 \cdot 350}} = 9,7 \text{ սմ} \approx 100 \text{ մմ}$$

Յողքի յերկարությունը՝ $l_0=1,3 d = 130$ մմ:

Ստուգենք ցապիկն ըստ տաքացման: Գերառելով II մասում արված (162) հաճախումը և, ընդունելով $A_0=2,5$, կստանանք՝

$l_0 \geq \frac{10000 \cdot 90}{30000 \cdot 2,5}$, կամ $l_0 \geq 12$ սմ, վոր ավելի փոքր և, քան մեր ընդունած՝ $l_0=13$ սմ յերկարությունը: Ուսիկի բարձրությունը $x = \left(\frac{d}{16} + 5 \text{ մմ} \right)$ և $\frac{d}{10} + 5 \text{ մմ}$, ընդունենք $x=12,5$ մմ. ուսիկի արամագիծը՝ $d'=100+2 \cdot 12,5=125$ մմ.

Վստանգավոր հաստանքը գտնվում և առանցքի մեջտեղում: Այդ հաստանքի արամագիծը վորոշվում և $M_1=0,1 \text{ դ}^3\text{կգ}$ հաճախարումից՝

$$d = \sqrt{\frac{M_1}{0,1 \text{ կգ}}} = \sqrt[3]{\frac{5000 \cdot 40}{0,1 \cdot 350}} \approx 180 \text{ մմ},$$

Ավելացնենք 10 մմ, նկատի առնելով, վոր յերիթը թուլացրել և առանցքը, և վերջնականապես ընդունենք $d=190$ մմ.

Վորովհետև վստանգավոր հաստանքում ստացվեց զգալի մեծության արամագիծ, նյութի տնտեսության նպատակով ավելի նպատակահարմար և առանցքին առաջ հաճախար գիմագրության շորտուի մե:

$$C_1=C_2=10 \sqrt[3]{\frac{2}{13}}=5,35,$$

Ցապիկի կենտրոնից $x_1=10$ սմ հեռավորության վրա գըռնելով ու հաստնքում՝

$$dx_1=5,35 \sqrt[3]{10}=11,5 \text{ սմ}.$$

$x_1=20$ սմ հաստնքում՝

$$dx_1=5,35 \sqrt[3]{20}=14,5 \text{ սմ}.$$

$x_1=30$ սմ հաստնքում՝

$$dx_1=5,55 \sqrt[3]{30}=16,6 \text{ սմ և այլն:}$$

Ներկա դեպքում յերկու պարարոշները սիմետրիկ են վառն-
գաժոր հասանքի վերաբերմամբ: 152-րդ գծագրում առանցքը
գծած է 1:10 մասշտաբով:

§ 62. ԱՏԱՄՆԱՆԻՎՆԵՐԻ ՅԵՎ ՀՈԼՈՎԱԿՆԵՐԻ ԵՌՄԱՆ ՁԵ-
ՎԱՓՈԽՈՒԹԵԱՆ ՅԵՆԹԱՐԿՎՈՂ ԵԼԵՄԵՆՏՆԵՐԻ ՀԱՇՎՈՒՄԸ:
Առաջնանիվի քայլը վորոշելու համար կիրառվում է հետևյալ
բանաձևը՝

$$P = c \cdot b \cdot t \quad (158)$$

Վորտեղ P -ն անիվի փոխանցած շրջանային ուժն է, b -ն՝ առա-
մի յերկարությունը, t -ն՝ առամի քայլը, իսկ c -ն մի թվային գոր-
ծակից է, վորի արժեքը կախումն ունի նյութից, առաջնեի
մշակման յեղանակից և պատման արագությունից: Այդ բանա-
ձևն ստացվում է առամի կրած ծռման ձևափոխության քննար-
կումից: Արտածենք այդ բանաձևը:



ՊՃ. 153

Դիցուք շրջանային P ուժն ազ-
դում է առամի դադաթում (գծ. 153):
Յենթագրենք, թե ճնշումը հաճաա-
րապես և դասավորվում առամի լամ-
բող յերկայնքով: Դիտելով առաջնե-
ի բնական ձևը, վոր թաղված է մի
ծայրով, մենք տեսնում ենք, վոր
վառնգաժոր $abcd$ հասանքը գտնվում
է առամի հիմքում և մաքսիմալ ծռող
մոմենտը $M_0 = P \cdot h$, վորովհետև առա-
մի բարձրությունը $h = 0,7t$, ապա՝

$$M_0 = P \cdot 0,7 t = W \cdot k_0,$$

Վորտեղ W -ն $abcd$ ուղղանկյուն քառանկյան դիմադրության մո-
մենտն է:

Ընդունելով, վոր առամի հիմքը հաճաաթ է առամի հա-
աությանը, այսինքն $ac = s = 0,5t$, ստանում ենք՝

$$W = \frac{b \cdot (0,5t)^3}{6},$$

հետևապես

$$P \cdot 0,7 t = \frac{b \cdot (0,5 t)^3}{6} k\phi,$$

վորակելից՝

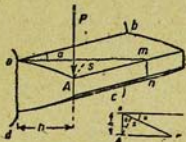
$$P = \frac{k\phi}{24 \cdot 0,7} \cdot b \cdot t = \frac{k\phi}{17} \cdot b \cdot t:$$

Նշանակելով $\frac{k\phi}{17} = c$, ստանում ենք վերևում ցույց տված հաշվային բանաձևը*):

Այս բանաձևն ստացվել է այն յնթադրության հիման վրա, վոր P ույժը հավասարապես է դասավորված առամի եռոյշ յերկայնքով, ուրեմն և քայքայումը կարող է տեղի ունենալ առամի հիմքի ամբողջ $abcd$ հատանքով: Այժմ քննարկենք ավելի անսպասարկելի դեպքը: Դիցուք առամիներէ խնայմամ մշակման կամ առանցքների՝ իրար վերաբերմամբ շեղվելու պատճառով ույժն ուղղում է առամի միայն A դադարի վրա (գծ. 154): Այս դեպքում քայքայումը կարող է տեղի ունենալ վի վորեւ $amnd$ հարթությամբ, վոր կազմում է առամի հիմքի հետ α անկյունը: P ույժի բազուկը կլինի As համաժայթը, վոր իրենից ներկայացնում է A կետից $amnd$ հարթությանը թողած ուղղահայացի յերկարությունը: Խնայեա յերևում է առամին զծած հորիզոնական պրոյեկցիայից, $As = h \cdot \cos \alpha$, իսկ $Ms = Ph \cos \alpha$: $amnd$ պատկերի զիմադրության մոմենտը բաժանանալով մոտավոր նշառությամբ կարող ենք գտնել, ընդունելով այդ պատկերն իրրև մի ուղղանկյուն քառանկյուն, վորի հիմքն է $am = \frac{aA}{\sin \alpha} = \frac{h}{\sin \alpha}$, իսկ բարձրությունը համասար է առամի հասառությանը, այսինքն $s = 0,5 t$: Հետևապես կունենանք հետևյալ հավասարումը՝

$$Ph \cos \alpha = \frac{\frac{h}{\sin \alpha} (0,5 t)^3}{6} \cdot k\phi,$$

*) Նույն մեթոդն է կիրառվում և բանադաշակի (траповое колесо) առամների հաշվումի մոմենտի:



Գծ. 154

վորակելից՝

$$k_{\alpha} = \frac{6Ph \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{h (0,5t)^3} = \frac{3P \sin 2\alpha}{(0,5t)^3}.$$

Ահա սա յե լարումը amnd հարթության մեջ, Իբ մաքսիմալ արժեքին նա հասնում է, յերբ $\sin 2\alpha=1$, այսինքն յերբ $\alpha=45^\circ$, ուրիշն մաքսիմալ լարումը՝

$$k_{\max} = \frac{3P}{(0,5t)^3}.$$

Իսկ P ույժի հավասարապես դասավորման դեպքում լարումը, համաձայն վերորեբայալ հավասարման կազմում է՝

$$k_{\alpha} = \frac{4,2Pt}{(0,5t)^3}$$

Վորակելի տառմը նույն չափով ամուր լինի ինչպես abcd, այնպես էլ amnd հարթությունների վերաբերմամբ, այս յերկու լարումները պետք է իրար հավասար լինեն՝

$$\frac{3P}{(0,5t)^3} = \frac{4,2Pt}{b(0,5t)^3},$$

վորակելից

$$b=1,4t,$$

Ահա քե ինչու կոպիտ մշակված տառանքների համար ընդունում են $b=3t$ —տառան մովելի յերկար ոնել միաք չունի ամբության տեսակետից, վորովհետե վատ մշակվածության դեպքում տառմը կկտրվի շեղ ուղղությամբ:

Սակայն պետք է նկատել, վոր հաշվային հավասարումը մենք ստացել ենք, հիմք ունենալով ատամի աշխատանքի ամենաանհավասար պայմանները—վոր չբխանային ույժը փոխանցվում է միայն մի զույգ տառանքի միջոցով և վոր նա աղղում է ատամի գագաթում: Փորձերը ցույց են տալիս, վոր տառանքը խնամքով մշակելու և սոնիները խնամքով հավաքելու դեպքում նրանք կարող են փոխանցել մի քիչ ավելի մեծ ույժ, ինչպես դա յերևում է I մասում մեջ բերած՝ Լեխի աղյուսակից և նոմոգրամից:

Ատամնանիվի մի այլ ելեմենտը, վոր յենթարկվում է ծռաման, ճաղն եւ Յեթն ճաղը զիտենք իրրև մի հեծան, վոր թաղված է մի ծայրով (կուենդի մեջ), ապա կստանանք, վոր վտանգավոր հատանքում ծռող մոմենտը $M_0 = P \cdot y$, վորտեղ P -ն շրջանային ուլմն է, իսկ y -ը՝ կուենդի հեռավորությունը սկզբնական շրջանագծից (1 մաս, դժ. 200): Ծաղը խաչաձև հատանք ունի (դժ. 155), սակայն շնորհիվ այն բանի, վոր առանցքային հորիզոնական հարթության վրա ընկած e և f կողերը փոքր դիմադրություն են ցույց տալիս ծռմանը (վորովհետև նրանց իներցիայի մոմենտը չեղոք առանցքի վերաբերմամբ աննշան է), նրկատի յեն առնում միայն $abcd$ հատանքը: Այսպիսով, ընդունելով, վոր ծռող մոմենտին դիմադրում է ճաղերի 1 թվի միայն $\frac{1}{4}$ մասը, ստանում ենք՝



Գծ. 155

$$M_0 = P \cdot y = \frac{h \cdot H^3 \cdot l}{6 \cdot d} \cdot k_0,$$

Տեղադրելով սովորական՝ $h = \frac{1}{5} H$ առնչությունը *), և ընդունելով, վոր $k_0 = 300$ կգ/սմ³, կստանանք՝

$$P \cdot y = \frac{H^3}{120} l \cdot 300,$$

վորտեղից կստանանք մեղ ծանոթ **)

$$H = \sqrt[3]{\frac{P \cdot y}{2,5 l}}$$

բանաձևը:

Բոլորովին նույն ձևով է ստացվում է՝ հորիզոնական ճաղի հաշվային բանաձևը: Ծաղերը ծռող մոմենտը՝ $M_0 = P \cdot R$: Ընդունե-

*) 1 մաս, § 75, բանաձև՝ (95):

**) 1 մաս, բանաձև՝ (94):

լով, վոր նադի յերկարությունը հաճաար և հոլովակի շառավղին, և նշանակելով h կլիպսի մեծ առանցքը h , իսկ փոքր առանցքը՝ h_0 (գծ. 156), տեղեկատու զբքում կգտնենք, վոր h կլիպսամե հաաանքի դիմադրության մոմենտը W_{xx} առանցքի վերաբերմամբ կազմում և՛ $W_{xx} = \frac{\pi \cdot h^3 \cdot h_0}{32}$: Ընդու-
նելով, վոր ծող մոմենտն ընկալող նա-
դերի թիվը կազմում և $\frac{1}{3}$, թույլատրե-
լի լարումը $k\alpha = 300$ կգ/սմ² և $h_0 = 0,4h$,
կստանանք՝

Գծ. 156

$$PR = \frac{\pi h^3 \cdot 0,4h}{32} \cdot \frac{1}{3} \cdot 300,$$

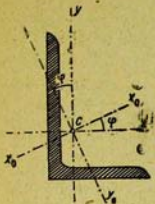
վորտեղից վերցնելով $\frac{\pi}{32} \approx 0,1$, ստանում ենք՝

$$h = \sqrt[3]{\frac{P \cdot R}{41}}.$$

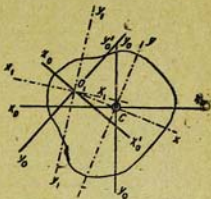
§ 63. ՀԱՍԿԱՏՈՂՈՒԹՅՈՒՆ ԻՆԵՐՑԻԱՅԻ ԳԼԵԱՎՈՐ ԱՌԱՆՑ-
ՔՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ, ՇԵՂ ՄՈՌԻՄ. Ինչպես ասված և § 54-ում, ծը-
ման՝ մեր քննարկած թեորիայի հիմքն և կազմում այն յենթա-
դրությունը, թե ծովող չորսուի լայնակի հաաանքն ունի սիմ-
մետրիայի առանցք, կայնակի բոլոր հաաանքների սիմմետրիայի
առանցքները դանվում են մի հարթության վրա, վորը և կազ-
մում և ամբողջ չորսուի սիմմետրիայի հարթությունը: Արաա-
քին ուժերը դանվում են այս հարթության վրա: Այս պայման-
ներում չորսուի առանցքը վերածվում և հարթ կորի, վորը զըտ-
նըվում և նույն այդ հարթության վրա: Այս դեպքում կիրառելի
յեն այն բոլոր հավասարումները, վորոնք ստացվել են ծոման
հաշվում մնելու ժամանակ:

Մակայն կարող և պատահել, վոր ծովող չորսուն չունի սիմ-
մետրիայի այդ տեսակ առանցք: Իբրև որինակ ունենք, դիցուք,
մի անհավասարակողմ անկյունակ (գծ. 157). կարելի՞ չէ այս
տեսակ հաաանք ունեցող չորսուի վերաբերմամբ կիրառել հարթ
ծոման տեսությունը:

Վերցնենք կամայական ձևի մի հատանք (դձ. 158). սրա ամեն մի O_1 , O_2 և այլն կամայական կետով կարելի չե տանել իներցիայի՝ զույգ-զույգ իրար ուղղահայաց անթիվ առանցքներ: Այսպես, որինակ, կամայական O_1 կետով կարող ենք տանել ա-



Գձ. 157



Գձ. 158

ռանցքներ՝ X_1 և Y_1 , X_2 և Y_2 , X_3 և Y_3 և այլն: Խնչպես ցույց ե տալիս մանրամասն հետազոտությունը, մի կետով անցնող այս բոլոր առանցքների թվում կա փոխադարձ իրար ուղղահայաց առանցքների մի զույգ, զիցուք X_0X_0 և Y_0Y_0 , վորի հատկություններից մեկն էլ այն է, վոր նրա առանցքներից մեկը տալիս է իներցիայի ամենամեծ մոմենտ, իսկ մյուսը՝ ամենափոքր: Այդ տեսակ առանցքները կոչվում են իներցիայի գլխավոր առանցքներ: Նման առանցքների զույգ կարելի չե գտնել և՛ ծանրության կենտրոնի համար (X_0X_0 և Y_0Y_0): Նյութերի դիմադրության մանրամասն դասընթացների մեջ ապացուցվում է, վոր ծավալի վերևը քննարկած տեսությունը կիրառելի չե և այն ժամանակ, յերբ արտաքին ուժերը գտնվում են լայնակի հատանքի ծանրության կենտրոնով անցնող գլխավոր առանցքներից մեկի կամ մյուսի հարթության վրա: Այսպես, որինակ, յեթե 157-րդ դձագրում պատկերված անկյունակի ծանրության կենտրոնը C-ն է, ապա այդ կետով անցնող գլխավոր առանցքները կլինեն X_0X_0 և Y_0Y_0 ուղիղները, վորոնք CX և CY ուղիղների հետ կադմում են վորոշ փ՝ անկյուն, վորի մեծությունն ամեն մի մասնավոր դեպքում կարելի չե վորոշել: Տեղեկատու գրքերում սովորաբար տրվում է այդ անկյան տանգենսը:

Այն դեպքերում, յերբ ուլթերի գործողության հարթության ուղղությամբ չի համապատասխանում վերողքյալ պայմանին, ծաման յերևույթը բարդանում է. այդ տեսակ ծռումը կոչվում է եղ ծռում:

§ 64. ՎԱՐԺՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ.

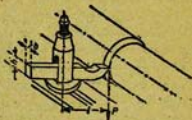
59. Վորոշել 62 դդ որինակում քննարկած հեծանի ամենամեծ նարմալ լարումն այն հատանքում, վորը զանվում է ձախ հենարանից $x = 1,5$ մ հեռավորության վրա: Գտնել նաև կորուսթյան ք շառավիղը:

60. Գտնել ամենամեծ ձգող և ամենամեծ սեղմող և լորձմը մի հեծանի, վոր ընկած է յերկու հենարանների վրա և վորի լայնակի հատանքը հավասարասրույ յեռանկյուն է (զծ. 159), յեթե մաքսիմալ ծող մոմենտը կազմում է $M_0 = 36000$ կգսմ: (Ինքնիշխան մոմենտը—տես III հավելվածը):

61. Պտուտահատ-ճախրային դադգյալի վրա (զծ. 160) պողպատյա դետալի շրջառաջման ժամանակ հանած տաշեղի հատանքն է $1,25$ մմ $\times$ 6 մմ: Ընդունելով, վոր տաշեղը կարելու գործակիցը $C = 200$ կգ/մմ², վորոշել P ուլթի առաջացրած ամենամեծ նոր-



ԶԺ. 159



ԶԺ. 160

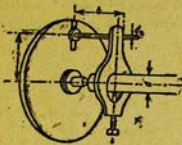
մալ լարումը և կորվածքը, յեթե կտրիչի հատանքի չափերն են՝ $b = 25$ մմ և $h = 35$ մմ, իսկ կտրիչի կախ ընկած մասը՝ $l = 80$ մմ ($E = 2200000$ կգ/մմ²): Պարզության նպատակով ընդունել, վոր P ուլթն ընկած է կտրիչի սիմմետրիայի հարթության վրա:

62. Ի՞նչ հատանքի տաշեղ կտրելի յե հանել նախորդ վարժության տվյալների համաձայն, յեթե կորվածքն ուղղանիշ հարթության վրա չի գերազանցում $0,05$ մմ:

63. Ծախրային դադգյալի վրա շրջառաջվող սոճու տրամագիծը՝ $d = 60$ մմ (զծ. 161) և հանած տաշեղի հատանքը՝ $F = 3$ մմ²:

Ընդունելով առաջիկա կտրելու գործակիցը՝ $C = 125$ կգ/մմ², վորոշել շաբրի A մատի վառնդավոր հատանքի ամենամեծ նորմալ լարումը, յեթե խամութի հեռավորությունն այդ շաբրից՝ $b = 60$ մմ, մատի արամագիծը՝ $d_0 = 20$ մմ, իսկ մատի հեռավորությունն շալինդիկի առանցքից $z = 90$ մմ:

64. Համեմատել ծռման ամրությունն (ըստ դիմադրության մոմենտի) յերկու հավասարամեծ հատանքների, վորոնցից մեկը քառակուսի յե, իսկ մյուսը՝ ուղղանկյուն, վորի հիմքն է b , իսկ բարձրությունը՝ h , յեթե $b = 0,25$ h (տես որինակ 69):



Գծ. 161



Գծ. 162

65. Համեմատել կլոր հատանքի և հավասարամեծ քառակուսի հատանքի ծռման ամրությունը:

66. Արտածել 162-րդ գծագրում ցույց արված հատանքի դիմադրության մոմենտի բանաձևը:

67. Ձորաստի լայնակի հատանքի չափերին՝ $b = 12$ մմ և $h = 20$ մմ, վորոշել նորմալ և տանգենցիալ ամենամեծ լարումը, յեթե ծող մոմենտը $M_x = 800$ կգսմ և կարող ուժը $S_x = 160$ կգ: Ցուցում: Յերկրորդ հարցին պատասխանելու համար կիրառել (108) բանաձևը:

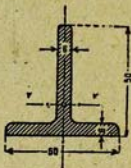
68. Խնչ ամենամեծ ծող մոմենտ է կարող ուժ կարող և տանել ուղղանկյուն հատանքով յերկաթյա չորսուն, վորի լայնակի հատանքի չափերն են՝ $b = 12$ մմ և $h = 32$ մմ, յեթե թույլատրելի լարումը՝ $k_a = 1000$ կգ/սմ², իսկ $k_k = 500$ կգ/սմ²:

69. Վորոշել, թե ինչ բեռնվածք կարող է անվտանգ տանել իր մեջտեղում ուղղանկյուն հատանքով յերկաթյա հեծանը, վորի լայնակի հատանքի չափերն են՝ $b = 24$ մմ և $h = 30$ մմ, յեթե հեծանն ազատ ընկած է յերկու հենարանների վրա, վորոնց հեռավորությունը՝ $l = 2$ մ, իսկ թույլատրելի լարումը՝ $k_a = 1000$ կգ/սմ²: Վճրթանով կարելի յե մեծացնել բեռնվածքը, յեթե 1, բեռնվածքը

կցվի հենարանից 0,5 մ. հեռավորությամբ վրա և 2, բեռնվածքը հավասարապես դասավորվի հեծանի ամբողջ յերկայնքի վրա:

70. N $\frac{5}{8}$ պրոֆիլի տավրային հատանքով հեծանը (OCT 29), վորի չափերը ցույց են տրված 163-րդ գծագրում (ծանրության կենտրոնի հեռավորությունը ներքևի հիմքից 1,38 սմ է, ինքնքրայի մոմենտը՝ $I_y = 12,2$ սմ⁴), թաղված է մի ծայրով և կրում է հավասարապես դասավորված բեռնվածք $q=50$ կգ/մ: Հեծանի թևը $b=1,0$ մ: Վորոշել ամենամեծ նորմալ լարումը և կորվածքի աղեղը ($E=2 \cdot 10^6$ կգ/սմ²):

71. Ընտրել յերկտավրային հեծանի հատանքն ըստ 134-րդ գծագրի սքեմի, յեթև $l=4$ մ, $P=1000$ կգ և $k_2=1000$ կգ/սմ³:



Չձ. 163



Չձ. 164

72. Ըստ 129-րդ գծագրի սքեմի, հեծանը բեռնավորած է հավասարապես դասավորված բեռնվածքով $q=1000$ կգ/մ: Ընտրել յերկու տաշտային պրոֆիլներից կազմած հատանք, ինչպես ցույց է տրված 164-րդ գծագրում: $k_2=800$ կգ/սմ³:

73. Հաշվել հավասար դիմադրության առանցքը (գծ. 152) ըստ հետևյալ տվյալների՝ $P=15000$ կգ և կցած է առանցքի մեջտեղում, $L=1$ մ, $n=120$ պ/ր. միջարկը բրոնզից է:

74. Վորոշել վազոնային առանցքի ցապֆերի տրամագիծը և յերկարությունը (գծ. 165), յեթև բուքսերի հաղորդած բեռնվածքը $P_1=P_2=5000$ կգ, $n=300$ պ/ր, $L=230$ մմ, $k_2=500$ կգ/սմ³. միջարկները բրոնզից են:

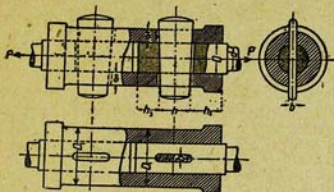
75. Յերկաթյա յերկար յերկու շտանգներ միացրած են իրար հետ սեպերի և մուֆթի միջոցով (գծ. 166). հաշվել այդ շտանգները, յեթև նրանց վրա ազդում է մշտական գործող ձգող $P=$

≈ 4000 կգ ուժ. ընդունել, վոր $k_b = 900$ կգ/սմ², $D = \frac{4}{3} d$,

$b = \frac{D}{4}$, $c = \frac{D}{2}$ և $k_{\text{էժ}} = 1350-1800$ կգ/սմ².



Պ. 163



Պ. 165

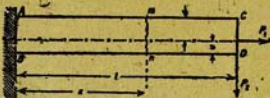
76. Մի ծայրով թաղված փայտյա հեծանը (գծ. 150), յերկարությամբ $l=0,7$ մ, աղառ ծայրում կրում է $P=200$ կգ բեռնը՝ լածք: Հաշվել նրան իբր հավասար դիմադրության հեծան, ընդունելով, վոր $b=\text{const}=245$ մմ, $k_b=100$ կգ/սմ², Վճռել նույն խնդիրը, ընդունելով, վոր $h=\text{const}=345$ մմ:

§ 65. ԱՌԱՋԱՐԱՐԱՆՔՆԵՐ ԱՐՏԱՐԱԿԱՆ ՊՐԱԿՏԻԿԱՅԻ ՀԱՄԱՐ. 9. 61-րդ վարժության անալոգիայով դիտեցեք կարիչի աշխատանքը: Վերցնելով անդեկատու գրքից կարելու համապատասխան զործակիցը, վորոշեցեք նորմալ մաքսիմալ լարումը և կորվածքը:

10. Նույնը 63-րդ վարժության տնալուսիայով:

11. Վորոշեցեք հակափոխանցման սոնիկի՝ սեփական կշռից, հոլովակների կշռից և փոկների պրկումից առաջացած ծռման լարումը:

12. Վերցրեք վինտահատ-հախրային դադդյաճի շղինգիկի առջևի վզիկի չափերը և կենտրոնների բարձրությունը: Վորոշեցեք, թե ծռման ինչ լարում և առաջանում վզիկի հատանքում պլանշայի և գլղոնի (БОЛВАНКА) ծանրությունների ուլթերից, ընդունելով, վոր գլղոնի յերկարությունը հավասար և նրա արամագծին, իսկ այս վերջինս՝ կենտրոնների կրկնակի բարձրությունը:



92. 167

Ցուցում: Ընդունեցեք, թե փոկի տանող մասի պրկումը հավասար և շրջանային կրկնակի ուլթին ($2P$), իսկ տարվող մասինը՝ շրջանային ուլթին (P): Մանիկը ծռող ուլթի մեծությունը, պարզության համար, ընդունեցեք հավասար $3P$ -ի (տես II մաս, § 31): Բոլոր ուլթերը վերլուծեցեք հորիզոնական և ուղղաձիգ բաղադրիչների և վորոշեցեք յուրաքանչյուր բաղադրիչի տված մոմենտը: Ապա ամեն մի հատանքի համար դանք մոմենտների յերկրաչափական գումարը հորիզոնական և ուղղաձիգ հարթություններում: Ծռման լարումը վորոշեցեք ըստ ամենամեծ մոմենտի:

ԲԱՐԴ ԶԵՎԱՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ, ՅԵՐԿԱՅՆԱԿԻ ԾՌՈՒՄ

§ 66. ԲԱՐԴ ԶԵՎԱՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ (ԴԵՖՈՐՄԱՑԻԱՆԵՐ), ԼԱՐՈՒՄՆԵՐԸ ՎՈՐՈՇԵՆԼՈՒ ՍԿԶՐՈՒՆՔԸ. Գարզ ձևափոխության ներքին հետ ծանոթանալուց հետո, անցնենք այժմ պրակտիկայում հաճախ պատահող այն առարկա ու խնդիր ազդեցությանը, վերոնք միաժամանակ առաջ են բերում մի քանի պարզ ձևափոխությունների, ձևափոխությունների կոմբինացիա: Այդ առարկա ձևափոխությունները կոչվում են բարդ ծնվափոխություններ: Այս ձևափոխությունների վերաբերմամբ ու խնդիր գործողության անկախության որոնք ձևակերպվում են այսպես— առաջին ձևափոխությունների սահմաններում մի քանի ու խնդիր միաժամանակ ազդեցության հետևանքով առաջացած լարումը հավասար է բոլոր ու խնդիր տված մասնավոր լարումների գումարին (հանրահաշվական կամ յերկրաչափական): Սակայն անհրաժեշտ է նշել, վեր այս դրությունը ճիշտ է միայն այն դեպքերում, յերբ մարմնի ստացած ձևափոխությունն աննշան է:

Մենք կքննարկենք ամենապարզ և ամենահաճախ պատահող բարդ ձևափոխությունները— 1, ձգում (կամ սեղմում) և ծռում, և 2, վրտրում և ծռում:

§ 67. ԶԴՈՒՄ (ԿԱՄ ՍԵՂՄՈՒՄ) ՅԵՎ ԾՌՈՒՄ. ԱԳԱԿԵՆՏՐՈՆ (ԵԲՍՑԵՆՏՐԻԿ) ԶԴՈՒՄ. Նախ վերցնենք ամենապարզ դեպքը, յերբ ձգող բեռնվածքն ազդում է լայնակի հատանքի ծանրության կենտրոնում: Դիցուք մի ծայրով թաղված ABCD չորսուկ (պծ. 167) ձգվում է P_1 ու խոփ, վեր կցված է CD հատանքի ծանրության կենտրոնում, և P_2 ու խոփ, վեր գտնվում է չորսուկ սիմմետրիայի հարթության վրա: Առաջին բեռնվածքի ազդեցության տակ չորսուկ մեջ առաջանում է ձգող լարում՝

$$t_1 = \frac{P_1}{F},$$

AB հարթությանից x հեռավորության վրա գտնվող m զանգված $M_x = P_3(l-x)$ մասնաթի աղղեցության առաջացած ամենամեծ ձգող լարումը կլինի՝

$$t_3 = \frac{M_x \cdot v}{l},$$

իսկ ամենամեծ սեղմող լարումը՝

$$t'_3 = \frac{M_x \cdot u}{l},$$

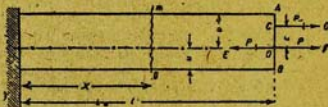
Գումարելով վտանգավոր հաստնեթի (վորի համար $M_3 = P_3 \cdot l$) ձգող լարումները, կառանանք ամենամեծ ձգող լարումը,

$$t_2 = \frac{P_1}{F} + \frac{P_3 l \cdot v}{l} \quad (159)$$

Իսկ գումարելով վտանգավոր հաստնեթի P_3 ուժից սեղմվող մասի լարումները, կառանանք՝

$$t = \frac{P_1}{F} - \frac{P_3 l \cdot u}{l} \quad (159a)$$

Այս t լարումը կարող է լինել h' ձգող, և՛ սեղմող: Եւ լարումն ըստ (159) բանաձևի և t լարումն ըստ (159a) բանաձևի չպետք է գերազանցեն թույլատրելի լարմանը: Նույն ձևով մենք կառանանք ամենամեծ սեղմող լարումը, յիթե P_1 ուժն ունենար հակառակ ուղղութիւն:



Գծ. 168

Այժմ վերցնենք այլ դեպք: Դիցուք նույն շրջառն ձգվում է P ուժով, վոր դրժում է նույն հարթության մեջ, ինչ վոր նախորդ դեպքում, բայց աղղում է վնչ ծանրության կենտրո-

նում (դժ. 168): Ծանրության O կենտրոնում կցենք P -ին հա-
վասար յերկու ուշեւր, այսինքն՝ $\overline{OE} = \overline{OF} = \overline{CD}$ ։ Այսպիսով
ստացված յերեք ուշեւրի սիստեմը կհանդի չորսուն ձգող $P =$
 $= \overline{OF}$ ուշեւրի և յերկու ուշեւրի՝ $\overline{OE} = \overline{CD} = P$, վոր կազմում
են չորսուն ծող մի ուժազույգ, Նշանակելով P ուշեւր ազդման
կետի հեռավորությունը ծանրության O կենտրոնից՝ c , կունե-
նանք, վոր այդ զույգի մոմենտը՝ $M_2 = P \cdot c$ ։ Այս մոմենտն ան-
փոփոխ և մնում չորսուի ամբողջ յերկայնքով։

Այսպիսով կստանանք, վոր՝ $P = \overline{OF}$ ձգող ուշեւրի առաջա-
ցած լարումը կլինի՝

$$t_1 = \frac{P}{F},$$

իսկ ծուռից առաջացած ձգման ամենամեծ լարումը՝

$$t_2 = \frac{M_2 \cdot v}{I} = \frac{P \cdot c \cdot v}{I},$$

ձգման լրիվ լարումը՝

$$t_1 = \frac{P}{F} + \frac{P \cdot c \cdot v}{I} \quad (160)$$

Այս լարումն այնքան փոքր կլինի, վորքան քննարկած թե-
զիկը մոտ և չեղոք չերաին։ Այս չերաում գտնվող թելիկների հա-
մար յերկրորդ անդամը կդառնա O (վորովհետև $v=0$) և լարումը
հավասար կլինի՝ $\frac{P}{F}$ ։

Չորսուի սեղմվող մասում ամենահեռավոր թելիկների լա-
րումը վորոշվում և հետևյալ բանաձևով՝

$$t_2 = \frac{P}{F} - \frac{P \cdot c \cdot u}{I} \quad (161)$$

Եթե $\frac{P}{F} > \frac{P \cdot c \cdot u}{I}$, ապա թելիկները ձգված կլինեն,
հակառակ դեպքում՝ սեղմված։

Այս տեսակ ձևափոխությունը կոչվում է եքսցենտրիկ (ապակենտրոն) ձգում. նա, ինչպես և նախորդ դեպքերը, ձգման և ծռումի բարդ ձևափոխությունն է:

Հարցեր:

1. 167-րդ գծագրում պատկերված չորսուի մեջ P_1 ձգող ույժի առկայության դեպքում հնարավոր է, վոր վորոշ թեկիկներ սեղմված լինեն: Վճրատեղ կգտնվեն նրանք:

2. Կարճ և պատահել, վոր վորեն թեկիկներում (գծ. 167 և 168) բացակայի թե ձգումը և թե սեղմումը: Վճրատեղ կգտնվեն նրանք և վճր պայժաններում տեղի կունենա այդ:

3. 168-րդ գծագրում պատկերված չորսուի վրա ձգող $P = \overline{CD}$ ույժի փոխարեն գործում է սեղմող ույժ: Կարճ և պատահել դեպք, վոր բոլոր թեկիկները սեղմված լինեն: Բոլորը ձգված լինեն: Դեպք, վոր չեզոք շերտից ներքև գտնվող թեկիկները ձգված լինեն. սեղմված լինեն:

Ուիմակ 74. 167-րդ գծագրում պատկերված հեծանն ուղղանկյուն հատանք ունի՝ $b=60$ մմ, $h=90$ մմ, $l=900$ մմ, և բեռնըված է յերկու ույժերով՝ $P_1=2700$ կգ և $P_2=300$ կգ: Վորոշել ձգման և սեղմումի ամենամեծ լարումները:

Ըստ (159) բաժանակի ստանում ենք ձգման ամենամեծ լարումը՝

$$t_1 = \frac{2700}{6 \cdot 9} + \frac{300 \cdot 90 \cdot 4,5}{6 \cdot 9^2} = 383 \text{ կգ/սմ}^2,$$

Սեղմումի ամենամեծ լարումը վորոշվում է ըստ (159a) բաժանակի՝

$$t_2 = \frac{2700}{6 \cdot 9} - \frac{300 \cdot 9 \cdot 4,5}{6 \cdot 9^2} = -283 \text{ կգ/սմ}^2,$$

Ուիմակ 75. Նախորդ որինակի հեծանը ձգվում է եքսցենտրիկ $P = 2700$ կգ ույժով, վոր աղղում է լայնակի հատանքի սիմետրիայի հարթության վրա՝ չեզոք առանցքից $c=40$ մմ հեռավորության վրա: Գտնել ձգման և սեղմումի ամենամեծ լարումները:

ձգման ամենամեծ լարումն ըստ (160) բանաձևի՝

$$t_1 = \frac{2700}{6.9} + \frac{2700 \cdot 4 \cdot 4,5}{\frac{6.9^3}{12}} = 183 \text{ կգ/սմ}^2,$$

Չեղոք առանցքի մյուս կողմը դանվող ծայրագույն թելի-
կում լարումը կլինի՝

$$t_2 = \frac{2700}{6.9} - \frac{2700 \cdot 4 \cdot 4,5}{\frac{6.9^3}{12}} = -83 \text{ կգ/սմ}^2,$$

Յրիմակ 76. Չորսուկի սեղավող մասում լարումը ստացվում է
իրեկ ձգման և սեղմումի լարումների տարբերությու-
ն։ Ակներե և, վոր պետք է գոյություն ունենա թելիկների մի ա-
յնպիսի շերտ, վորոնց համար ձգման և սեղմումի լարումներն
իրար հավասար են։ Դանել 74-րդ՝ որինակի դեպքի համար, թե
P ույժը չեղոք առանցքից ինչ C հեռավորության վրա պետք է
ազդե, վոր այդ առանցքից ամենահեռու ստորին թելիկներում
լարումը հավասար լինի զերոյի։

Կերտում ենք (161) բանաձևը, վորի աջ մասը հավասա-
րեցնում ենք զերոյի՝

$$\frac{P}{F} - \frac{P \cdot c \cdot u}{I} = 0,$$

վորտեղից

$$c = \frac{I}{P \cdot u},$$

Տեղադրություններն անելով, ստանում ենք՝

$$c = \frac{6.9^3}{12 \cdot 6.9 \cdot 4,5} = 1,5 \text{ սմ}.$$

Յեթե $c < 1,5$ սմ, ապա ծայրագույն ներքեի թելիկները
նույնպես ձգված կլինեն։

Յրիմակ 77. Վորոշել, թե ինչ մեծության ույժ պետք է հո-
րիզոնական ուղղությամբ կցել քառակուսի հասանքով սյան
վերեի ծայրին (զծ. 169), վորպեսզի սյան մեջ ձգող լարումներ
չլինեն։ Նյութի տեսակաբար կշիռը γ է։

Վառնդաժոր հառանքը սյան հիմքն է։ Այդ հառանքում դործում են—սեղմումի լարումը, վոր առաջանում է սյան սեփական կշռից, և ձգման ու սեղմումի լարումը, վոր առաջ է գալիս ծռող Չհ մոմենտից։

Խնդիրը վեհելու համար մենք պետք է կիրառենք (159) հավասարումը, միայն առաջին անդամի առաջը դնելով միևուս նշանը և հավասարումը հավասարեցնելով 0-ի՝

$$-\frac{a^2 h \gamma}{a^3} + \frac{Q \cdot h \cdot \delta}{a^3} = 0,$$

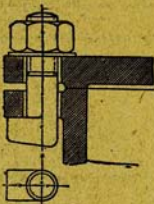
վորակելից՝

$$Q = \frac{a^3 \cdot \gamma}{\delta}.$$

Ձեռնակ 78. 170-րդ գծագրում ցույց է տրված բուլաի և քս-ցանարիկ բեռնվածք—Ֆլանեցի անբավարար չափերի շնորհիվ կա-փարիչը միացնող բուլներն առած են միակողմանի գլխիկներով։ Յե-



Չձ. 169



Չձ. 170



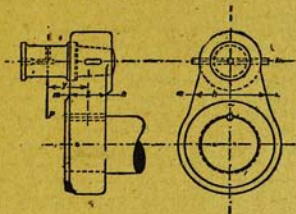
Չձ. 171a

թե բուլը ձգող ույժը Q կգ է (չձ. 170a), իսկ այս ույժի ազդման կետի եջացնումբխիտեաը կազմում է c սմ, ապա (160) բա-նաձևը ներկա դեպքի համար հետևյալ կերպ կգրվի՝

$$t = \frac{Q}{\pi d_1^3} + \frac{Qc}{\pi d_1^3} = \frac{4Q}{\pi d_1^3} + \frac{32Qc}{\pi d_1^3} = \frac{4Q}{\pi d_1^3} \left(1 + \frac{8c}{d_1} \right),$$

Ինչպես տեսնում ենք, բուլի ձողի լարումն այնքան մեծ է լինում, վորքան մեծ է եքսցենտրիսիտետի հարաբերությունը բուլի ներքին փորակի արամագծին: Այսպես, յեթե $\frac{c}{d} = 1$, ապա լարումն ստացվում է $1 + 8 = 9$ անգամ ավելի մեծ, քան յեթե Q ույժը գործեր բուլի առանցքի ուղղությամբ, իսկ յեթե $\frac{c}{d} = 2$, ապա արդեն $1 + 16 = 17$ անգամ: Սրանից ել հասկանալի է, թե ինչու այս տեսակ բուլային միացումը վերին աստիճանի անձեռնառ. է:

Ուրիշակ 79: Յերբ շուռավիկը գտնվում է իր մեռյալ դիրքում, նրա մասը շոգեմեքենայի շարժանակի կողմից յենթարկվում է P կգ ճնշման (գծ. 171): Վորտշել շուռավիկի բազուկի մեջ առաջացած մաքսիմալ լարումը:



Գծ. 171

Շրջանային P ույժը, վոր եքսցենտրիկորեն է ազդում շուռավիկի բազուկի վերաբերմամբ, առաջ է բերում այդ բազուկի ծուռում $M = P \cdot y$ մոմենտով և ձգում, վոր հավասարապես դասավորվում է ամբողջ հասանքում: Կիրառելով (160) հավասարումը, ստանում ենք III հասանքի ամենամեծ ձգող լարումը՝

$$\sigma = \frac{P}{\delta \cdot h} + \frac{6Py}{h \cdot \delta^2}$$

Դիցուք $P = 11000$ կգ, $\delta = 140$ մմ, $h = 240$ մմ և $y = 150$ մմ, ապա՝

$$t = \frac{11000}{14 \cdot 24} \left(1 + \frac{6 \cdot 15}{14} \right) \approx 243 \text{ կգ/սմ}^2.$$

§ 68. ԾՌՈՒՄ և ՎՂՈՐՈՒՄ. ԾԱՆԲ ԲԵՌՆԱՎՈՐՎԱԾ ՍԸՌ-
ՆԻՆՆԵՐԻ ՀԱՇՎՈՒՄԸ. Բարդ ձևափոխության այս տեսակը շատ
հաճախ է պատահում: Ամեն մի սունի, փոխանցելով վոլորող վո-
րոշ մոմենտ, միաժամանակ ծռվում է իր սեփական կշռի, իր վրա
նստած հուլավանների կամ աստամեանիքների կշռի, փոկների պրկու-
մի և անիքների միջոցով փոխանցվող շրջանային ուլթի ազդե-
ցության տակ: Իսկն ապա՝ ամեն մի առանցք էլ, վոլորվելով
շփման ուլթի մոմենտով, նույնպես յենթարկվում է այս բարդ
ձևափոխության: Սակայն այս դեպքում վորոշ մոմենտներն այն-
քան աննշան են համեմատած առանցքը ծռող մոմենտների հետ,
վոր կարելի չի վորոքման ձևափոխությունը զանց առնել, այդ
պատճառով էլ առաջ ցքների հաշվումն առնում են միայն ծռման
վերաբերմամբ:

Սովորական տրանսմիսիոն սունիների կրած ծռող մոմենտ-
ներն, ընդհակառակը, աննշան են համեմատած այդ սունիների
փոխանցած վորոշ մոմենտների հետ. այդ պատճառով այդ սըռ-
նիների հաշվումը, ինչպես տեսանք վերևում, առնում են միայն
վորոքման վերաբերմամբ, սակայն թույլատրելի լարումը ($\kappa_l =$
 $= 120 \text{ կգ/սմ}^2$) վերցնում են ավելի պակաս, քան յենթե սունին
յենթարկվեր միայն վորոքման ձևափոխության:

Այսպես կոչված՝ ծանր ընձնավորված սունիների դեպքում,
վորոնք զգալի ծռող մոմենտների յեն յենթարկվում (շարժիչների
հիմնական սունիները, վերամբարձ մեխանիզմների սունիները և
այլն), պետք է նկատի առնել յերկու ձևափոխությունն էլ, թե
ծռման և թե վորոքման:

Այդ տեսակ սունիների հաշվումը կատարվում է այսպես:
Նախ վորոշում են սունու կրած ամենամեծ ծռող M_{δ} մոմենտը և
նրա հաղորդած վորոքող M_{ω} մոմենտը, և ապա վորոշում են այս-
պես կոչված վերածյալ մոմենտը Սեն-Վենսանի հետևյալ բանա-
ձևի միջոցով՝

$$M_{\text{վեր}} = 0,35 M_{\delta} + 0,65 \sqrt{M_{\delta}^2 + M_{\omega}^2} \quad (162)$$

Յերրեքն այս բանաձևը կիրառում են հետևյալ ձևով՝

$$M_{\text{վեր}} = \frac{3}{8} M_{\delta} + \frac{5}{8} \sqrt{M_{\delta}^2 + M_{\omega}^2} \quad (163)$$

Վերածյալ մոմենտը վորոշելուց հետո սահու հաշվումն անում են միայն ըստ ծածան ձևափոխության, ընդունելով վերածյալ մոմենտն իբրև ծոող մոմենտ, այսինքն՝

$$M_{վեր} = 0,1 d^3 \cdot k_3, \text{ վորտեղից}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{վեր}}{0,1 k_3}} \quad (164)$$

Ծածան թույլատրելի լարման արժեքները ամենահաճախ պատահող դեպքերի համար—յերբ ծոող մոմենտը փոփոխում է իր արժեքը $\pm M$ -ից մինչև $-M$ (վորովհետև սահին պատվում է, իսկ ծոող բեռնվածքները պահում են իրենց ուղղությունը)—հետևյալներն են՝

թափծու պողպատ	$k_3 = 400-500 \text{ կգ/սմ}^3$
թափծու յերկաթ	$k_3 = 300-400 \text{ » ,}$
յեռած յերկաթ	$k_3 = 300-400 \text{ » ,}$
պողպատյա ձուլվածք	$k_3 = 250-350 \text{ » ,}$
չուգուն	$k_3 = 150-250 \text{ » և}$
կաղնի	$k_3 = 60 \text{ » :}$

Զգման վերածյալ լարումը վորոշում են հետևյալ բանաձևով՝

$$t_{վեր} = 0,35 t + 0,65 \sqrt{t^2 + 4s^2} \quad (165),$$

վորտեղ է-ն ծոող մոմենտի առաջացրած ամենամեծ ձգող լարումն է ամենահեռու թելիկում, իսկ S -ը վորովորդ սահու մակերևույթի վրայի սահքի ամենամեծ լարումն է:

Որինակ 80: Սահին, վորի տրամագիծը՝ $d=95$ մմ, ունի կախ ընկած մաս, վորի յերկարությունը՝ $L_0=800$ մմ (գծ. 172): Այս մասի վրա պետք է նստեցնել հոլովակ, վորը, անելով $n=120$ պտ/ր, փոխանցելու յե $N=16$ ձիաույթ: Փոխանցումն ուղղաձիգ է: Սահակալից թնչ հեռավորության (l) վրա պետք է տեղադրել հոլովակը, յեթե սրա տրամագիծը՝ $D=1000$ մմ, կշիռը $Q=150$ կգ և ծոման թույլատրելի լարումը $k_3 = 400 \text{ կգ/սմ}^3$,

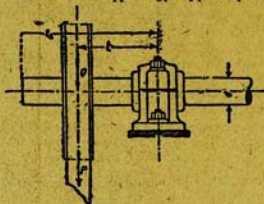
Վերադարձ մոմենտը կազմում է՝

$$M_{\text{վ}} = 71620 \frac{N}{n} = 71620 \cdot \frac{16}{120} = 9549 \text{ կգսմ,}$$

Հեռահաղես շրջանային ուժը՝

$$P = \frac{2M_{\text{վ}}}{D} = \frac{2 \cdot 9549}{100} = 191 \text{ կգ,}$$

Ընդունելով, Վոր փոկի տանող մասի պրկումը կազմում է $2P$, իսկ տարվող մասինը՝ P , ստանում ենք, Վոր սունին ծող ուժը կազմում է $3P = 573$ կգ, Բացի այդ, սունին ծողում է հո-



94. 172

լովակի սեփական ծանրությունից (սունու սեփական կշիռը նկատի չենք առնում), այնպես Վոր ծող լրիվ բեռնվածքը կազմում է $3P + Q = 573 + 150 = 723$ կգ, Այս ուժն ազդում է հենարանից 1 հեռավորության վրա, հեռահաղես նա առկա է ծող մոմենտ $M_{\text{ծ}} = 723$ կգսմ, Այժմ կարող ենք կիրառել (162) բանաձևը՝

$$0,35 \cdot 723 \cdot l + 0,65 \sqrt{(723 \cdot l)^2 + 9549^2} = 0,1 \cdot 9,5^3 \cdot 400,$$

Վորտեղից դանում ենք՝

$$l \cdot 92,56 \text{ սմ} = 560 \text{ մմ,}$$

Այսպես ուրեմն, առանց յերկրորդ ստնակալ դնելու, մենք չենք կարող ոգտագործել սոնու ամբողջ կախ ընկած մասը:

Ուրիցակ 51. Շոգեմեքենան՝ $n = 85$ պլտ/ր անելու դեպքում փոխանցում է $N = 90$ ձիաույժ հզորությու: Վորոշել հիմնական սոնու տրամագիծը, յեթե թափանիվի կշռի և կանատների պըրկման համագորը կազմում է 3600 կգ. Սանակալների հեռավորութունն իրարից $l = 1100$ մմ, թափանիվը տեղադրած է այդ հեռավորության մեջտեղում: Թույլատրելի լարումը $K_2 = 400$ կգ/սմ²:

Վորորոգ մոմենտը՝

$$M_1 = 71620 \cdot \frac{90}{85} \approx 76000 \text{ կգսմ},$$

Ամենամեծ ձող մոմենտը կլինի թափանիվի տակ և ըստ (123) բանաձևի կազմում է՝

$$M_2 = \frac{P \cdot l}{4} = \frac{3600 \cdot 110}{4} = 99000 \text{ կգսմ},$$

Ըստ (162) բանաձևի ստանում ենք՝

$$0,35 \cdot 99000 + 0,65 \sqrt{99000^2 + 76000^2} = 0,1 \text{ մ}^3 \cdot 400,$$

վորակից $d \approx 145$ մմ:

Ստացված տրամագիծը մեծացնում ենք 10% -ով, նկատի առնելով նրա հատանքի թուլացումը յերիթի տկոսի պատճառով, Պ ընդունում վերջնականապես՝

$$d = 160 \text{ մմ},$$

Ուրիցակ 82: Վինաահատ-հախրային դազգյահի վրա, վորի շարինգիլը սքեմատիկորեն ցույց է տրված 173-րդ գծագրում, շրջատաշում են 600 մմ տրամագիծ և 1300 մմ գլդոնը, վոր տեղադրած է կենտրոնների վրա:

Վորոշել շարինգիլի վաանգավոր հատանքի մաքսիմալ լարումը, յեթե հանվող տաշիլի հատանքն է $2,5 \times 10$ մմ: Տաշիլը

կարելու գործակիցը կազմում է $P_1 = 225$ կգ/սմ², իսկ մասուցման P_2 ույժը կազմում է կարման ույժի 100%-ը^{*)}։

Կարման ույժը կազմում է $P_1 = 225 \cdot 2,5 \cdot 10 = 5625$ կգ, Հետևապես նույնը կլինի և մասուցման ույժը $P_2 = 5625$ կգ, Գըլ-



ՊՆ. 173

դանի կենտրոնում կցելով յերկու ույժեր՝ $\overline{OD} = -\overline{OE} = -P_1$, ստանում ենք վոլորող մոմենտ՝ $M_d = P_1 \cdot OA = 5625 \cdot \frac{600}{2} = 1687500$ կգսմ = 168750 կգսմ և շարժելը ծառայող ույժ՝

$$\overline{OD} = P_1 = 5625 \text{ կգ}$$

Այս ույժի հակառակ կողմն ազդում է գլղոնի կշիռը, վոր կազմում է՝

$$G = \frac{\pi \cdot 6^3}{4} \cdot 13 \cdot 7,8 = 2870 \text{ կգ}$$

Ամեն մի կենտրոնի վրա գործում է՝

$$\frac{G}{2} = \frac{2870}{2} = 1435 \text{ կգ ույժ}$$

Հետևապես ուղղամիկ հարթության վրա գործում է (գծ. 174)՝

$$\overline{OK} = P_1 - \frac{G}{2} = 5625 - 1435 = 4190 \text{ կգ ույժ}$$

*) Վերցնում ենք մացրիմուլ աբսիցսը։ Սվոլորաբար լայնակի ուղղությամբ մասուցման ույժը կազմում է $\frac{P_1}{3}$ -ից մինչև $\frac{P_1}{2}$ ։

Շարժելու ծառայող համազորը կլինի՝

$$R = \sqrt{5625^2 + 4190^2} = 7014 \text{ կգ.}$$

Վառանդավոր հատանքը դառնում է առջևի վզիկի (I) մեղ-
եղում. այդ հատանքում ծառայող մոմենտը կազմում է՝

$$M_2 = 7014 \cdot 21 = 147294 \text{ կգսմ.}$$

Այս մոմենտի առաջացրած լարումը վերոշվում է ըստ Ֆոր-
մուլի՝

$$t = \frac{M_2}{W},$$

վերանդ W-ն դիմադրություն մոմենտն է և, ըստ (150a) բանա-
ման հաշվարկ է՝

$$W = 0,1 d_1^3 \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right] = 0,1 \cdot 16,5^3 \left[1 - \left(\frac{50}{165} \right)^4 \right] =$$

$$= 445 \text{ սմ}^3,$$



Պատկեր 174

Ուրեմն՝

$$t = \frac{147294}{445} = 331 \text{ կգ/սմ}^2,$$

Իսկ սահման լարումը՝

$$s = \frac{M_2}{W_0}$$

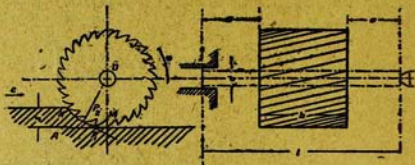
$$\text{Վորտեք } W_0 = 0,2 \, d_1^3 \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right] = 890 \, \text{սմ}^3 \text{ և, հետևապես}$$

$$s = \frac{168750}{890} = 190 \, \text{կգ/սմ}^3,$$

Այժմ արդեն կարող ենք կիրառել (162) բանաձևը՝

$$t_{kr} = 0,35 \cdot 331 + 0,65 \sqrt{331^3 + 4 \cdot 190^3} = 364 \, \text{կգ/սմ}^3,$$

Ուրիմակ 83. Միջակ պնդության ֆրեզի ողնությամբ ֆրեզային դազվաչի վրա մշակում են պողպատյա A դետալի հարթությունը. ֆրեզի արամագիծը $D = 100 \, \text{մմ}$ (գծ. 175), բանադական յերկարությունը $b = 80 \, \text{մմ}$, իսկ պատման շրջանային արա-



Գծ. 175

դությունը (կարուսի արադությունը) $v = 15 \, \text{մ/ր} = 250 \, \text{մմ/վ}$. Մատուցումը կազմում է $c = 0,8 \, \text{մմ/վ}$. Վորտեքի սանիկի d արամագիծը, յերթե նրա յերկարությունը $l = 370 \, \text{մմ}$, ֆրեզը տեղադրած է նրա մեջտեղում, ախտնքն $z = 110 \, \text{մմ}$, իսկ հանվող մետաղի հատությունը $s = 5 \, \text{մմ}$:

Ֆրեզի աշխատող առամը դիմադրության է յենթարկվում յերկու ուղղությամբ՝ ֆրեզի շրջանագծին շաշափող և շառավիղային ուղղությամբ, ընդ սմին այդ դիմադրությունները փոփոխական են և մեծանում են, յերբ առամը շարժվում է Մ-ից դեպի N: Շոշափող դիմադրության միջին արժեքը վորտեքում է հետևյալ բանաձևով $P_1 = \frac{c \cdot b \cdot G \cdot s}{v}$, վորտեք C-ն կարելու գործա-

կիցն և կգ/մմ²-ներով. ընդունելով, վոր $C = 200$ կգ/մմ², և տեղադրելով տառերի արժեքները, ստանում ենք՝

$$P_1 = \frac{0,8 \cdot 80 \cdot 200 \cdot 5}{250} = 256 \text{ կգ,}$$

Շառավղային ուղղությամբ գործող ուժը ընդունում են հաճախորդ շոշափող ուժին, այսինքն $P_2 = P_1 = 256$ կգ:

P_1 ուժը տալիս և սանիկը վնասող մոմենտ՝

$$M_1 = \frac{P_1 D}{4} = \frac{256 \cdot 10}{2} = 1280 \text{ կգսմ,}$$

իսկ P_2 ուժը ծռում և սանիկը մոմենտով՝

$$M_2 = \frac{P_2 l}{4} = \frac{256 \cdot 30}{4} = 1920 \text{ կգսմ,}$$

Ուրեմն սանիկը յենթարկվում և բարդ ձևափոխության: Չհրաժարվ մոմենտի արժեքը գտնում ենք ըստ (162) բանաձևի՝

$$M_{\text{գեր}} = 0,35 \cdot 1920 + 0,65 \sqrt{1920^2 + 1280^2} = 2174 \text{ կգսմ,}$$

Ընդունելով, վոր թույլատրելի լարումը $\epsilon_2 = 400$ կգ/սմ² և կիրառելով (164) բանաձևը, գտնում ենք սանիկի տրամագիծը՝

$$d = \sqrt[3]{\frac{2174}{0,1 \cdot 400}} = 3,8 \text{ սմ } \underline{\underline{2}} \text{ 40 մմ,}$$

Որից հետո 84. 176-րդ գծագրում ցույց և արված կունի կախույքի ընդհանուր տեսքը. կախոցը բաղկացած և սնամեջ A ձողից և սրան ընդգրկող B վռանից: Այս վռանը կազմված և յերկու կեսերից, վորոնցից մեկը մի ամբողջությամբ և կազմում սնամեջ C ձողի հետ, վորի վրա ցանկալի դիրքում ամրացվում և D սանակալը: Այս տեսակ սոնակալի ոգուտն այն և, վոր սոնակալի տեղադրումը սոնու վրա թե հորիզոնական և թե ուղղանիշ ուղղու-

*) Ընդունում են, վոր P_2 ուժն ազդում և ֆրեզի, երկաթեղի մեջ տեղում:

Թյամբ ավելի հեշտ է կատարվում, քան սովորական կախոցի դեպքում:

Դիցուք սոնակալի վրա ազդող ուժերի P համազորն արտահայտած է OE վեկտորով (գծ. 177): Վերլուծենք այդ ուժը



Գծ. 176



Գծ. 177

յերկու բաղադրիչի՝ հորիզոնական $P_n = P \sin \alpha$ և ուղղահիգ $P_v = P \cos \alpha$:

Արտահայտենք A ձողի կրած մաքսիմալ լարումը:

Վառանգավոր հատանքը m -ն է, վորտեղ յերկու բաղադրիչները տալիս են համազոր ծուղ մոմենտ՝

$$M_{\delta} = P_v l_2 - P_n (l_1 - h) = P \cdot l_2 \cos \alpha - P (l_1 - h) \sin \alpha$$

Այս ծուղ մոմենտը տալիս է մաքսիմալ լարում՝

$$t_1 = \frac{M_{\delta}}{W} = \frac{32 [P l_2 \cos \alpha - P (l_1 - h) \sin \alpha]}{\pi d_1^3 \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right]}$$

Բացի այդ՝ A ձողը ձգվում է P_v ուժով, վորը տալիս է ձգման լարում՝

$$t_2 = \frac{P_v}{F} = \frac{4 P \cos \alpha}{\pi (d_1^3 - d_2^3)} = \frac{4 P \cos \alpha}{\pi d_1^3 \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^3 \right]}$$

Ձգման ամենամեծ լարումը կազմում է՝

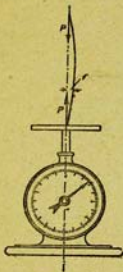
$$t_{\max} = t_2 + t_3,$$

Նույն խնդիրը մենք կարող եյինք լուծել այլ կերպ—Ա ձողի ձևափոխությունը գիտել իբրև P ույժից առաջացող ելացնատրիկ ձգում և P ույժից առաջացող պարզ ծռում:

Իսկ C ձողի ձևափոխությունը կարելի չի գիտել իբրև ծռում P ույժից և ելացնատրիկ ձգում P ույժից:

§ 69. ՅԵՐԿԱՅՆԱԿԻ ԾՌՈՒՄ. ԵՅԼԵՐԻ ԲԱՆԱՋԵՎԸ. Վերևում (§ 27) հիշած եր, վոր սեղմումի ձևափոխությունը մաքուր ձևով միայն այն դեպքերումն և տեղի ունենում, յերբ չորս-վիկի յերկարությունը, վորի ուղղության հետ համընկնում են սեղմող ույժերը, ավելի չի, քան լայնակի հատանքի 3—4 արամադիծը. այս սահմանից դուրս ձևափոխությունը այլ կերպ և ընթանում, այն է՝ չորսվիկը ծռում և ստանում (գծ. 48), վորի հետևանքով կարող և առաջանալ և նրա քայքայումը: Այս տեսակ ձևափոխությունը, վոր կոչվում և յերկայնակի ծռում, բնորոշվում և, հետևապես, նրանով, վոր բնույթով զործում և առանցքի ուղղությամբ:

Այս ձևափոխության ելությունը պարզվում և հետևյալ փորձից: Վերցնենք մի սովորական կշեռք (գծ. 178) և նրա նժարի վրա ուղղաձիգ դնենք մի բարակ ձող, ձողի վերևի ծայրի վրա, առանցքի ուղղությամբ, սկսենք աստիճանաբար ննջում գործ դնել. հետևելով կշեռքի սլաքին, մենք կտեսնենք, վոր սեղմող ույժը հետզհետե մեծանում և, իսկ ձողի առանցքը մնում և ուղղագիծ:



Գծ. 178

Յերբ P ույժը հասնում և մի վորոշ մեծության, մենք սկզբում կընկատենք, վոր ձողն աննշան չափով կորանում և, հետագայում, յերբ P ույժը մի քիչ ևլ միայն մեծացնում ենք, այդ կորացումը կսկսի արագ աճել, թեև P ույժը մնում և անփոփոխ: Այսպիսով ուրևմն, ձողի առանցքի կորացումն սկսվում և, յերբ P ույժն ընդունում և վորոշ մեծություն, վորի

հետագա անփոփոխ գործողության ժամանակ կորվածքի τ սլաքն անընդհատ մեծանում և, Այդ կորվածքը կմեծանա և վերջում

կընդունել ախպիսի չափեր, վոր առաջ կրերի չորսվիկի քայքայումը: Նույն փորձն անելով զանազան յերկարության չորսվիկներէ հետ, կտեսնենք, վոր P ույժի արժեքը կախուսն ունի չորսվիկի յերկարությունից, այն է՝ վորքան մեծ է չորսվիկի յերկարությունը, այնքան փոքր է P ույժի մեծությունը: Մենք կնկատենք նմանապես, վոր P ույժը կախուսն ունի նաև չորսվիկի նյութի հատկությունից և նրա լայնակի հատանքի ինքնօրայի եջվատորիալ մոմենտից:

P ույժի այն P_0 արժեքը, յերբ չորսվիկն ստանում է նշանակալի կորացում, կոչվում է կրիտիկական, վորովհետև փաստորեն նա համապատասխանում է քայքայման սկզբնական:

Յերկայնակի ծոման ձևափոխությունը առաջին անգամ հետազոտել է նշանավոր մաթեմատիկոս Եյլերը, վորը և ասել է P ույժի կրիտիկական արժեքն արտահայտող բանաձևը:

179-րդ դձագրում պատկերված զեպի վերաբերմամբ, այսինքն յերբ ուղղաձիգ ձողը ներքևի ծայրով թաղված է, իսկ վերևի ծայրն ազատ է, Եյլերի բանաձևը հետևյալ ձևն ունի՝



Պժ. 179

$$P_0 = \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{EI}{l^2} \quad (166)$$

վորտեղ E-ն առաձգության առաջին կարգի մոդուլն է, l-ն լայնակի հատանքի ինքնօրայի փոքրագույն մոմենտն է (այս մոմենտին համապատասխանող առանցքը կձառայի իբրև չեղոք առանցք), իսկ l-ը ձողի յերկարությունն է: Տեղադրելով E-ի արժեքը կգ/սմ². ներով, l ի արժեքը՝ սմ². ներով, l-ինը՝ սմ. ներով, P ույժի արժեքը կստանանք՝ կգ/սմ². սմ². 1/սմ², այսինքն կգ. ներով:

Այս զեպից հեշտ է անցնել չորսուի ամբացման այլ զեպերին:

Որինակ, յեթե սյունը կարող է ազատ պտտվել վերին և ստորին A և B հենարանների մեջ և այս հենարանները միշտ մնում են ուղղաձիգ զծի վրա (զժ. 180), ապա դատում ենք այսպես:

Սյան յերկայնքի մեջտեղով տանենք հատանք, վորը սյունը բաժանում է յերկու սիմետրիկ դասավորված մասերի: Դն գցելով ներքևի BC մասը, մենք կարող ենք վերևի AC մասը դի-

տեղ իբրև մի սյուն, վորի յերկարությունը հաժաաբ $\frac{l}{2}$, ներքևի ծայրով թաղված է, իսկ վերևի ծայրում կրում է Ք բևեռ: Այսպիսով այս դեպքը հանդում ենախորդին, ուստի և կարելի չե կիրառել (166) բանաձևը, վորի մեջ պետք է լ յերկարության փոխարեն վերցնել նրա կեսը, այսինքն $\frac{l}{2}$, վորից հետո կըստանանք քայքայող ուժի արժեքը:

$$P_0 = \pi^2 \cdot \frac{EI}{l^2} \quad (167)$$

Ինչպես տեսնում ենք, սյան այս տեսակ ամրացումն ազեի ձեռնառու չե, վորովհետե նա թույլ է տալիս բեռնվածքը չորս տնդամ մեծացնել:

Հնարավոր են սյան և այլ տեսակ ամրացումներ:

Վերևի յերկու բանաձևերից յերևում է, վոր յերկայնակի ծռման հաշվումք չի կարելի անել ըստ թույլատրելի լարման: Վորը, ինչպես տեսնում ենք, բանաձևի մեջ չի մտնում: Հաշվումն անում են, հիմք ընդունելով տնդաւանդ P բեռնվածքը, վորը կրիտիկական P_0 բեռնվածքի մի վորոշ մասն և կազմում, այսինքն $P = \frac{P_0}{m}$, վորտեղ m -ը վոր < 1 , ներկայացնում է անվտանգության գործակիցը, իբրև միջին արժեք ընդունում են՝ յերկաթի համար $m = 5$, չուգունի համար $m = 6 - 9$ և փայտի համար $m = 10$ *):

Նյութի բանաձևից բղխում է մի կարևոր հետևանք: Ինչպես տեսնում ենք, տվյալ բեռնվածքի համար իներցիայի այն ամենագույնը I մտնենալը, վոր պետք է ունենա չորսուի լայնակի հատանքը, կախված է լ յերկարությունից և առաձգության առաջին կարգի E մոդուլից: Վորովհետե պողպատի և յերկաթի առաձգության մոդուլներն իրարից քիչ են տարբերվում, ուստի և յերկայնակի ծռման յենթարկվող պողպատյա ելեմենտների ամրությունը շատ չնչին չափով սիայն մեծ է, քան

*) Առանձին պատասխանառու դեպքերում վիցնում են և՛ ազելի, ապես, որինակ, շեքմային շարժիչների շարժանակների համար վերցնում են $m = 20$:

յեթե նրանք լինեյին յերկաթից: Զուգուհի առաձգության E մո-
զուլը, ինչպես հայտնի յե, յերկու անգամ փոքր ե, քան յերկա-
թինը, այդ պատճառով, յերկար սյունների համար շուգունի գոր-
ծադրությունը շահավետ չե, այնինչ այն կարճ դեռալներում,
վորոնք սեղմումի յեն յենթարկվում, շուգունը յեր-
կաթից լավ ե աշխատում:



դ. 181

Ուրեմն 85, Կլոր հատանքի շուգունյա անամեջ
սյունը, յերկարությամբ $l = 6$ մ ե արտաքին
 $d_1 = 300$ մմ տրամագծով (դ. 181) կրում ե սեղմող
 $P = 50000$ կգ ույժ: Վորոշել պատիկի ծ անհրաժեշտ
հաստությունը:

Սյան կրած ձևափոխությունը համապատաս-
խանում ե այն դեպքին, վոր պատկերված ե 180-րդ
գծագրում, այն տարրերությամբ միայն, վոր սյան
պտտման հնարավորությունը յերկու հենարաննե-
րում խիստ սահմանափակ ե, վոր ավելի ես մեծաց-
նում ե ամրության պաշարը: Այդ պատճառով կի-
րառում ենք (167) բանաձևը, մտցնելով սրա մեջ
անփոփոխության գործակիցը՝

$$50000 = \frac{\pi^3 \cdot E I}{m l^3},$$

Տեղադրելով $l = 600$ սմ ե ընդունելով, վոր $m =$
 $= 8$, $E = 1000000$ կգ/սմ² ե $\pi^3 = 10$, ստանում ենք

$$I = \frac{8 \cdot 600^3 \cdot 50000}{10 \cdot 1000000} = 14400 \text{ սմ}^4,$$

Ուրեմն ինքնիշխան անհրաժեշտ մամենտը պետք ե լինի
14400 սմ⁴: Նշանակելով I սյան հատանքի ներքին տրամագիծը
 d_2 , ունենք՝

$$\frac{\pi d_1^4}{64} - \frac{\pi d_2^4}{64} = 14400,$$

վորակցից

$$d_2^4 = \frac{64}{\pi} \left(\frac{\pi d_1^4}{64} - 14400 \right) = \frac{64}{\pi} \left(\frac{\pi \cdot 30^4}{64} - 14400 \right) =$$

$$= 516500 \text{ սմ}^4,$$

$$d_3 = \sqrt[3]{516300} = 26,8 \text{ սմ},$$

իսկ պատիկի անհրաժեշտ հաստությունը՝

$$\delta = \frac{d_1 - d_3}{2} = \frac{300 - 268}{2} = 16 \text{ մմ},$$

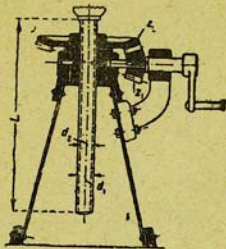
Որիմակ 86. Սյունը, վորի յերկարությունը $l = 4 \text{ մ}$, պատաստած է յերկտալրային հատանքի № 20 պրոֆիլի (ОСТ 16) յերկաթից (զծ. 145), Վորոշել, թե ինչ մաքսիմալ ուշժով անվրտանդ կարելի յե բռնավորել այդ սյունը նրա առանցքի ուղղությամբ:

Աղյուսակի մեջ գտնում ենք, վոր $l_1 = 2014 \text{ սմ}^4$, իսկ $l_2 = 103,4 \text{ սմ}^4$,

կիրառելով (167) բանաձևը, մենք սրա մեջ պետք է տեղադրենք ինտրցիայի ամենափոքր մոմենտը, այսինքն $l_2 = 103,4 \text{ սմ}^4$. Բացի այդ, ընդունելով $E = 20000000 \text{ կգ/սմ}^2$ և $m = 5$, ստանում ենք՝

$$P = \frac{10 \cdot 20000000 \cdot 103}{5 \cdot 400^3} = 2575 \text{ կգ},$$

Ահա այն ուղղաձիգ բռնվածքը, վոր կարող է անվտանգ տանել սյունն իր առանցքի ուղղությամբ:



Գծ. 183

Որիմակ 87. 182-րդ գծագրում սքեմատիկորեն պատկերված է մի վիճակային զոմկրատ, վոր ունի կոնաձև փոխանցում— Z_1 ժանանիվը պտտվում է բռնակի ոգնությամբ և կցորդված է Z_2 անվի հետ, վորի վրանը ներսում փորակ ունի և ծառայում է իբրև պտուտմեր պողպատյալ պտուտակի համար. յերբ պտուտմերը պտտվում է, պտուտակն ստանում է համընթաց շարժում:

Վերջան պետք է լինի պտուտակի ներքին անհրաժեշտ արամագիծը՝ $Q = 3000$ կգ բեռ բարձրացնելու համար, յեթև նրա յերկարութունը $L = 800$ մմ:

Դժվար չե նկատել, վոր պտուտակը յենթարկվում է յերկայնակի ծռման:

Յենթադրենք ամենամեծագույն դեպքը, այսինքն վոր յերբ պտուտակը գտնվում է իր ամենաբարձր գիրքում, նրա վերևի ծայրն ազատ է և վոչ մի բան չի խանգարում նրան դուրս գալու առանցքի ուղղութունից, և մենք կստանանք այն սքեմը, վոր արված է (179) գծագրում, ուստի և կիրառում ենք (166) բանաձևը: Ընդունելով, վոր պտուտակը, վերև շարժվելով, կարող է պտուտակից դուրս գալ մաքսիմալ $l = 700$ մմ յերկարությամբ, ընդունելով նաև, վոր անվտանգության գործակիցը՝ $m = 5$ և յառաձգության մոդուլը $E = 2000000$ կգ/սմ², ստանում ենք՝

$$I = \frac{4PPm}{\pi^3 E} = \frac{4 \cdot 3000 \cdot 70^3 \cdot 5}{10 \cdot 2000000} = 14,7 \text{ սմ}^4 = \frac{\pi d^4}{64},$$

վորակից՝ $d = 4,5 \text{ սմ} = 45 \text{ մմ}$:

Յեթև պտուտակը հաշվելինք ըստ պարզ սեղմումի, տրամագիծն անհամեմատ փոքր կստացվեր:

Որիմակ 88. Ներքին այրման շարժիչների շարժանակի կլոր հատանքի տրամագիծը վորոշվում է ըստ

$$d = \sqrt[3]{\frac{P_z \cdot l^3}{50000}}$$

բանաձևի, վորակը P_z -ը մխոցի կրած լրիվ ճնշումն է այրման շրջանում, l -ը շարժանակի յերկարությունն է, իսկ d -ն՝ նրա տրամագիծը սմ-ներով: Արտածել այս բանաձևը, յեթև անվտանգության գործակիցն ընդունած է $m = 20$:

Վորովհետև շարժանակի յերկու ծայրերն էլ առանցքից դուրս գալ չեն կարող, ապա շարժանակը յենթարկվում է յերկայնակի ծռման ըստ 180-րդ գծագրի սքեմի:

Ուստի, կիրառելով (167) բանաձևը և սրա մեջ տեղադրելով $E = 2000000$ կգ/սմ² և $m = 20$, կստանանք՝

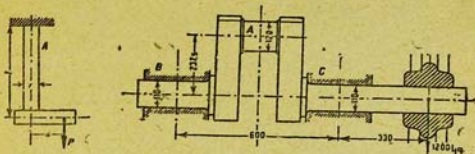
$$I = \frac{P_z \cdot l^3 \cdot 20}{10 \cdot 2000000} = \frac{\pi d^4}{64} \approx \frac{1}{20} d^4,$$

վորակից և ստացվում է վերը բերած բանաձևը:

Ահա այդ մեծության տրամագիծ պետք է ունենա շարժանակն իր վտանգավոր հատանքում, աշտինքն իր յերկայնքի մեջտեղում:

§ 70. ՎԱՐԺՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ. 77. $l=800$ մմ յերկարության A ձողը, վորի վրա ազդում է $a=200$ մմ բազուկով $Q=500$ կգ բեռնվածքը, (գծ. 183), թնշ Δ տրամագիծ պետք է ունենա, վորպեսզի ձգման ստանձանի լարումը չդերազանցի 600 կգ/մմ²:

78. 184-րդ գծագրում պատկերված է զաղային շարժիչի հիմնական ստինն. շարժիչի գլանի տրամագիծը՝ $D=250$ մմ. 23 մմ-ն ճնշման դեղքում շուռավիկի A ցապֆի վրա առաջացած ճնշումը կազմում է $P=1300$ կգ, Ստինն ընկած է B և C ստնակալների վրա, վորոնք սիմմետրիկ են գլանի առանցքի վերաբերմամբ: Թա-



93. 183

93. 184

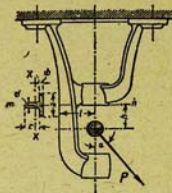
փանիկի կշիռն է $G=1200$ կգ, Վորոշել, թե շուռավիկը մեռյալ դիրքում յեղած մամանակ ցապֆին թնշ մաքսիմալ լարման է յենթարկվում (գծագրում բոլոր չափերը մմ ներսով են):

Ցուցում: Վորոշելով հորիզոնական Q' և Q'' հակազդումները, գտնում ենք հորիզոնական հարթության վրա գործող ծող մոմենտը. ապա, վորոշելով G ուշից առաջացած Q' և Q'' հակազդումները, գտնում ենք ուղղաձիգ հարթության վրա գործող ծող մոմենտը: Վերջնականապես ծող մոմենտը վորոշում ենք, իբրև այս յերկու մոմենտների յերկրաչափական դումարը: Բացի այդ՝ շուռավիկի ցապֆը վորտվում է շուռավիկի առանցքի վերաբերմամբ վորտող մոմենտով, վոր տալիս է Q' հակազդումը (կամ Q'' հակազդումը և G կշիռը): Վորոշելով այս մոմենտը, գտնում ենք վերածյալ ծող մոմենտը, իսկ հետո արդեն՝ լարումը:

79. Վճանկ 74 րդ որինակի խնդիրը՝ որինակի վերջում ցույց տրված յեղանակով:

80. Խնչ մաքսիմալ ճնշում կարելի չեթույլ տալ ներքին այրման շարժիչի միտցի վրա, յեթե միտցային շտուկի տրամագիծը d մմ է, յերկարությունը՝ l մմ. անվտանգության գործակիցը՝ $m = 20$, իսկ առաձգության մոդուլը՝ $E = 2.100000$ կգ/սմ²:

81. Արտածել ներքին այրման շարժիչի շարժանակի հաշվային բանաձևը (տես որինակ 80), յեթե շարժանակն ունի ուղղանկյուն հատանք, վորի լայնությունը b է, իսկ բարձրությունը՝ h (ընդունել, վոր $E = 2100000$ կգ/սմ² և $\pi^2 = 10$).



Գծ. 186

Ցուցում. Նկատելով, վոր $b < h$, վերցնել ինտեգրայի փոքր մոմենտը:

82. Նախորդ խնդրում ստացված բանաձևից վորոշել b -ն, ընդունելով, վոր $h = 1,85 b$:

83. Միաբաղուկ կախոցը, վոր սքեմատիկորեն ցույց է տրված 186-րդ գծագրում (տես նաև I մասի 165-րդ գծագիրը), բեռնված է P

ուշով, վոր ուղղաձիգի հետ կազմում է α անկյունը: Վորոշել վտանգավոր հատանքում ամենամեծ և Δ ձման և ամենամեծ Δ սեղմումի լարումը: XX ուղիղը լայնակի հատանքի չեզոք առանցքն է:

§ 71. ԱՌԱՋԱՐԻԱՆՔՆԵՐ ԱՐՏԱՐԻԱԿԱՆ ՊՐԱԿՏԻԿԱՅԻ ՀԱՄԱՐ.

13. Ողավելով 6-րդ և 11-րդ առաջադրանքներից, վորոշեցեք հակափոխանցման սունիկի վերածյալ լարումը:

14. Նույնը շարինդի վերաբերմամբ, ողավելով 7-րդ և 12-րդ առաջադրանքներից:

15. Վորոշեցեք ֆրեզային դաղգյահի սունիկի վերածյալ լարումը, կիրառելով 83-րդ որինակում ցույց տրված մեթոդը:

ՅԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆ

Ինչպես տեսնում ենք դասընթացի ամբողջ բովանդակությու-
նը, տեխնիկական մեխանիկայի վերջնական նպատակն է
կազմում՝ վարողի բոլոր մյն էլեմենտները, վերոնք տնօրենը
են նախապես առաջադրած վարող աշխատանք կատարելու հա-
մար նշանակված մեքենայի կոնստրուկտիվ հաշվման համար:

Մեքենայի կոնստրուկցիան ամենից առաջ վարողում են
մյն պահանջները, վերոնք առաջադրում են նրան ինչպես նրա
այս կամ այն ողակների շարժման ընդլիճը, այնպես էլ այն
ուլթերը, վեր մեքենան առանում է այսպես կոչված՝ եներգիայի
ընդունարանից և հաղորդում առաջադրած աշխատանքը կատա-
րող գործիքներին:

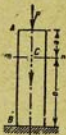
Այսպիսով մեքենայի կոնստրուկցիան հորինելու առաջին
հոտալը կազմում է նրա մեխանիկական՝ էլեմենտարիկական և էլե-
նետիկական հաշվումը: Մեքենայի ողակների վրա գործող ուլ-
թերը հաշվի առնելիս, մենք վերցնում ենք այդ ողակների վրա
գործող ինչպես արտաքին ակտիվ, այնպես էլ պասսիվ ուլթերը
(հակադդուսներ, իներցիայի ուլթեր) և ապա, յեղնելով ողակնե-
րից յուրաքանչյուրի հավասարակշռության պայմաններից, զըտ-
նում ենք այն ուլթերը, վերոնք մեզ հետաքրքրում են յուրա-
քանչյուր առանձին դեպքում: Այդ հաշվումը, հետևապես, մենք
անում ենք, յեղնելով տեսական մեխանիկայի սահմանած դրուլթ-
ներին:

Սակայն պետք է նշել, վեր այդ՝ պրակտիկ խնդիրը վճռե-
լու համար շատ պարզ և հարմար մեթոդը լիովին հաշվի չի առ-
նում իրականում տեղի ունեցող յերեուլթը և տալիս է միայն
մեծությունների՝ պրակտիկ նպատակներին բավարարող բավա-
կանաչափ մոտիկ արժեքները:

Տեսական մեխանիկան իր բոլոր յեղրակացությունները
հիմնում է մի յենթադրանքի վրա, այն է, վեր ուլթերի սխտե-
մի աղդեցության տակ գտնվող մարմինը իդեալականապես կարծր
է և, անկախ այդ ուլթերի մեծություններից, բոլորովին չի փո-
խում իր ձևը: Իրականում, սակայն, ինչպես տեսանք, այդպիսի

մարմին գոյութունն չունի—ամեն մի մարմին բեռնվածքի ազդեցության տակ այս կամ այն չափով փոխում է իր ձևը, վորի հետևանքով փոխվում են նրա զծային չափերը: Այդ պարզելու նպատակով քննենք հետևյալ որինակը:

Դիցուք իր հիմքով հարթության վրա հենվող AB ձողը (գծ. 187) վերևի հատանքում կրում է P սեղմող ուժը: Ստատիկայի տեսակետից այդ ուժը կարելի չէ, առանց եֆֆեկտը փոխելու, տեղափոխել նրա ուղղության վրա գտնվող ամեն մի C կետ: Բայց իրականում ձողն այդ յերկու դեպքերում կձևափոխվի տարբեր կերպով—առաջին դեպքում նա սեղմում կկրե $a+b$ յերկայնքով, իսկ յերկրորդ դեպքում՝ միայն b յերկայնքով, իսկ a յերկայնքի վրա վոչ յերկարությունը և վոչ ել լայնակի հատանքը փոփոխության չեն թարկվի:



Գծ. 187

Սրանից հետևում է, վոր տեսական մեխանիկայի դրույթները, վոր վերաբերում են բացարձակ անշոփոխ մարմնին, կիրառելի չեն ռեալ մարմնի վերաբերմամբ: Սակայն վորովհետև ամբողջական հաշվումի ժամանակ մենք զործ ունենք առաձիգ ձևափոխությունների հետ, վորոնց սահմաններում մարմնի չափերի փոփոխությունները շատ չնչին են, մենք ույժերը վորոշելու ժամանակ այդ փոփոխություններն անտեսում ենք:

Ձևափոխությունն առաջ բերելու համար ծախսվում է վորոշ աշխատանք, վորը վերածվում է մարմնի ներքին էներգիայի: Յերբ մարմինը բեռնաթափ ենք անում, այդ էներգիան յետ է արտադրվում: Հետևապես ձևափոխված մարմինն ունի պոտենցիալ էներգիայի վորոշ պաշար, վորով նա ընդունակ է աշխատանք կատարելու: Ձևափոխված մարմնի այդ հատկությունը ոգտազործում են, կիրառելով զսպանակներ (ժամացույցի զսպանակը, մեխ պատրաստելու դազդյա՛հի փայտյա զսպանակը, հրազենների շիկի՛ն (курок) կենդանի ույժ հաղորդելու համար նշանակված զսպանակը, ֆերմային շարժիչների կափույրային զսպանակը և այլն): Ջսպանակները, կամ ռեսսորները, անհրաժեշտ են լինում և այն դեպքերում, յերբ հարկավոր է լինում կլանել շարժվող մարմնի կենդանի ույժը հնարավոր հարվածներից խուսափելու նպատակով (վազոնային ռեսսորները, բուֆերները և այլն): Շնորհիվ այս տեսակ ռեսսորների մեծ դիմադրության, և այն հանգամանքի, վոր առաձգական ձևափոխությունների սահմաններում նրանք թույլ են տալիս չափերի խուճր վո-

փոխություն, նրանք ծառայում են նշանակալից աշխատանք կրանելու համար:

Բայց այս ասածները մի վորեն նոր բան չեն ներկայացնում—այդպես ել պետք է լինի եներգիայի պահպանման որոնքի հիման վրա:

Դառնանք այժմ մնայուն ձևափոխության, վորը, ինչպես գիտենք, կայանում է նրանում, վոր մարմինը չի վերադառնում իր սկզբնական ձևին, յերբ դադարում է նրա վրա գործելուց արտաքին ուժը: Այսպիսով ձևափոխությունը կատարելու համար ծախսած աշխատանքը յետ չի արտադրվում և կարծես կորչում է անհետ, վոր հակասում է եներգիայի պահպանման որոնքին: Սակայն մանրակրկիտ հետազոտությունը վերացնում է այս հակասությունը. փորձը ցույց է տալիս, վոր ծախսած մեխանիկական աշխատանքը դնում է մասամբ նյութի մեջ մասնիկների տեղափոխության համար, վորի հետևանքով փոխվում է մարմնի սարքակառուցան, մասամբ ձևափոխված մարմնի տաքանալու^{*)} և այլ այս տեսակ յերևույթների համար:

Հետևարար մնայուն ձևափոխության դեպքում ձևափոխելու համար ծախսած մեխանիկական աշխատանքը մարմինը կրանում է անդառնալի ձևով, այսինքն եներգիան չի արտաբերվում մեխանիկական աշխատանքի ձևով, այլ ծախսվում է կողմնակի յերևույթների վրա, մասամբ ել ցրվում է շրջապատող տարածության մեջ:

Փորձնական մանրադննին հետազոտությունը ցույց է տալիս, վոր եներգիայի այդ տեսակ մասնակի ցրումը տեղի ունի և առաձիգ ձևափոխությունների սահմաններում:

Սրա հետ և կապված այն յերևույթը, վոր կոչվում է մետաղների հոգնածություն: Նույն իսկ առաձիգ ձևափոխությունների սահմաններում մարմնի մեջ կատարվում են ներքին փոփոխություններ, վորոնք նվազեցնում են մարմնի արտաքին ուժերին դիմադրելու ընդունակությունը և առանձնապես աչքի ընկնող ազդեցություն են ունենում այն ժամանակ, յերբ բռնվածքի մեծությունը փոփոխվում է հաճախակի:

Այս բոլոր ասածներից յերևում է, թե վճռաբան բարդ յերեվույթ է իրենից ներկայացնում բռնավորված մարմնի ձևափո-

*) Այս պայմաններում (այսինքն առաձիգ ձևափոխությունների սահմանից դուրս) մեխանիկական եներգիայի վերածումը ջերմային մեծ կարող ենք գիտել ամենապարզ փորձի միջոցով—յթի մետաղյա լարը մոտների մեջ արագ ծամոնք այս ու այն կողմը, նա կարող է այնքան տաքանալ, վոր մոտների տրվածք պատճառի:

խությունը: Սրանից հետևում է, վոր դետալի ամբողջան հաշ-
վումը, հիմնված զանազան նյութերի թույլատրելի լարումների
միջին արժեքների վրա, ընդհանրապես լիովին ճիշտ չէ և շատ
դեպքերում տալիս է ամբողջան ավելի մեծ պաշար, քան հնա-
րավոր կլիներ թույլ տալ, յեթե հաշվի առնվեյին ձևափոխու-
թյան ուղեկցող բոլոր գործոնները:

Վորքան լրիվ են հաշվի առած մյն նյութի հատկություն-
ները, վորից պատրաստվում է դետալը, այնքան ապահով է վո-
րոշակի կերպով կարող ենք ընդունել թույլատրելի լարումը: Ան-
թե ինչու մեքենաների և կառուցվածքների պատասխանատու
դետալները պրոյեկտելու ժամանակ նյութին առաջադրում են
առանձին պահանջներ. այդ պահանջները, վոր դետեղում են դե-
տալներն ընդունելու տեխնիկական պայմանների մեջ (ժամանա-
կավոր դիմադրությունը խզումին, հարաբերական յերկարացման
տոկոսը և այլն), ապահովում են դետալի անվտանգ աշխատանքը
(յերկաթյա թերթեր շոգեկաթսաների համար, կամրջային ֆեր-
մերի համար նշանակված յերկաթը, զամային յերկաթը և այլն)
և հնարավորություն են տալիս ավելի ճշտորեն ընդունել թույ-
լատրելի լարումը:

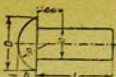
Այս տեսակ՝ ավելի ճիշտ հաշվումը տալիս է նյութի անտե-
ստություն: Վոր այնքան մեծ նշանակություն ունի այն վիթխա-
րի սոցիալիստական շինարարության համար, վոր կատարվում է
մեր յերկրում:

ՎԱՐՓՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՊԱՏԱՍԽԱՆՆԵՐԸ

- 1) Այու: 2) Այու: 3) $\lg x \geq \frac{P+2p}{2k(P+p)}$, 4) Շեռլերը $4(\sqrt{3}-1)$,
 իսկ թույլը $2\sqrt{2}(\sqrt{3}-1)$ կգ ույժով: 5) $(N_A)_x = 12$ տոնն, $(N_A)_x =$
 $= 6$ տ, $(N_B)_x = -12$ տ, $(N_B)_x = 0$: 7) Ույժազույգ՝ 3420 կգ/սմ²,
 մասկնառով: 8) Սիստեմը հավասարակշռության մեջ է: 14) 100 կգ:
 19) $E=2226000$ կգ/սմ², 20) $E=1008000$ կգ/սմ², 21) $R=244$ կգ/սմ²,
 22) $t=1000$ կգ/սմ², $\lambda=0,5$ մմ, $t=0,0005$: 23) $\lambda=1,9$ մմ: 24)
 200000 տնդամ: 25) $Q=495$ կգ: 26) $m=0,25$: 27) 12000 կգ:
 28) 179 պտույտ: 29) $v_{\max}=22$ մ/վ: 30) 640 կգ/սմ²: 31) $\varepsilon=5$ մմ,
 $t=1250$ կգ/սմ²: 33) $t=625$ մմ: 34) $t=812$ կգ/սմ², $\lambda=1,218$ մմ:
 35) 1087 կգ: 36) 500 սմ²: 37) յերկրորդ դեպքում 8100 կգ-ով
 պակաս: 38) ∞ 91 մմ: 39) 9,5 մմ: 40) ∞ 8 մմ: 41) $t_{\text{էլ}}=44$ կգ/սմ²,
 $x=194 \infty$ 200 մմ: 42) $d > 28,2$ մմ, $\delta_1 \geq 36$ մմ, $\delta_2 \geq 17,7$ մմ,
 $b \geq 28,2$ մմ: 43) $d_s = 1\frac{1}{8}$ " : 44) հորիզոնական բոլակների արտա-
 քին արամ: $d_1=1\frac{1}{8}$ " , ուղղաձիգ բոլակներին՝ $d_2=1$ " , խողովակ-
 ների արտ. արամագիծը 46 մմ, թաթի լայնությունը $b=3,5$ մմ,
 ընդունած է $b \infty$ 90 մմ, բոլակների իրարից հեռավորությունը
 $x \infty$ 120 մմ, շվեյկերի լայնությունը $h=18,7$ մմ, ընդունած է $N \infty$ 20
 շվեյկեր: 45) $H=187$ մմ, $s=85$ կգ/սմ² (վիտրի համար) և 66 կգ/սմ²
 (պտուտների համար): 46) $\gamma = \frac{1}{5}$, $g_0 = \frac{3}{2000}$, $M_d = 50800$ կգ/սմ,
 $s=105$ կգ/սմ²: 47) $\gamma_0 \infty$ 0,3°, 48) $N=556$ ձիաույժ: 49) $N=$
 $= 22,2$ ձիաույժ: 50) $D=466$ մմ, $\frac{Q_0}{Q} \infty$ 0,78: 51) $\frac{d_1}{d_2} \infty$ 1,41,
 $Q_1=2Q_2$: 52) $N=240$ ձիաույժի դեպքում $n=288$ պտ/ր, $N=300$
 ձիաույժի դեպքում $n=360$ պտ/ր: 54) $\gamma=0,7317$ կամ $\gamma^0=41^\circ 55' 24''$
 (ընդունած է, վոր $\pi=3,1416$): 55) ըստ թույլատրելի լարման՝
 $d_1=155$ մմ, ըստ վերլորման թույլատրելի տնկյան՝ $d_1=170$ մմ,
 պետք է վերցնել մեծ նշանակությունը: 56) $d_1=14$ սմ, $d_2=11$ սմ,
 $d_3=8,8$ սմ: 58) $P=30144$ կգ: 59) $t=25,5$ կգ/սմ², $\rho \infty$ 379 մ:
 60) $t_s \infty$ 82 կգ/սմ², $t_a=41$ կգ/սմ²: 61) $t_a=t_s=2351$ կգ/սմ²,
 $i=0,13$ մմ: 62) ∞ 2,9 մմ²: 63) 937,5 կգ/սմ²: 64) $W_1=2W_2$:
 65) $W_1:W_2 \infty$ 0,85: 66) $W_s = \frac{b}{6} \cdot \frac{H^3-h^3}{H} = \frac{b \cdot H^3}{6} \left[1 - \right.$

$-\left(\frac{h}{H}\right)^4]$, 67) $t \approx 1000 \text{ կգ/սմ}^2$, $s = 100 \text{ կգ/սմ}^2$, 68) $M_s =$
 $= 2048 \text{ կգ/սմ}$, $S_x = 1280 \text{ կգ}$, 69) $P = 72 \text{ կգ}$, յերկրորդ դեպքում $P =$
 $= 96 \text{ կգ}$, յերկրորդ դեպքում $P = 144 \text{ կգ}$, 70) $t_a = 741,8 \text{ կգ/սմ}^2$,
 $t_s = -282,8 \text{ կգ/սմ}^2$, $f \approx 2,6 \text{ մմ}$, 71) № 16, 72) № 18, 77) $d =$
 $= 56 \text{ մմ}$, 78) $t_{kr} \approx 1080 \text{ կգ/սմ}^2$, 80) $P \approx \frac{50000 \text{ d}^4}{l^3} \text{ կգ}$, 81) $P =$
 $= \frac{87500 \text{ b}^3 \text{ h}}{l^3} \text{ կգ}$, 82) $b = \sqrt[4]{\frac{Pl^3}{160000}} \text{ սմ}$, 83) Վտանդավոր հա-
 տանքը $\text{mn-ն } h$, $t_a = \frac{(P \cdot x \cos \alpha - P \cdot h \cdot \sin \alpha) u}{l_x} + \frac{P \cos \alpha}{F}$,
 $t_s = \frac{(P \cdot x \cos \alpha - P \cdot h \cdot \sin \alpha) v}{l_x} - \frac{P \cos \alpha}{F}$, Վերանդ x -ը կախ-
 ցի առանցքի հեռավորությունն h կախոցի mn հատանքի չեղար-
 առանցքից, $v = l - x$ և $u = x - [l - (b + c)]$,

Կիսակլոր գլխիկով
զամեր՝ 2,6-ից
մինչև 8 մմ տրա-
մագծով



ՀԱՎԱԿԱՐԻ I a
ՀԱՍԱՍՏԱՌԹԵՆԱԿԱՆ
ՍՏԱՆԴԱՐՏ OCT 181

մմ-ներ

Չափադրված զամի տրամագիծը d		2,6	3	3,5	4	5	6	7	8
Գլխիկի չափերը	D	4,8	5,5	6,4	7,4	9,2	11	12,8	14,5
	h	1,6	1,8	2,1	2,4	3	3,6	4,2	4,8
	R	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8
Դամային անցքի տրամագիծը (հանձնարարվում է)		—	—	—	—	—	6,5	7,5	8,5
Դամի յերկարությունը՝ l	5								
	6	6							
	8	8	8	8					
	10	10	10	10	10				
	12	12	12	12	12	12			
		14	14	14	14	14	14		
			16	16	16	16	16	16	16
				18	8	18	18	18	18
				20	20	20	20	20	20
					22	22	22	22	22
					24	24	24	24	24
					26	26	26	26	26
						28	28	28	28
						30	30	30	30
						32	32	32	32
							35	35	35
							40	40	40
									45

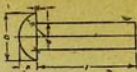
1. Նյութը՝ յերկաթ:

2. Յերկաթա, կիսակլոր գլխիկով, 5 մմ տրամագծի 20 մմ յերկարություն զամի նշանակման որինակ՝

Заклепка жел. полукр. 5X20 OCT 181.

Հաստատված է Ազխատանքի և Պաշտպանության նախարարի կողմից՝ Ստանդարտիզացիայի կոմիտեի կողմից 1928 թ. հունվարի 13-ին, իբրեւ պաշտպանիչ 1928 թ. հոկտեմբերի 1-ից:

Կիսակլոր գլխիկով
զամեր՝ 0,5-ից
մինչև 37 մմ տրա-
մագծով



ՀԱՍՏԱՄԻՈՌՈՆԻԱԿԱՆ
ՍՏԱՆԴԱՐՏ ՕՇԻ 301

մմ-ներ

Ձեռնարկված զամի տրամագիծը d		9,5	11,5	13,5	16,5	19	22	26	28	31	34	37
Քայլադրելի շեղումների զամի տրամագծի մեջ	ամենամեծ d	9,6	11,6	13,6	16,6	19,4	22,4	25,4	28,4	31,4	34,4	37,4
	ամենամոքոր d	9,3	11,3	13,3	16,3	18,9	21,9	24,9	27,9	30,	33,6	36,6
Գլխիկի շափերը	l)	17	21	24,9	29	34	39	44	50	55	60	65
	h	6	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24
	R	9	11	12,5	15,5	18	20,5	23	26	29	32	34
	r <	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5
Գամային առցքի տրամագիծը		10	12	14	17	20	23	26	29	32	35	38
	20					40						
	22					42						
	24	24				45						
	26	26				48	48					
	28	28	28			50	50					
	30	30	30			52	52	52				
	32	32	32			55	55	55				
	35	35	35	35		58	58	58				
	38	38	38	38	60	60	60	60				
	40	40	40	40	65	65	65	65	65			
	42	42	42	42	70	70	70	70	70	70		
	45	45	45	45	75	75	75	75	75	75	75	
	48	48	48	48	80	80	80	80	80	80	80	80
	50	50	50	50	85	85	85	85	85	85	85	85
	52	52	52	52	90	90	90	90	90	90	90	90
	55	55	55	55	95	95	95	95	95	95	95	95
	58	58	58	58	100	100	100	100	100	100	100	100
	60	60	60	60	110	110	110	110	110	110	110	110
	65	65	65	65	120	120	120	120	120	120	120	120
	70	70	70	70	130	130	130	130	130	130	130	130
	75	75	75	75	140	140	140	140	140	140	140	140
				80	80	150	150	150	150	150	150	150
				85	85		160	160	160	160	160	160
							170	170	170	170	170	170
							180	180	180	180	180	180
										190	190	190
											200	200

1 Նյութը՝ յերկաթ:

2 Յնթե ծայրահեղ աճրամեղա և կիրառել զամեր, զո, աճ յերկաթ-
թյուններ չկան այս աղյուսակում, հանձնարարվում է մինչև 100 մմ յերկա-
թյուն զամերի համար ըտրել ամբողջ թվեր 1, 5 և 8 վերջավորութամբ,
իսկ 100 մմ-ից ավելի յերկաթյուն զամերի համար՝ 5 և 0 վերջավորութամբ:

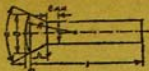
3 Գամի ձողի կոնսնկումն թայլ և արվում 05 50 մմ յերկայնքի
վրա, սկսած ձողի ծայրից:

4. Յերկաթ, ա, կիսակլոր գլխիկով, 22 մմ տրամագծի և 110 մմ յերկա-
թյուն զամի նշանակման որինակ՝

Защелка полуокр. жезезни. 22X110 OCT 301.

Հաստատված է Աշխ. և Պարտոյ. Մարհրդին կից՝ Ստանդարտիզացիայի
Գամիտելի կողմից 1928 թ. հուլիսի 6 ին, իրքի պարտադիր 1929 թ. հուլիս. 1-ից:

ստիպադուն գլխի-
կով զամենը՝ 9 5-ից
մինչև 37 մմ տրա-
մագծով



ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ
ՀԱՄԱՇԽԻՐՈՒԹՅՆ ՍՈՎԵՏ
ՍՍՏԱԼԳՈՒՄ
OCT 303

մմ-ն են

Չափագրված դ-մը տրա- մագծի, մ		9,5	11,5	13,5	16,5	19	22	25	28	31	34	37
Դիմիկի չափերը	a	75°	75°	75°	60°	60°	60°	60°	45°	45°	45°	45°
	D	15,2	18,5	22	25	30	35	39,5	39,5	44	48	57,5
	b	3,8	4,6	5,4	7,5	9,5	11	12,5	14	15,5	17	18,5
	m	1,7	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5
	R ան	18	22	25	28	34	40	48	42	46	50	56
Գամային անցքի տրամագիծը		10	12	14	17	20	23	26	29	32	35	38
Գամի յերկարությունը՝ l	26					48						
	28					50						
	30	20				52						
	32	32				55	55					
	35	35	35			58	58					
	38	38	38			60	60	60				
	40	40	40			65	65	65				
	42	42	42	42	42	70	70	70				
	45	45	45	45	45	75	75	75	75			
	48	48	48	48	48	80	80	80	80	80		
	50	50	50	50	50	85	85	85	85	85	85	
	52	52	52	52	52	90	90	90	90	90	90	90
	55	55	55	55	55	95	95	95	95	95	95	95
	58	58	58	58	58	100	100	100	100	100	100	100
	60	60	60	60	60	110	110	110	110	110	110	110
	65	65	65	65	65	120	120	120	120	120	120	120
	70	70	70	70	70	130	130	130	130	130	130	130
	75	75	75	75	75	140	140	140	140	140	140	140
				80	80	150	150	150	150	150	150	150
				85	85		160	160	160	160	160	160
				90	90		170	170	170	170	170	170
				95	95		180	180	180	180	180	180
				100	100						190	190
											200	200

1. Նյութը՝ յերկաթ (պողպատ):

2. Յեթն ծայրանից անհրաժեշտ է կիրառել անպիտի գամեր, վերին յերկարությունները չլան այս աղյուսակում, վարվել այնպես, ինչպես OCT 301-ում:

3. Գամի նազի հստակությունը թույլ է տրվում 50 մմ յերկարացի վրա, սկսած նազի ծայրից:

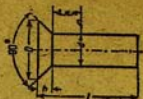
4. Գամի տրամագծի թույլտվություն յերկարները ան OCT 301:

5. Յերկաթյա, հիմաթաղան գլխիկով, 23 մմ տրամագծի է 110 մմ յերկարության գամը նշանակման սրճանով:

Защелка полупот. желтез. 22X110 OCT 303.

Հաստատված է Աշխ. և Գաղա. Խորհրդին կից՝ Ստանդարտիզացիայի կոմիտեի կողմից 1928 թ. Հունիսի 6-ին, իրեն պաշտպելը 1929 թ. Հոկտեմբերի 1-ից:

Թաղան զլիկով
զամեր՝ 4-ից մինչև
8 մմ տրամագծով



մմ. ներք

ՀԱՅԿԵՆԻ Ի Ժ

ՀԱՄԱՄԻՈՒԹԵՆԱԿԱՆ
ՄԱՍԼՊԱՐԵ ՕԿՏ 185

Զանգագրված գամի տրամագծի d		4	5	6	7	8
Ֆլիկի և գամի	D	7,2	9	10,8	12,6	14,4
	h	1,6	2	2,4	2,8	3,2
Գամային առջևի տրամագծի (հանձնարարվում է)		—	—	6,5	7,5	8,5
Գամի յերկարությանը l		10				
		12	12			
		14	14	14		
		16	16	16	16	16
		18	18	18	18	18
		20	20	20	20	20
		22	22	22	22	22
			24	24	24	24
			26	26	26	28
				28	28	28
				30	30	30
				32	32	32
					35	35
					40	40
						45

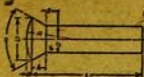
1. Նյութը՝ յերկաթ.

2. Յերկարություն, թաղան զլիկով, 6 մմ տրամագծի և 24 մմ յերկարության գամի նշանակման սրինակ՝

Заклепка жила, потайн. 6×24 OCT 185.

Հաստատված է Աշխ. և Պաշտպ. Խորհրդին կից՝ Ստանդարտիզացիայի կոմիտեի կողմից 1928 թ. հունվարի 13-ին, իբրև պարտադիր 1928 թ. հակահրդեհի 1-ից:

Քաղուն գլխիկով
զամեր
9,5-ից մինչև 37 մմ
տրամագծով



ՀԱՅԿԵՐ 1 e
ՀԱՍՏԱՌՈՒԹԵԼԱԿԱՆ
ՍՏԱՆԴԱՐՏ
OCT 302

մմ-ներ

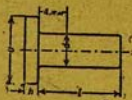
Ձանդադրված դամեր տրամագծեր d		9,5	11,5	13,5	16,5	19	22	25	28	31	34	37
Գլխիկի լսվերը	a	75°			60°				45°			
	D	15,7	18,5	22	25	30	35	39,5	39,6	44	48	55
	h	3,8	4,6	5,4	7,5	9,5	11	12,5	14	15,5	17	18,5
Գամուխն առցքի տրամագծեր		10	12	14	17	20	23	26	29	32	35	38
Գամի յերկարությանը՝ 1	20					48						
	28					50						
	30	30				52						
	32	32				55	55					
	35	35	35			58	58					
	38	38	38			60	60	60				
	40	40	40			65	65	65				
	42	42	42	42	70	70	70	70				
	45	45	45	45	75	75	75	75				
	48	48	48	48	80	80	80	80	80			
	50	50	50	50	85	85	85	85	85	85		
	52	52	52	52	90	90	90	90	90	90	90	
	55	55	55	55	95	95	95	95	95	95	95	
	58	58	58	58	100	100	100	100	100	100	100	
	60	60	60	60	110	110	110	110	110	110	110	
	65	65	65	65	120	120	120	120	120	120	120	
	70	70	70	70	130	130	130	130	130	130	130	
	75	75	75	75	140	140	140	140	140	140	140	
			80	80	150	150	150	150	150	150	150	
			85	85		160	160	160	160	160	160	
			90	90		170	170	170	170	170	170	
			95	95		180	180	180	180	180	180	
			100	100							190	190
											200	200

1. Նշվել է յերկաթ (պողպատ)
2. Յնթե ձայրանից ա՛նհրաժեշտ է կիրառել դամեր, վարձեց յերկարությանը չկան այս աղյուսակում, վարձել այնպես, ինչպես ՕՒՏ 301-ում:
3. Գամի ձաղի կոնստրուկցիան թույլ է տրվում տ 50 մմ յերկարցի վրա, սկսած ձաղի ձայրից:
4. Գամի տրամագծի չնցումները տես OCT 301:
5. Յերկաթյա, Քաղուն գլխիկով, 23 մմ տրամագծի է 110 մմ յերկարության դամի նշանակման սրիմակ՝
Закаленная погани, железа, 22X110 OCT 302.

Հաստատված է Աշխ. և Գաղաղ. Խորհրդին կից՝ Ստանդարտիզացիայի կոմիտեի որոշից 1928 թ. հուլ. 6 իս, իբրեւ պարտադր 1929 թ. հունվար. 1 /ց/

Տակառադործական (հարթ)
 գամեր՝ 2,6-ից մինչև 6 մմ
 տրամագծով

ՀԵՎԵՂԸՆԻ 11
 ՀԱՍՏԱՄԻՈՒԹԵԼՆԿԱՆ ԱՅԱՆՊԱՐԿ
 ՕՇԴ 187



մմ-ն ենք

Զանգազգած գամի տրամագիծը d		2,6	3	3,5	4	5	6
Պլեխի չափերը	D	5,2	6	7	8	10	12
	h	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,4
Պատյին առջքի տրամագիծը (հանձնա- բարում են)		—	—	—	—	—	6,5
Պամի յերկարությունը l		7					
			8				
				9			
					10		
						11	
							12
1. Նյութը՝ յերկաթ: 2. Յերկաթյա, առկապարծեական (տաք), 4 մմ տրամագծի և 10 մմ յերկարության գամի նշանակման սրի՝ Закаленная жёст. пласк 4×10 ОСТ 187, Հաստացված և Այխ. և Պալապ. Խորհրդին կից՝ Ստանդարտիզա- ցիայի կոմիտեի կողմից 1928 թ. հունվարի 18-ին, իրեն պաշտպանի 1928 թ. հոկտեմբերի 1-ից:							

Գամեր թիթեղա-
գործների համար,
2-ից մինչև 7 մմ
առամագծով



ՀԷՋԱԼԻԹ 1g
ՀԱՍՏԱՄԻՐՈՒԹԵՆԱԿԱՆ
ՍՏԱՆԴԱՐՏ OCT 186

մմ-ներ

Չափաչափման դամի աբս- սագիծը d		2	2,3	2,6	3	3,5	4	4,5	5	6	7
Նիւթիկի լափերը	D	4,5	5,2	5,8	6,4	7,4	8,2	9,2	10,2	12	14
	h	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2
	m	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,7	2
	R օ	4,2	4,8	5,4	6	7	8	9	10	12	14
Դամի յերկարութիւնը l		4									
			5								
		6		6							
			7		7						
				8		8					
					9		9				
						10		10			
							12		12		
								14		14	16
									16		
										18	
											20
										22	
											24
										26	
											28
Գամանական գրողի զիւթիկի զոս		Աստի գրողի		—	3	3,5	4	4,5	5	6	7

1. Նյութը՝ յերկաթ:

2. Յերկաթյա թիթեղագործական, 6 մմ առամագծի և 28 մմ յերկարութիւն դամի նյանակման որինով:

Заключение жосл. для жесл. 6×20 OCT 186.

Հաստատման և Աշի. և Գալուդ. Խորհրդին կից՝ Մասնագործիկա-
ցիոնի կոմիտեին կողմից 1918 թ. Հունվարի 13-ին, իբրեւ պաշտաղի
1928 թ. Հոկտեմբերի 1-ից:

	Հանվելի քաղաք և բեռնվելի ստորի	Հանվելի և քաղաքի միջև և հանվելի մեջ ճանաչող	Վերանայի և քաղաքի միջև և քաղաքի մեջ ճանաչող	Վերանայի (պարբերական) և ստորի A հանվելի
	Յուրաքանչյուր հանվելի վրա պահվելի ճանաչող և քաղաքի միջև ճանաչող	$Q_A = \frac{P \cdot b}{l}, Q_B = \frac{P \cdot a}{l}$ $M_{max} = \frac{P \cdot a \cdot b}{l}$	$W = \frac{P \cdot a \cdot b}{l \cdot k}$ Հանվելի և քաղաքի միջև ճանաչող	$C_{max} = \frac{P \cdot a^3 \cdot b^3}{3 E I l}$ Մասնավորապես AC հանվելի և քաղաքի միջև ճանաչող CB հանվելի ճանաչող
	Հանվելի մի մասով ճանաչող վրա, իսկ մյուս մասով պահվելի հանվելի վրա ճանաչող և քաղաքի միջև ճանաչող	$Q_A = \frac{5}{16} P, Q_B = \frac{11}{16} P$ $M_{max} = \frac{5}{32} P \cdot l, M_{min} = \frac{3}{16} P \cdot l$	$W = \frac{3 P \cdot l}{16 k}$ Հանվելի և քաղաքի միջև ճանաչող	$C_{max} = \frac{7 P^3}{768 E I}$ Մասնավորապես AC հանվելի և քաղաքի միջև ճանաչող CB հանվելի ճանաչող
	Յուրաքանչյուր հանվելի վրա պահվելի ճանաչող և քաղաքի միջև ճանաչող	$Q_A = Q_B = \frac{P}{2}$ $M_{max} = \frac{P \cdot l}{8}$	$W = \frac{P \cdot l}{8 k}$ Հանվելի և քաղաքի միջև ճանաչող	$C_{max} = \frac{P^3}{192 E I}$ Մասնավորապես AC հանվելի և քաղաքի միջև ճանաչող CB հանվելի ճանաչող
	Հանվելի, պահվելի ճանաչող և քաղաքի միջև ճանաչող և քաղաքի միջև ճանաչող	$Q_A = Q_B = \frac{P}{2}$ $M_{max} = \frac{P \cdot l}{8}$	$W = \frac{P \cdot a}{k}$ Հանվելի և քաղաքի միջև ճանաչող	$C_{max} = \frac{P^3}{192 E I}$ Մասնավորապես AC հանվելի և քաղաքի միջև ճանաչող CB հանվելի ճանաչող
	Հանվելի, մի մասով ճանաչող և քաղաքի միջև ճանաչող և քաղաքի միջև ճանաչող	$Q_A = \frac{3}{8} Q, Q_B = \frac{5}{8} Q$ $M_{max} = \frac{P \cdot l}{8}$	$W = \frac{Q \cdot l}{8 k}$ Հանվելի և քաղաքի միջև ճանաչող	$f_{max} = \frac{P \cdot l^3}{185 E I}$ ($\nu = 0.4215$)
	Յուրաքանչյուր հանվելի վրա պահվելի ճանաչող և քաղաքի միջև ճանաչող	$Q_A = Q_B = \frac{Q}{2}$ $M_{max} = \frac{Q \cdot l}{12}$	$W = \frac{Q \cdot l}{12 k}$ Հանվելի և քաղաքի միջև ճանաչող	$C_{max} = \frac{Q \cdot l^3}{384 E I}$

Ջանադան հատանքների մակերեսները, իներցիայի երկրապարհային մոմենտները լեվ գիմադրության մոմենտները

	Հատանքը	Մակերեսը F սմ ²	Իներցիայի մոմենտը I սմ ⁴	Գիմադրության մոմենտը $\frac{I}{u} = W$ սմ ³
1		$b \cdot h$	$\frac{b \cdot h^3}{12}$	$\frac{b \cdot h^3}{6}$
2		h^2	$\frac{h^4}{12}$	$\frac{h^4}{6}$
3		h^2	$\frac{h^4}{12}$	$\frac{h^4}{12} \sqrt{2} = 0,1179 h^4$
4		$b(H-h)$	$\frac{b}{12} \cdot (H^3 - h^3)$	$\frac{b}{6} H \cdot (H^2 - h^2)$
5		$A^2 - a^2$	$\frac{A^4 - a^4}{12}$	$\frac{1}{6} \cdot \frac{A^4 - a^4}{A}$
6		$A^2 - a^2$	$\frac{A^4 - a^4}{12}$	$\frac{A^4 - a^4}{12A} \sqrt{2} = 0,1179 \frac{A^4 - a^4}{A}$
7		$\frac{b \cdot h}{2}$	$\frac{b \cdot h^3}{36} : u = \frac{2}{3} h$	$\frac{b \cdot h^3}{24}$
8		$\frac{3}{2} \sqrt{3} r^2 = 2,5984 r^2$	$\frac{5\sqrt{3}}{16} r^4 = 0,5413 r^4$	$\frac{5}{8} r^4$

	Հանրային	Մակերես F սմ ²	Ինքնքային ծանց I սմ ⁴	Գծադրությունների ծանց $\frac{1}{u} = W$ սմ ²
9		$\pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}$	$\frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi r^4}{4} = 0,0491 d^4 \approx 0,05 d^4 = 0,7854 r^4$	$\frac{\pi d^3}{32} = \frac{\pi r^3}{4} = 0,0982 d^3 \approx 0,1 d^3 = 0,7854 r^3$
10		$\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$	$\frac{\pi}{64} (D^4 - d^4) = \frac{\pi}{4} (R^4 - r^4)$	$\frac{\pi}{32} \frac{D^4 - d^4}{D} = \frac{\pi}{32} D^3 \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right] \approx 0,1 D^3 \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right]$
11		$a^2 - \frac{\pi d^2}{4}$	$\frac{1}{12} \left(a^4 - \frac{3\pi}{16} d^4 \right)$	$\frac{1}{6a} \left(a^4 - \frac{3\pi}{16} d^4 \right)$
12		$b(h-d) + \frac{\pi d^2}{4}$	$\frac{1}{12} \left[\frac{3\pi}{16} d^4 + b(h^3 - d^3) + b^3(h-d) \right]$	$\frac{1}{6h} \left[\frac{3\pi}{16} d^4 + b(h^3 - d^3) + b^3(h-d) \right]$
13		$2b \cdot (h-d_1) + \frac{\pi}{4} (d_1^2 - d^2)$	$\frac{1}{12} \left[\frac{3\pi}{16} (d_1^4 - d^4) + b(h^3 - d_1^3) + b^3(h-d_1) \right]$	$\frac{1}{6h} \left[\frac{3\pi}{16} (d_1^4 - d^4) + b(h^3 - d_1^3) + b^3(h-d_1) \right]$
14		$\pi a \cdot b$	$\frac{\pi a^3 b}{4} = 0,7854 a^3 b$	$\frac{\pi a^2 b}{4} = 0,7854 a^2 b$
15			$I = \frac{1}{12} \cdot (b \cdot h^3 - b_1 \cdot h_1^3 - b_2 \cdot h_2^3)$	$\frac{1}{6} \cdot \frac{b h^3 - b_1 h_1^3 - b_2 h_2^3}{h}$
16			$W = \frac{1}{6} \left[b h^3 - b_1 h_1^3 - \frac{4 b h b_1 h_1 (h - h_1)^2}{b h^3 - b_1 h_1^3} \right]$	
17			$\frac{b h^3 - b_1 h_1^3}{12}$	$W = \frac{b h^3 - b_1 h_1^3}{6 h}$



ԲՈՎԵՆԴԵԿՈՒԹՅՈՒՆ

ԱՌԱՋԻՆ ԲԱԺԻՆ

ՄԵՐՄՆԻ ՀԵՎԵՐԵԼԻԹՈՒԹՅԱՆ ՄԵԼԻՆ

ԱՌԱՋԻՆ ԳԼՈՒԽ, ՀԱՎԱՍՏԱՐԱԿԵԹՈՒԹՅԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՆ
ԱՆԱԼԻՏԻԿԱԿԱՆ ԶԵՎՈՎ

§ 1.	Մարմնի ստատիկական հավասարակշռութիւնը	3
§ 2.	Մի կետում հատվող ուժերի հարթ սխառնմի աղղեցութիւն տակ զանվող մարմնի հավասարակշռութիւնը: Որինակներ՝ 1—2	4
§ 3.	Մարմնի հավասարակշռութիւնը կամայորեն ուղղված ուժերի հարթ սխառնմի աղղեցութիւն տակ: Որինակներ՝ 3—7	8
§ 4.	Հասկացողութիւն ղինամիկական հավասարակշռութիւն մասին	19
§ 5.	Վարժութիւններ 1—5	19

ԵԵՐԿՐՈՐԴ ԳԼՈՒԽ, ՀԱՎԱՍՏԱՐԱԿԵԹՈՒԹՅԱՆ ՊԱՅՄԱՆ-
ՆԵՐԸ ԳՐԱՅԻԿԱԿԱՆ ԶԵՎՈՎ

§ 6.	Գրաֆիկական մեթոդի մասին	22
§ 7.	Հարթութիւն վրա կամայորեն դասավորված ուժերի զուգահեռութիւն Թռեային բաղմանկիւն	23
§ 8.	Հարթութիւն վրա զաստվարված զուգահեռ ուժերի դամարութիւն	30
§ 9.	Մարմնի հավասարակշռութիւն պայմանները գրաֆիկական ձևով: Որինակներ՝ 8—9	31
§ 10.	Հենարանների աեակցիւնների վորողութիւն: Որինակներ՝ 10—11	35
§ 11.	Մոող մամնանների ղիաղրամլ: Որինակ՝ 12	40
§ 12.	Կարող ուժեր	45
§ 13.	Ամրող յերկարութիւնը հավասարապես դասավորված ուժերի աղղեցութիւն տակ զանվող հեծան: Որինակ՝ 13	48

§ 14. Զերմերի մասին	50
§ 15. Զերմի ելման տների ներքին ուլթերի վորդումը: Կրնանայի դիագրամը: Որինակներ՝ 14—15	51
§ 16. Վարժաթյուններ՝ 6—18	58

ՅԵՐԿՐՈՐԴ ԲԱԺԻՆ

ՆՅԱԻԹՆԵՐԻ ԿԻՄԱՆԻՐՈՒԹՅՈՒՆ

ՅԵՐԿՐՈՐԴ ԳԼՈՒԽ. ԶԳՈՒՄ ՅԵՎ ՍԵՂՄՈՒՄ

§ 17. Նյութերի դիագրամայան առարկայի խնդիրը: Դե- ֆորմացիա	61
§ 18. Ներքին ուլթեր և լարումներ: Հատանքների մեթոդը	63
§ 19. Առանկի և մեայուն դեֆորմացիաներ: Հուկի ռենքը	65
§ 20. Բեռնվածքի ստատիկական և դինամիկական զործո- ղությունը	66
§ 21. Դեֆորմացիաների հիմնական տեսակները: Որինակ՝ 16	67
§ 22. Զգում: Բացարձակ և հարաբերական յերկարացումներ: Առանկայան 1 կարգի մոդուլ: Որինակներ՝ 17—21	68
§ 23. Հայնակի կարճացում ձգման ժամանակ: Որինակ՝ 22	76
§ 24. Զգման դեֆորմացիայի փորձնական հետազոտություն- նը: Նյութի ժամանակավոր դիագրամայունը խզմա- նը: Որինակ՝ 23	77
§ 25. Դեֆորմացիաների տեսության կիրառումը ստատիկո- րեն տնորոշելի խնդիրներ վճռելու դեպքում	83
§ 26. Հասկացողություն դինամիկական բեռնվածքի մասին	85
§ 27. Սեղմում: Որինակ՝ 24	85
§ 28. Թույլատրելի լարում: Հաշվային հավասարում: Որե- նակներ՝ 25—32	89
§ 29. Զորուտի ձգումը սեփական կշռի ազդեցության առկա: Որինակներ՝ 33—34	104
§ 30. Բարակապատ անոթների հաշվումը: Որինակներ՝ 35—36	108
§ 31. Վարժաթյուններ՝ 19—39	112
§ 32. Առաջադրություններ աբտազբակ պրակտիկայի համար	115

ԶՈՐԿՐՈՐԴ ԳԼՈՒԽ. ՍԱՀԲ ՅԵՎ ՎՈՒՈՐՈՒՄ

§ 33. Սահքի մեափոխությունը: Սահքի չափը	117
§ 34. Սահքի լարումը	118
§ 35. Սահք իրար փոխադարձ ուղղահայաց հարթություն- ների մեջ	119

§ 36.	Մահճի և ձգման (սեղմումի) դեֆորմացիաների փոխադարձ զոյակցությունը	120
§ 37.	Մահճի չափի և լարման կախումը: Առաձգության յերկրորդ կարգի մոդուլ	121
§ 38.	Քուլլաութիլի լարում: Մահճի հաշվային հավասարումը: Որինակներ՝ 37—42	122
§ 39.	Բուլտային միացումների հաշվումը: Որինակներ՝ 43—47	128
§ 40.	Դամային միացումներ	138
§ 41.	Դամային միացումների հաշվումը: Որինակներ 48—49	143
§ 42.	Մետաղների ծակատումը: Որինակ՝ 50	154
§ 43.	Վոլորումն իբրև սահճի մի հատուկ տեսակը	156
§ 44.	Վոլորվող զլանի լայնակի հատանքի վրա լարումների դասավորման որևէքը	157
§ 45.	Վոլորման հիմնական հավասարումը: Որինակներ՝ 51—53	160
§ 46.	Վոլորման անկյունը: Առաձգության յերկրորդ կարգի մոդուլի փորձնական վորոշումը: Որինակներ՝ 54—55	165
§ 47.	Վոլորման ձևափոխության փորձնական հետազոտումը	168
§ 48.	Վոլորման հաշվաշին հավասարումը: Տրանսմիսիոն սանիների հաշվումը: Որինակներ՝ 56—60	170
§ 49.	Հասկացողություն վոչ կլոր հատանք ունեցող չորսուների վոլորման մասին	178
§ 50.	Վարմություններ՝ 40—59	178
§ 51.	Առաջադրանքներ արտադրական պրակտիկայի համար	183

Հ Ի Ն Գ Ե Ր Ո Ր Դ Դ Լ Ո Ւ Ն: ԵՌՈՒՄ

§ 52.	Մոման ձևափոխությունը	185
§ 53.	Թելիկների յերկաբացումը և կարճացումն ու սրանց համապատասխան լարումները: Չեղոք շերտ և չեղոք տռանցք	187
§ 54.	Մոման հիմնական հավասարումը: Որինակներ՝ 61—62	191
§ 55.	Կարող ուլթի և ծող մոմենտի կախումը միմյանցից	200
§ 56.	Շոշափող լարումներ ծածան ժամանակ	201
§ 57.	Մոված չորսուի առանկից կորը	205
§ 58.	Հեծանների մի քանի մասնավոր դեպքերի հետազոտությունը: Որինակներ՝ 63—65	208
§ 59.	Մոման ձևափոխության փորձնական հետազոտությունը: Բեռնվածքի ստատիկական և դինամիկական զործողությունը	226
§ 60.	Մոման հաշվային հավասարումը: Հավասար դիմադրության չորսու: Որինակներ՝ 66—72	229

§ 61. Առանցքների հաշվումը	239
§ 62. Առամեանիքների և հորովակների՝ ծաման ձևափոխութ- յան յենթարկվող ելևմեմանների հաշվումը	246
§ 63. Հասկացողություն իներցիայի զվթավոր առանցքների մասին: Շեղ ծառ	250
§ 64. Վարժություններ՝ 59—76	253
§ 65. Առաջադրանքներ արտադրական պրակտիկայի համար	255

**Վ Ե Ց Ե Ր Ո Ր Դ Գ Լ ՈՒ Խ, ԲԱՐԴ ԶԵՎԱՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ,
ՅԵՐԿԱՅԵԱԿԻ ԾՌՈՒՄ**

§ 66. Բարդ ձևափոխություններ: Լարուձեերը վորոշելու սկզբունքը	257
§ 67. Զգում (կամ սեղմում) և ծառ: Ապակենաբոն (եջա- ցենարիկ) ձգում: Որինակներ՝ 74—79	257
§ 68. Ծառ և վորորում: Ծանր բեռնավորված սունիների հաշվումը: Որինակներ՝ 80—84	264
§ 69. Յերկայանակի ծառ: Ելերի բանաձևը: Որինակներ՝ 85—88	273
§ 70. Վարժություններ՝ 77—83	279
§ 71. Առաջադրանքներ արտադրական պրակտիկայի համար	280

ՅԵՐԿԱՅԵԱԿԻ ԾՌՈՒԹՅՈՒՆ

Վարժությունների պատասխանները	285
Հավելվածներ 1—III	287—295

Վ Ր Ի Պ Ա Կ Ն Ե Ր

ԾՂ	Տաղ	Տպագրված է	Պե-թ և լի-նի
3	5 զ	ձեռով	ձեռով
4	դժ. 1	բաց և թողած D տառը	
5	1 ն	(P)	(P) _յ
5	8 զ	mc	me
6	10 զ	m ₁ c ₁	m ₁ c ₁
7	դժ. 3	P.	Y
10	1 զ	առանցքների վրա պրոյեկցիաների	առանցքների վրա ույ- ժերի պրոյեկցիաների
15	1 զ, 2 զ	ամեն ընտրած կետի	ամեն մի կամավոր ընտրած կետի
27	16 զ	α	α ₀
28	10 ն	α	α ₀
28	8 ն	աշարժ-նակում ենք՝ բառից հետո բաց և թողած բնիկն P ₂ ույժի վեկտորի հետ համկելը B կետում։ Այս կետից տանում ենք 1-2 ուղիղը զուգահեռ I- II ճառա- գայթին։	
30	12 զ	P ₁ - P ₂	P ₁ - P ₂
30	15 զ	տանկելովի	տանկելով մի
40	9 ն	MQ ₁	MQ ₁
45	5 զ	(x-a-p-c)	(x-a-b-c)
45	10 զ	+P ₂ +(+b+c+d-x)	+P ₂ ·(a+b+c+d-x).
52	2 զ	ավելորդ են տառաջացած ներքին ույժերը բառերը։	
52	7 ն	վերջակետից հետո բաց և թողած հետ. նախադասությունը և Այժմ վորոշենք A կետում համակող AC և AD ձողերի ուղ- ղս. թյամբ դործող ներքին ույժերը։	
61	4 զ	քիվ	յիվ
64	12 զ	կզամ ² -ներով	կզամ ² -ներով
73		էյերկհարացումը՝ բառից հետո բաց են թո- ղած էյերկհ. աղգամս բառերը	
84	2 զ	Q ¹	Q ₂
90	5 ն	F=a(b-d ²)	F=a(b-d) ²)
98	7 զ	4520 -	4520 =
103	13 ն	$\frac{1500 \cdot 200}{60000}$ 5 սմ	$\frac{1500 \cdot 200}{60000} = 5 \text{ սմ.}$
109	14 ն	= < YOX =	= < YOX - α =
113	9 ն	վորոշի	վորոշի

Ծ՛	Տ-ը	Տպագրված է	Պետք է լինի
117	դժ. 67	x	Δx .
123	2 զ	անցքերը	անցքերին
126	14 ն	հեմակի	հեմակի
128	9 զ	չորսու	չորսուի
129	Ֆորմ. 38	$P = 500 \text{ d}_{\text{արմ}}$	$P = 300 \text{ d}_{\text{արմ}}$.
129	39	$P = 450 \text{ d}_{\text{արմ}}$	$P = 450 \text{ d}_{\text{արմ}}$.
135	15 զ	$P = 3200 = 450 \text{ d}_{\text{արմ}}$	$P = 3200 = 450 \text{ d}_{\text{արմ}}$.
137	10 ն	$p = \frac{\pi D^3}{4} = 13 \dots$	$p = \frac{\pi D^3}{4} = 13 \dots$
146	7 զ	$\frac{t}{d} =$	$\frac{t}{d} =$
147	9 և 10 զ	$\varphi = \frac{\frac{t}{d} \cdot 1}{\frac{t}{d} \cdot 1} \frac{\text{արտահայտություն}}{\text{մեծ}}$	$\varphi = \frac{\frac{t}{d} - 1}{\frac{t}{d}} \frac{\text{արտահայտություն}}{\text{մեծ}}$
153	1 զ	$= 15 + 2 =$	$= 15 + 2 \cdot 1 =$
157	10 զ	վորդերինք	վորդերինք
157, 158		դժ. 100 և 101 վերցրած է ուրիշ հրատարակությունից և չի համաձայնեցրած բնագրի հետ (որ. dx-ի փոխարեն պետք է լինի Δx և dy-ի փոխարեն Δy)	
158	12 զ	$n_0 m_0 m'_0 = g$	$n_0 m_0 n'_0 = g_0$
158	19 զ	$= g_0 \cdot \Delta x$	$= g_0 \cdot \Delta x$.
159	9 ն	հավասարացում	հավասարում
160	7 ն	$\frac{u_1^2}{u_1^2} \cdot \frac{4q}{u_1^2}$	$\frac{u_1^2}{u_1^2} \cdot \frac{4q}{u_1^2}$
164	12 զ	$= \frac{16 \cdot 10000}{\pi \cdot 43} =$	$= \frac{16 \cdot 10000}{\pi \cdot 4^2} =$
164	1 ն	$= 1024 \frac{4q}{u_1^2}$	$= 1024 \frac{4q}{u_1^2}$.
170	10 զ	հղվում են	հեղվում են
170	3 ն	$M_d = \frac{J_0}{r} K_d$	$M_d = \frac{J_0}{r} K_d$
171	(90) Ֆորմ.	$\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^4$	$\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4$
171	2 ն	0	960.
181	13 ն	սահում	սահում
182	11 զ	$= 400 \frac{4q}{u_1^2}$	$K_d = 400 \frac{4q}{u_1^2}$
188	9 զ	բուրբ շնորհ	բուրբ շնորհ թիվները

Ծ՛	Տ-դ	Տպարգրութ և	Գեաք և լինի
190	11 զ	արտահայտող հավա- սարումը՝	Թելիկների ձգման լա- րումն արտահայտող հավասարումը՝
199	3 զ	$= \frac{bh^2}{12}$	$J = \frac{bh^3}{12}$
199	11 ն	$Z = d d$	$Z = d d$
202	3 ն	$t M_s =$	$M_s =$
208	14 ն	մոմենտների	մոմենտների
210	12 զ	B_1 կետի ուղիղ գծով	B_1 կետի հետ ուղիղ գծով
210	6 ն	հեծանքի	հեծանքի.
211	3 զ	$b \frac{kq \cdot u d^2}{kq \cdot u d^2} =$	$\frac{kq \cdot u u^2}{kq \cdot u d^2} =$
213	5 զ	$EJ \cdot y =$	$EJ \cdot 0 =$
216	3 զ	կենտրոնական	կենտրոնացած
217	12 ն	ուժերի	մոմենտների
217	8 ն	$C_3 FEB$	$C_3 FEB_1$
223	11 զ	$= - \frac{q(l-x)}{2} +$	$= - \frac{q l(l-x)}{2} +$
223	11 զ	$= - \frac{q l^3}{24}$	$= - \frac{q l^3 \times}{24}$
226	գծադ.	գծ. 142	գծ. 141.
226	4 զ	142, b գծադրում	141, b գծադրում
231	3 ն	$J = \frac{\pi d_1^4}{64} \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right]$	$J = \frac{\pi d_1^4}{64} \left[1 - \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^4 \right]$
234	8 զ	$W = \frac{b(d^3 - h^3)}{6}$	$W = \frac{b(d^3 - b^3)}{6}$
234	9 ն	$\frac{b}{h} \sqrt{\quad} 1,4 = 7:5$	$\frac{h}{b} = \sqrt{2} = 1,4 = 7:5$
235	3 զ	$= \sqrt{\frac{d}{3}} \cdot d = \frac{d}{\sqrt{3}} = b$	$= \sqrt{\frac{d}{3}} \cdot d = \frac{d}{\sqrt{3}} = b$
235	15 զ	$= \frac{bh\sqrt{b}}{6}$	$= \frac{bh\sqrt{bh}}{6}$
235	3 ն	մխոցային մաս	մխոցային մասի արամագիծը
237	12 ն	$h = \sqrt{\frac{3P}{20k_s}}$	$h = \sqrt{\frac{3P}{2bk_s} (2 + d_1)}$
238	8 ն	$\sqrt{\frac{6P(l-x)}{k_s}}$	$\sqrt{\frac{6P(l-x)}{b \cdot k_s}}$

ծի	Տող	Տարադրված է	Գեղեցիկ է լինի
239	1 ն	$\lambda = 0,1 d^3 K$	$M\lambda = 0,1 d^3 k\lambda,$
242	2 զ	$d_{yn} =$	$d_{yn} =$
243	156 ֆորմ.	$\frac{l_0}{d} =$	$\frac{l_0}{d} =$
253	15 ն	Հափեբերն	Հափեբերն էն
259	4 ն	և P_2 ույժով,	և ծովում է P_2 ույժով,
260	6 ն	$-\frac{300 \cdot 9 \cdot 4,5}{6 \cdot 9^3} =$	$-\frac{300 \cdot 90 \cdot 4,5}{6 \cdot 9^3} =$
		$\frac{12}{12}$	$\frac{12}{12}$
264	10 զ	վորոշ	վորոշող
264	17 զ	վորոշ	վորոշող
264	ֆորմ. 162	$\sqrt{M^3 + M_4}$	$\sqrt{M^3 + M_4}$
267	4 ն	արամազի է 1300 մմ	արամազի է 1300 մմ յերկարություն
270	9 զ	$v = 15 \frac{d}{r}$	$v = 15 \frac{d}{r}$
272	6 ն, 1 ն	P_v	P_v



ԳԱՍ Հիմնարար Գիտ. Գրադ.



FL0004993

ԳԻՆԵ 7 ՈՒՐ.
ԿԱՅԱՍ 1 ՈՒՐ.

[714.]

ЦЕНА

11
22757

Проф. Л. Е. ЛЕВИНСОН

**Краткий курс
технической механики**

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

(на арм. языке)

ГИЗ ССР Армении—Эривань