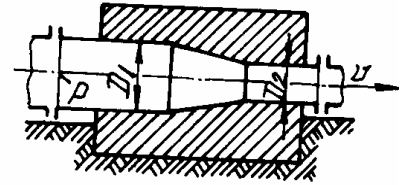


Преподавател: доц д-р инж. Милчо Ангелов

◆ 3.1. Диаметърът на тръбопровод се изменя от  $D_1 = 1,5m$  на  $D_2 = 1m$  (фиг.3.1). За оразмеряване на опората е необходимо да се определи хоризонталната реакция, която възниква при промяната на диаметрите. Надналягането в тръбопровода преди стеснението е  $p_n = 4 \cdot 10^5 Pa$ , а дебитът на преминаващата по него вода е  $Q = 1,8m^3 / s$ . Загубите от хидравлични съпротивления да се пренебрегнат.

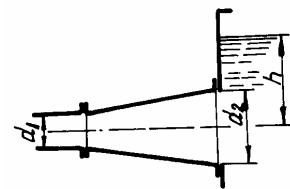
Отг.  $R = 3,92 \cdot 10^5 N$



фиг. 3.1

◆ 3.2. В резервоар с постоянно ниво  $h = 4m$  постъпва вода с дебит  $Q = 0,4m^3 / s$  (фиг.3.2). На тръбопровода, по който се подава вода към резервоара, е монтиран дифузор с размери  $d_1 = 250mm$  и  $d_2 = 500mm$ . Да се определят осовата реакция, възникваща в дифузора, и вакуумът над течността в резервоара, при който реакцията ще бъде равна на нула.

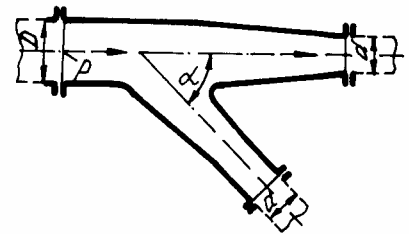
Отг.  $R = 4827 N$ ,  $p_{\text{вак}} = 32,907 kPa$ .



фиг. 3.2

◆ 3.3. Тръбопровод с диаметър  $D=1,2 m$  се разклонява в хоризонталната равнина на два клона с равни диаметри  $d = 0,85 m$  (фиг. 3.3). Да се определи хоризонталната реакция в тройника, ако страничното отклонение сключва ъгъл  $\alpha=45^\circ$  с оста на тръбопровода, надналягането преди разклонението е  $p = 0,5MPa$  и общият дебит е  $Q = 6m^3 / s$ . Да се приеме, че дебитът в двата клона се разпределя поравно, а, загубите от хидравлични съпротивления да се пренебрегнат.

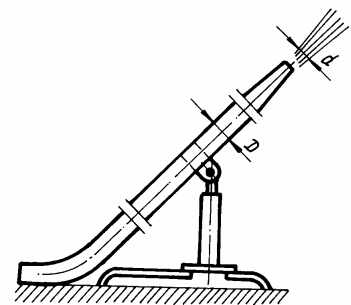
Отг.  $R = 228 kN$



фиг. 3.3

◆ 3.4. Към противопожарен струйник (фиг.3.4) с изходящ диаметър  $d = 38 mm$  се подава вода по гъвкав тръбопровод с диаметър  $D = 75 mm$ . Да се определи реакцията на изтичащото течение от струйника, ако налягането на водата в тръбопровода е  $p = 0,4MPa$ , а дебитът и  $Q = 0,01m^3 / s$ .

Отг.  $R = 1700 N$

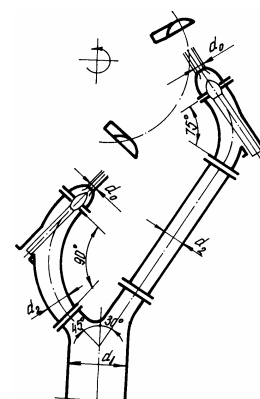


фиг 3.4

Преподавател: доц д-р инж. Милчо Ангелов

◆ 3.5. Към колело на хидротурбина (фиг.3.5) водата се подава от две дюзи с изходящи диаметри  $d_0 = 120\text{mm}$ , свързани към тройника чрез колена с вътрешен диаметър  $d_2 = 275\text{mm}$ . Началният диаметър на тройника е  $d_1 = 400\text{mm}$ . Да се определят силите, действащи на тройника, на горната и долната дюза. Налягането преди тройника е  $p = 5\text{MPa}$ . Да се пренебрегнат теглото на течността и хидравличните съпротивления в тройника. Коефициентът на напречно свиване (контракция) на всяка дюза е  $\varepsilon = 0,8$ .

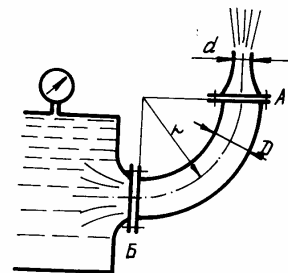
Отг.  $R_{тр} = 180\text{ kN}$ ,  $R_{г.д.} = 323\text{ kN}$ ,  $R_{д.д.} = 300\text{ kN}$



фиг. 3.5

◆ 3.6. Да се определи големината на реакцията във фланцовите съединения А и В и стойността на реактивния момент при изтичане на вода от резервоар по показания на фиг. 3.6 начин. Надналягането на водата в резервоара, отчетено от включения към него манометър, е  $p = 1\text{MPa}$ . Радиусът на кривина на коляното е  $r = 400\text{ mm}$  а вътрешният му диаметър е  $D = 100\text{ mm}$ . Изходящият диаметър на дюзата, с която завършва коляното, е  $d = 50\text{ mm}$ . Хидравличните съпротивления и теглото на течността в коляното да се пренебрегнат.

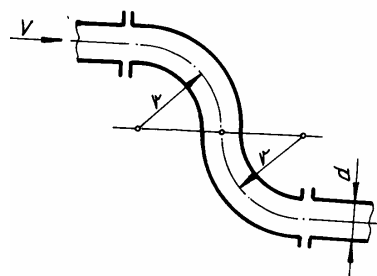
Отг.  $R_A = 4450\text{ N}$ ,  $R_B = 8350\text{ N}$ ,  $M = 1,57\text{ kNm}$



фиг. 3.6

◆ 3.7. Тръбопроводът, показан на фиг. 3.7, е с диаметър  $d = 200\text{ mm}$  и радиуси на закръгление на двойното коляно  $r = 600\text{ mm}$ . Надналягането в тръбопровода е  $p_n = 0,2\text{MPa}$ , а дебитът на водата, която тече в него е  $Q = 0,125\text{ m}^3 / \text{s}$ . Да се определи моментът спрямо точката О, като се пренебрегнат силите на теглото и хидравличните съпротивления.

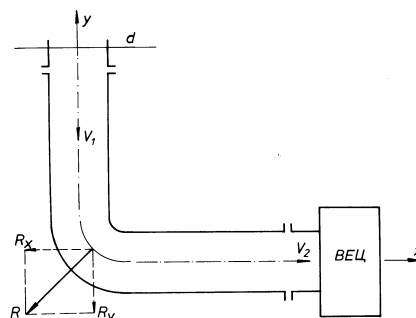
Отг.  $M = 8140\text{ Nm}$



фиг. 3.7

◆ 3.8. Напорният тръбопровод на ВЕЦ завива на  $90^\circ$ , преди да влезе в сградата на централата (фиг. 3.8). Скоростта на водата в тръбопровода е  $V = 33\text{ m/s}$ , а диаметърът му е  $d = 2\text{ m}$ . Да се определи реакцията в хоризонталната равнина, ако надналягането е  $p = 0,5\text{ MPa}$ . Загубите от хидравлични съпротивления да се пренебрегнат.

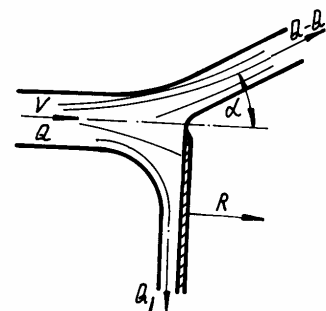
Отг.  $R = 7,07\text{ MN}$



фиг. 3.8

Преподавател: доц д-р инж. Милчо Ангелов

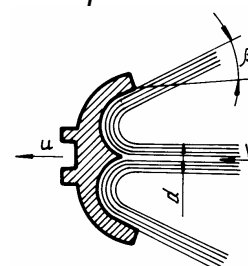
◆ 3.9. Пластина е поставена перпендикулярно на оста на свободна водна струя (фиг. 3.9). Част от дебита  $Q_1$  се стича по пластината, а останалото количество флуид се отклонява под ъгъл  $\alpha$ . Началната скорост на водната струя е  $V=30 \text{ m/s}$  и има дебит  $Q = 0,036 \text{ m}^3 / \text{s}$ . По пластината се стича дебит  $Q_1 = 0,012 \text{ m}^3 / \text{s}$ . Да се определят реакцията на пластината и ъгълът на отклонение на струята. Да се пренебрегне теглото на течността и триенето по обтечената пластина.



фиг. 3.9

Отг.  $R = 456 \text{ N}$ ,  $\alpha = 30^\circ$

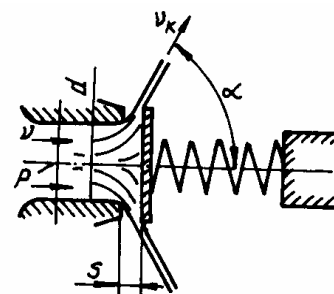
◆ 3.10. Водна струя изтича в лопатка на хидротурбина (фиг. 3.10) със скорост  $V = 70 \text{ m/s}$ . Диаметърът на струята е  $d = 50 \text{ mm}$  а изходящият ъгъл на лопатката  $\beta = 10^\circ$ . Да се определи реакцията при неподвижна лопатка и при постъпателното и преместване със скорост  $u = 40 \text{ m/s}$ .



фиг. 3.10

Отг.  $R = 119,1 \text{ N}$

◆ 3.11. Предпазен клапан (фиг. 3.11) с диаметър на дюзата  $d = 25 \text{ mm}$  при надналягане  $p_2 = 3,2 \text{ MPa}$  пропуска масло с дебит  $Q = 0,01 \text{ m}^3 / \text{s}$ . При това положение процепът между клапана и дюзата е  $s = 5 \text{ mm}$ . Началното налягане, при което започва отварянето на клапана, е  $p_1 = 2,5 \text{ MPa}$ . Плътността на маслото е  $\rho = 920 \text{ kg} / \text{m}^3$ , а коефициентът на еластичност на пружината е  $c = 20 \text{ N/mm}$ . Да се определи ъгълът на отклонение на изтичащата от клапана струя, като се пренебрегнат загубите от хидравлични съпротивления.

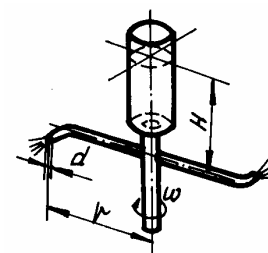


фиг. 3.11

Упътване. Началната сила на действие на пружината при затворен клапан се определя с израза  $P_0 = p_1 \frac{\pi d^2}{4}$ , като при произволно отворено положение  $s \quad P = P_0 + cs$ .

Отг.  $\alpha = 57^\circ$

◆ 3.12. От показаното на фиг. 3.12 сегнерово колело водата изтича в атмосферата по две извити на края радиални тръбички, които завършват с дюзи с диаметър  $d = 20 \text{ mm}$ . Краищата на тръбичките са разположени по окръжност с радиус  $r = 400 \text{ mm}$ . Нивото на течността в съда е  $H = 2 \text{ m}$ . Да се определи въртящият момент около оста на колелото.

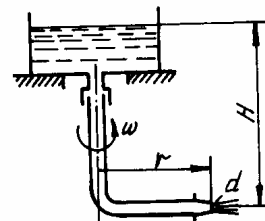


фиг. 3.12

Отг.  $M = 9,8 \text{ Nm}$

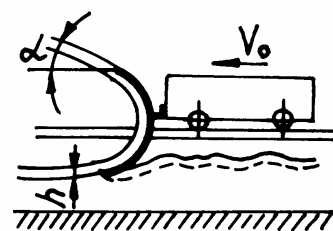
Преподавател: доц д-р инж. Милчо Ангелов

◆ 3.13. От резервоар с постоянно ниво изтича вода през дюза, която е свързана с резервоара съгласно схемата. (фиг. 3.13). Да се определи диаметъра на отвора на дюзата и въртящия момент, ако  $r=0.8\text{ m}$ ,  $\omega=30$ ;  $H=2\text{ m}$ ;  $Q=17,52 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3/\text{s}$ .



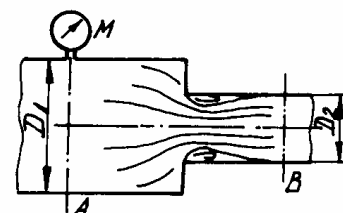
фиг. 3. 13

◆ 3.14. За бързото спиране на количка към опитната уредба на воден канал (фиг. 3.14) се спуска цилиндричен кош. Да се определи дебелината  $h$ , която кошът трябва да обхване, за да придаде на количката начално ускорение  $a = -20\text{ m/s}^2$ . Количката има маса  $1\text{ t}$  и начална скорост  $V_0 = 200\text{ m/s}$ . Широчината на коша е  $B = 200\text{ mm}$  а ъгълът на отклонение на струята е  $\alpha = 30^\circ$ .



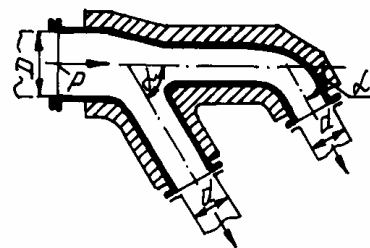
фиг. 3. 14

◆ 3.15. Определете осовата сила, приложена към тръбопровода в участъка АВ в внезапно стеснение от  $D_1=300\text{ mm}$  до  $D_2=200\text{ mm}$  (фиг.3.15). Показанието на манометъра преди стеснението е  $M=0,15\text{ MPa}$ , дебита на водата е  $Q=0,28\text{ m}^3/\text{s}$ . Съпротивлението на участъка е  $3\text{ KPa}$ .



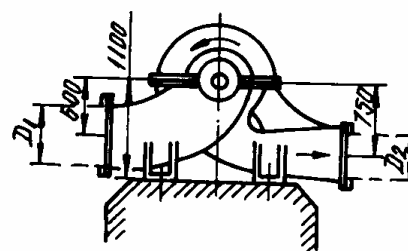
фиг. 3.15

◆ 3.16. Определете усилието, което се предава на тръбопровода на ВЕЦ в границите на опората, разположена пред машинна зала. Диаметърът на тръбопровода е  $D=3\text{ m}$ , а диаметърът на подвеждащите тръби е  $d=2\text{ m}$ ; ъгълът на поставяне спрямо оста на тръбопровода е  $\alpha=60^\circ$  (фиг 3.16). Надналягането пред опората е  $P=295\text{ KPa}$  и дебита  $Q=35\text{ m}^3/\text{s}$ , като се разделя в тръбите поравно. Загубите да се пренебрегнат.



фиг. 3.16

◆ 3.17. Центробежна помпа със смукателен тръбопровод  $D_1=700\text{ mm}$  при вакуум на смукателната страна  $p_1=20\text{ KPa}$  подава вода с дебит  $Q=1300\text{ l/s}$  в напорната тръба с диаметър  $D_2=500\text{ mm}$  с надналягане  $p_2=880\text{ KPa}$ . Оборотите на помпата са  $n=960\text{ min}^{-1}$  и консумираната мощност на електродвигателя е  $N=1250\text{ kW}$ . При показаните размери на схемата (фиг. 3.17) определете сумарната хидравлична сила, действаща на помпата, и момента на външните сили относно оста на въртене.



фиг. 3.17

Отг.  $h = 13\text{ mm}$

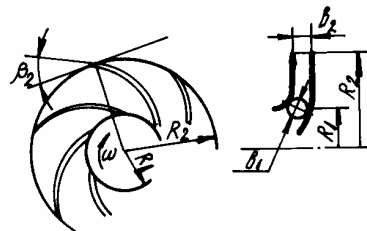
Отг.  $R=5,87\text{ KN}$

Отг.  $R=2150\text{ KN}$

Отг.  $R=185\text{ KN}$ ;  $M=126\text{ KNm}$

Преподавател: доц д-р инж. Милчо Ангелов

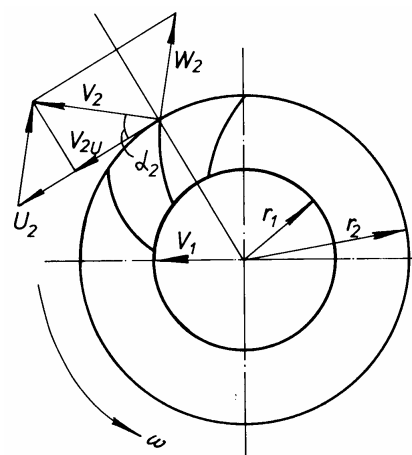
◆ 3.18. Работното колело на центробежна помпа има входен радиус  $R_1=100$  mm, изходен радиус  $R_2=200$  mm, широчината на входа  $b_1=100$  mm и на изхода  $b_2=50$  mm и изходен ъгъл на лопатките  $\beta=20^\circ$ . Като изхождаме от схемата (фиг.3.18) определете момента  $M$ , който действа на колелото и напора  $H$  при обороти  $n=2135$  min<sup>-1</sup> и дебит  $Q=240$  l/s. Как ще се измени  $M$  и  $H$  при намаляне на дебита два пъти. Зависят ли  $M$  и  $H$  от плътността на течността ?



фиг. 3.18

Отг.  $M=-1640$  Nm  $H=155$  m  
 $M=-945$  Nm  $H=180$  m

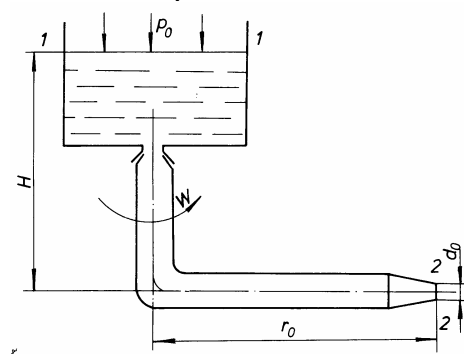
◆ 3.19. Водата в центробежна помпа се подвежда радиално. Дебитът е  $Q = 3,2$  l/s, а размерите на работното колело са  $d_2=120$  mm,  $d_1=40$  mm,  $d_2=30^\circ$ . Колко трябва да бъде скоростта  $V_2$  и  $U_2$  така, че работното колело да има въртящ момент  $M_B=1,53$  Nm? Ъгловата скорост е  $\omega = 150$  s<sup>-1</sup>.  $\rho_{H_2O} = 10^3$  kg/m<sup>3</sup>



фиг. 3.19

Отг.  $U_2 = 9$  m/s ;  $V_2 = 9,2$  m/s

◆ 3.20. От резервоар с постоянно ниво изтича вода през дюза, която е свързана подвижно с резервоара съгласно схемата. Да се определи диаметъра на отвора и въртящия момент, ако  $r_0=0,8$  m;  $\omega = 30$  s<sup>-1</sup>;  $H = 2$  m;  $Q = 17,52=10^{-3}$  m<sup>3</sup>/s.  $\rho_{H_2O} = 10^3$  kg/m<sup>3</sup>.



фиг. 3.20

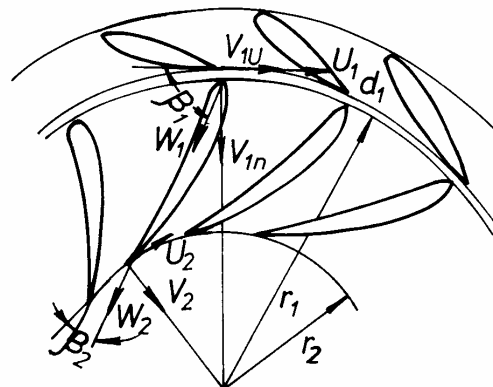
Отг.  $d_0 = 0,03$  m,  $M_V = 336,4$  Nm

Преподавател: доц д-р инж. Милчо Ангелов

◆ 3.21 В центростремителна реактивна турбина (фиг. ) ъгълът на поставяне на лопатките в направляващия апарат е  $\alpha_1 = 12^\circ$ . Входният и изходният диаметър на работното колело са  $d_1 = 1m$  и  $d_2 = 0,5m$  а съответните широчини  $b_1 = 0,06m$  и  $b_2 = 0,12m$ . Ако ъгловата честота е  $W = 105s^{-1}$ , а дебитът  $Q = 2m^3 / s$ , да се определят:

1. Входният  $\beta_1$  и изходният  $\beta_2$  ъгъл на лопатките на работното колело, при които втичането ще бъде безударно и абсолютната скорост на изхода ще бъде насочена по радиуса.
2. Моментът, който потокът ще упражни върху колелото при споменатите в точка 1 условия на работа.

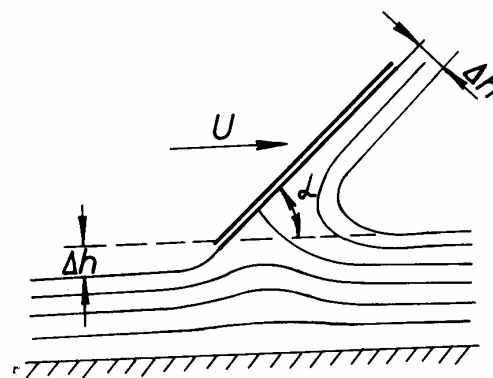
Отг.  $\text{tg } \beta_2 = 0,403, \beta_2 = 22^\circ$   
 $M = 49900 \text{ N.m}$



фиг. 3.21

◆ 3.22. Пластина наклонена към хоризонта под ъгъл  $45^\circ$ , глизира по свободна повърхност на неподвижна  $H_2O$  със  $V = 10 \text{ m/s}$ , като предизвиква зад себе с понижение на нивото  $\Delta h = 0,1 \text{ m}$ . Да се определи мощността на движение на единица ширина от пластината. Да се пренебрегне съпротивлението и теглото.

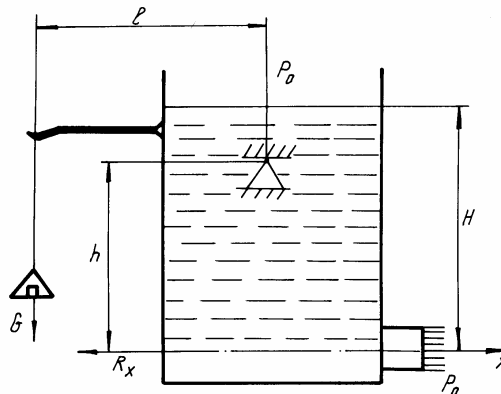
Отг.  $R = 250 \text{ N}, N = 2500 \text{ W}$



фиг. 3.22

◆ 3.23. На фигурата е показана уредба за определяне коефициентите на напречна контракция. Нивото на течността  $H = 0,6 \text{ m}$  се поддържа постоянно. Напречното сечение на отвора е  $f_0 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ . При  $h = 1$  реакцията на изтичащата струя се уравновесява с теглото  $G = 2 \text{ N}$ . Да се определи коефициентът на напречна контракция, ако съдът е напълнен с вода.

Отг.  $\epsilon = 0,85$

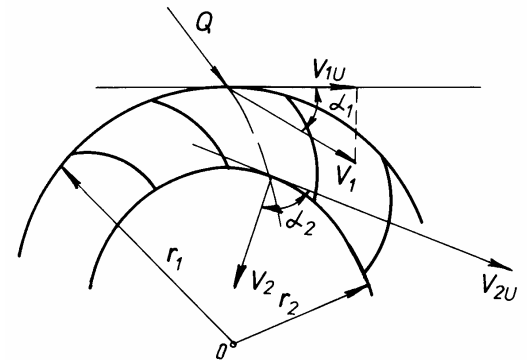


фиг. 3.23

Преподавател: доц д-р инж. Милчо Ангелов

◆ 3.24. В междуплатъчния канал на водна турбина протича вода с дебит  $Q = 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Абсолютната скорост при входа  $V_1 = 35 \text{ m/s}$  сключва ъгъл  $\alpha_1 = 30^\circ$  с тангентата към външната окръжност с радиус  $r_1 = 1 \text{ m}$ . Абсолютната скорост при изхода  $V_2 = 4,5 \text{ m/s}$  сключва ъгъл  $\alpha_2 = 85^\circ$  с тангентата към вътрешната окръжност с радиус  $r_2 = 0,75 \text{ m}$ . Да се определи въртящия момент  $M$ , който действа върху лопатката както и мощността  $N$  при ъглова честота  $\omega = 20 \text{ s}^{-1}$ .

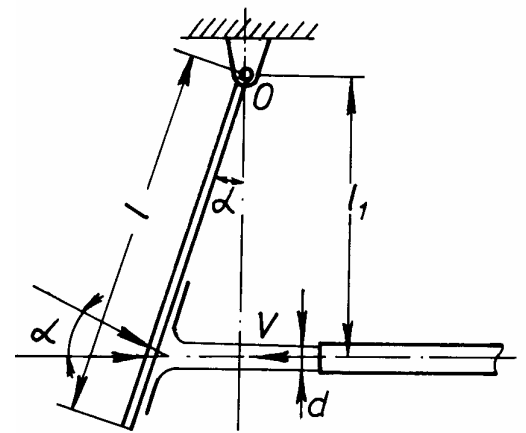
Отг.  $M = 3000 \text{ Nm}$   
 $N = 60 \text{ kW}$ .



фиг. 3.24

◆ 3.25. Еднородна правоъгълна пластина с тегло  $G = 500 \text{ N}$  и дължина  $l = 1 \text{ m}$  е окачена на хоризонтална ос  $O$ , около която може да се върти свободно. На разстояние  $l_1 = 0,8 \text{ m}$  от оста върху пластината действа хоризонтална струя която изтича със скорост  $V = 10 \text{ m/s}$  от дюза с изходящ диаметър  $d = 0,4 \text{ m}$ . Да се определи ъгълът  $\alpha$  на отклонение на пластината.

Отг.  $\text{tg} \alpha = 0,402$ ,  $\alpha = 22^\circ 33'$



фиг. 3.25