

Określić siłę rozrywającą śruby łączące pokrywę z naczyniem. Ciężar pokrywy pominąć (rys.2.8).

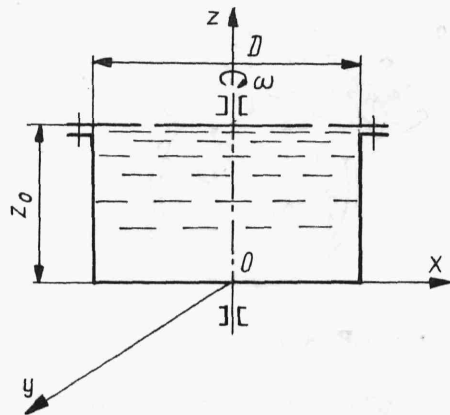
Rozwiązanie. Rozkład ciśnień w cieczy $p(x,y,z)$ określimy z równania (2.21)

$$p - p_0 = \gamma(z_0 - z) +$$

$$+ \gamma \frac{\omega^2}{2g} (x^2 + y^2).$$

Ponieważ $x^2 + y^2 = r^2$ o-
trzymamy

$$p - p_0 = \gamma(z_0 - z) + \gamma \frac{\omega^2 r^2}{2g}.$$



Rys.2.8

Na pokrywie $z = z_0$ i wówczas ciśnienie w dowolnym punkcie na pokrywie $p = f(r)$ możemy określić jako

$$p - p_0 = \gamma \frac{\omega^2 r^2}{2g}.$$

Siła działająca na pokrywę

$$P = \int_0^R 2 \pi r dr \Delta p = \frac{\pi \gamma \omega^2}{g} \int_0^R r^3 dr = \frac{\pi \gamma \omega^2 D^4}{64g}.$$

A więc siła rozrywająca śruby łączące pokrywę z naczyniem wynosi

$$P = \frac{\pi \gamma \omega^2 D^4}{64g}.$$

2.7. PRAWO PASCALA

Rozważmy naczynie wypełnione cieczą i zamknięte szczelnie dopasowanym tłokiem (rys.2.9). Obierzmy w cieczy dwa dowolne punkty

A i B oraz oznaczmy ciśnienie p_0 panujące na płaszczyźnie poziomej 0-0. Ciśnienie p_0 równe jest stosunkowi siły P działającej na tłok

do jego przekroju F ($p_0 = \frac{P}{F}$).

Ciśnienie panujące w punktach A i B wyznaczmy ze wzoru (2.11):

$$p_A = p_0 + \gamma z_A; \quad p_B = p_0 + \gamma z_B.$$

Jeżeli siła P działająca na tłok wzrośnie o dowolną wartość ΔP , wówczas ciśnienie na poziomie tłoka będzie $p_0 + \Delta p$, a w punktach A i B:

$$p_A = p_0 + \Delta p + \gamma z_A; \quad p_B = p_0 + \Delta p + \gamma z_B. \quad (2.22)$$

Z powyższego wynika, że ciśnienie w obu punktach wzrosło o tę samą wartość Δp . Ponieważ punkty A i B przyjęto dowolnie, możemy więc ogólnie sformułować prawo Pascala w następujący sposób:

W naczyniu zamkniętym wypełnionym płynem zmiana ciśnienia w dowolnym punkcie o jakąś wartość powoduje zmianę ciśnienia o tę samą wartość we wszystkich punktach obszaru płynu.

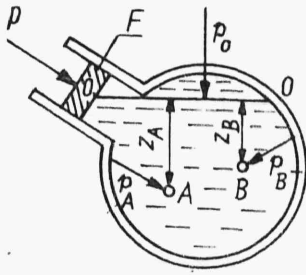
Na prawie Pascala oparte są zagadnienia związane z budową urządzeń hydraulicznych, których działanie polega na przenoszeniu przyrostu ciśnienia we wnętrzu cieczy.

Najczęściej spotykanym zastosowaniem tego prawa jest prasa hydrauliczna (rys.2.10).

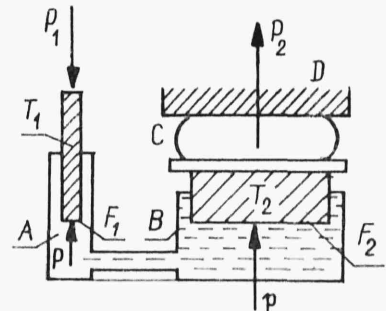
Prasa hydrauliczna składa się z dwu zbiorników A i B, wypełnionych cieczą i połączonych ze sobą przewodem. W zbiornikach tych znajdują się tłoki T_1 i T_2 o przekrojach czynnych F_1 i F_2 . Przekrój F_1 jest mniejszy od przekroju F_2 . Działając na tłok T_1 siłą P_1 otrzymamy pod powierzchnią

F_1 średnie ciśnienie $p = \frac{P_1}{F_1}$.

Z prawa Pascala wynika, że przyrost ciśnienia pod tłokiem powoduje identyczny przyrost ciśnienia we wszystkich punktach cieczy. To samo ciśnienie panujące również pod powierzchnią F_2 tłoka T_2 daje siłę $P_2 = pF_2$ dociskającą ciało C do nieruchomej płyty D. Z powyższych zależności otrzymamy



Rys.2.9



Rys.2.10

$$P_2 = \frac{F_2}{F_1} P_1 \quad (2.23)$$

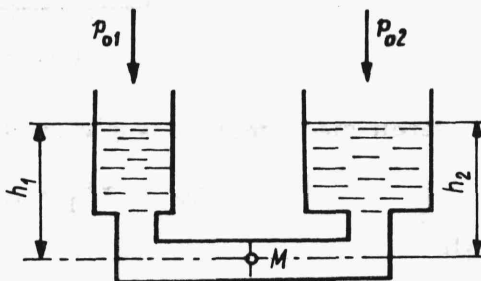
Zasada działania prasy hydraulicznej polega na tym, że działając na mniejszy przekrój F_1 (tłoka) siłą P_1 uzyskuje się tyle razy większą siłę P_2 ile wynosi stosunek przekroju F_2 do przekroju F_1 .

2.8. PRAWO NACZYŃ POŁĄCZONYCH

Rozważmy następujące przypadki równowagi cieczy w naczyniach połączonych.

Przypadek 1. W naczyniu połączonym otwartym (rys.2.11) znajduje się jednorodna ciecz. Ciśnienia panujące na powierzchniach swobodnych są jednakowe $P_{01} = P_{02}$.

Przy napełnianiu cieczą jednego z naczyń następuje wyrównywanie poziomów w obu ramionach naczynia połączonego. W warunkach równowagi cieczy ciśnienie hydrostatyczne w dowolnym punkcie M, znajdującym się w przewodzie łączącym naczynia ze sobą, będzie jednakowe z lewej i prawej strony naczynia połączonego



Rys.2.11

$$P_{01} + \gamma h_1 = P_{02} + \gamma h_2.$$

Biorąc pod uwagę, że $P_{01} = P_{02}$, otrzymamy z tej równości $h_1 = h_2$. Z rozważań tych wynika następujące prawo: w otwartych naczyniach połączonych, wypełnionych jednorodną cieczą, powierzchnie swobodne w obu ramionach znajdują się na tym samym poziomie.

Przypadek 2. Zakładamy, że ciecz w naczyniu połączonym jest jednorodna a ciśnienia na powierzchniach swobodnych są różne, np. $P_{02} > P_{01}$ (rys.2.12). W tym przypadku ciśnienie w punkcie M będzie:

$$\text{z lewej strony} \quad P_M = P_{01} + \gamma h_1,$$

$$\text{z prawej zaś} \quad P_M = P_{02} + \gamma h_2,$$