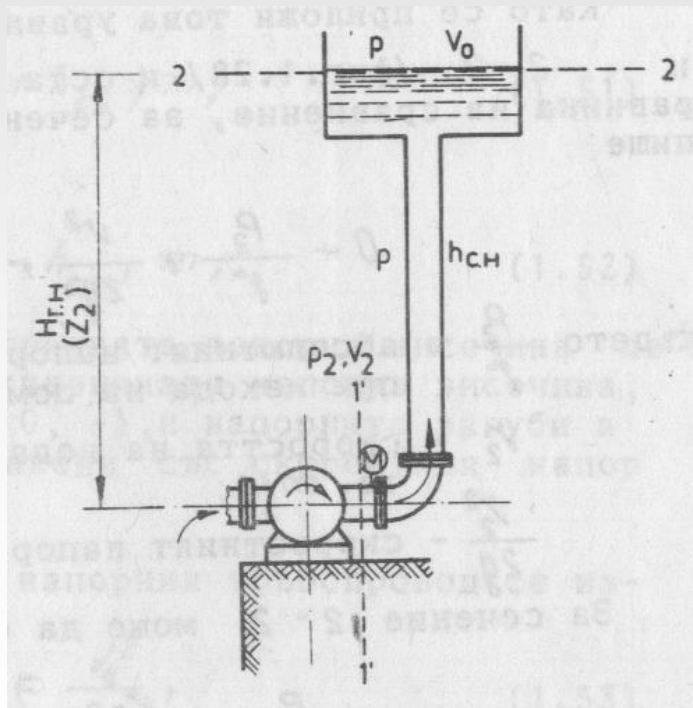


Въпрос 8

Напор на центробежна помпа, общ
напор на центробежна помпа

1) Манометрична височина на центробежна ПОМПА

- Геодезичната напорна височина представлява разликата между котите на геометричния център на изходната част на центробежната помпа – края на корпуса (напорната тръба на помпата) и на свободното водно ниво в резервоара, в който помпата изпраща вода.



1) Манометрична височина на центробежна помпа

ПОМПА

- При работа на центробежна помпа на изхода на работното колело се получава абсолютно налягане p_2 .
- В същото време на свободната водна повърхност действа атмосферно налягане p_a
- $p_2 > p_a$
- Тази разлика между p_2 и p_a е причината за придвижване на водата по напорния тръбопровод и се нарича манометрична напорна височина на центробежна помпа
- Манометрична напорна височина на центробежна помпа:

$$H_{ман} = \frac{p_2 - p_a}{\gamma}, m$$

- Манометричната напорна височина зависи от конструкцията на помпата и от броя на стъпалата.
- Геодезичната напорна височина може да бъде положителна, равна на нула и отрицателна в зависимост от взаимното разположение на геометричния център на изходната тръба и водното ниво в резервоара. В последния случай напорният тръбопровод действа като сифон.
- Ако напорният тръбопровод е достатъчно дълъг и по него има съпротивления, манометричната напорна височина може да бъде със същия знак както геодезичната напорна височина.

1) Манометрична височина на центробежна ПОМПА

- Съществува зависимост между геодезичната и манометричната напорна височина, която може да се изведе от уравнението на Бернули:

$$z + \frac{p}{\gamma} + \frac{\alpha.V^2}{2.g} = const$$

за сечение 1'-1':

$$0 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha.V_2^2}{2.g}$$

където: $\frac{p_2}{\gamma}$ – абсолютен напор в напорния тръбопровод

при изхода на помпата, *m*

v_2 – скорост на водата на това място, *m / s*

$\frac{\alpha.V_2^2}{2.g}$ – напорът от скоростта при изхода на помпата, *m*

за сечение 2-2:

$$H_{ГН} + \frac{p_a}{\gamma} + \frac{\alpha.V_0^2}{2.g} + h_{сн},$$

$H_{ГН}$ – геодезична напорна височина, *m*

$h_{сн}$ – загуба на напор в напорния тръбопровод вследствие
на хидравлични съпротивления, *m*



1) Манометрична височина на центробежна ПОМПА

➤ Като се сравнят двата израза:

$$0 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha \cdot V_2^2}{2 \cdot g} = H_{ГН} + \frac{p_a}{\gamma} + \frac{\alpha \cdot V_0^2}{2 \cdot g} + h_{сн}$$

$$H_{ГН} = \frac{p_2 - p_a}{\gamma} + \frac{\alpha \cdot V_2^2}{2 \cdot g} - h_{сн}, m$$

, където :

$$\frac{p_2 - p_a}{\gamma} = H_{ман} - \text{манометрична напорна височина, } m$$

$$\Rightarrow H_{ман} = H_{ГН} - \frac{\alpha \cdot V_2^2}{2 \cdot g} + h_{сн}, m$$

или :

$$H_{ГН} = H_{ман} + \frac{\alpha \cdot V_1^2}{2 \cdot g} - h_{сн}, m$$

➡ Манометричната напорна височина е сумата от геодез. напорна височина с нейния знак и от напорните загуби в напорния тръбопровод, намалени със скоростния напор.

1) Манометрична височина на центробежна ПОМПА

- Загубите в напорния тръбопровод $h_{сн}$ се изчислява по формулата:

$$h_{сн} = J_{сн} \cdot L_{сн} + \sum \xi_{м.і} \cdot \frac{V_2^2}{2 \cdot g}, m$$

$$\sum \xi_{м.і} \cdot \frac{V_2^2}{2 \cdot g} - \text{загуби на напор от местни съпротивления}$$

(обратна клапа, спирателен кран, коляно и др.), m

v_2 – скорост на водата в напорния тръбопровод, m / s

L – дължина на напорния тръбопровод, m

2) Общ напор на центробежна помпа

- Общ напор на центробежна помпа: разлика между специфичната енергия на водата (енергия на 1 kg вода) при изхода от помпата и при входа в нея в m воден стълб.
- Обща специфична енергия на течността e :

$$e = z + \frac{p}{\gamma} + \frac{\alpha.V^2}{2.g}$$

2) Общ напор на центробежна помпа

- Приема се равнина за сравнение водното ниво в черпателния резервоар. Специфичната енергия на водата при входа на помпата (сечение 1-1) е:

$$e_1 = z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{\alpha \cdot V_1^2}{2 \cdot g}$$

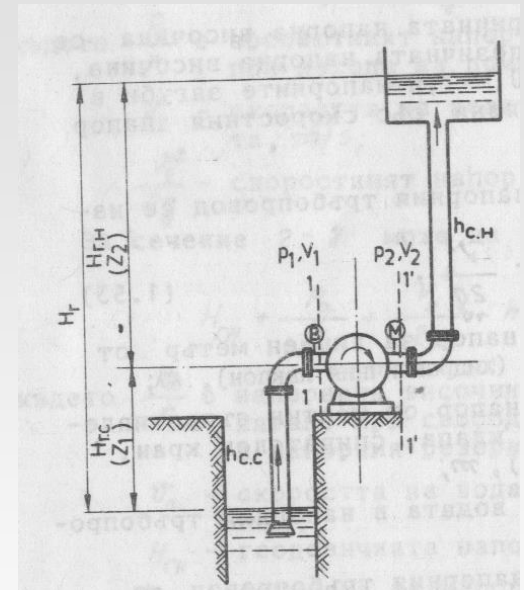
където: z_1 – геодезична смукателна височина, m

$\frac{p_1}{\gamma}$ – абсолютен напор в смукателна тръба

непосредствено до помпата, m

v_1 – скорост на водата при входа на помпата, m/s

$\frac{\alpha \cdot V_1^2}{2 \cdot g}$ – напорът от скоростта в смукателната тръба (1-1), m



2) Общ напор на центробежна помпа

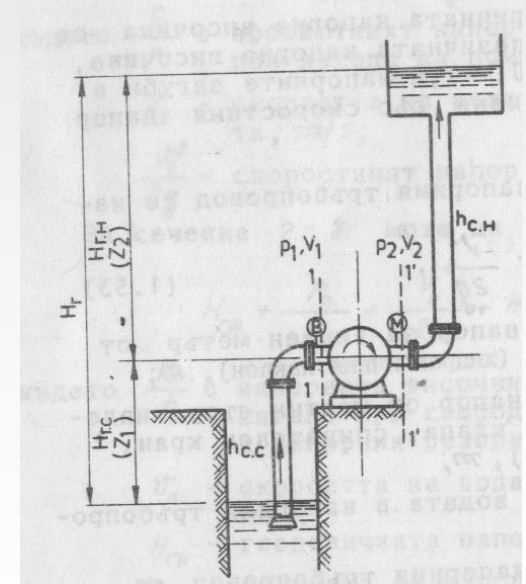
- Специфичната енергия на водата при изхода на помпата (сечение 1'-1') е:

$$e_2 = z_1 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{\alpha \cdot V_2^2}{2 \cdot g}$$

където:

$\frac{p_2}{\gamma}$ – абсолютен напор непосредствено след помпата, *m*

v_2 – скорост на водата при изхода на помпата, *m / s*



2) Общ напор на центробежна помпа

- Следователно енергията, която се предава от помпата на течността, или общият напор е:

$$H = e_2 - e_1 = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + \frac{\alpha.V_2^2 - \alpha.V_1^2}{2.g}$$

Ако към този израз се прибави и извади p_a' :

$$H = \frac{p_2 - p_a}{\gamma} + \frac{p_a - p_1}{\gamma} + \frac{\alpha.V_2^2 - \alpha.V_1^2}{2.g}$$

$$H_{ман} = \frac{p_2 - p_a}{\gamma}$$

$$H_{вак} = \frac{p_a - p_1}{\gamma}$$

$$H = H_{ман} + H_{вак} + \frac{\alpha.V_2^2 - \alpha.V_1^2}{2.g}$$

2) Общ напор на центробежна помпа

- При проектиране на помпени станции общият напор се определя по следния начин:

$$H = H_{ман} + H_{вак} + \frac{\alpha.V_2^2 - \alpha.V_1^2}{2.g}$$

$$H_{вак} = H_{ГС} + \frac{\alpha.V_1^2}{2.g} + h_{cc}$$

$$H_{ман} = H_{ГН} - \frac{\alpha.V_2^2}{2.g} + h_{сн}$$

$$H_{Г} = H_{ГС} + H_{ГН}$$

$$h_c = h_{cc} + h_{сн}$$

$$\Rightarrow H = H_{ГС} + \frac{\alpha.V_1^2}{2.g} + h_{cc} + H_{ГН} - \frac{\alpha.V_2^2}{2.g} + h_{сн} + \frac{\alpha.V_2^2 - \alpha.V_1^2}{2.g}$$

или

$$H = H_{Г} + h_c, m$$

2) Общ напор на центробежна помпа

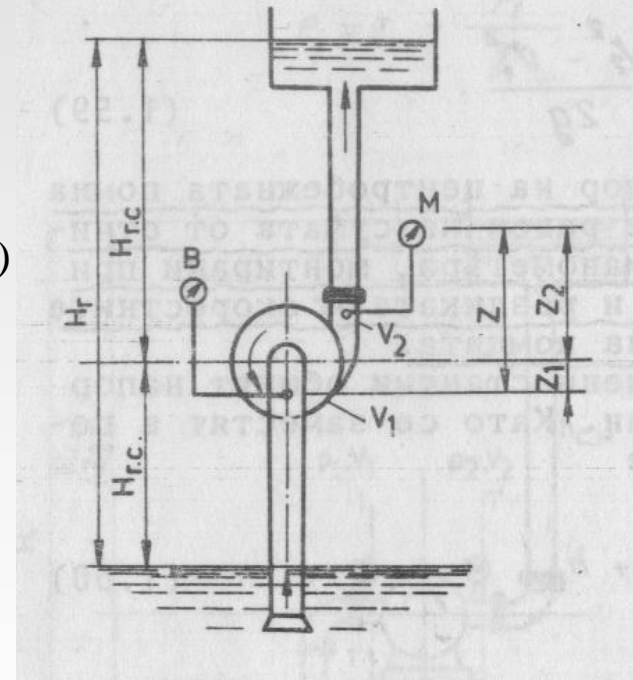
- Монтажната схема между помпата, смукателния и напорния тръбопровод може да бъде различна по отношение на взаимното разположение във височината на оста на помпата, на вакууметъра и на манометъра.

$$H = H_{\text{ман}} + H_{\text{вак}} + z + \frac{\alpha \cdot V_2^2 - \alpha \cdot V_1^2}{2 \cdot g}$$

$$z = z_1 + z_2$$

z_1 – е вертикалното разстояние между оста на вала и мястото на монтиране на вакууметричната тръба (+, –)

z_2 – е вертикалното разстояние между оста на вала и центъра на циферблата на манометъра (+, –)



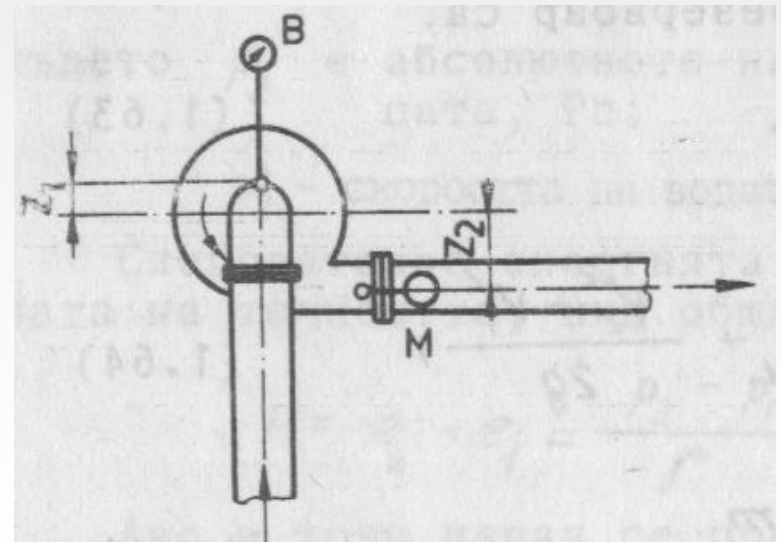
2) Общ напор на центробежна помпа

- Монтажната схема между помпата, смукателния и напорния тръбопровод може да бъде различна по отношение на взаимното разположение във височината на оста на помпата, на вакууметъра и на манометъра.

$$H = H_{\text{вак}} - z_1 + H_{\text{ман}} + z_2 + \frac{\alpha.V_2^2 - \alpha.V_1^2}{2.g}$$

z_1 – е вертикалното разстояние между оста на вала и мястото на монтиране на вакууметричната тръба (+, –)

z_2 – е вертикалното разстояние между оста на вала и центъра на циферблата на манометъра (+, –)



2) Общ напор на центробежна помпа

- Ако водата се довежда до помпата под напор на смукателният тръбопровод при входа на помпата трябва да се монтира манометър

$$H = H_{ман} - H'_{ман} + z + \frac{\alpha.V_2^2 - \alpha.V_1^2}{2.g}$$

$H_{ман}$ – показание на манометър 1

$H'_{ман}$ – показание на манометър 2

