

Тема 4. Смукателна височина на помпа. Кавитация при работа на помпа

Смукателна височина на помпа

Смукателна височина на помпа H_s представлява вертикалното разстояние в m между нивото на течността в резервоара и смукателния отвор на помпата. За определяне на максималната стойност на смукателната височина може да се приложи уравнението на Бернули. Прилагайки това уравнение за сечения В-В и S-S се получава:

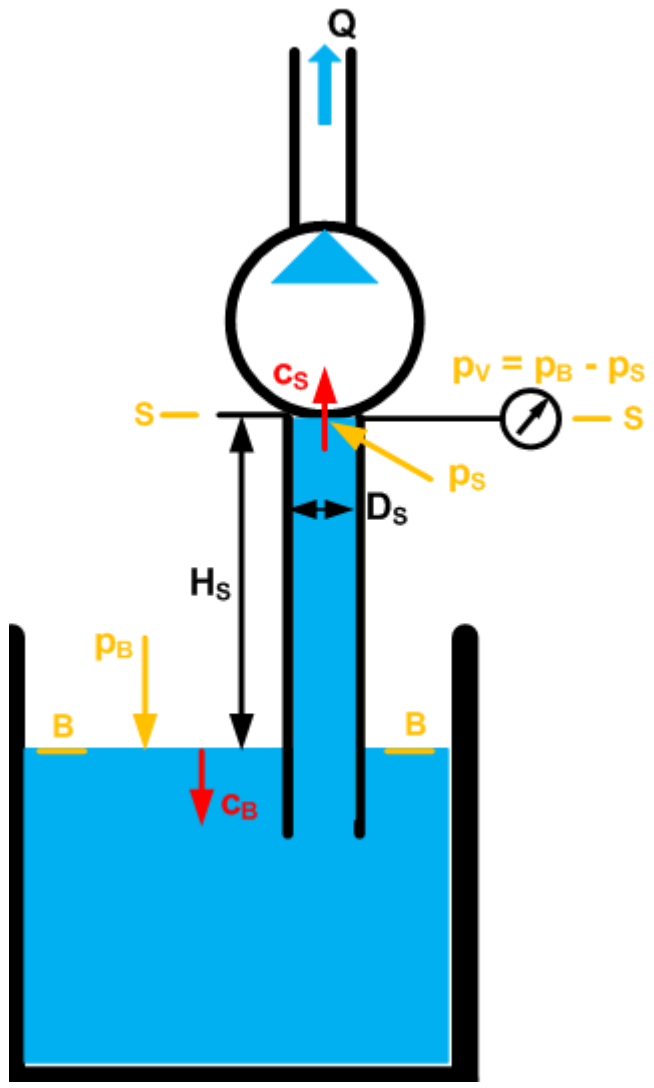
$$\frac{p_B}{\rho g} + \frac{c_B^2}{2g} = \frac{p_S}{\rho g} + \frac{c_S^2}{2g} + H_s + H_{L(B-S)}$$

- където: p_B – барометричното налягане , Pa ;
- p_S – абсолютното налягане на входа на помпата, Pa ;
- ρ - плътност на течността, kg/m^3 ;
- g – земното ускорение , m/s^2 ;
- c_B – скорост на свободното ниво на водата, m/s ;
- c_S – скорост на водата на входа на помпата, m/s ;
- $H_{L(B-S)}$ - хидравлични загуби в смукателния тръбопровод, m .

От уравнението се вижда, че максимална смукателна височина помпата има когато $p_S = 0$, $c_B = 0$, $c_S = 0$ и $H_{L(B-S)} = 0$. Ако помпата работи с вода ($\rho = 1000 kg/m^3$) се получава :

$$H_{sMAX} = \frac{p_B}{\rho g} = \frac{100000}{1000 \cdot 10} = 10 m$$

Това означава, че теоретично никоя помпа не може да има смукателна височина H_s по-голяма от 10 m. Това ограничение е наложено от големината на атмосферното (барометричното) налягане, която е 100 000 Pa (1 bar). На практика максималната стойност на H_s при помпи е до 8 m, тъй като при увеличаване над тази стойност на входа на помпата възниква едно вредно явление известно като кавитация.



Смукателна височина на помпа

Кавитация

Кавитацията е сложен нестационарен процес, който все още не е напълно “изучен”. Кавитация възниква тогава, когато налягането на течността достига близки стойности до налягането на насищане на парите на течността p_D . Това налягане зависи от температурата на течността.

	вода	машинно масло
$t, ^\circ\text{C}$	p_D, Pa	p_D, Pa
60	19900	~ 0 ($0,3 \cdot 10^{-3} \text{ mmHg}$)

В хидравлична система кавитация може да възникне на входа на помпа или в дроселиращ елемент. Изразява се с образуване на обеми запълнени с пара и отделящи се от течността газове, които нарушават непрекъснатостта на течението. Появяват се отделни “мехурчета” запълнени с пара и газове. При достигане на зона с повишено налягане те се разрушават с голяма скорост, при което се появяват местни хидравлични удари. Това води до характерен шум, умора на материала, от който е изпълнена помпата или дросела.

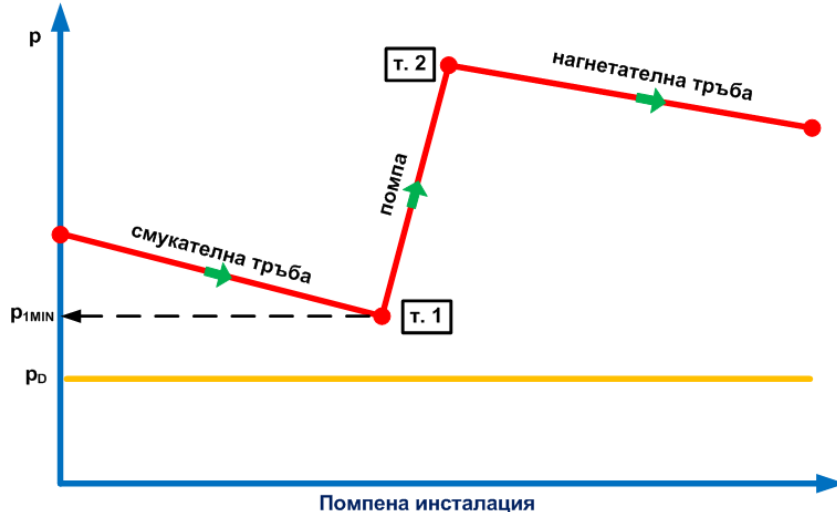
Кавитацията е вредно явление за нормалната работа на една помпа. Разрушаването на мехурите по вътрешните повърхнини води до тяхното бързо износване. Това износване може да се сравни с износване получено от работа на помпата с течност наситена с абразивни частици.

Чиста положителна смукателна височина NPSH (Net Positive Suction Head).

За всяка помпа съществува минимално налягане p_{1min} на входа при което тя работи устойчиво. На фигура е показано как се изменя налягането в помпена инсталация. Налягането започва да намалява в смукателната тръба до т.1 (вход на помпата). В т. 1 е мястото където налягането е най-ниско. От т. 1 до т. 2 е нарастването на налягането в помпата. В т. 2 (изход на помпата) е най-високата стойност на налягането в инсталацията.

Чиста положителна смукателна височина NPSH е равна на :

$$NPSH = \frac{p_{1min} - p_D}{\rho \cdot g}$$



Изменение на налягането в помпена инсталация

Познаването на NPSH и налягането на насищане p_D дава възможност да се осигури правилно монтиране на помпата в инсталация, така че да се осигури нормалната ѝ работа.

За всяка помпа, трябва да бъде дадена и NPSH. Чрез нея може да се определи смукателната височина H_S .

$$H_S \leq \frac{p_B - p_D}{\rho g} - NPSH_1 - H_L, \text{ m}$$

Където: H_L - хидравлични загуби в смукателната тръба, m

От зависимостта за H_S се разбира, че никога не трябва да се извършва дроселиране в смукателния тръбопровод. Ако там има поставен кран той трябва да се затваря или отваря само при спряна помпа или преди или след ремонт. Преди пускане на помпата той трябва да се отвори напълно. Ако започне да се затваря ще се увеличат хидравличните загуби H_L и помпата ще започне да кавитира.

Кавитация и шум при дроселиране

