
Въпрос 9

Характеристика на тръбопровод

1) Характеристика на тръбопровод

- Характеристиката на тръбопровод представлява функционална зависимост между водното количество, протичащо през него и хидравличните загуби на напор.
 - Линейни загуби
 - Местни загуби
- Зависимостта: $h=f(Q)$, където h са хидравличните напорни загуби в m , а Q – дебитът в l/s , може да се представи аналитично или графично.
- Аналитичен израз на характеристиката на тръбопровода:

$$h = h_1 + h_2$$

h_1 – линейни хидравлични загуби на напор, m

h_2 – местни загуби на напор, m

h_1 се определя от:

$$Q = F \cdot v = F \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot I} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot C \cdot \sqrt{\frac{D}{4} \cdot \frac{h}{L}}$$

1) Характеристика на тръбопровод

- Като се реши равенството по отношение на h (в случая h_1):

$$h_1 = \frac{64.L.Q^2}{\pi^2.C^2.D^5}, m$$

$$\text{Ако: } \frac{64.L}{\pi^2.C^2.D^5} = s_1$$

$$\Rightarrow h_1 = s_1.Q^2 \quad (1)$$

- Местни хидравлични напорни загуби (формула на Дарси-Вайсбах):

$$h_2 = \sum \xi \cdot \frac{v^2}{2.g} = \sum \xi \cdot \frac{Q^2}{2.g.F^2}, m$$

$$\Rightarrow h_2 = s_2.Q^2 \quad (2)$$

- От (1) и (2):

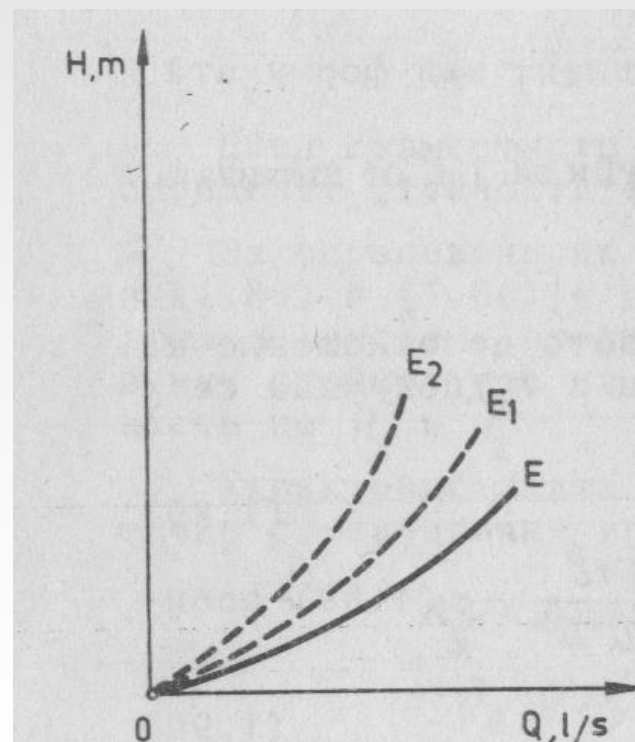
$$h = s_1.Q^2 + s_2.Q^2 = (s_1 + s_2).Q^2, m$$

$$\Rightarrow h = s.Q^2 \quad (3)$$

,където $s = s_1 + s_2$

1) Характеристика на тръбопровод

- Формула (3) е аналитичният израз на зависимостта $h = f(Q)$.
- Графичното изображение на характеристиката на тръбопровода представлява парабола от втора степен с връх началото на координатната система Q - H и ос на параболоа вертикалната ос H
- Характеристиката на тръбопровода се означава с E
- С изменението на s се получава фамилия криви, които минават през началото на координатната система.
- Стойността на s се изменя, като се изменя s_1 или s_2 .
- * Изменението на характеристиката се извършва като се изменя D на тръбопровода.
- * При вече построен тръбопровод може да се изменя само s_2 .
- Това става се извършва чрез притваряне на спирателния кран.
 - При пълно отворен спирателен кран съпротивленията са най-малки и характеристиката е по-полегата.
 - При напълно затворен спирателен кран характеристиката се слива с вертикалната ос.



2) Характеристика на единичен еднороден тръбопровод

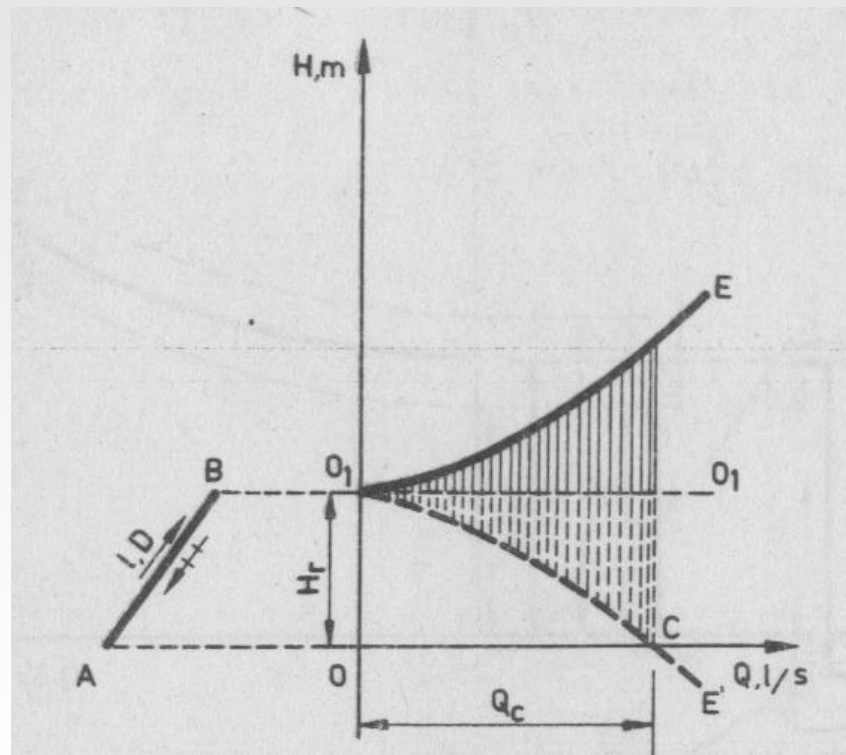
- Състои се от един тръбопровод
- По цялата дължина диаметърът и материалът са постоянни.
- Геодезична денивелация между началото и края.
- $h = s \cdot Q^2$ и $h = f(Q)$ представляват аналитичен и графичен израз на хоризонтален тръбопровод

- Е' водата протича отгоре надолу:

$$H = H_r - s \cdot Q^2$$

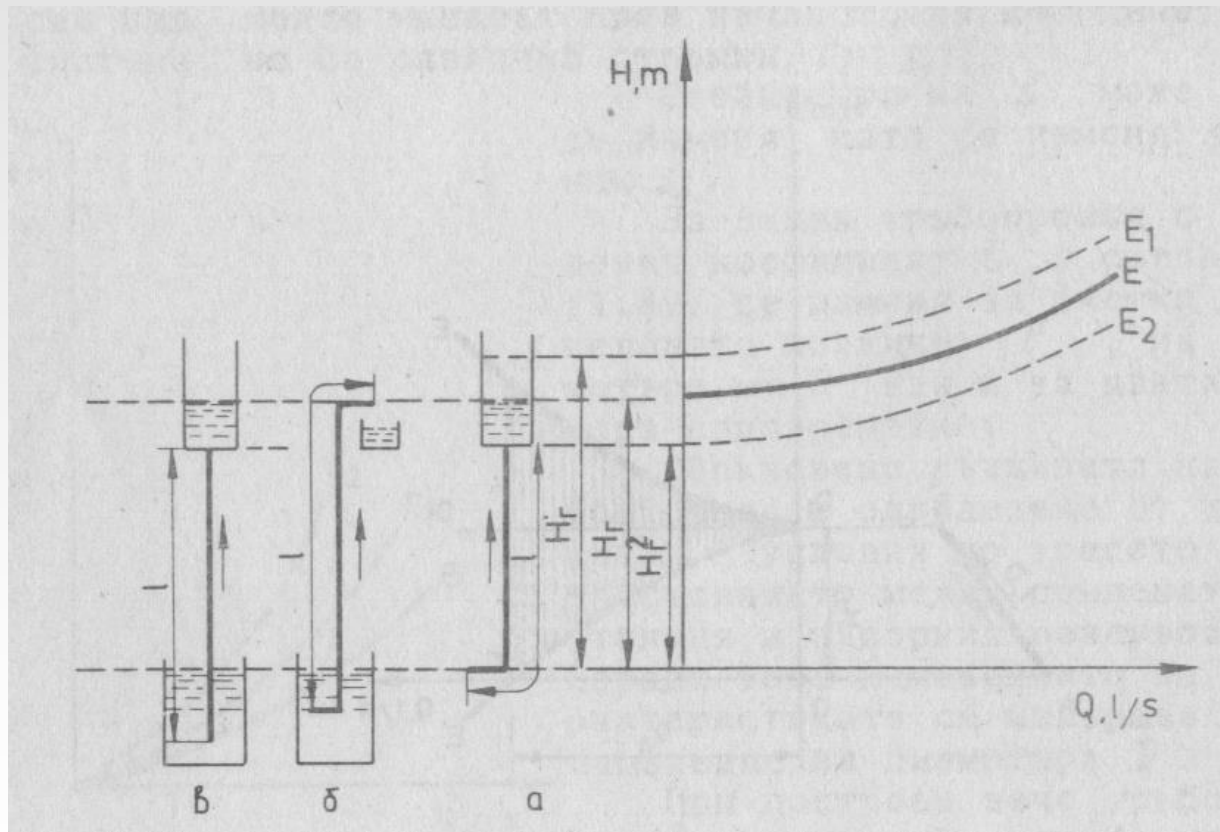
- Е водата протича отдолу нагоре :

$$H = H_r + s \cdot Q^2$$



2) Характеристика на единичен еднороден тръбопровод

- Ако тръбопроводът е заустен или е с начало под водното ниво в резервоара, геодезичната височина на изкачването се мери от (до) водното ниво, а дължината на тръбопровода е цялата
- При промяна на водното ниво в резервоара се получава отместена (транслирана) характеристика E_1 , E_2 .



3) Характеристика на единичен разнороден тръбопровод

- Състои се от последователно свързани няколко единични еднородни тръбопровода, на които се известни геодезичната височина H_g , D_i и L_i .
- Известни са им характеристиките E_1 , E_2 , E_3
- Водното количество, което преминава е еднакво
- Общата геодезична височина е равна на сумата от височините на съответните участъци

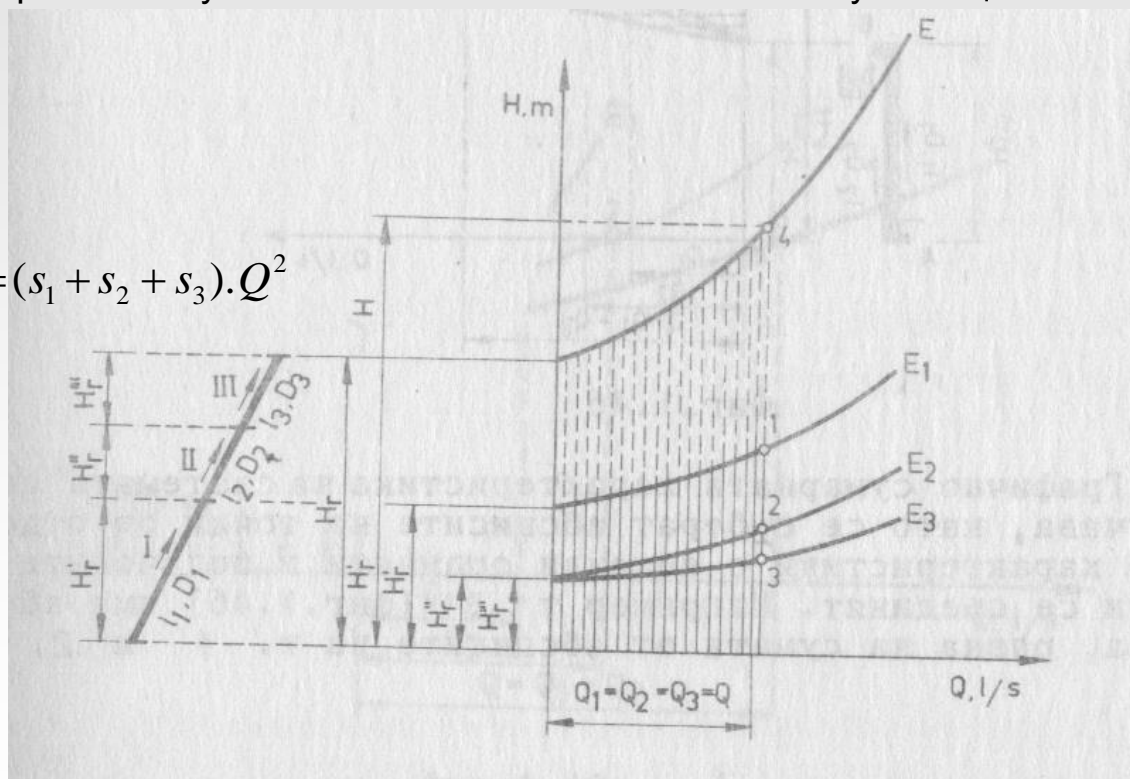
$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q, \text{ l/s}$$

$$H = \sum H_{\Gamma} + \sum s \cdot Q^2, \text{ m}$$

$$\sum H_{\Gamma} = H_{\Gamma}^I + H_{\Gamma}^{II} + H_{\Gamma}^{III}$$

$$\sum s \cdot Q^2 = s_1 \cdot Q^2 + s_2 \cdot Q^2 + s_3 \cdot Q^2 = (s_1 + s_2 + s_3) \cdot Q^2$$

- Графично сумарната характеристика на системата се получава, като се съберат ординатите на точки с еднакви абсиси от отделните характеристики на участъците и получените точки се съединят



4) Характеристика на успоредно свързани тръбопроводи

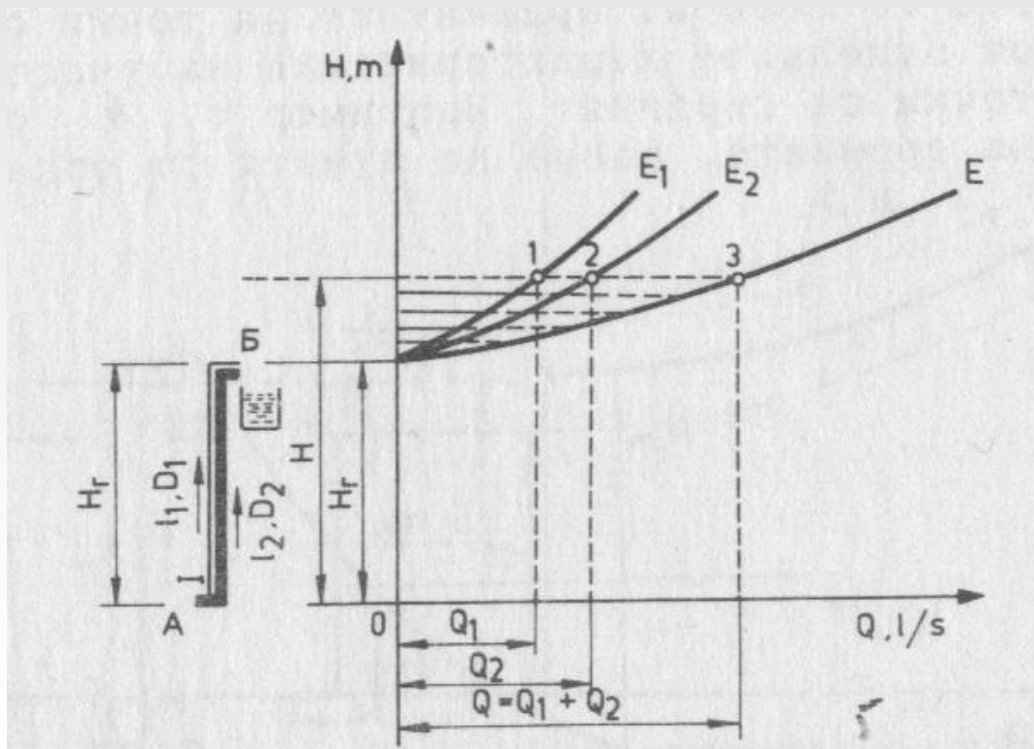
- Тези тръбопроводи са свързани помежду си в началото и в края си или само в началото (респ. само в края си)
- Известни са им характеристиките E_1 , E_2
- Водното количество, което преминава през системата е равно на сумата от водните количества, преминаващи през отделните тръбопроводи
- Напорите им са равни
- Уравнения:

$$Q_1 + Q_2 = Q, \text{ l/s}$$

$$H = H_1 = H_2, \text{ m}$$

$$H_1 = H_{\Gamma}^I + h_1^I$$

$$H_2 = H_{\Gamma}^{II} + h_2^{II}$$



4) Характеристика на успоредно свързани тръбопроводи

- Когато тръбопроводите имат еднакви характеристики E_1 и E_2 , тогава и дебитът е един и същ.
- Уравнения:

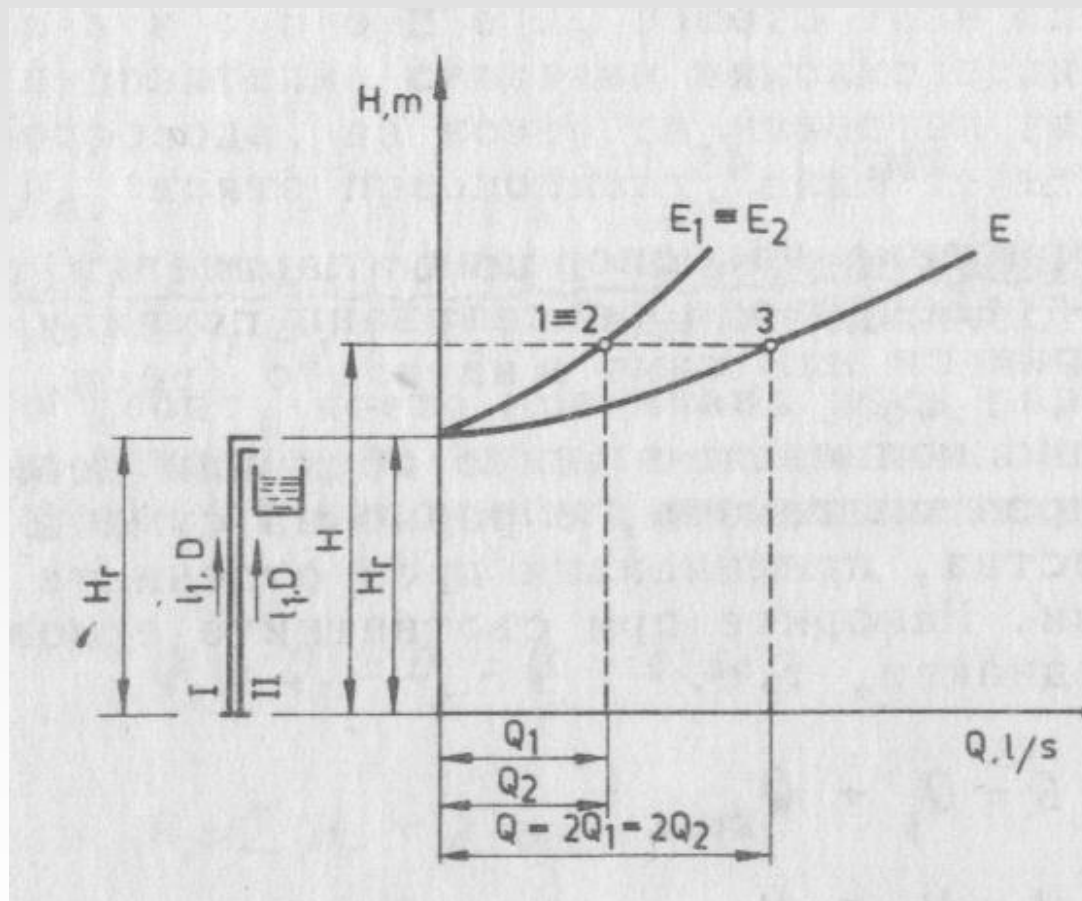
$$Q_1 = Q_2, \text{ l/s}$$

$$Q = 2 \cdot Q_1 = 2 \cdot Q_2$$

$$H = H_1 = H_2, \text{ m}$$

$$H_1 = H_{\Gamma}^I + h_1^I$$

$$H_2 = H_{\Gamma}^{II} + h_2^{II}$$



4) Характеристика на успоредно свързани тръбопроводи

- Ако тръбопроводите се различават и по геодезична височина, то сумарната характеристика E има чупка и в долния край се покрива с характеристиката E_1
- Уравнения:

