

# Московский Государственный Университет Природообустройства

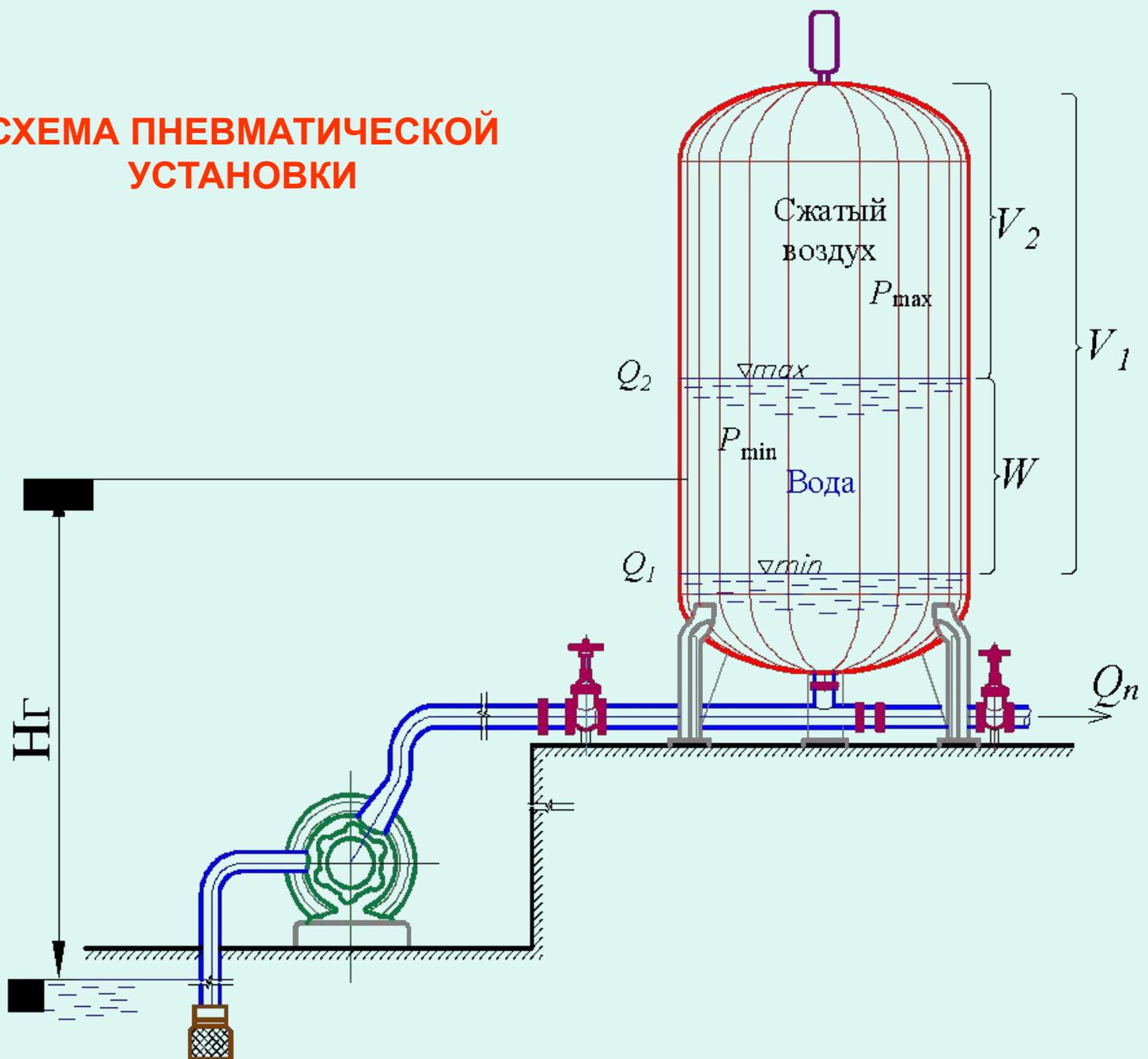
**Аналитический способ определения  
удельной энергии пневматической  
насосной установки в системах  
водоснабжения.**

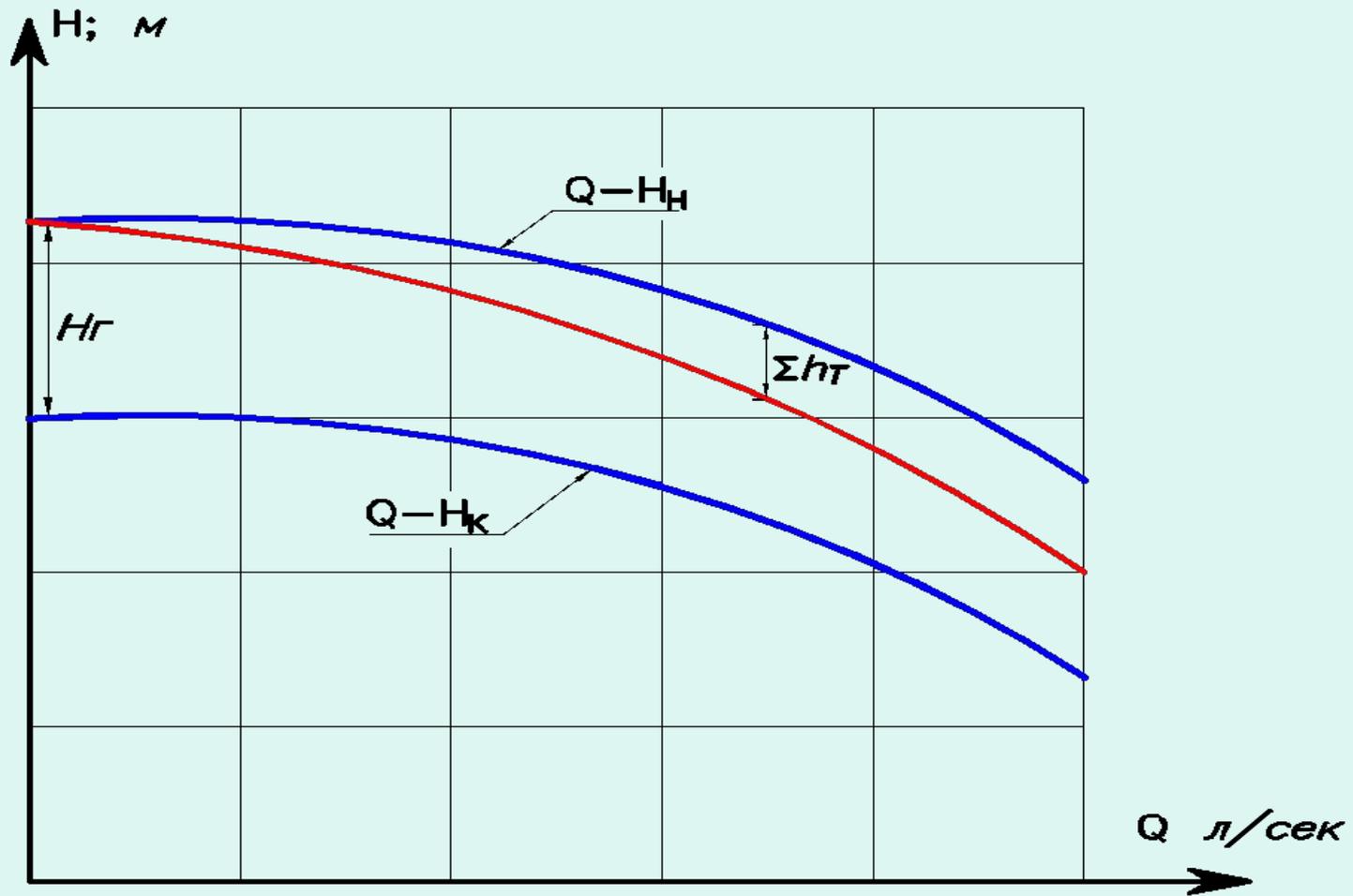
**Али М. С. ФГОУ ВПО МГМП  
Сабра К. ФГОУ ВПО МГМП**

## Цель работы:

Получение формулы для определения удельных энергии совместной работы насосов и воздушно-водяного котла в системах водоснабжения и определение всех факторов, влияющих на режим работы насосов и котла.

# СХЕМА ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ





$$\dot{I}_{\hat{E}} = \dot{I}_{\hat{i}} - (\Sigma h_T + \dot{I}_{\hat{A}})$$

- $\dot{I}_{\hat{E}}$  - давление воды в трубопроводе в точке присоединения котла.
- $\Sigma h_T$  - потери напора в трубопроводах от источника до точки присоединения котла.
- $\dot{I}_{\hat{A}}$  - разность отметок источника и среднего уровня воды в котле.

Для энергетической характеристики работы насоса, точнее пользоваться средними затратами энергии на единицу производительности, Или определить удельные затраты энергии для одного цикла.

$$\varepsilon_{\text{уд}} = \frac{\text{затрат энергии}}{\text{объем воды}} = \frac{\varepsilon_H}{W_H}$$

$$\frac{dW}{d\tau} = Q - Q_n$$

$$P_1 * V_1 = P_0 * V_0 = \text{const}$$

$$W = V_1 - V_2$$

$$P_1 * V_1^z = P_2 * V_2^z$$

$$V_1 = V_0 * P_0 / P_1$$

$$W = V_0 * P_0 / P_1 \left( 1 - \sqrt[z]{P_1 / P_2} \right)$$

$$V_2 = V_1 \sqrt[z]{P_1 / P_2}$$

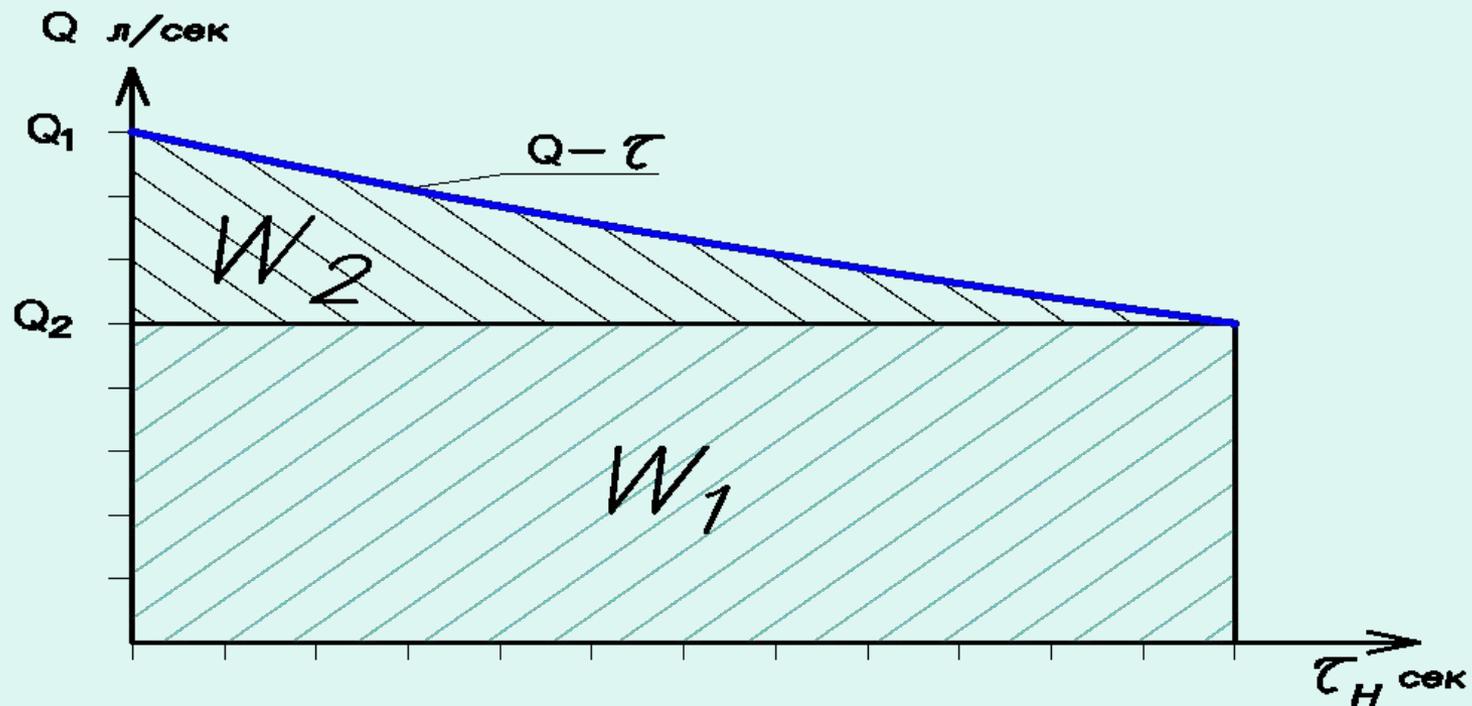
$$W = V_0 \frac{H_{k0} + 10}{H_{k1} + 10} \left( 1 - \sqrt[z]{H_{k1} + 10 / H_k + 10} \right)$$

$H_{k0}$ ,  $H_{k1}$  — манометрическое давление в котле в полностью опорожненном котле и в момент включения насоса.

$H_k$  — манометрическое давление в котле после включения насоса.

$$\tau_u = \frac{W}{C - Q_n} \left[ 1 + \frac{\ell_n \frac{Q_n - Q}{Q_n - Q_1}}{\ell_n \frac{C - Q_1}{C - Q}} \right] \quad C = \frac{Q_2(Q_1 - Q_2)}{(Q_1 - Q_2)}$$

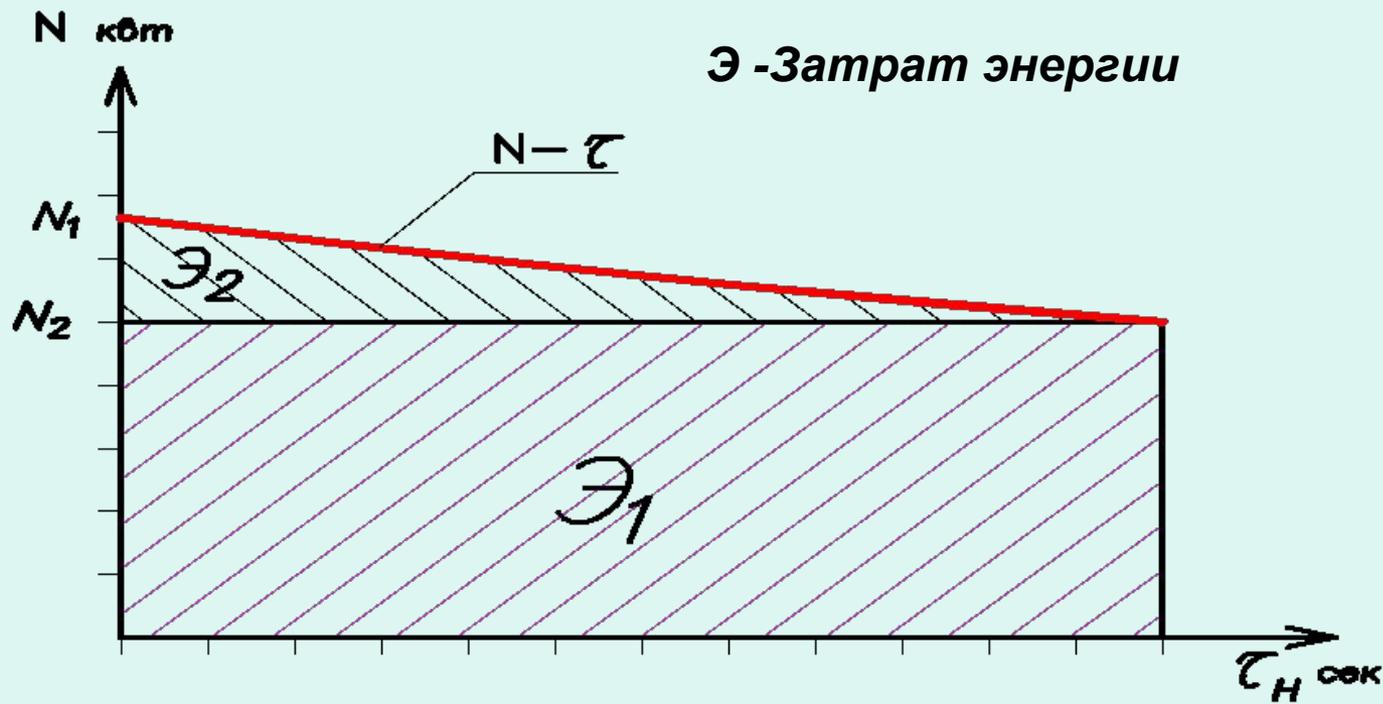
$W_H$  - Объем поданной воды за один цикл



$$W_H = W_1 + W_2 \quad W_1 = Q_2 \cdot \tau_H \quad W_2 = \int_{Q_2}^{Q_1} \tau_i dQ$$

$$W_H = Q_2 \cdot \tau_H + \int_{Q_2}^{Q_1} \tau_i dQ$$

$$W_H = \frac{W}{C - Q_n} \left[ C + Q_n \frac{\ln(Q_2 - Q_n) - \ln(Q_1 - Q_n)}{\ln(C - Q_1) - \ln(C - Q_2)} \right]$$



$$\dot{Y}_H = \dot{Y}_1 + \dot{Y}_2$$

$$\dot{Y}_1 = N_2 * \tau_H$$

$$\dot{Y}_2 = \int_{N_2}^{N_1} \tau_i dN$$

$$\dot{Y} = N_2 * \tau_H + \int_{N_2}^{N_1} \tau_i dN$$

$$N = a + bQ + sQ^2 \rightarrow dN = (b + 2SQ)dQ$$

$$\dot{Y} = N_2 * \tau_H + \int_{Q_2}^{Q_1} \tau_i (b + 2SQ) dQ$$

$$\dot{Y} = \frac{W}{C - Q_n} \left[ N_C + N_{QC} \frac{\frac{Q_2 - Q_n}{Q_1 - Q_n}}{\frac{C - Q_1}{C - Q_2}} - \frac{S(Q_1 - Q_2)(C - Q_n)}{\frac{C - Q_1}{C - Q_2}} \frac{\frac{C - Q_1}{C - Q_2}}{\frac{C - Q_1}{C - Q_2}} \right]$$

$$N_C = a + bC + SC^2$$

$$N_{QC} = a + bQ_n + SQ_n^2$$

$$Y_{\text{óä}} = \frac{N_C + N_{\text{QC}} \frac{\sum n \frac{Q_2 - Q_n}{Q_1 - Q_n}}{\sum n \frac{C - Q_1}{C - Q_2}} - \frac{S(Q_1 - Q_2)(C - Q_n)}{\sum n \frac{C - Q_1}{C - Q_2}}}{C + Q_n \frac{\sum n \frac{Q_2 - Q_n}{Q_1 - Q_n}}{\frac{C - Q_1}{C - Q_2}}}$$

$$N_C = a + bC + SC^2 \quad N_{\text{QC}} = a + bQ_n + SQ_n^2 \quad C = \frac{Q_2(Q_1 - Q_2)}{(Q_1 - Q_2)}$$

$a, b, S$  - эмпирические коэффициенты аппроксимации.

$Q_1$  - расход насоса в момент включения,  
л/сек.

$Q_2$  - расход насоса в момент выключения,  
л/сек.

$Q_n$  - расход сети,  
л/сек.

## Выводы

1. Удельный расход энергии не зависит от величины регулируемого объема.
2. Удельный расход энергии зависит от расхода сети и рабочие характеристики насоса ( в рабочей зоне насоса ).