

### 2.3. Совместная работа насоса и трубопроводной системы

Работа насоса, присоединенного к системе водопроводов, находится в зависимости от гидравлических свойств этой системы, называемой *сетью*. Рассмотрим условия работы машины на примере насосной установки (рис. 2.2), полагая систему устойчивой (понятие устойчивости системы дано в § 3.19).

Первое условие связи насоса с трубопроводной системой следует из уравнения неразрывности и заключается в равенстве массовых подач, проходящих через насос и присоединенные к нему всасывающий и напорный трубопроводы:

$$M_{\text{нас}} = M_{\text{тр}} \quad (2.11)$$

Для несжимаемой жидкости  $\rho_{\text{нас}} = \rho_{\text{тр}}$  и поэтому имеет место равенство объемных подач:

$$Q_{\text{нас}} = Q_{\text{тр}} \quad (2.12)$$

Второе условие связи основывается на уравнении сохранения энергии. Пусть заданием и расчетом установлены давления  $p_1, p_2, p_3$ , подачи  $Q_1, Q_2, Q_3$ , высоты  $H_1, H_2, H_3$  и размеры труб всех участков сети.

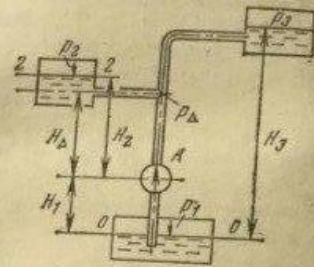


Рис. 2.2. Насос, включенный в водопроводную сеть

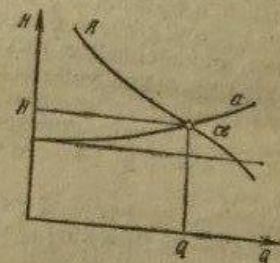


Рис. 2.3. График совместной работы насоса и водопроводной сети

Уравнение сохранения энергии для уровней 0—0 и 2—2 с учетом полезной работы, передаваемой потоку насосом,

$$\frac{p_1}{\rho} + L_{\text{п}} = \frac{p_2}{\rho} + g(H_1 + H_2) + g(h_1 + h_{A-\Delta} + h_{\Delta-2}), \quad (2.13)$$

где  $h_1, h_{A-\Delta}, h_{\Delta-2}$  — потери напора в трубах 1, А—Δ, Δ—2. В области развитой турбулентности потери напора подчинены квадратичному закону и поэтому

$$\Sigma h = h_1 + h_{A-\Delta} + h_{\Delta-2} = m_1 Q^2 + m_{A-\Delta} Q^2 + m_{\Delta-2} Q^2,$$

или

$$\Sigma h = (m_1 + m_{A-\Delta} + m_{\Delta-2} Q_2^2 / Q^2) Q^2.$$

Сумма коэффициентов, содержащихся в скобках, с учетом поправки на разницу в подачах  $Q$  и  $Q_2$  может быть принята постоянной и равной  $m$ . Тогда  $\Sigma h = m Q^2$ .

Деление (2.13) на  $g$  приводит к равенству

$$H = L_{\text{п}} / g = (p_2 - p_1) / (\rho g) + (H_1 + H_2) + m Q^2. \quad (2.14)$$

Задавая произвольные значения  $Q$ , вычисляем по (2.14) соответствующие значения  $H$  и наносим на график (рис. 2.3) ряд точек, соединяя которые плавной кривой получаем характеристику сети  $a$ .

Каждый насос при заданной частоте вращения обладает определенной характеристикой, выражающей связь между его подачей и напором. Пусть линия  $A$  на рис. 2.3 является характеристикой насоса  $A$  (см. рис. 2.2). Характеристики  $a$  и  $A$  пересекаются в рабочей точке  $\alpha$ , определяющей единственно возможный в данной системе установившийся режим работы насоса с подачей  $Q$  и напором  $H$ . Только в режиме, определяемом точкой  $\alpha$ , имеет место равенство полезной удельной работы насоса и удельной работы, требуемой сетью.

Подача и напор, соответствующие точке  $\alpha$ , могут быть использованы для расчета мощности насоса по формулам (2.7) и (2.9).

Вопросы совместной работы насосов и водопроводной сети подробно рассматриваются в § 3.18.