

1.3. Уравнение первого закона термодинамики для потока вещества.

Рассмотрим открытую термодинамическую систему, представляющую собой участок канала, в который через сечение 1 со скоростью w_1 входит поток жидкости или газа, а через сечение 2 со скоростью w_2 выходит (Рис.1.6). Между этими сечениями к потоку подводится теплота Q и он совершает работу на валу вращающегося механизма – *техническую работу* $L_{\text{тех}}$. (Здесь Q и $L_{\text{тех}}$ отнесены к 1 секунде). Будем считать, что секундный расход вещества m постоянен и поток *стационарный*, то есть параметры вещества изменяются вдоль канала, но в каждом сечении остаются неизменными во времени.

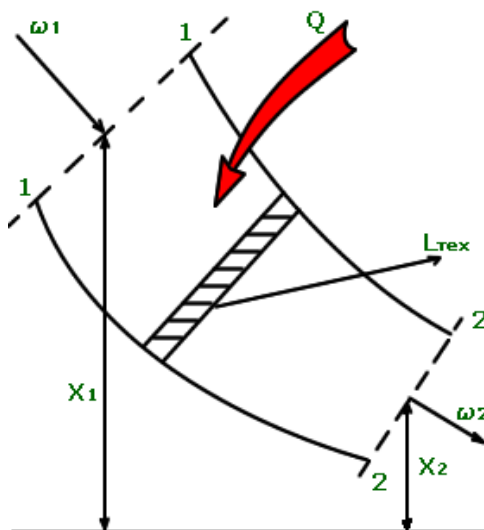


Рис. 1.6

В такой системе поток вещества, кроме внутренней энергии, обладает кинетической энергией, равной $mw^2/2$, и потенциальной энергией, равной mgX . В число работ, совершаемых потоком, кроме технической работы, входит работа, связанная с самим осуществлением потока, которую надо затратить для того, чтобы ввести через сечение 1 вещество в систему и через сечение 2 вывести из нее. Эта работа, называемая *работой перемещения*, равна

$$L_{\text{пер}} = p_2 V_2 - p_1 V_1 \quad (1.23)$$

Включив все эти величины в уравнение (1.6), получим

$$Q = (U_2 - U_1) + (mw_2^2 - mw_1^2)/2 + mg(X_2 - X_1) + L_{\text{тех}} + (p_2 V_2 - p_1 V_1) \quad (1.24)$$

Теперь заметим, что в этом уравнении сумма первого и последнего членов правой части согласно (1.15) равна разности энтальпий. Поэтому, переходя к удельным величинам, запишем

$$q = h_2 - h_1 + \frac{w_2^2}{2} - \frac{w_1^2}{2} + l_{\text{тех}} + g(X_2 - X_1) \quad (1.25)$$

В теплотехнических расчетах изменение потенциальной энергии вещества принимают во внимание очень редко (в отличие от гидротехнических расчетов) в силу того, что эта величина

мала по сравнению с другими составляющими уравнения (1.25). Поэтому рабочей формой уравнения первого закона для потока вещества будем принимать

$$q = h_2 - h_1 + \frac{w_2^2}{2} - \frac{w_1^2}{2} + l_{mex} \quad (1.26)$$

или в дифференциальном виде

$$dq = dh + d(w^2 / 2) + dl_{mex} \ddot{e} \quad (1.27)$$

Заканчивая рассмотрение уравнений первого закона термодинамики, отметим, что для применения их в расчетах термомеханических систем необходимо знать свойства вещества, используемого в качестве рабочего тела. Знакомство с ними начнем с простейшего вещества – идеального газа.