

Лекция 8

Дросселирование газов и паров. Смешение газов

Истечение или пропускание газа или пара через суживающее устройство (клапан, кран, шайба, вентиль) создает дополнительное сопротивление и сопровождается некоторым понижением давления. При этом газом не совершается внешней работы. Такой физический необратимый процесс называют дросселированием или мятием пара или газа. Интенсивность и величина падения давления зависит от природы газа, параметров его состояния, величины сужения, скорости истечения. В реальной практике, снижение давление при дросселировании сопровождается снижением работоспособности потока газа при истечении и чаще является не желательным. В отдельных случаях дросселирование является технологическим явлением и создается искусственно. В приборах для измерения расхода газа, в системах регулирования паровых двигателей, в холодильных установках. При пропускании газа через суживающее устройство скорость и кинетическая энергия потока газа в узком сечении возрастает и в дальнейшем сопровождается снижением давления и температуры. После преодоления суживающего устройства за его пределами скорость потока снижается, давление несколько восстанавливается, однако не достигает первоначального исходного давления.

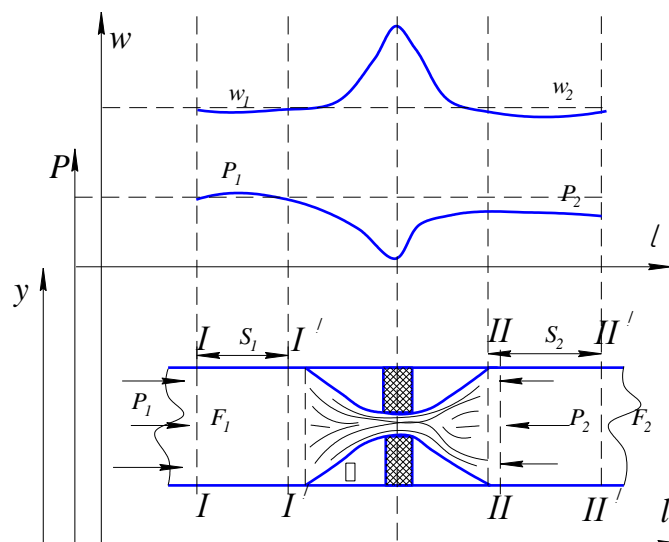


Рисунок 20 – К анализу процесса дросселирования газа и паров

Анализ самого процесса дросселирования газа или пара, на определенном расширенном участке, выделенного сечениями I - I и II - II, с присутствием местного сужения канала, позволяет установить, что работа, которую необходимо затратить на проталкивание 1 кг газа через сечение I - I

составит $P_1 S_1 F_1$ или $P_1 v_1$. Часть этой работы будет израсходована на преодоления силы сопротивления с давлением P_2 через площадь в сечении $\Pi - \Pi - F_2$. Затраченная работа составит $P_2 S_2 F_2$ или $P_2 v_2$. Разность энергетического состояния будет использована на изменение температурного состояния потока газа, в данном случае на этот кг газа и изменение его скорости перемещения, что можно записать как

$$P_1 v_1 - P_2 v_2 = u_2 - u_1 + \frac{w_2^2 - w_1^2}{2}$$

При условии, что скорости w_1 и w_2 остаются примерно равными, изменением внешней кинетической энергии можно пренебречь и записать

$$\frac{w_2^2}{2} - \frac{w_1^2}{2} = 0$$

Отсюда

$$(u_1 + p_1 v_1) - (u_2 + p_2 v_2) = 0$$

или

$$i_1 - i_2 = 0 \text{ и } i_1 = i_2$$

Полученное равенство показывает, что энергетический баланс рассматриваемой системы в результате процесса дросселирования, в конечном итоге не изменяется. Такой вывод неприменим для промежуточных состояний. Равенство справедливо только для сечений достаточно удаленных от места сужения канала.

Согласно ранее приведенных выводов, энтальпия идеального газа является однозначной функцией температуры. Следовательно, при дросселировании идеального газа температура газа до и после дросселирования не изменяется.

При дросселировании реального газа энтальпия газа остается одинаковой, энтропия и объем увеличивается, давление снижается, а температура может увеличиваться, снижаться или оставаться без изменения.

В природе реальных газов всегда присутствуют силы межмолекулярного притяжения. При расширении газа происходит увеличение межмолекулярного расстояния. В таком процессе на увеличение межмолекулярного расстояния и изменение внутреннего энергетического потенциала затрачивается работа, что сопровождается изменением температурного состояния.

Отношение изменения температуры реального газа при дросселировании без подвода или отвода тепла и без совершения внешней работы к изменению давления в этом процессе называют эффектом Джоуля-Томпсона.