

**24. Тепловая и гидравлическая разверка в системе труб, основные определения.
Влияние коллекторов на распределение рабочей среды по трубам.**

Для обеспечения надежности очень важно, чтобы все параллельные трубы поверхности нагрева работали в расчетных (средних) условиях. Практически же приходится считаться с неодинаковыми **гидравлическими характеристиками** труб (различие в диаметре, длине, шероховатости, влияние коллекторов, влияние неустойчивости в работе парообразующих труб) и неодинаковыми **тепловыми характеристиками** труб (различный обогрев вследствие неодинакового их расположения по отношению к потоку продуктов сгорания, неодинакового шлакования, загрязнения и т.п.). Различие гидравлических и тепловых характеристик труб в особенности проявляется в агрегатах большой мощности, так как с увеличением размеров поверхностей нагрева одновременно возрастает и неизбежность отклонения режима отдельных элементов от расчетного. Распределение рабочего тела по трубам в этих условиях различно, и удельная энтальпия его на выходе из отдельных труб значительно отличается от среднего значения. В некоторых из них может возникнуть опасный температурный режим.

Трубы, находящиеся в наиболее опасных температурных условиях, называют **разверенными**.

Надежность работы прямоточного элемента характеризуется двумя группами параметров:

$$t_{ЭЛ}^{BX}; \Delta i_{ЭЛ}; G_{ЭЛ}; q_{ЭЛ}; z_{ЭЛ}; H_{ЭЛ}$$

и значениями параметров разверенной трубы (или канала):

$$t_T^{BX}; \Delta i_T; G_T; q_T; z_T; H_T$$

Здесь $G_{ЭЛ}$ и G_T – расходы рабочего тела в расчетном элементе гидравлической системы и разверенной трубе; $q_{ЭЛ}$ и q_T – количества передаваемой теплоты прямоточным элементам; $\Delta i_{ЭЛ}$ и Δi_T – их тепловосприятия; $H_{ЭЛ}$ и H_T – поверхности нагрева; $z_{ЭЛ}$ и z_T – коэффициенты гидравлического сопротивления; $t_{ЭЛ}^{BX}$ и t_T^{BX} – соответствующие температуры рабочего тела на выходе из параллельно включенных труб.

Введем следующие обозначения:

$\rho_G = G_T / G_{ЭЛ}$ - коэффициент гидравлической разверки;

$\rho_q = \Delta i_T / \Delta i_{ЭЛ}$ - коэффициент тепловой разверки;

$\eta_T = q_T / q_{ЭЛ}$ - коэффициент неравномерности тепловосприятя;

$\eta_G = z_T / z_{ЭЛ}$ - коэффициент гидравлической неравномерности;

$\eta_K = H_T / H_{ЭЛ}$ - коэффициент конструктивной нетождественности.

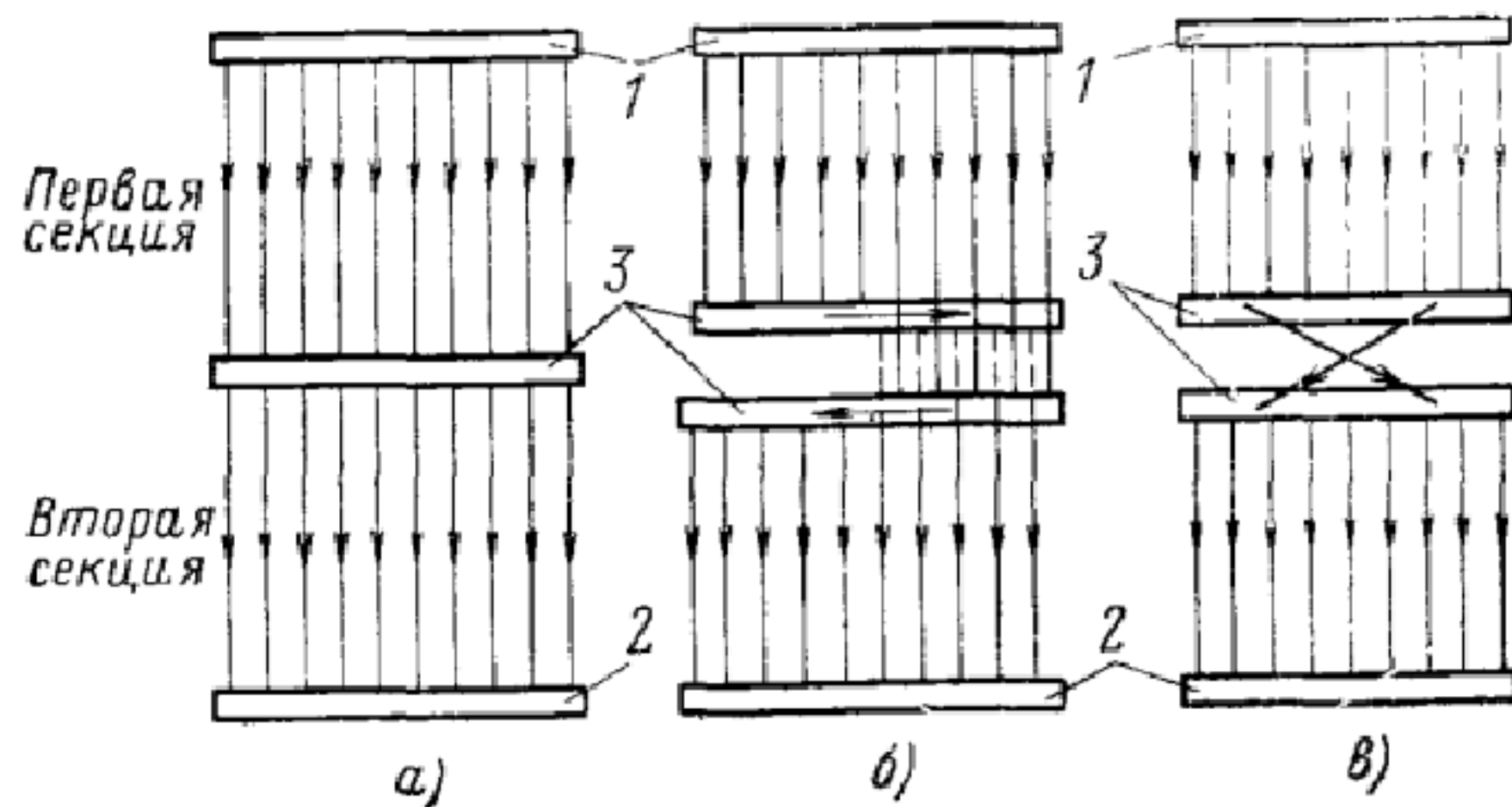
Приняв за основу коэффициент тепловой разверки, можно установить связь между перечисленными коэффициентами:

$$\rho_q = \Delta i_T / \Delta i_{ЭЛ} = (q_T \cdot H_T / G_T) / (q_{ЭЛ} \cdot H_{ЭЛ} / G_{ЭЛ}) = \eta_T \cdot \eta_K / \rho_G.$$

Коэффициент η_K не связан с процессами, протекающими в трубной системе; он оценивается $\eta_K = 0,95 - 1$.

Тепловая разверка вызывается неодинаковыми тепловыми характеристиками параллельно включенных труб, а гидравлическая разверка – их неодинаковыми гидравлическими характеристиками. Из последнего уравнения следует, что тепловая разверка вызывается или неравномерностью тепловосприятости, или гидравлической разверкой, или той и другой одновременно. Тепловая разверка зависит не только от размеров тепловой неравномерности и гидравлической разверки, но и от их сочетания. В наиболее опасных условиях оказываются наиболее обогреваемые трубы, но в то же время получающие наименьший расход среды. Если наибольшие неравномерности разного вида (тепловосприятости, расходы рабочей среды, конструктивные особенности и др.) приходятся не на одну трубу, а на разные трубы, то следует для них отдельно определять тепловую разверку. Для наиболее разверенных труб обязательна проверка надежности на длительную прочность и предотвращение окалинообразования.

Влияние коллекторов на распределение рабочей среды по трубам



Коллекторы и их включение в трубной системе поверхности нагрева:

а – линейная схема; б – передача потока через смешивательные

Разработчик: к. т. н., доцент, Середкин А. А., Забайкальский Государственный Университет

коллекторы, в – передача потока через перекидные трубы.

Влияние коллекторов на распределение рабочей среды по трубам

Коллекторы различают:

- **входные** (распределительные) 1, в них поступает рабочее тело и далее распределяется по параллельным трубам;
- **выходные** (собирающие) 2, в которых собирается рабочее тело и затем выдается в следующий элемент парового котла;
- **промежуточные** (смесительные) 3, предназначены для выравнивания нетождественности работы труб.

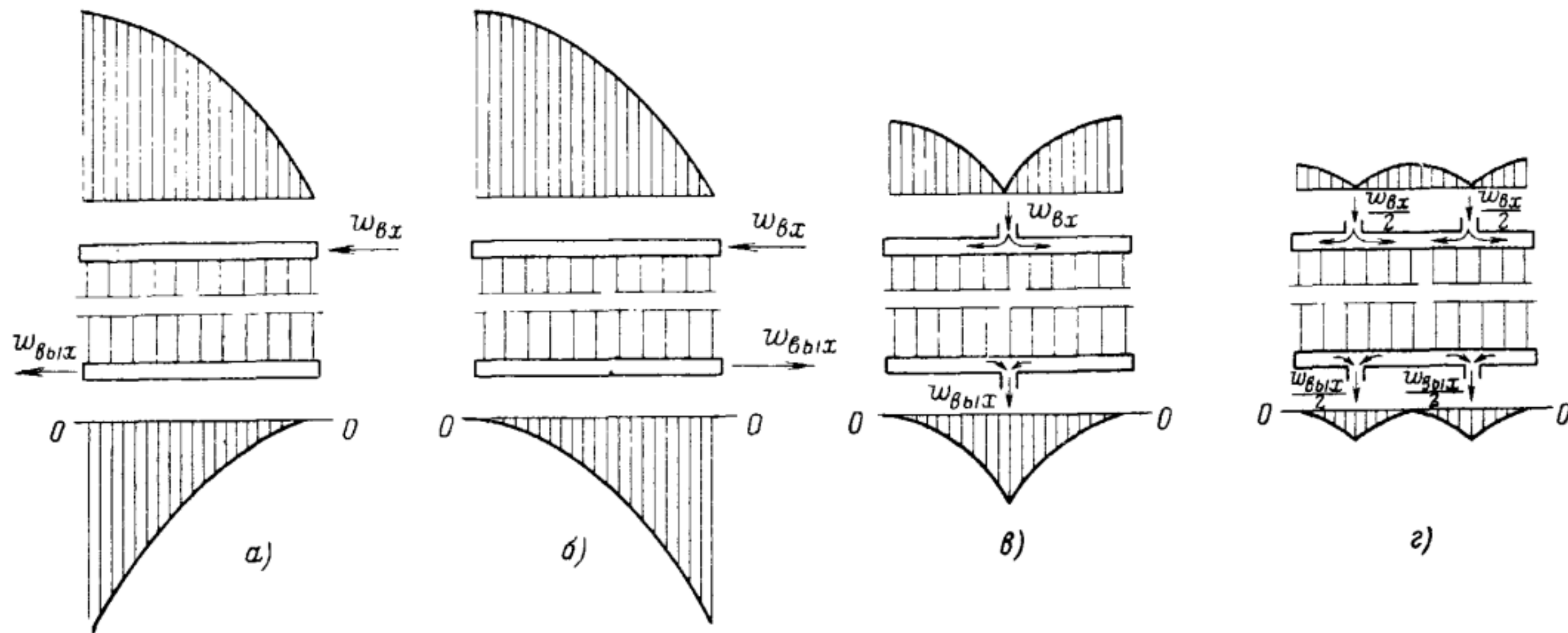
Влияние коллекторов на распределение рабочей среды по трубам

Смесительные коллекторы наибольший эффект дают при однофазном потоке (паре или воде). Их широко применяют для выравнивания нетождественности работы змеевиков пароперегревателей

Влияние входных и выходных коллекторов на работу поверхностей нагрева различно. Большое значение эти коллекторы имеют для пароперегревателя в зависимости от способа подвода пара во входной коллектор и отвода из него пара через выходной коллектор. В некоторых конструкциях применялся сосредоточенный торцевой подвод и отвод пара.

Поскольку удельный объем среды после обогрева в змеевиках больше, чем до обогрева, влияние собирающих коллекторов на распределение среды по параллельным змеевикам существеннее для любой гидравлической системы.

Влияние коллекторов на распределение рабочей среды по трубам



Влияние способов подвода и отвода однофазного потока на распределение статического давления по длине коллектора

Влияние коллекторов на распределение рабочей среды по трубам

Уменьшить влияние коллекторов можно увеличением гидравлического сопротивления змеевиков либо уменьшением перепада давления в коллекторах. Однако и то, и другое нецелесообразно, так как первое требует повышения рабочего давления в котле и увеличения собственного расхода, а второе – увеличения размеров коллекторов и расхода металла на них.

Уменьшить влияние скоростного напора можно заменой торцевого подвода и отвода пара (рис. *а* и *б*) подводом и отводом посередине коллектора (рис. *в*), при котором осевая скорость уменьшается в два раза, а скоростной напор – в четыре раза. Лучшие результаты достигаются рассредоточением подвода пара в распределительный коллектор и отвода пара из собирающего коллектора. Уже при двух подводящих и отводящих трубах (рис. *г*) осевая скорость и скоростной напор снижаются соответственно в 4 и 16 раз.

Влияние коллекторов на распределение рабочей среды по трубам

В современных котлах с перегревателями свежего пара, включенными между несколькими подводными и несколькими отводящими трубами, коллекторы оказывают небольшое влияние на распределение пара. В промежуточных пароперегревателях, у которых сопротивление змеевиков относительно невелико, а сопротивление коллекторов из-за большой скорости пара в них, наоборот, значительно, влияние коллекторов может оказаться существенным.

В экономайзерах ввиду малого удельного объема воды осевая скорость в коллекторах незначительна, в связи с чем не возникает вопроса о влиянии скоростного напора. В прямоточных котлах и котлах с многократной принудительной циркуляцией сопротивление парообразующих змеевиков велико, поэтому влиянием изменения давления по длине коллекторов также пренебрегают.