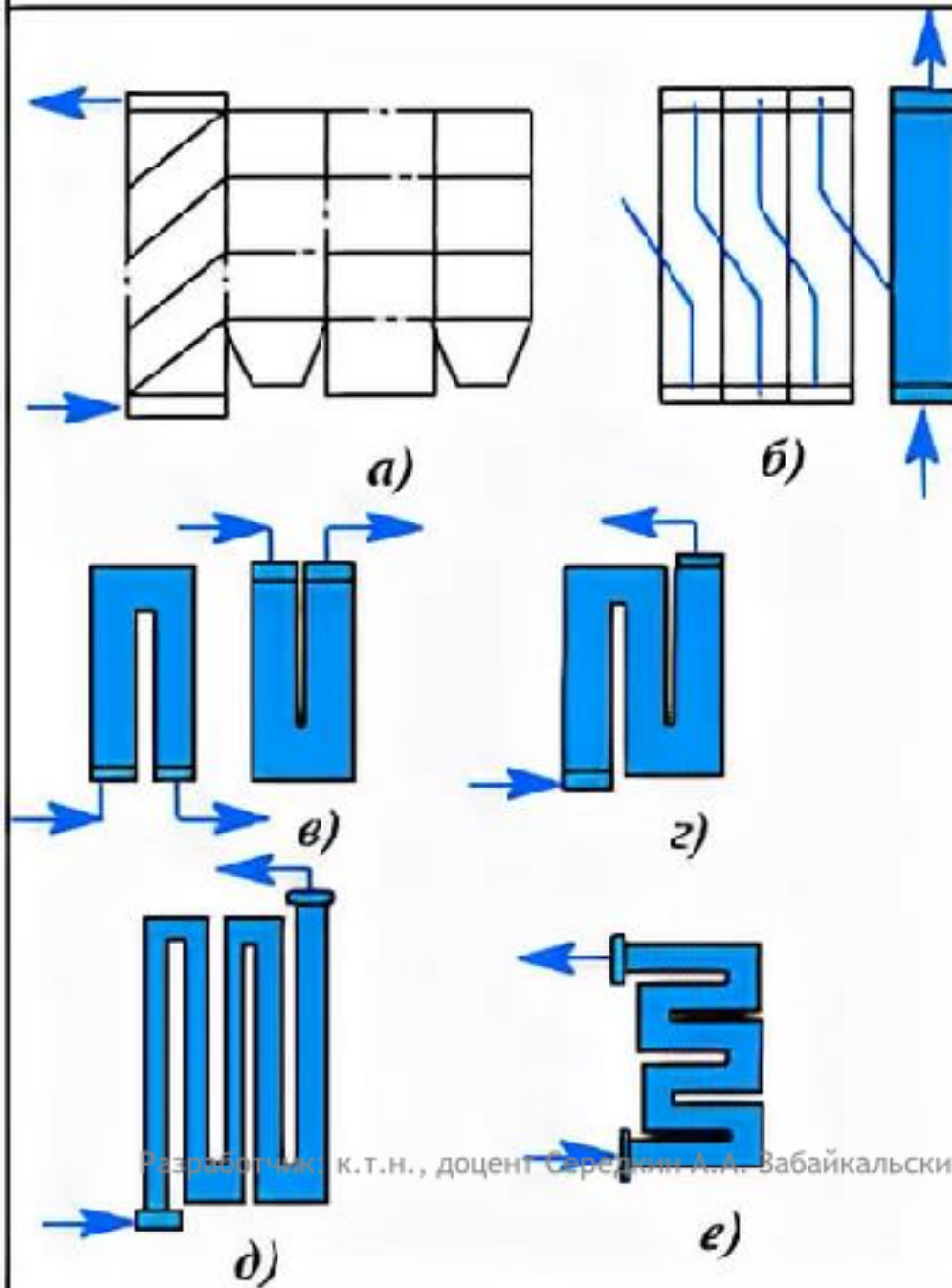


23. Классификация разомкнутых гидравлических систем.

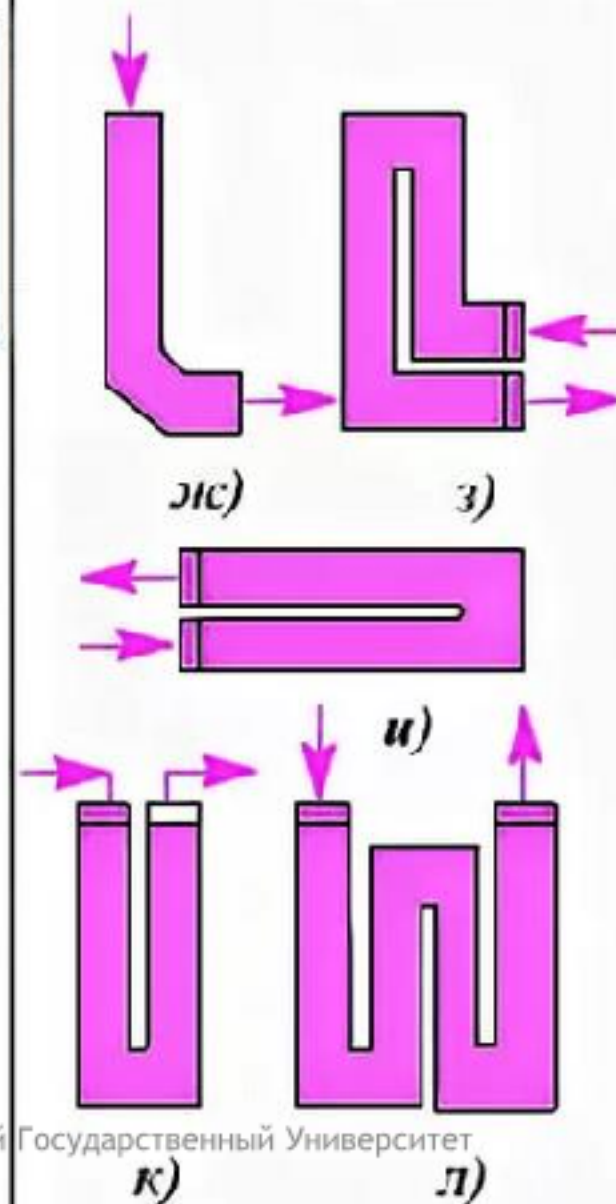
Классификация разомкнутых гидравлических систем

Поверхности нагрева

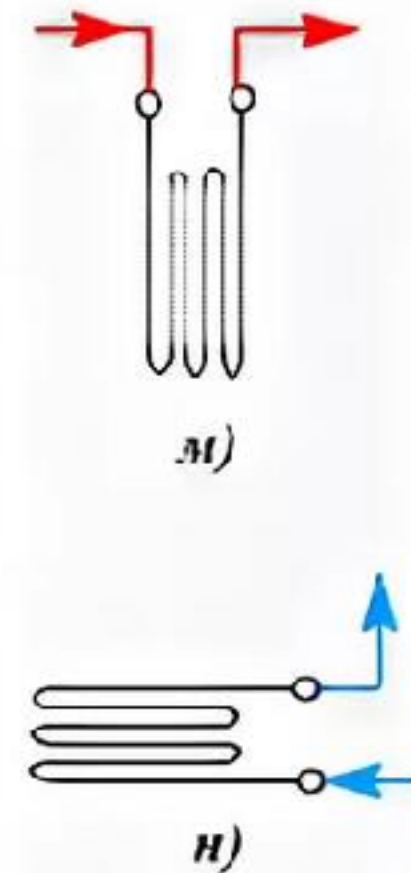
Радиационные



Полурадиационные (ширмовые)



Конвективные



Основные схемы гидравлических контуров поверхностей нагрева с принудительным движением рабочего тела: а – горизонтальная навивка экранов; б – вертикальные панели; в – U-образная панель; г – N-образная панель; д – многоходовая панель с горизонтальными трубами; е – многоходовая панель с горизонтальными трубами; ж – L-образная ширма; з – двойная L-образная ширма; и – горизонтальная ширма; к – U-образная ширма; л – многоходовая вертикальная ширма; м – вертикальный конвективный пакет; н – горизонтальный конвективный пакет.

Классификация разомкнутых гидравлических систем

Для любой схемы надежность парогенерирующих каналов в большей степени зависит от устойчивости движения, т.е. постоянства расхода рабочей среды через параллельные трубы и каналы. При определенных режимных условиях (давление, массовая скорость, энтальпия среды на входе, интенсивность обогрева) в зависимости от конструкции парообразующих каналов в них может возникать неустойчивое движение потока – переменные расходы. Различают **статическую** и **динамическую** неустойчивость. Так как неустойчивость сама по себе является динамическим процессом, понятие статическая неустойчивость условно.

Классификация разомкнутых гидравлических систем

В **статически неустойчивом** режиме расходы через отдельные трубы (каналы) не только различны, но изменяются и во времени со значительной частотой. Расходы в различных трубах могут оказаться недостаточными по условиям теплообмена. Переменные условия охлаждения труб и колебания температуры стенки вызывают тепловую усталость металла.

В ряде случаев, особенно при переменных или нерасчетных условиях эксплуатации, может возникать **динамическая неустойчивость** движения (колебательная неустойчивость), выражающаяся в недопустимых пульсациях потока. Пульсации при переменных расходах рабочей среды приводят к уменьшению критических тепловых нагрузок, циклическим изменениям температуры обогреваемой стенки и в конечном итоге к аварийным ситуациям.

Классификация разомкнутых гидравлических систем

Поэтому из всех причин, вызывающих гидравлическую неравномерность, а следовательно, и **тепловую разверку**, требуют особого рассмотрения:

- влияние неустойчивости гидродинамической характеристики;
- пульсация потока;
- влияние коллекторов на распределение потока по параллельным трубам.

Перепад давления в обогреваемых трубах представляется в виде суммы:

$$\Delta p = \Delta p_{TR} + \Delta p_M + \Delta p_{УСК} \pm \Delta p_{НИВ}.$$

Обозначая гидравлические сопротивления $\Delta p_G = \Delta p_{TR} + \Delta p_M$, можно записать:

$$\Delta p = \Delta p_G + \Delta p_{УСК} \pm \Delta p_{НИВ}.$$

Классификация разомкнутых гидравлических систем

В прямоточных котлах с горизонтальными и слабонаклонными трубами (рис. а) длина каждой трубы L достигает сотен метров, труба имеет большое число гибов и потому для них характерно значительное гидравлическое сопротивление Δp_G . Нивелирная составляющая $\Delta p_{НИВ}$ полного перепада давления в таком контуре невелика ввиду малой высоты контура в сравнении с развернутой длиной труб $H \ll L$. Сопротивление, вызванное ускорением потока $\Delta p_{УСК}$, также невелико, особенно при высоком давлении. Следовательно, для контура с горизонтальным и слабонаклонным расположением труб полный перепад давления определяется гидравлическим сопротивлением

$$\Delta p \approx \Delta p_G.$$

Классификация разомкнутых гидравлических систем

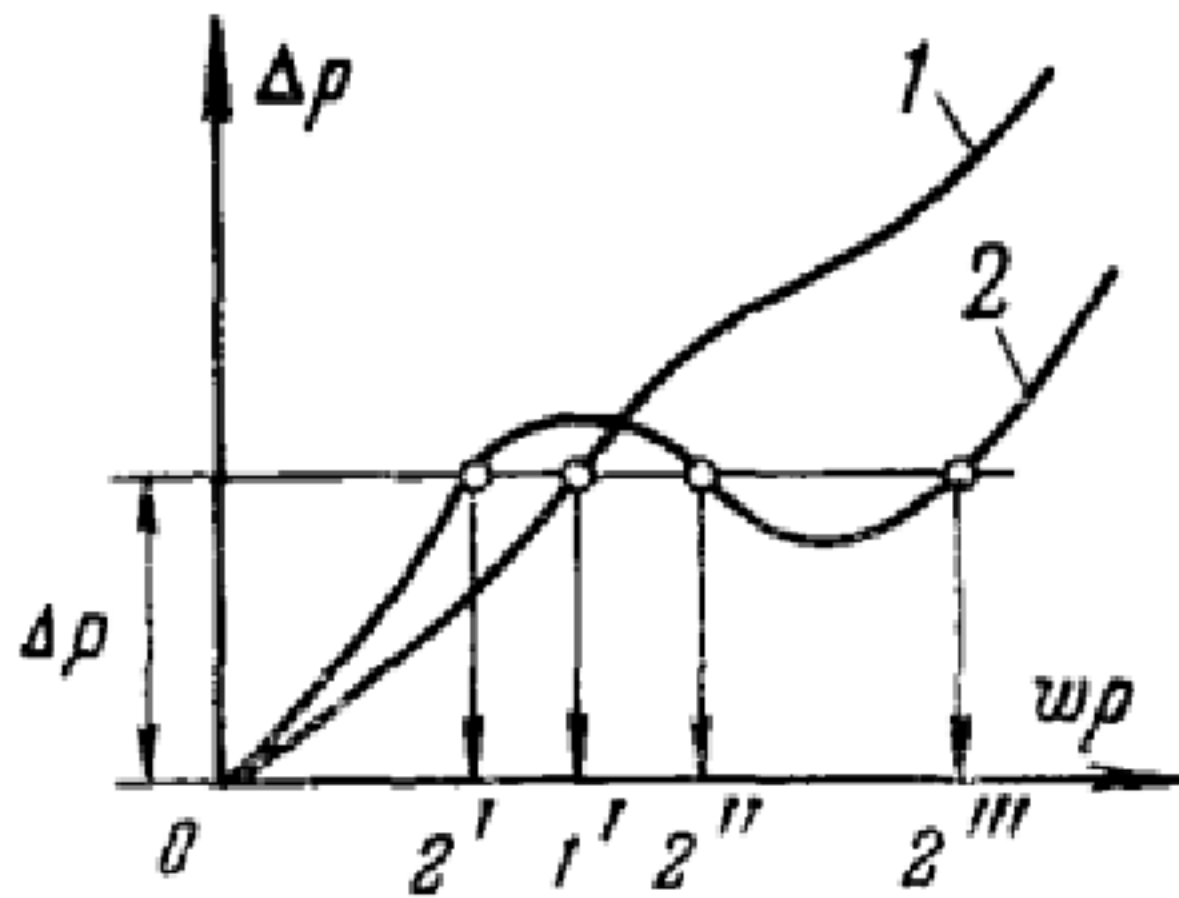
Отличительная особенность контуров с вертикальным подъемным и вертикальным подъемно-опускным движением рабочей среды (рис. б – д) – малое число ходов и потому относительно малая длина труб и малое число гибов. Гидравлическое сопротивление таких систем невелико. Однако ввиду вертикального расположения труб нивелирный напор составляет уже существенную часть полного перепада давления, особенно при малых нагрузках, когда вклад гидравлического сопротивления существенно меньше, тогда:

$$\Delta p = \Delta p_{Г} \pm \Delta p_{НИВ}.$$

Соотношение между $\Delta p_{Г}$ и $\Delta p_{НИВ}$ в полном перепаде давления оказывает существенное влияние на гидравлическую устойчивость потока в прямоточных элементах.

Классификация разомкнутых гидравлических систем

Гидравлическая устойчивость потока описывается **гидравлической характеристикой**, выражающей связь между расходом рабочей среды G и полным перепадом давления Δp , возникающим при ее движении, $\Delta p = f(G)$. При одинаковом диаметре всех труб элемента гидравлическая характеристика изображается в функции массовой скорости $\Delta p = f(w_p)$.



Устойчивая (1) и неустойчивая (2) гидравлические характеристики

Классификация разомкнутых гидравлических систем

Гидравлическая характеристика может быть однозначной, если общему перепаду давления в системе труб отвечает только один расход рабочей среды (**кривая 1**) и многозначной, когда общему перепаду давления соответствуют два и более различных расхода (**кривая 2**).

Природа неоднозначности гидравлической характеристики:

- изменение теплофизических свойств рабочей среды – удельного объема при переходе от одного расхода к другому;
- влияние нивелирного напора.

Также, влияние нивелирного напора различно при подъемном и опускном движении среды. Все это приводит к сложным аналитическим зависимостям, которые представляют графически для каждого конкретного объекта:

- гидравлическая схема;
- геометрические параметры трубной системы;
- давление;

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

- Энтальпия и пр.