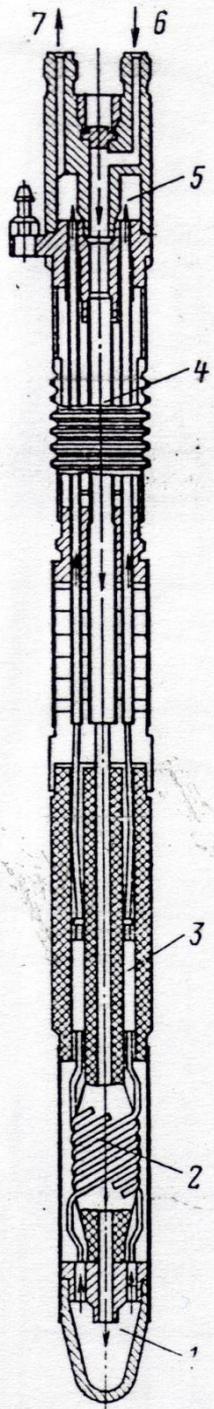


# КАНАЛЫ С ХОЛОСТЫМ ХОДОМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ (ТРУБКА ФИЛЬДА)



**ТВС – канал с  
трубчатыми  
ТВЭлами.**

1. Нижняя камера;
2. Компенсатор  
линейных  
удлинений;
3. Трубчатый ТВЭЛ;
4. Центральная  
опускная труба;
5. Верхняя камера;
6. Вход теплоносителя;
7. Выход  
теплоносителя.

Иногда, по конструкционным соображениям, целесообразно подвод и отвод теплоносителя делать с одной стороны канала ТВС.

Обнинская АЭС, Белоярская АЭС, некоторые исследовательские и транспортные реакторы.

# ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ КАНАЛОВ С ХОЛОСТЫМ ХОДОМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

схема А

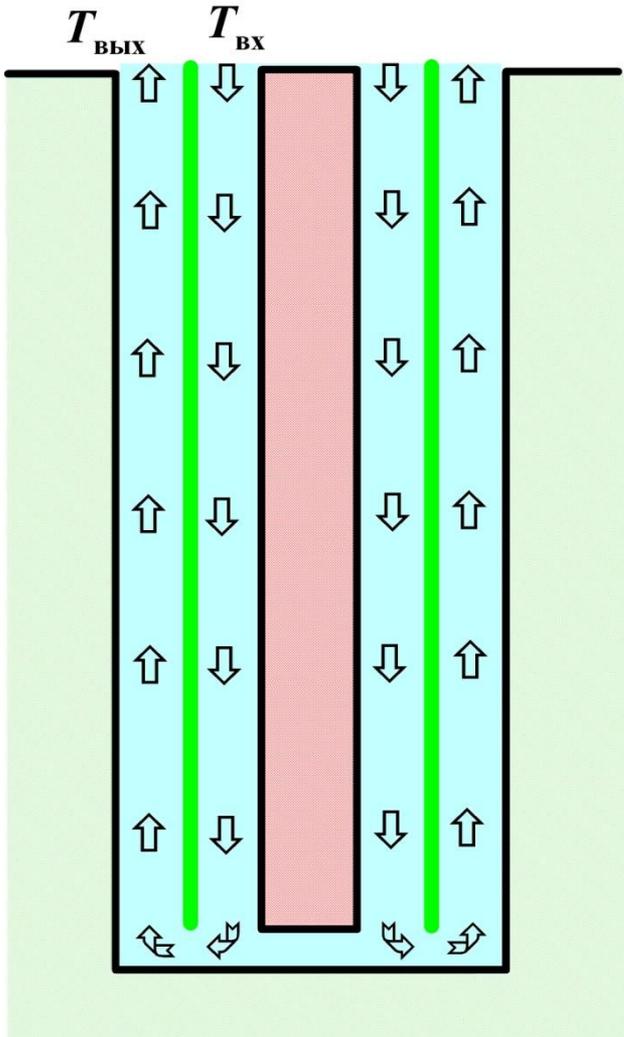
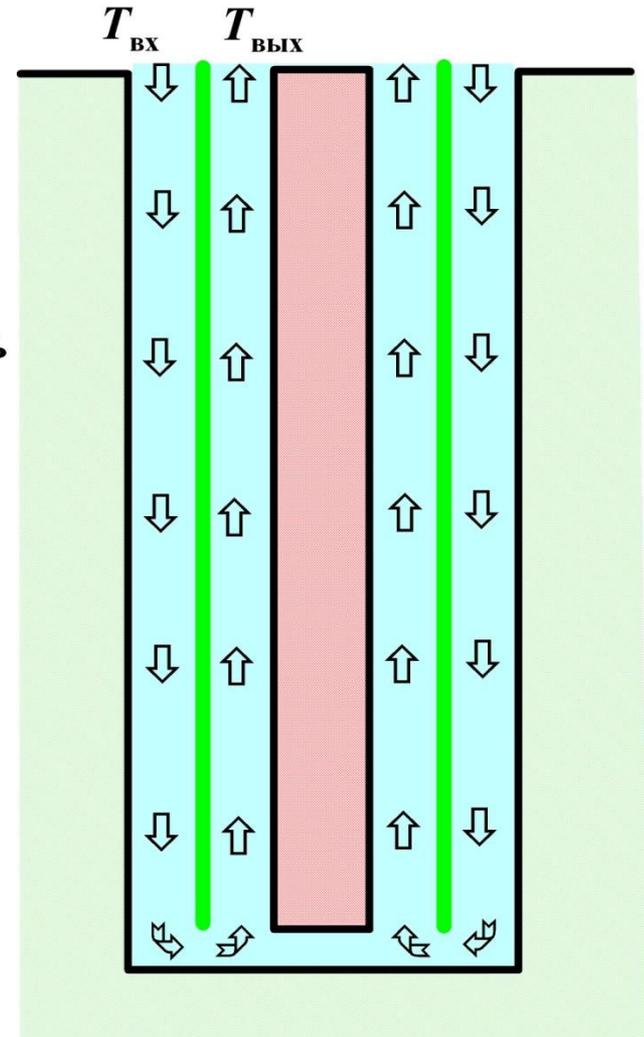
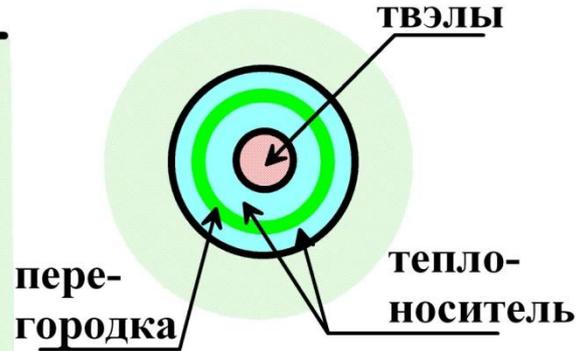


схема Б



Вид сверху

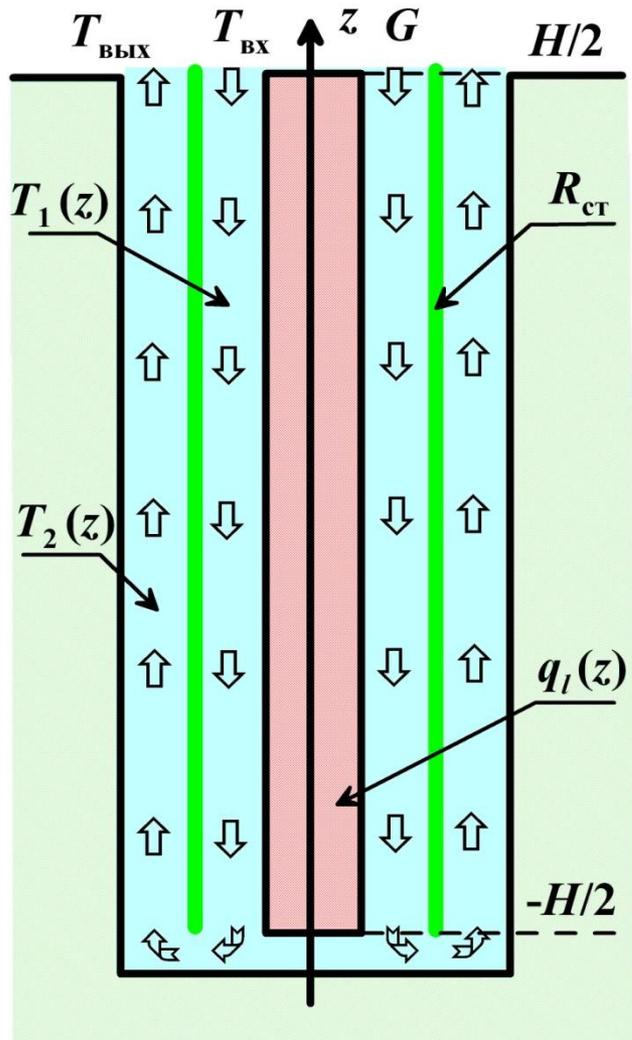


1. При одинаковой  $T_{\text{ВХ}}$  и мощности канала  $T_{\text{ВЫХ}}$  одинаковы.
2. При работе по Б более благоприятные условия по температуре для твэлов.
3. При работе по А перегородка работает на растяжение, а не на сжатие.
4. При работе по А повышают термическое сопротивление оболочки, чтобы  $T_{\text{ВЫХ}}$  была близка к температуре в точке поворота.
5. Необходимо учитывать теплообмен через перегородку.

# УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

## СХЕМА А

схема А



$$T_1(z) - T_{\text{ВХ}} = -\frac{1}{G c_p} \int_{H/2}^z q_l(\xi) d\xi -$$

$$-\frac{1}{R_{\text{ст}} G c_p} \int_{H/2}^z (T_2(\xi) - T_1(\xi)) d\xi;$$

$$T_2(z) - T_{\text{ВЫХ}} = -\frac{1}{R_{\text{ст}} G c_p} \int_{H/2}^z (T_2(\xi) - T_1(\xi)) d\xi.$$

Решается подстановкой

$$T_2(z) - T_1(z) = (T_{\text{ВЫХ}} - T_{\text{ВХ}}) + \frac{1}{G c_p} \int_{H/2}^z q_l(\xi) d\xi.$$

## РЕШЕНИЕ ДЛЯ СХЕМЫ А

$$T_1(z) - T_{\text{ВХ}} = \frac{1}{G c_p} \left\{ - \int_{H/2}^z q_l(\xi) d\xi - \frac{1}{R_{\text{СТ}}} \int_{H/2}^z \left[ (T_{\text{ВЫХ}} - T_{\text{ВХ}}) + \frac{1}{G c_p} \int_{H/2}^z q_l(\zeta) d\zeta \right] d\xi \right\};$$

$$T_2(z) - T_{\text{ВХ}} = (T_{\text{ВЫХ}} - T_{\text{ВХ}}) - \frac{1}{R_{\text{СТ}} G c_p} \int_{H/2}^z \left[ (T_{\text{ВЫХ}} - T_{\text{ВХ}}) + \frac{1}{G c_p} \int_{H/2}^z q_l(\zeta) d\zeta \right].$$

Учитывая, что  $T_{\text{ВЫХ}} - T_{\text{ВХ}} = \frac{1}{G c_p} \int_{-H/2}^{H/2} q_l(\zeta) d\zeta.$

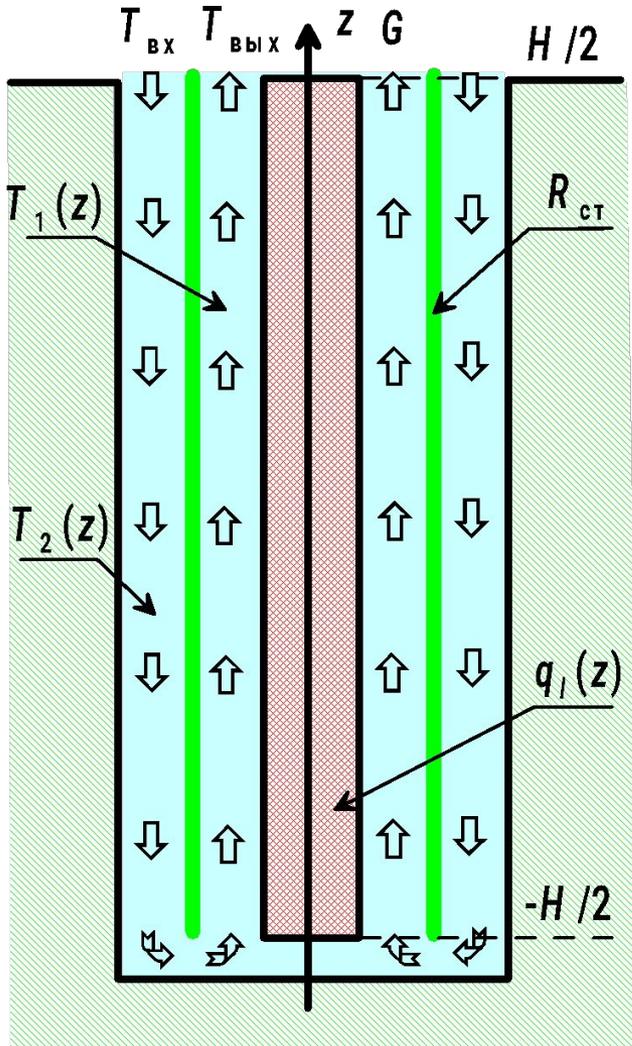
**Температура теплоносителя в точке поворота**

$$T_1\left(-\frac{H}{2}\right) - T_{\text{ВХ}} = T_2\left(-\frac{H}{2}\right) - T_{\text{ВХ}} = (T_{\text{ВЫХ}} - T_{\text{ВХ}}) \cdot \left[ 1 + \frac{H}{2R_{\text{СТ}} G c_p} \right].$$

# УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

## СХЕМА Б

схема Б



$$T_1(z) - T_{\text{ВХ}} = T_{\text{ВЫХ}} - T_{\text{ВХ}} + \frac{1}{G c_p} \int_{H/2}^z q_l(\xi) d\xi -$$

$$- \frac{1}{R_{\text{ст}} G c_p} \int_{H/2}^z (T_1(\xi) - T_2(\xi)) d\xi;$$

$$T_2(z) - T_{\text{ВЫХ}} = - \frac{1}{R_{\text{ст}} G c_p} \int_{H/2}^z (T_1(\xi) - T_2(\xi)) d\xi.$$

Решается подстановкой

$$T_1(z) - T_2(z) = (T_{\text{ВЫХ}} - T_{\text{ВХ}}) + \frac{1}{G c_p} \int_{H/2}^z q_l(\xi) d\xi.$$

## РЕШЕНИЕ ДЛЯ СХЕМЫ Б

$$T_1(z) - T_{\text{ВХ}} = T_{\text{ВЫХ}} - T_{\text{ВХ}} + \frac{1}{G c_p} \left\{ \int_{H/2}^z q_l(\xi) d\xi - \frac{1}{R_{\text{СТ}}} \int_{H/2}^z \left[ (T_{\text{ВЫХ}} - T_{\text{ВХ}}) + \frac{1}{G c_p} \int_{H/2}^z q_l(\zeta) d\zeta \right] d\xi \right\};$$

$$T_2(z) - T_{\text{ВХ}} = -\frac{1}{R_{\text{СТ}} G c_p} \int_{H/2}^z \left[ (T_{\text{ВЫХ}} - T_{\text{ВХ}}) + \frac{1}{G c_p} \int_{H/2}^z q_l(\zeta) d\zeta \right].$$

Учитывая, что  $T_{\text{ВЫХ}} - T_{\text{ВХ}} = \frac{1}{G c_p} \int_{-H/2}^{H/2} q_l(\zeta) d\zeta$ .

**Температура теплоносителя в точке поворота**

$$T_1\left(-\frac{H}{2}\right) - T_{\text{ВХ}} = T_2\left(-\frac{H}{2}\right) - T_{\text{ВХ}} = (T_{\text{ВЫХ}} - T_{\text{ВХ}}) \cdot \left[ \frac{H}{2R_{\text{СТ}} G c_p} \right].$$