

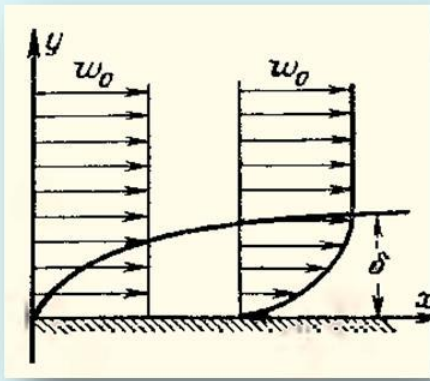
Тема 2 (2 час, лекция 1)

Лекция 7

Теплоотдача при вынужденном течении однофазной среды. Продольное обтекание плоской поверхности. Характер вынужденного неизотермического течения и теплообмена на плоской поверхности. Теплоотдача при ламинарном течении в пограничном слое, метод теоретического расчета; расчетные уравнения, полученные опытным путем. Теплоотдача при турбулентном течении в пограничном слое. Осреднение уравнений неразрывности, движения и энергии для турбулентных потоков; коэффициенты турбулентного переноса количества движения и теплоты.

Теплоотдача при вынужденном поперечном обтекании труб и пучков труб.

Течения и теплообмен при движении жидкометаллических теплоносителей. Теплоотдача при больших скоростях. Результаты решения уравнений пограничного слоя. Критериальные уравнения. Аэродинамическое нагревание.



Продольное обтекание плоской поверхности.

$$\rho = \text{const}; \quad \frac{\partial}{\partial \tau} = 0; \quad \frac{\partial}{\partial z} = 0;$$

$$\frac{\delta}{l} \rightarrow 0; \Rightarrow \frac{\partial p}{\partial y} \rightarrow 0; \quad p + \rho \frac{w_0^2}{2} = \text{const}; \quad \text{влияние } \rho \cdot g_x \text{ и } \rho \cdot g_y \rightarrow 0$$

$$\left. \begin{aligned} w_x \frac{\partial w_x}{\partial x} + w_y \frac{\partial w_x}{\partial y} &= \nu \left(\frac{\partial^2 w_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w_x}{\partial y^2} \right) - \frac{\partial p}{\partial x}; \\ w_x \frac{\partial w_y}{\partial x} + w_y \frac{\partial w_y}{\partial y} &= \nu \left(\frac{\partial^2 w_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w_y}{\partial y^2} \right) - \frac{\partial p}{\partial y}; \\ \frac{\partial w_x}{\partial x} + \frac{\partial w_y}{\partial y} &= 0 \end{aligned} \right\} \text{обтекание пластины}$$

$$\frac{\partial w_x}{\partial x} = O\left(\frac{w_0}{l}\right) \text{ из уравнения сплошности } \frac{\partial w_y}{\partial y} = O\left(\frac{w_0}{l}\right) = O\left(w_0 \frac{\delta}{l} \frac{1}{\delta}\right) = O\left(\frac{w_0 \frac{\delta}{l}}{\delta}\right)$$

$$w_y = O\left(w_0 \frac{\delta}{l}\right)$$

$$w_x \frac{\partial w_x}{\partial x} = O\left(\frac{w_0^2}{l}\right); \quad w_y \frac{\partial w_x}{\partial y} = O\left(w_0 \frac{\delta}{l} \cdot \frac{w_0}{\delta}\right) = O\left(\frac{w_0^2}{l}\right);$$

$$\frac{\left(\frac{\partial^2 w_x}{\partial x^2}\right)}{\left(\frac{\partial^2 w_x}{\partial y^2}\right)} = O\left(\frac{\frac{w_0}{l^2}}{\frac{w_0}{\delta^2}}\right) = O\left(\frac{\delta^2}{l^2}\right) \Rightarrow \frac{\partial^2 w_x}{\partial y^2} \gg \frac{\partial^2 w_x}{\partial x^2}$$

$$\underbrace{w_x \frac{\partial w_x}{\partial x}}_{O\left(\frac{w_0^2}{l}\right)} + \underbrace{w_y \frac{\partial w_x}{\partial y}}_{O\left(\frac{w_0^2}{l}\right)} = \underbrace{v \frac{\partial^2 w_x}{\partial y^2}}_{O\left(v \frac{w_0}{\delta^2}\right)} \Rightarrow O\left(\frac{w_0^2}{l}\right) = O\left(v \frac{w_0}{\delta^2}\right)$$

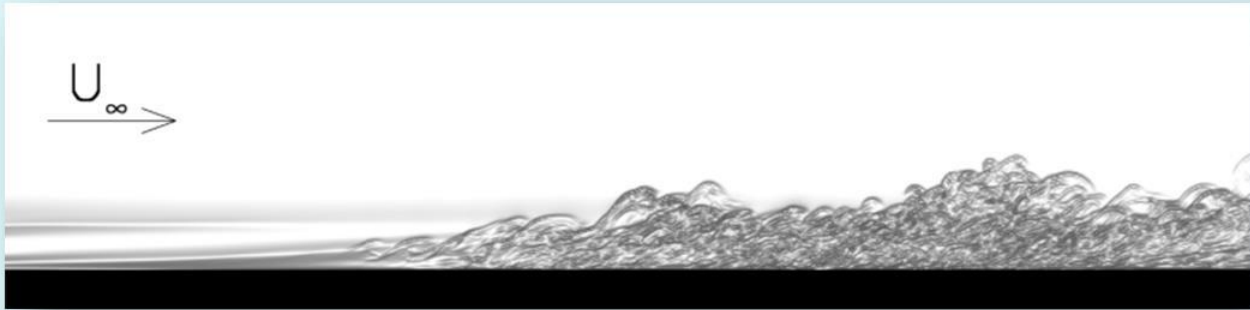
$$\frac{\delta}{l} = O\left(\frac{1}{\sqrt{\frac{w_0 l}{v}}}\right) = O\left(\frac{1}{\sqrt{\frac{w_0 l}{v}}}\right) = O\left(\frac{1}{\sqrt{\text{Re}_l}}\right)$$

$$\text{Re}_l \gg 1 \Rightarrow \frac{\delta}{l} \ll 1$$

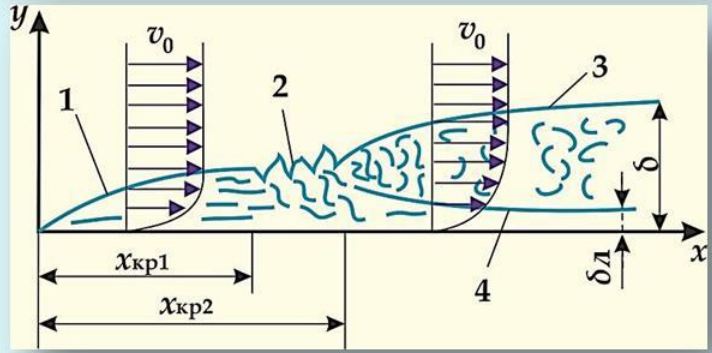
аналогично доказывается $\text{Re}_l \gg 1 \Rightarrow \frac{k}{l} \ll 1$ откуда

$$w_x \frac{\partial w_x}{\partial x} + w_y \frac{\partial w_x}{\partial y} = v \frac{\partial^2 w_x}{\partial y^2}$$

$$w_x \frac{\partial t}{\partial x} + w_y \frac{\partial t}{\partial y} = a \frac{\partial^2 t}{\partial y^2}$$



Во многих задачах:



Ж. Буссинеск (1877 г.)
 сначала гипотезу,
 далее ее развили и
 ПОТОМ

$$s_{xy} = (\mu + \mu_T) \frac{\partial w_x}{\partial y}$$

$$q_y = -(\lambda + \lambda_T) \frac{\partial t}{\partial y}$$

$$w_x \frac{\partial w_x}{\partial x} + w_y \frac{\partial w_x}{\partial y} = \nu \frac{\partial^2 w_x}{\partial y^2}$$

$$w_x \frac{\partial t}{\partial x} + w_y \frac{\partial t}{\partial y} = a \frac{\partial^2 t}{\partial y^2}$$

Интегральные уравнения пограничного слоя

$$\frac{d}{dx} \int_0^{\delta} w_x (w_0 - w_x) = \frac{s_c}{\rho} \quad - \quad \text{Т.Карманом (1921 г.)}$$

$$\frac{d}{dx} \int_0^k w_x (t_0 - t) = \frac{q_c}{\rho c_p} \quad - \quad \text{Г.Н. Кружилиным (1936 г.)}$$

Теплоотдача при ламинарном пограничном слое

$$w_x = a + by + cy^2 + dy^3$$

$$w_x|_{y=0} = 0; \quad \left. \frac{\partial^2 w_x}{\partial y^2} \right|_{y=0} = 0;$$

$$w_x|_{y=\delta} = w_0; \quad \left. \frac{\partial w_x}{\partial y} \right|_{y=\delta} = 0.$$

$$\frac{w_x}{w_0} = \frac{3}{2} \left(\frac{y}{\delta} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{y}{\delta} \right)^3$$

из интегрального уравнения импульсов

$$\frac{\delta}{x} = \frac{4.62}{\sqrt{\text{Re}_x}}$$

из анализа
интегральных
уравнений:

$$\frac{k}{\delta} = \frac{1}{\sqrt[3]{\text{Pr}}}$$

$$k = \frac{4.62x}{\sqrt{\text{Re}_x} \sqrt[3]{\text{Pr}}}$$

$$\theta = t - t_c; \quad \theta_0 = t_0 - t_c;$$

$$\theta|_{y=0} = 0; \quad \left. \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} \right|_{y=0} = 0;$$

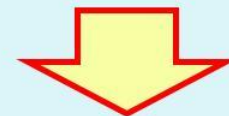
$$\theta|_{y=k} = \theta_0; \quad \left. \frac{\partial \theta}{\partial y} \right|_{y=k} = 0.$$

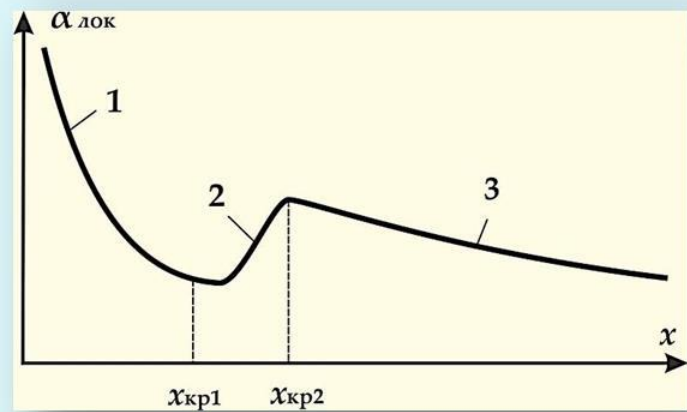
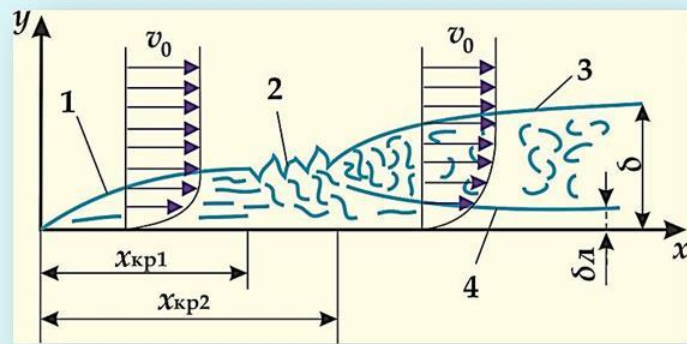
из интегрального уравнения

$$\frac{\theta}{\theta_0} = \frac{3}{2} \left(\frac{y}{k} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{y}{k} \right)^3$$

$$\left. \frac{\partial \theta}{\partial y} \right|_{y=0} = \frac{1.5\theta_0}{k}$$

$$\alpha = \frac{\lambda}{\theta_0} \left. \frac{\partial \theta}{\partial y} \right|_{y=0} = \frac{1.5\lambda}{k}$$





$$Re_{x_{кр1}} \approx 10^4$$

$$Re_{x_{кр2}} \approx 4 \cdot 10^6$$

Теоретическая: $Nu_{жx} = 0.33 Re_{жx}^{0.5} Pr_{ж}^{0.33}$

Во многих задачах необходимы средние значения

$$\bar{\alpha} = \frac{\overline{|q_c|}}{|\theta_0|}$$

$$\bar{\alpha} = \frac{\frac{1}{l} \int_0^l \alpha_x \theta_0 dx}{\frac{1}{l} \int_0^l \theta_0 dx}$$

$$|\theta_0| = \frac{|\theta_0|_{\max} - |\theta_0|_{\min}}{\ln \frac{|\theta_0|_{\max}}{|\theta_0|_{\min}}}$$

$$t_c = const$$

$$\bar{\alpha} = 2\alpha_l$$

$$q_c = const$$

$$\bar{\alpha} = 1.5\alpha_l$$

$$\theta_0(x) = Ax$$

$$\bar{\alpha} = \frac{4}{3}\alpha_l$$

Михеев и др.:

$$Nu_{жx} = 0.0296 Re_{жx}^{0.8} Pr_{ж}^{0.43} \left(\frac{Pr_{ж}}{Pr_c} \right)^{0.25}$$

$$\overline{Nu}_{жl} = 0.037 Re_{жl}^{0.8} Pr_{ж}^{0.43} \left(\frac{Pr_{ж}}{Pr_c} \right)^{0.25}$$

В расчетах чаще всего:

$$\text{Re}_{\text{ж}l} \leq 5 \cdot 10^5 \quad \frac{\delta}{x} = \frac{4.64}{\text{Re}_{\text{ж}x}^{0.5}}$$

$$t_c = \text{const}: \text{Nu}_{\text{ж}x} = 0.332 \cdot \text{Re}_{\text{ж}x}^{0.5} \text{Pr}_{\text{ж}}^{0.33} \cdot \left(\frac{\text{Pr}_{\text{ж}}}{\text{Pr}_c} \right)^{0.25}; \quad \overline{\text{Nu}}_{\text{ж}l} = 0.664 \text{Re}_{\text{ж}l}^{0.5} \text{Pr}_{\text{ж}}^{0.33} \cdot \left(\frac{\text{Pr}_{\text{ж}}}{\text{Pr}_c} \right)^{0.25}$$

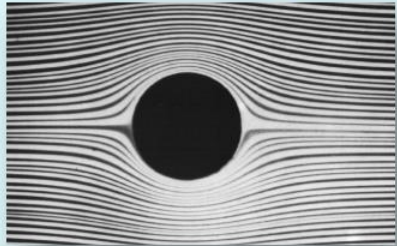
$$q_c = \text{const}: \text{Nu}_{\text{ж}x} = 0.46 \cdot \text{Re}_{\text{ж}x}^{0.5} \text{Pr}_{\text{ж}}^{0.33} \cdot \left(\frac{\text{Pr}_{\text{ж}}}{\text{Pr}_c} \right)^{0.25}; \quad \overline{\text{Nu}}_{\text{ж}l} = 0.69 \cdot \text{Re}_{\text{ж}l}^{0.5} \text{Pr}_{\text{ж}}^{0.33} \cdot \left(\frac{\text{Pr}_{\text{ж}}}{\text{Pr}_c} \right)^{0.25}$$

$$\text{Re}_{\text{ж}l} > 5 \cdot 10^5 \quad \frac{\delta}{x} = \frac{0.376}{\text{Re}_{\text{ж}x}^{0.2}}$$

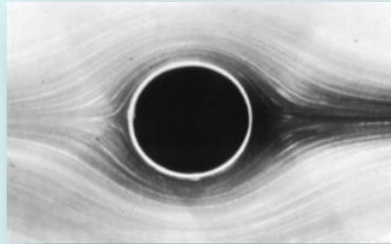
$$\text{Nu}_{\text{ж}x} = 0.0296 \text{Re}_{\text{ж}x}^{0.8} \text{Pr}_{\text{ж}}^{0.43} \cdot \left(\frac{\text{Pr}_{\text{ж}}}{\text{Pr}_c} \right)^{0.25}; \quad \overline{\text{Nu}}_{\text{ж}l} = 0.037 \text{Re}_{\text{ж}l}^{0.8} \text{Pr}_{\text{ж}}^{0.43} \cdot \left(\frac{\text{Pr}_{\text{ж}}}{\text{Pr}_c} \right)^{0.25}$$

Теплоотдача при вынужденном омывании труб и пучков труб поперечным потоком жидкости

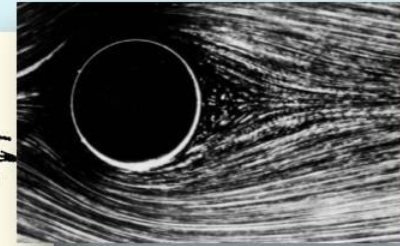
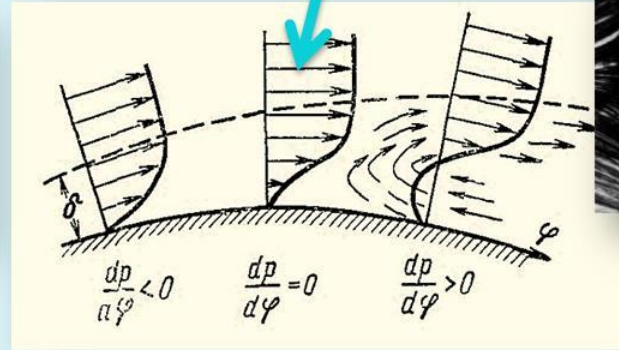
Ползущее $Re_d \ll 1$



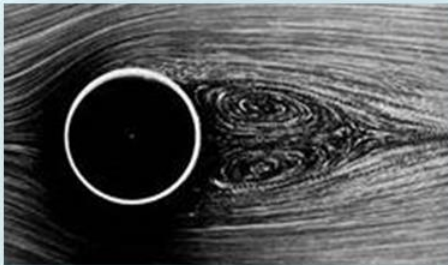
Ламинарное $Re_d < 5$



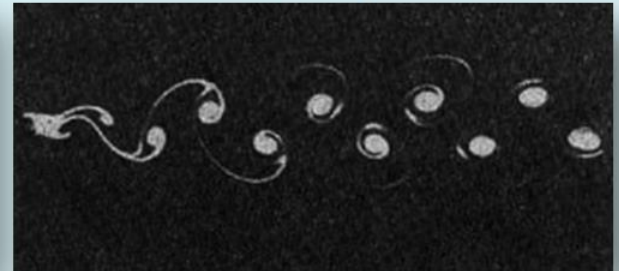
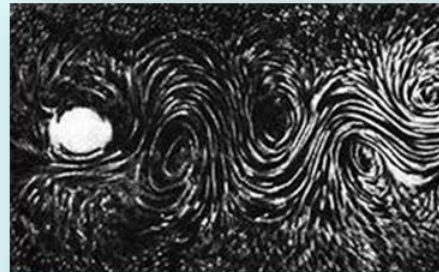
Зарождение вихрей $Re_d > 5$
 $\varphi = 85^\circ \div 90^\circ$



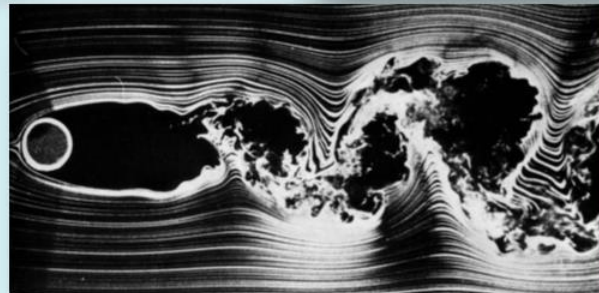
Рост вихрей
 (симметричная картина)



Рост и регулярный отрыв вихрей – «Вихревая доржка Кармана». Частота отрыва растет до $Re_d \approx 10^3$ и постоянная при $Re_d \approx 10^3 \div 2 \cdot 10^5$



Увеличение беспорядка
 и переход к развитому
 турбулентному течению
 $Re_d > (1 \div 5) \cdot 10^5$



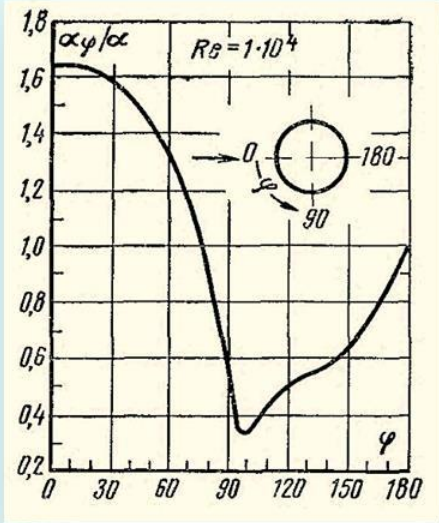
Теоретическое значение для лобовой точки
(Г.Н. Кружилин):

$$Nu_d|_{\varphi=0} = 1.04 \cdot Re_d^{0.5} Pr^{1/3}$$

Теплоотдача при $q_c = const$ примерно на 15%÷20%
больше, чем при $t_c = const$.

В расчетах принимается:

$$d_{\text{ЭКВ}} = \frac{4S}{\Pi}$$



$$5 < Re_{jd} < 40$$

$$\overline{Nu}_{jd} = 0.76 Re_{jd}^{0.4} Pr_{ж}^{0.37} \left(\frac{Pr_{ж}}{Pr_c} \right)^{0.25} \varepsilon_q$$

$$40 < Re_{jd} < 10^3$$

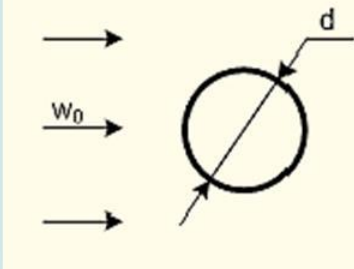
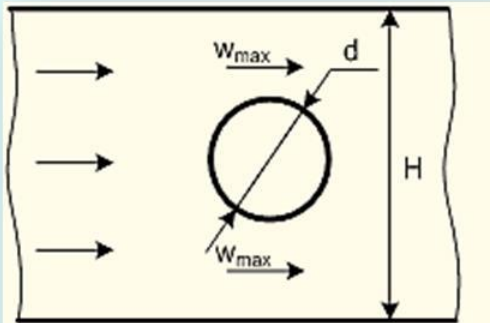
$$\overline{Nu}_{jd} = 0.5 Re_{jd}^{0.5} Pr_{ж}^{0.38} \left(\frac{Pr_{ж}}{Pr_c} \right)^{0.25} \varepsilon_q$$

$$10^3 < Re_{jd} < 2 \cdot 10^5$$

$$\overline{Nu}_{jd} = 0.25 Re_{jd}^{0.6} Pr_{ж}^{0.38} \left(\frac{Pr_{ж}}{Pr_c} \right)^{0.25} \varepsilon_q$$

$$Re_{jd} = 3 \cdot 10^5 \div 3 \cdot 10^6$$

$$\overline{Nu}_{jd} = 0.023 \cdot Re_{jd}^{0.8} Pr_{ж}^{0.37} \left(\frac{Pr_{ж}}{Pr_c} \right)^{0.25} \varepsilon_q$$

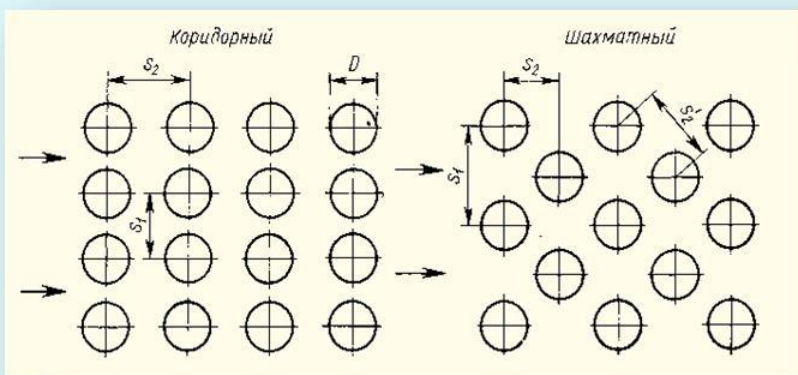


Теплоотдача с
учетом сужения

$$\varepsilon_q = \left[1 - \left(\frac{d}{H} \right)^2 \right]^{0.8}$$

Теплоотдача при
натекании под углом ψ

$$\overline{\alpha}_{\psi} = \overline{\alpha}_{\psi=90^\circ} \cdot (1 - 0.54 \cos^2 \psi)$$

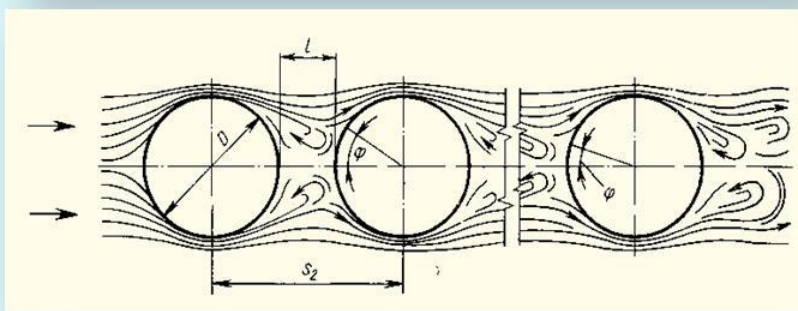


Теплоотдача при омывании шахматных или коридорных пучков труб поперечным потоком жидкости

$$\bar{t}_{ж} = 0.5 \cdot (t_{ж,вх.} + t_{ж,вых.})$$

$Re_{жд}$ - по w_{max} в самом узком сечении

$$10^3 < Re_{жд} < 2 \cdot 10^5$$



$$\overline{Nu}_{жд} = C \cdot Re_{жд}^n \cdot Pr_{ж}^{1/3} \left(\frac{Pr_{ж}}{Pr_c} \right)^{0.25} \cdot \varepsilon_i \cdot \varepsilon_s \cdot \varepsilon_{\psi}$$

при коридорном расположении $C = 0.26, n = 0.65$

$$\frac{s_1}{s_2} < 2 \Rightarrow \varepsilon_s = \left(\frac{s_1}{s_2} \right)^{1/6};$$

$$\varepsilon_{i \geq 3} = 1$$

$$\varepsilon_1 = 0.6$$

$$\frac{s_1}{s_2} \geq 2 \Rightarrow \varepsilon_s = 1.12.$$

$$\varepsilon_2 = 0.7$$

при шахматном расположении $C = 0.41, n = 0.60$

$$\varepsilon_s = \left(\frac{s_2}{d} \right)^{-0.15}$$

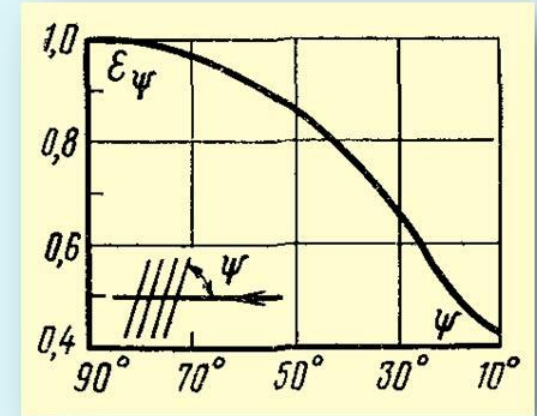
$$\varepsilon_{i \geq 3} = 1$$

$$\varepsilon_1 = 0.6$$

$$\varepsilon_2 = 0.7$$

$$\text{Re}_{\text{жд}} > 2 \cdot 10^5 \quad \overline{\text{Nu}}_{\text{жд}} = 0.021 \cdot \text{Re}_{\text{жд}}^{0.84} \text{Pr}_{\text{ж}}^{0.36} \left(\frac{\text{Pr}_{\text{ж}}}{\text{Pr}_{\text{с}}} \right)^{0.25}$$

ψ°	90	80	70	60	50	40	30	20	10
ε_ψ	1.0	1.0	0.98	0.94	0.88	0.78	0.67	0.52	0.42



$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i F_i}{\sum_{i=1}^n F_i} \quad \text{усреднение по поверхности } i \text{ - ряды}$$

Если трубы одинаковые ($F_i = \text{const}$)

$$\bar{\alpha} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + (n-2) \cdot \alpha_3}{n}$$

Теплоотдача жидких металлов ($Pr \ll 1$)

Главная особенность – совместное влияние теплопроводности и конвекции

Типичные зависимости для инженерных расчетов

Свободная конвекция

$$\overline{Nu}_m = c Gr_m^n Pr_m^{0.4}$$

$$Gr_m = 10^2 \div 10^9 \quad c = 0.52; \quad n = 0.25;$$

$$Gr_m = 10^9 \div 10^{13} \quad c = 0.106; \quad n = 0.33;$$

$$t_m = 0.5(t_c + t_{ж})$$

Вынужденная
Конвекция в трубах

$$\overline{Nu}_{jd} = 4.36 + 0.025 \cdot Pe_{jd}^{0.8}$$

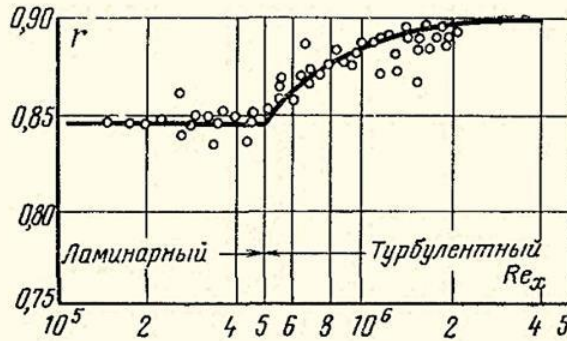
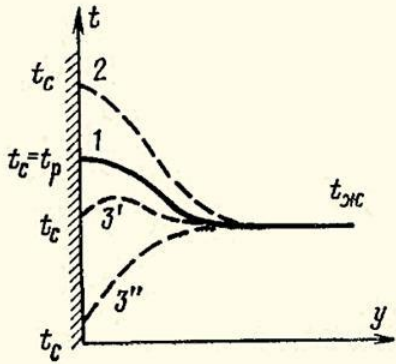
Поперечное обтекание
пучков труб

$$\overline{Nu}_{jd} = Pe_{jd}^{0.5}$$

Теплообмен при высоких скоростях потока

Диссипация энергии с выделением теплоты вблизи поверхности.

Зависимость плотности и температуры потока от скорости (числа Маха – Майевского).



Распределение температуры в п. слое
 1 - адиабатическая стенка
 2 - греющая стенка
 3 - охлаждающая стенка

$$t_p = t_{ж} + r \frac{w^2}{2c_p}$$

Pr	0,6	0,7	0,8	1,0	7	15	100	1000
r	0,77	0,835	0,895	1,00	2,515	3,535	6,70	12,9

$$r = 1 + \left(\frac{w_{\text{ламинарного подслоя}}}{w_{\text{ядра потока}}} \right)^2 \frac{\text{Pr} - 1}{\text{Pr}^{2/3}}$$

Типичные зависимости для инженерных расчетов
 (А.С. Сукомел, В.М. Мухин, В.И. Величко).

$$\overline{\text{Nu}}_{Гd} = 0.021 \cdot \text{Re}_{Гd}^{0.84} \text{Pr}_{Г}^{0.43} \left(\frac{T_{Гr}}{T_0} \right)^{0.42} \quad \text{— внутри трубы}$$

$$\overline{\text{Nu}}_{Гd} = 0.0296 \cdot \text{Re}_{Гd}^{0.8} \text{Pr}_{Г}^{0.43} \left(\frac{T_{Гr}}{T_0} \right)^{0.38} \quad \text{— вдоль поверхности}$$

$$\frac{T_{Гr}}{T_0} = \frac{1 + r \frac{k-1}{2} M^2}{1 + \frac{k-1}{2} M^2}$$

Физические свойства сухого воздуха при $B = 760$ мм рт.ст.

$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$c_p, \text{кДж/(кг}\cdot\text{K)}$	$\lambda \cdot 10^2, \text{Вт/(м}\cdot\text{K)}$	$a \cdot 10^6, \text{м}^2/\text{с}$	$\mu \cdot 10^6, \text{Н}\cdot\text{с/м}^2$	$\nu \cdot 10^6, \text{м}^2/\text{с}$	Pr
-50	1,584	1,013	2,04	12,7	14,6	9,23	0,728
-40	1,515	1,013	2,12	13,8	15,2	10,04	0,728
-30	1,453	1,013	2,20	14,9	15,7	10,80	0,723
-20	1,395	1,009	2,28	16,2	16,2	12,79	0,716
-10	1,342	1,009	2,36	17,4	16,7	12,43	0,712
0	1,293	1,005	2,44	18,8	17,2	13,28	0,707
10	1,247	1,005	2,51	20,0	17,6	14,16	0,705
20	1,205	1,005	2,59	21,4	18,1	15,06	0,703
30	1,165	1,005	2,67	22,9	18,6	16,00	0,701
40	1,128	1,005	2,76	24,3	19,1	16,96	0,699
50	1,093	1,005	2,83	25,7	19,6	17,95	0,698
60	1,060	1,005	2,90	27,2	20,1	18,97	0,696
70	1,029	1,009	2,96	28,6	20,6	20,02	0,694
80	1,000	1,009	3,05	30,2	21,1	21,09	0,692
90	0,972	1,009	3,13	31,9	21,5	22,10	0,690
100	0,946	1,009	3,21	33,6	21,9	23,13	0,688
120	0,898	1,009	3,34	36,8	22,8	25,45	0,686
140	0,854	1,013	3,49	40,3	23,7	27,80	0,684
160	0,815	1,017	3,64	43,9	24,5	30,09	0,682
180	0,779	1,022	3,78	47,5	25,3	32,49	0,681
200	0,746	1,026	3,93	51,4	26,0	34,85	0,680
250	0,674	1,038	4,27	61,0	27,4	40,61	0,677
300	0,615	1,047	4,60	71,6	29,7	48,33	0,674
350	0,566	1,059	4,91	81,9	31,4	55,46	0,676
400	0,524	1,068	5,21	93,1	33,0	63,09	0,678
500	0,456	1,093	5,74	115,3	36,2	79,38	0,687
600	0,404	1,114	6,22	138,3	39,1	96,89	0,699
700	0,362	1,135	6,71	163,4	41,8	115,4	0,706
800	0,329	1,155	7,18	188,8	44,3	134,8	0,713
900	0,301	1,172	7,63	216,2	46,7	155,1	0,717
1000	0,277	1,185	8,07	245,9	49,0	177,1	0,719
1100	0,257	1,197	8,50	276,2	51,2	199,3	0,722
1200	0,239	1,210	9,15	316,5	53,5	233,7	0,724

Физические свойства воды на линии насыщения

t °C	p бар	ρ кг/м ³	h $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	c_p $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$	λ , $\frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$	$a\cdot 10^8$ м ² /с	$\mu\cdot 10^6$ Па·с	$\nu\cdot 10^6$ м ² /с	$\beta\cdot 10^4$ К ⁻¹	$\sigma\cdot 10^4$ Н/м	Pr
10	0,0123	999,7	41,99	4,193	0,586	14,0	1299,2	1,300	0,70	744	9,3
20	0,0234	998,3	83,86	4,182	0,602	14,4	1001,5	1,003	1,82	729	6,96
30	0,0424	995,8	125,66	4,179	0,617	14,8	797,0	0,800	3,21	712	5,40
40	0,0737	992,3	167,45	4,179	0,630	15,2	651,3	0,656	3,87	695	4,32
50	0,123	988,0	209,26	4,181	0,643	15,6	544,0	0,551	4,49	678	3,54
60	0,199	983,2	251,09	4,185	0,653	15,9	463,0	0,471	5,11	661	2,97
70	0,312	977,7	292,97	4,190	0,662	16,2	400,5	0,410	5,70	644	2,54
80	0,474	971,6	334,92	4,197	0,669	16,4	351,0	0,361	6,32	627	2,20
90	0,701	965,2	376,94	4,205	0,675	16,6	311,3	0,322	6,95	609	1,94
100	1,013	958,1	419,06	4,216	0,680	16,8	279,0	0,291	7,52	590	1,73
110	1,433	950,7	461,3	4,229	0,683	17,0	252,2	0,265	8,08	570	1,56
120	1,985	942,7	503,7	4,245	0,685	17,1	230,0	0,244	8,64	550	1,43
130	2,701	934,6	546,3	4,263	0,687	17,2	211,0	0,226	9,19	529	1,31
140	3,614	925,8	589,1	4,285	0,687	17,3	195,0	0,211	9,72	508	1,22
150	4,760	916,8	632,2	4,310	0,686	17,4	181,0	0,197	10,3	487	1,14
160	6,180	907,3	675,5	4,339	0,684	17,4	169,0	0,186	10,7	466	1,07
170	7,920	897,3	719,1	4,371	0,681	17,4	158,5	0,177	11,3	444	1,02
180	10,03	886,9	763,1	4,408	0,676	17,3	149,3	0,168	11,9	422	0,97
190	12,55	876,0	807,5	4,449	0,671	17,2	141,2	0,161	12,6	400	0,94
200	15,55	864,7	852,4	4,497	0,664	17,1	133,8	0,155	13,3	378	0,91