

Индивидуальное задание №5
по курсу «Гидродинамика и теплообмен»

Обтекание тел

Вариант 1

1 Участок поляры профиля крыла самолета описывается уравнением $C_y = 1,75 / (C_x - 2,15)$. Угол атаки профиля, выраженный в радианах, связан с коэффициентом подъемной силы с зависимостью $\alpha = 1,1142 C_y$. Определить оптимальный угол атаки (соответствующий максимальному аэродинамическому качеству $k = C_y / C_x$) и площадь крыла самолета массой 10 т, летящего со скоростью 216 км/ч. Параметры воздуха $p = 0,8 \cdot 10^5$ Па, $t = 10^\circ\text{C}$.

2 По условию предыдущей задачи определить величину средней циркуляции скорости по контуру профиля крыла самолета.

3 Воздушный шар диаметром 10 м поднимается спокойном воздухе со скоростью 10 м/с. Температура воздуха $21,5^\circ\text{C}$ и давление 760 мм рт. ст. Определить силу сопротивления воздуха.

4 Определить необходимую скорость газов в дымовой трубе электростанции, при которой шарообразные частицы золы диаметром $d_{\text{ч}} = 3$ мм и плотностью $\rho_{\text{ч}} = 2000$ кг/м³ будут транспортироваться потоком. Плотность потока $\rho_{\text{г}} = 0,67$ кг/м³, кинематическая вязкость $\nu_{\text{г}} = 42 \cdot 10^{-6}$ м²/с. Считать, что надежное транспортирование обеспечивается, если скорость газов на 20 % превышает скорость осаждения. Коэффициент лобового сопротивления $C_x = 13 / \sqrt{Re}$.

Вариант 2

1 Участок поляры профиля крыла самолета описывается уравнением $C_y = 1,75 / (C_x - 2,15)$. Угол атаки профиля, выраженный в радианах, связан с коэффициентом подъемной силы с зависимостью $\alpha = 1,1142 C_y$. Определить оптимальный угол атаки (соответствующий максимальному аэродинамическому качеству $k = C_y / C_x$) и мощность двигателя самолета, летящего со скоростью 216 км/ч. Площадь крыльев 30 м^2 , площадь миделевого сечения фюзеляжа $S_\phi = 4 \text{ м}^2$, коэффициент лобового сопротивления фюзеляжа $C_{x\phi} = 0,1$. Параметры воздуха $p = 0,8 \cdot 10^5 \text{ Па}$, $t = 10^\circ\text{C}$.

2 Определить силу, действующую на круглый цилиндр диаметром $d = 0,5 \text{ м}$ и длиной $l = 4 \text{ м}$ при обтекании его горизонтальным прямолинейно-поступательным потоком воды со скоростью $v = 5 \text{ м/с}$ и циркуляцией $\Gamma = 2\pi \text{ м}^2/\text{с}$.

3 Воздушный шар диаметром 10 м поднимается спокойном воздухе с постоянной скоростью. Температура воздуха $21,5^\circ\text{C}$ и давление 760 мм рт. ст. Определить скорость шара, если сила сопротивления воздуха равна $67,5 \text{ кГ}$.

4 При недостатке воды на электростанциях используется система гидрозолоудаления с золоотстойником, в котором происходит выпадение твердых частиц и осветление воды для повторного ее пользования. Определить время осветления, если высота отстойника 3 м , минимальный диаметр частиц золы сферической формы $0,1 \text{ мм}$, их плотность 2000 кг/м^3 . Температура воды в отстойнике $t = 20^\circ\text{C}$. Коэффициент лобового сопротивления $C_x = 24 / Re$.

Вариант 3

1 Определить необходимое аэродинамическое качество $k = C_y / C_x$ профиля крыльев самолета массой 29 т при скорости полета 800 км/ч, если площадь миделевого сечения фюзеляжа $S_{\phi} = 4$ м, коэффициент лобового сопротивления фюзеляжа $C_{x\phi} = 0,1$, параметры воздуха стандартные, мощность двигателя 7500 кВт и КПД двигателя 0,8.

2 По условию предыдущей задачи определить величину средней циркуляции скорости по контуру профиля крыла самолета.

3 Боковой ветер, имеющий скорость 20 м/сек, обтекает вертикальную цилиндрическую дымовую трубу диаметром 800 мм, высотой 25 м. Определить силу, опрокидывающую трубу, если температура воздуха равна 7°C и давление 740 мм рт. ст.

4 Определить время пребывания угольной частицы диаметром $d_{\text{ч}} = 0,5$ мм в вертикальной трубе-сушилке высотой $H = 20$ м, если параметры восходящего воздушного потока $v_{\text{г}} = 75$ м/с, $t_{\text{г}} = 300^{\circ}\text{C}$ и $p = 9,5 \cdot 10^4$ Па, а плотность частицы $\rho_{\text{ч}} = 1500$ кг/м³. Коэффициент лобового сопротивления $c_x = 0,5$. Временем достижения предельной скорости частицы пренебречь.

Вариант 4

1 Определить скорость самолета массой 29 т, если при аэродинамическом качестве $k = C_y/C_x = 20$, мощность двигателя при КПД $\eta = 0,8$ равна 7500 кВт. Площадь миделевого сечения фюзеляжа $S_\phi = 4$ м, коэффициент лобового сопротивления фюзеляжа $C_{x\phi} = 0,1$, параметры воздуха стандартные,

2 По условию предыдущей задачи определить величину средней циркуляции скорости по контуру профиля крыла самолета.

3 Боковой ветер обтекает вертикальную цилиндрическую дымовую трубу диаметром 800 мм, высотой 25 м. Определить скорость ветра, если сила, опрокидывающая трубу, равна 475 кГ, температура воздуха равна 7°C и давление 740 мм рт. ст.

4 В вертикальной трубе диаметром $d = 1$ м движется восходящий поток воды со скоростью $v = 2,5$ м/с. Определить максимальный диаметр шара удельного веса 2000 кг/м³, который будет увлекаться потоком воды.

Вариант 5

1 Определить угол атаки α и площадь крыльев самолета массой 29 т при скорости полета 800 км/ч, если площадь миделевого сечения фюзеляжа $S_{\phi} = 4$ м, коэффициент лобового сопротивления фюзеляжа $C_{x\phi} = 0,1$, параметры воздуха стандартные, мощность двигателя 7500 кВт и КПД двигателя 0,8. Угол атаки $\alpha = 1 / (0,02k^2 + 0,5k + 7)$, где $k = C_y / C_x$ – аэродинамическое качество профиля крыльев самолета, и $\alpha = 0,333C_y$.

2 По условию предыдущей задачи определить величину средней циркуляции скорости по контуру профиля крыла самолета.

3 Цилиндр диаметром 10 см находится в потоке нефти ($t = 30^\circ\text{C}$). Скорость потока 10 м/с. Определите силу лобового сопротивления на единицу длины цилиндра.

4 Определить скорость глинистого раствора удельного веса $1,4 \text{ т/м}^3$ и вязкостью $\nu = 4$ стокса, которая обеспечивала бы вынос измельченной породы. Крупинки породы имеют максимальный размер 3 см в поперечнике, удельный вес породы $2,1 \text{ т/м}^3$. При решении коэффициент лобового сопротивления определить по формуле $C_x = 5 / \sqrt{Re}$.

Вариант 6

1 Определить мощность двигателя, необходимую для обеспечения скорости движения катера 20 км/ч, если площади миделевых сечений подводной и надводной частей $S_{\text{п}} = 4 \text{ м}^2$ и $S_{\text{н}} = 2 \text{ м}^2$, коэффициенты лобового сопротивления: $C_{\text{хп}} = 0,2$, $C_{\text{хн}} = 0,7$; КПД двигателя равен 0,8.

2 Определить величину средней циркуляции скорости по контуру профиля крыла самолета, летящего горизонтально на высоте 8000 м, вес самолета $mg = 588000 \text{ Н}$, скорость $v = 828 \text{ км/ч}$, длина крыла $l = 32 \text{ м}$, длины хорды (ширина) крыла $b = 3 \text{ м}$.

3 Шар диаметром 10 см находится в потоке нефти ($t = 30^\circ\text{C}$). Скорость потока 10 м/с. Определите силу лобового сопротивления.

4 Алюминиевый шарик диаметром $d = 3 \text{ мм}$ падает в масле с постоянной скоростью $v = 3 \text{ см/с}$. Определить вязкость масла, плотность которого $0,88 \text{ г/см}^3$.

Вариант 7

1 Определить скорость катера, если мощность двигателя 90 кВт, КПД двигателя равен 0,8 площади миделевых сечений подводной и надводной частей $S_{\text{п}} = 4 \text{ м}^2$ и $S_{\text{н}} = 2 \text{ м}^2$, а коэффициенты лобового сопротивления: $C_{\text{хп}} = 0,2$, $C_{\text{хн}} = 0,7$.

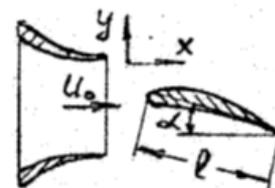
2 Круговой цилиндр радиусом $R = 0,5 \text{ м}$, вращающийся с угловой скоростью $\omega = 20 \text{ 1/с}$, находится в воздушном потоке, скорость которого на бесконечности $v_0 = 50 \text{ м/с}$. Определите коэффициент подъемной силы и силу, действующую на единицу длины цилиндра.

3 Цилиндр диаметром 25 см находится в потоке керосина ($t = 20^\circ\text{C}$). Скорость потока 3 м/с. Определите силу лобового сопротивления на единицу длины цилиндра.

4 Алюминиевый шарик диаметром $d = 3 \text{ мм}$ падает в масле с постоянной скоростью. Определить эту скорость, если вязкость масла $\nu = 3,4 \text{ см}^2/\text{с}$, а плотность масла $\rho = 0,88 \text{ г/см}^3$. Коэффициент лобового сопротивления шарика $C_x = 24 / Re$.

Вариант 8

1 Продувка в аэродинамической трубе крылового профиля ($l = 0,25$ м) дала следующие значения коэффициентов подъемной силы C_y и лобового сопротивления C_x при $Re = 10^6$ и разных углах атаки α :



α , град	0	1	2	3	4	5	6	7	8
C_y	0,48	0,58	0,68	0,77	0,85	0,92	0,97	1,01	1,02
$100C_x$	0,9	1	1,2	1,4	1,6	2	2,5	4	8

Выяснить, какие силы (в расчете на единицу длины профиля) измерялись при угле атаки $\alpha = 4^\circ$. Температура воздуха 20°C , давление вдали от модели $p_0 = 100$ кПа. Коэффициент вязкости $\nu = 1,5$ см²/с.

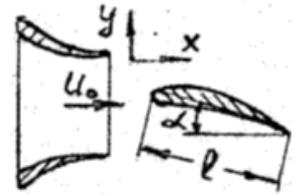
2 Определите среднюю циркулирующую скорости по контуру профиля крыла летательного аппарата весом $G = 25 \cdot 10^4$ Н, совершающего горизонтальный полет со скоростью $v_0 = 200$ м/с на высоте $H = 10$ км. Размах крыла $l = 30$ м.

3 Шар диаметром 25 см находится в потоке керосина ($t = 20^\circ\text{C}$). Скорость потока 3 м/с. Определите силу лобового сопротивления.

4 Вычислить скорость равномерного падения стального шарика диаметром 4 мм в турбинном масле ($\rho = 870$ кг/м³). С какой скоростью будет падать тот же шарик в воде? Температура жидкостей 30°C . Коэффициент лобового сопротивления шарика $C_x = 36 / Re$.

Вариант 9

1 Продувка в аэродинамической трубе крылового профиля ($l = 0,25$ м) дала следующие значения коэффициентов подъемной силы C_y и лобового сопротивления C_x при $Re = 10^6$ и разных углах атаки α :



α , град	0	1	2	3	4	5	6	7	8
C_y	0,48	0,58	0,68	0,77	0,85	0,92	0,97	1,01	1,02
$100C_x$	0,9	1	1,2	1,4	1,6	2	2,5	4	8

Выяснить, при каком угле атаки качество профиля $k = C_y / C_x$ было наиболее высоким. Температура воздуха 20°C , давление вдали от модели $p_0 = 100$ кПа. Коэффициент вязкости $\nu = 1,5 \text{ см}^2/\text{с}$.

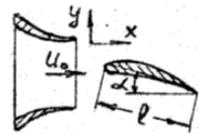
2 По условию предыдущей задачи определить величину средней циркуляции скорости по контуру крылового профиля.

3 Цилиндр диаметром 5 см находится в потоке бензина ($t = 50^\circ\text{C}$). Скорость потока 5 м/с. Определите силу лобового сопротивления на единицу длины цилиндра.

4 Определить скорость витания шарообразных частиц ($\rho_{\text{ч}} = 2000 \text{ кг/м}^3$) диаметром $d_1 = 0,4$ мм ($C_x = 36/Re$) и $d_2 = 10$ мм ($C_x = 0,41$) в воде при температуре $t = 25^\circ\text{C}$.

Вариант 10

1 Продувка в аэродинамической трубе профиля лопасти осевого насоса дала следующие значения коэффициентов подъемной силы C_y и лобового сопротивления C_x при $Re = 10^6$ и разных углах атаки α :



α , град	0	1	2	3	4	5	6	7	8
C_y	0,48	0,58	0,68	0,77	0,85	0,92	0,97	1,01	1,02
$100C_x$	0,9	1	1,2	1,4	1,6	2	2,5	4	8

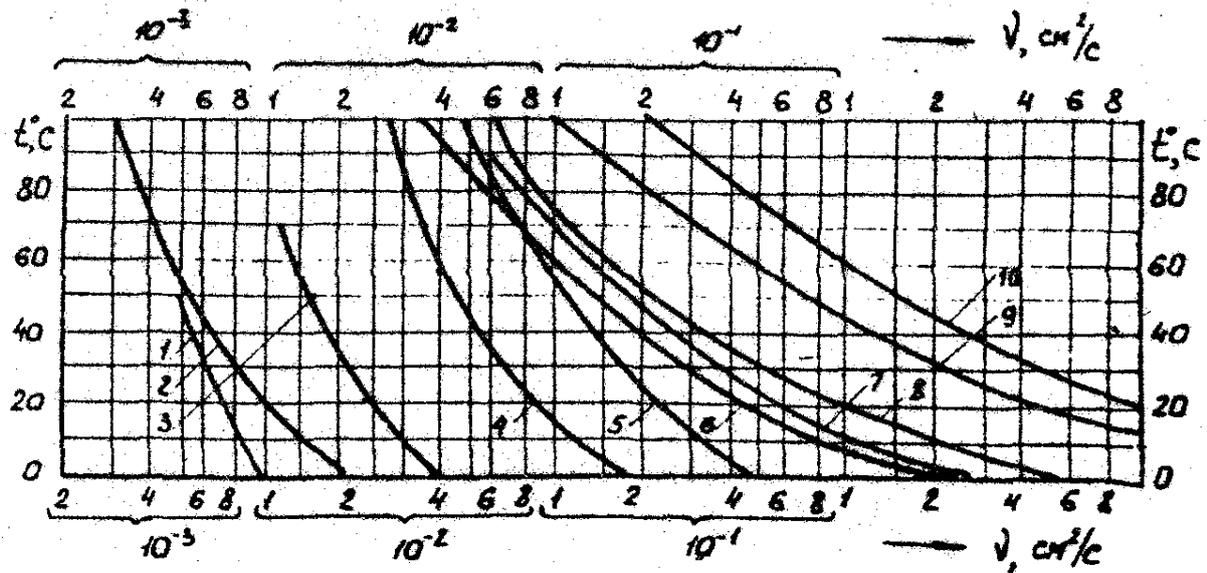
Вычислить "подъемную" силу P_y и силу сопротивления P_x , действующие на единицу длины профиля, при скорости набегающего потока воды 10 м/с и угле атаки α , соответствующем наиболее высокому качеству профиля $k = C_y/C_x = \max$. Длина хорды $l = 0,4$ м; температура воды 20°C .

2 По условию предыдущей задачи определить величину средней циркуляции скорости по контуру профиля лопатки.

3 Шар диаметром 5 см находится в потоке бензина ($t = 50^\circ\text{C}$). Скорость потока 5 м/с. Определите силу лобового сопротивления.

4 Поток воды транспортирует твердые частицы по вертикальной трубе вверх. Плотность частиц $\rho_{\text{ч}} = 2600 \text{ кг/м}^3$, их характерный размер $V / S = 10 \text{ мм}$; (V - объем частицы, S - площадь ее миделевого сечения); а осредненный коэффициент сопротивления частиц с учетом их взаимного влияния $C_x = 0,5$. Определить скорость потока воды, при которой твердые частицы будут перемещаться со скоростью 1 м/с

Кинематическая вязкость



1 – бензин, 2 – вода, 3 – керосин, 4 – нефть ($\rho = 860 \text{ кг/м}^3$), масла: 5 – АМГ-10, 6 – И-12, 7 – И-20, 8 – турбинное 22, 9 – И-50, 10 – МС - 20

Коэффициент лобового сопротивления

