

ЗАДАНИЕ на контрольную работу
для бакалавров направления подготовки 20.03.01
по дисциплине «Безопасность отрасли в техносфере» 8 семестр обучения

Задача контрольной работы (КР) – закрепление теоретических знаний и практических навыков при изучении дисциплины.

Решение задач контрольной работы выполняется согласно выбранным вариантам. Номер варианта соответствует двум последним цифрам в зачетной книжке. Если величина данных цифр более 30-ти, то номер варианта составляет их сумму.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА для бакалавров заочной формы обучения представляет решение следующих задач:

ЗАДАЧА №1 – Расчет минимального внутреннего радиуса гибки стальной трубы в холодном состоянии;

ЗАДАЧА №2 – Определение минимальной высоты профиля для обеспечения безопасной штамповки.

ЗАДАЧА №3 – Расчет коэффициентов грузовой и собственной устойчивости крана.

ЗАДАЧА №4 – Расчет объемов и расположение центров тяжести грузов. Определение способов строповки для расчетных фигур.

ЗАДАЧА № 1 – Расчет минимального внутреннего радиуса гибки стальной трубы в холодном состоянии;

Исходные данные берутся из таблицы в соответствии с выбранным вариантом.

Исходные данные для Задачи № 1

№ варианта	Наружный диаметр трубы D , мм	Внутренний диаметр d мм	Коэффициент $C_{тр}$	№ варианта	Наружный диаметр трубы D , мм	Внутренний диаметр d , мм	Коэффициент $C_{тр}$
1	44	32	1,7	16	62	56	1,4
2	54	42	1,3	17	54	46	1,3
3	60	52	1,6	18	62	56	1,8
4	54	40	1,5	19	62	54	1,7
5	62	50	1,4	20	64	52	1,3
6	62	52	1,3	21	58	48	1,6
7	58	42	1,6	22	52	44	1,5
8	64	54	1,3	23	66	52	1,4
9	64	52	1,5	24	58	48	1,3
10	46	32	1,7	25	54	42	1,4
11	48	34	1,2	26	62	50	1,5
12	52	44	1,4	27	62	46	1,7
13	54	48	1,6	28	56	46	1,5
14	58	44	1,6	29	58	46	1,6
15	60	52	1,3	30	62	50	1,3

Пример выполнения ЗАДАЧИ № 1

ЗАДАЧА № 1 – Расчет минимального внутреннего радиуса гибки стальной трубы в холодном состоянии;

Дано: наружный диаметр трубы $D = 60$ мм, внутренний диаметр трубы $d = 50$ мм, коэффициент, учитывающий свойства материала трубы $C_{тр} = 1,5$.

Решение

Минимальный внутренний радиус гибки труб в холодном состоянии рассчитывается по формуле

$$R_{mp} = \frac{D^2 - d^2}{h_{mp}} C_{mp},$$

где $h_{тр}$ – толщина стенки трубы, мм.

$$h_{mp} = \frac{D - d}{2} = \frac{60 - 50}{2} = 5 \text{ мм}.$$

$$R_{mp} = \frac{60^2 - 50^2}{5} 1,5 = 330 \text{ мм}.$$

Вывод: минимальный внутренний радиус гибки стальной трубы в холодном состоянии равен 330 мм.

ЗАДАЧА № 2 – Определение минимальной высоты профиля для обеспечения безопасной штамповки.

Исходные данные для выполнения расчетов берутся из таблицы в соответствии с вариантом.

Исходные данные для ЗАДАЧИ № 2

№ вари- анта	Диа- метр заго- товки, <i>d</i> , мм	Длина заго- товки <i>l</i> , мм	№ вари- анта	Диа- метр заго- товки, <i>d</i> , мм	Длина заго- товки <i>l</i> , мм	№ вари- анта	Диа- метр заго- товки, <i>d</i> , мм	Длина заго- товки <i>l</i> , мм
1	30	150	11	28	250	21	26	200
2	28	170	12	24	200	22	20	120
3	32	200	13	34	240	23	30	140
4	36	100	14	42	180	24	28	160
5	38	120	15	30	100	25	32	180
6	40	140	16	28	120	26	36	220
7	20	160	17	32	140	27	38	100
8	24	170	18	36	160	28	40	250
9	40	180	19	38	170	29	18	300
10	42	220	20	40	220	30	42	300

Пример выполнения ЗАДАЧИ № 2

Задание: Определение минимальной высоты профиля для обеспечения безопасной штамповки.

Дано: минимальный диаметр расчетной заготовки равен $d = 30$ мм, длина заготовки $l = 200$ мм.

Решение:

Находим минимальную высоту просвета профиля протяжного ручья

$$a = (0,8 \div 0,9) \sqrt{\frac{V_c}{l_c}},$$

где V_c , l_c – объем и длина протянутого участка заготовки (стержня).

Находим объем заготовки

$$V_c = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l = \frac{3,14 \cdot 900}{4} \cdot 200 = 706,5 \cdot 200 = 141300 \text{ мм}^3.$$

$$a = 0,8 \cdot \sqrt{\frac{141300}{200}} = 0,8 \cdot 26,58 = 21,26 \text{ мм}.$$

Вывод: Для проведения операций штамповки с соблюдением требований безопасности минимальная высота просвета профиля протяжного ручья должна составлять 21,26 мм.

ЗАДАЧА № 3 – Расчет коэффициентов грузовой и собственной устойчивости крана.

Исходные данные для выполнения расчетов берутся из таблицы в соответствии с вариантом.

Исходные данные для ЗАДАЧИ № 3

Вариант	C	H (м)	h (м)	U (м/с)
1	0,5	3,2	1,8	1,2
2	0,8	3,8	1,2	0,9
3	1,2	4,2	0,8	0,75
4	1,4	1,4	4,5	0,6
5	1,5	4,5	0,3	0,45
6	0,1	1,5	2,0	0,4
7	0,15	2,0	2,2	0,3
8	0,2	2,5	2,4	1,4
9	0,3	2,8	2,8	1,5
10	0,4	3,0	3,0	1,8
11	2,0	4,8	3,2	2,0
12	3,0	5,0	3,5	2,2
13	0,5	5,0	1,2	0,9
14	0,8	4,8	0,5	0,6
15	1,2	3,0	2,0	0,45
16	1,5	1,5	3,0	1,4
17	0,3	4,2	3,2	0,4
18	0,1	5,0	2,8	1,5
19	2,0	1,5	0,5	0,6
20	0,1	5,0	0,5	2,2
21	3,0	2,5	0,3	0,75

РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ ГРУЗОВОЙ И СОБСТВЕННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ КРАНА

Определить K - коэффициент грузовой устойчивости;

Определить K - коэффициент собственной устойчивости;

G - масса крана - 400000 кг;

G_c - масса стрелы и стрелового оборудования, приведенная к оголовку стрелы - 1500 кг;

Q - масса наибольшего рабочего груза - 10000 кг;

L - расстояние от оси вращения до центра тяжести подвешенного наибольшего рабочего груза при установке крана на горизонтальной плоскости - 3,2м;

a - расстояние от плоскости, проходящей через ось вращения крана параллельно ребру опрокидывания, до центра тяжести подвешенного наибольшего рабочего груза при установке крана на горизонтальной плоскости - 2,8м;

b - расстояние от оси вращения крана до ребра опрокидывания - 0,6м;

c - расстояние от плоскости, проходящей через ось вращения крана параллельно ребру опрокидывания, до центра тяжести крана (0,5м.); (0,8м.); (1,2м.); (1,4м.); (1,5м.);

H - расстояние от оголовки стрелы до центра тяжести и подвешенного груза (принимая что центр тяжести располагается на уровне земли) - (3,2м.); (3,8м.); (4,2м.); (4,5м.); (4,5 м.);

h - расстояние от оголовка стрелы до плоскости, проходящей через точки опорного контура-(1,8м.); (1,2м.); (0,8м.); (0,5.); (0,3м.);

h_1 - расстояние от центра тяжести крана до плоскости, проходящей через точки опорного контура - 2,5м;

v - скорость подъема груза-(1,2 м/с); (0,9м/с); (0,75м/с); (0,6м/с); (0,45м/с);

v_1 - скорость передвижения крана - 0,85м/с;

v_2^1 - скорость горизонтального перемещения оголовка стрелы - 1,2м/с;

V_2 - скорость вертикального перемещения оголовка стрелы - 1,3м/с;
 n - число оборотов крана в минуту - 24 об/мин;
 t - время неустановившегося режима работы механизма подъема (пуск, торможение) - 120 сек;
 t_1 - время неустановившегося режима работы механизма передвижения (пуск, торможение) - 250 сек;
 t_2 - время неустановившегося режима работы механизма изменения вылета стрелы (пуск, торможение) - 90 сек;
 t_3 - время неустановившегося режима работы механизма поворота крана (торможение)- 100 сек;
 W - распределенная ветровая нагрузка, действующая на площадь крана - 42624 Па;
 W_1 - ветровая нагрузка крана в рабочем состоянии учитывается при расчете грузовой устойчивости крана принимается по ГОСТ 1451-77 «Краны грузоподъемные. Нагрузка ветровая» - 450 Па;
 W_2 - статическая составляющая ветровой нагрузки, рассчитывается по ГОСТ 1451-77 «Краны грузоподъемные. Нагрузка ветровая» - 42174 Па;
 p, p_2 - расстояние от плоскости, проходящей через точки опорного центра приложения ветровой нагрузки - 2,5м;
 q - ускорение силы тяжести, равное 9,81 м/сек;
 α - угол наклона крана (угол пути) - 25° (0,4226).

Пример решения ЗАДАЧИ № 3

Исходные данные: $C=0,3$; $H=2,8\text{м}$; $h=2,8\text{м}$; $v=1,5\text{м/с}$; $G=400000\text{кг}$;
 $G_{\text{пр}}=1500\text{кг}$; $a=2.8\text{м}$; $b=0.6\text{м}$; $h_1=2.5\text{м}$; $v_1=0.85\text{м/с}$; $v'_2=1.2\text{м/с}$; $v''_2=1.3\text{м/с}$;
 $n=24\text{об/мин}$ $t=120\text{с}$; $t_1=250\text{с}$; $t_2=90\text{с}$; $t_3=100\text{с}$; $w=42624\text{Па}$; $w_1=450\text{Па}$;
 $w_2=42174\text{Па}$; $p, p_2=2.5\text{м}$ $q=9.81\text{м/с}^2$; $Q=10000\text{кг}$; $\alpha=25$; $l=3.2$;

Для определения числового значения коэффициентов грузовой и собственной устойчивости крана приняты следующие обозначения:

K_1 - коэффициент грузовой устойчивости;

K_2 -коэффициент собственной устойчивости;

Определение числового значения коэффициента грузовой устойчивости производится по следующей формуле:

$$K_1 = \frac{G[(b+c)\cos\alpha] - \frac{Qn^2lh}{900-n^2H} - \frac{66(G_{пп}+Q)nlh}{(900-n_2H)gt_3} - \frac{Qv}{gt}(a-b) - \frac{Qv_1}{gt_1}h - \frac{Gv_1}{gt_1}h_1 - \frac{(G_{пп}+Q)v_2}{gt_2}h - \frac{(G_{пп}+Q)v_2}{gt_2}(a-b) - wp - w_1p_1}{Q(a-b)} + \frac{Qv}{gt}(a-b) - \frac{Qv_1}{gt_1}h - \frac{Gv_1}{gt_1}h_1 - \frac{(G_{пп}+Q)v_2}{gt_2}h - \frac{(G_{пп}+Q)v_2}{gt_2}(a-b) - wp - w_1p_1}{Q(a-b)} > 1.5$$

Подставив числовые значения в формулу:

$$K_1 = \frac{-96332 - 5,7 - 28 - 9,7 - 346,6 - 43,8 - 37,3 - 106560 - 1125}{22000} = -9,3$$

Получили:

$$-9,3 > 1.15$$

Числовое значение коэффициента собственной устойчивости крана определяется по формуле :

$$K_2 = \frac{G[(b-c)\cos\alpha - h_1\sin\alpha]}{w_2 \cdot p_2} \geq 1.15.$$

Подставив числовые значения в формулу:

$$K_2 = \frac{400000[(0.6 - 0,3)\cos 25 - 2.5\sin 25]}{42174 \cdot 2.5} \geq 1.15.$$

Получили: $-1,16 \geq 1.15$.

Вывод: Из получившихся данных $-9,3 > 1.15$ и $-1,16 \geq 1,15$ следует, что в обоих случаях система крана с грузом неустойчива.

ЗАДАЧА № 4 – Расчет объемов и расположение центров тяжести грузов. Определение способов строповки для расчетных фигур.

Исходные данные для ЗАДАЧИ № 4

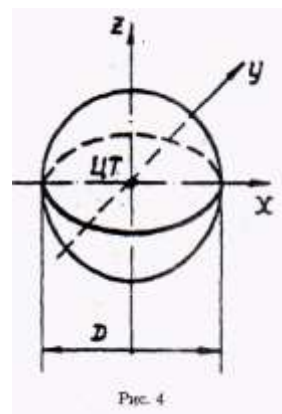
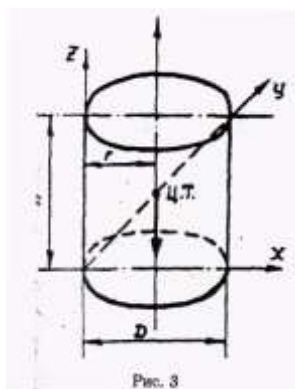
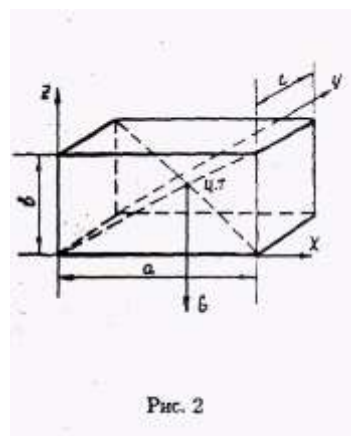
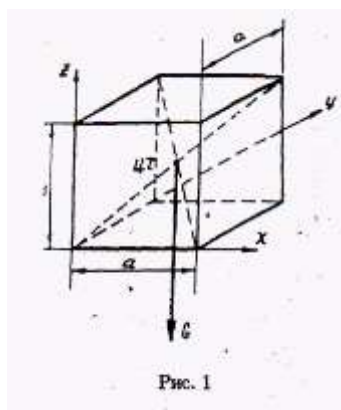
№ варианта	Задание
1	Куб: $a = 4$
2	Прямоугольный параллелепипед $a = 6, b = 4, c = 4$
3	Цилиндр: $D = 4, h = 6$
4	Шар: $D = 4$
5	Бочонок: $H = 8, D = 5, d = 3$
6	Конус: $H = 10, D = 8$
7	Усеченный конус: $H = 10, D = 8, d = 4$
8	Пирамида: $S_{пл} = 18, h = 4$
9	Усеченная пирамида $S_1 = 18, S_2 = 12, h = 3$
10	Усеченный цилиндр $h_1 = 8, h_2 = 12, R = 6$
11	Куб: $a = 18$
12	Прямоугольный параллелепипед $a = 12, b = 16, c = 16$
13	Цилиндр: $D = 14, h = 18$
14	Шар: $D = 14$
15	Бочонок: $H = 14, D = 10, d = 5$
16	Конус: $H = 18, D = 12$
17	Усеченный конус $H = 18, D = 12, d = 8$
18	Пирамида: $S_{пл} = 24, h = 8$
19	Усеченная пирамида $S_1 = 28, S_2 = 24, h = 6$
20	Усеченный цилиндр $h_1 = 14, h_2 = 24, R = 12$

**РАСЧЕТ ОБЪЕМОВ И РАСПОЛОЖЕНИЕ ЦЕНТРОВ
ТЯЖЕСТИ ГРУЗОВ
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПОСОБОВ СТРОПОВКИ ДЛЯ РАСЧЕТНЫХ ФИГУР**

Объем и расположение центра тяжести простых геометрических фигур

Наименование	Изображение	Объем	Положение центра тяжести
Куб	Рис.1	$V = a^3$	$x = a/2, y = a/2,$ $z = a/2,$ $x = y = z = a/2$
Прямоугольный параллелепипед	Рис.2	$V = abc$	$x = a/2, y = c/2,$ $z = b/2$

Наименование	Изображение	Объем	Положение центра тяжести
Цилиндр	Рис.3	$V = 3,14r^2h$	$x = r, y = 0, z = h/2$
Шар	Рис.4	$V = 3,14/D^3/6$	Если оси координат проходят через центр шара, то $x = y = z = 0$ (центр тяжести совпадает с центром шара)
Бочонок	Рис.5	$V = 1/6\pi h^3 + 1/2\pi(r_1^2 + r_2^2)h$	$x = y = 0, z = H/2$
Конус	Рис.6	$V = 3,14/12D^2H$	$x = y = 0, z = H/4$
Усеченный конус	Рис.7	$V = (3,14H/3) \times (R^2 + r^2 + Rr)$	$x = y = 0, z = H/4 \times ((R^2 + 3r^2 + 2Rr)/(R^2 + r^2 + Rr))$
Пирамида	Рис.8	$V = (Fh)/3$, где F – площадь основания многоугольника	$x = y = 0, z = h/4$
Усеченная пирамида	Рис.9	$V = h(F + f + \sqrt{Ff})/3$	$x = y = 0, z = h/4 \times ((F + 2\sqrt{Ff} + 3f)/F + \sqrt{Ff} + f)$
Усеченный цилиндр	Рис.10	$V = 3,14R^2 \times (h_1 + h_2)/2$	$x = y = 0, z = (h_1 + h_2)/2$



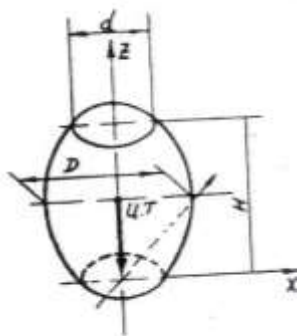


Рис. 5

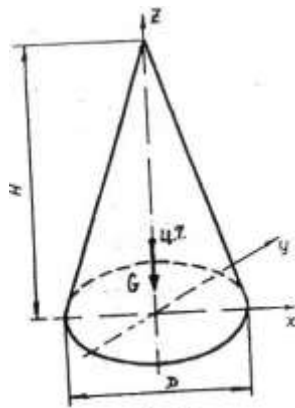


Рис. 6

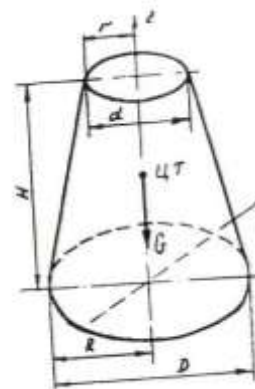


Рис. 7

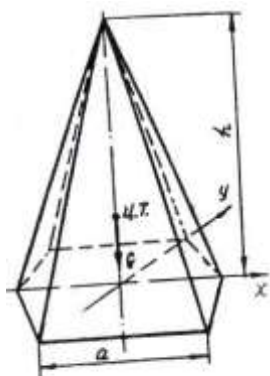


Рис. 8

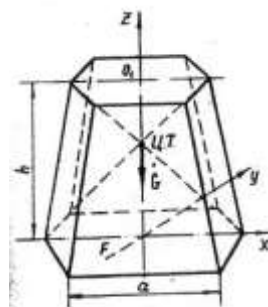


Рис. 9

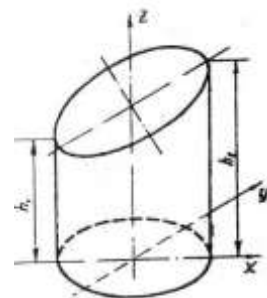


Рис. 10

Пример выполнения ЗАДАЧИ № 4

Исходные данные: дан усеченный цилиндр $h_1 = 8$, $h_2 = 12$, $R = 6$, положение центра тяжести:

$$x = y = 0, z = (h_1 + h_2) / 2$$

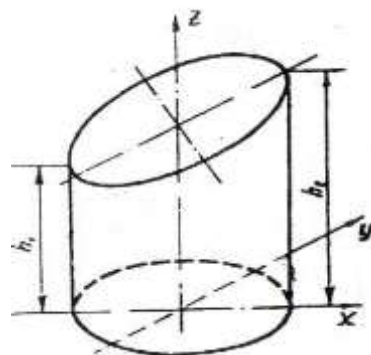


Рис. 4.1 – Усеченный цилиндр

Для определения положения центра тяжести заданной фигуры, вычислим ее объем по формуле:

$$V = 3,14R^2(h_1 + h_2) / 2,$$

где F – площадь основания пирамиды.

$$V = 3,14 \cdot 6^2 (8 + 12) / 2 = 1130$$

Определяем положение центра тяжести:

$$x = y = 0, z = (8 + 12) / 2 = 10.$$

По положению центра тяжести определяем способ строповки для расчетной фигуры указанной на рисунке 4.2:

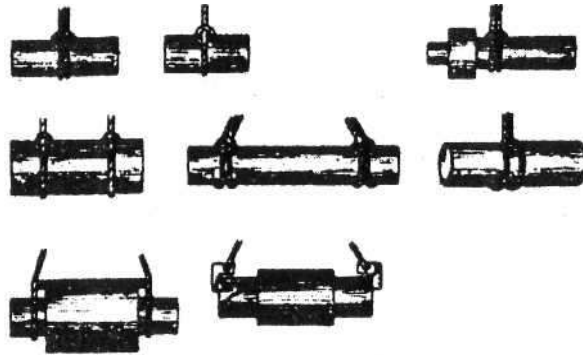


Рис 4.2– Стropовка детали типа усеченный цилиндр