



Задания, ответы и критерии оценивания

Выпускник университета решил организовать собственное малое инновационное предприятие. Взяв кредит в банке, он купил киберфизическую производственную систему для изготовления домашнего гоночного авто- и авиасимулятора с кабиной пилота на динамической платформе, представленной на рисунке. Такая платформа, содержит неподвижную раму (1), приводы (2) и подвижную раму (3), шарнирно соединенную с неподвижной рамой посредством шести динамически управляемых опор в виде цилиндров (4). На подвижной раме закреплена кабина автосимулятора (5). В цехе предприятия было установлено следующее оборудование: токарный и фрезерный обрабатывающие центры с компьютерным управлением и робот-манипулятор. В процессе изготовления различных деталей молодой инженер столкнулся с рядом производственных задач, представленных ниже.

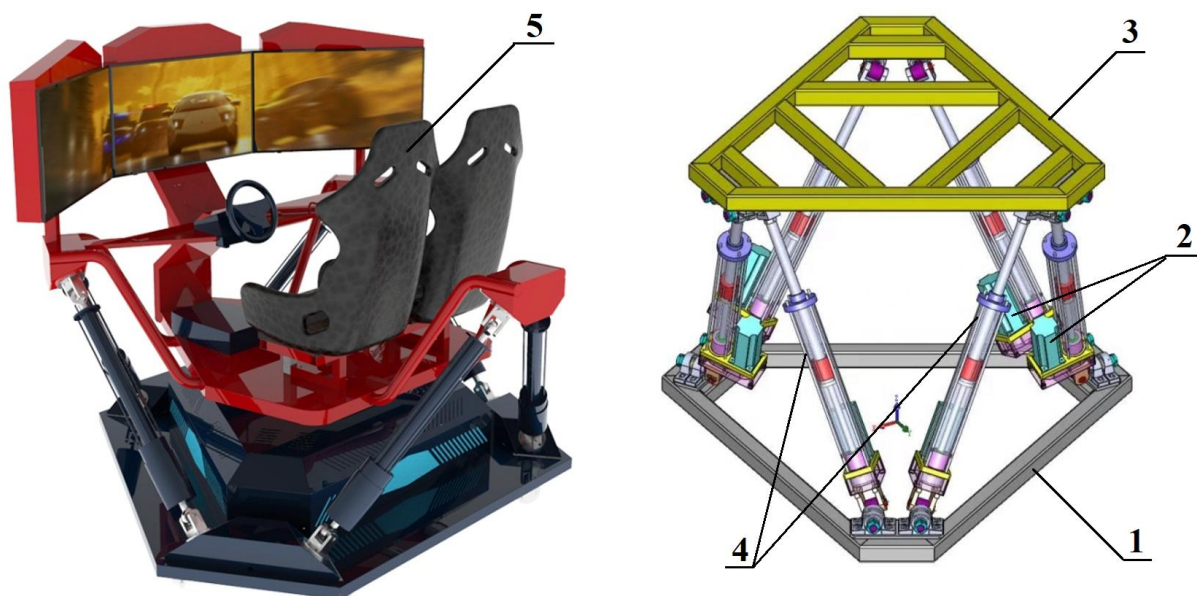


Рис. 1

Задача № 1 (5 баллов)

На токарном обрабатывающем центре возникла задача обработки цилиндрической детали от управляемой опоры симулятора. На заготовке (1) диаметром 100 мм (рис. 2) с ранее проточенной канавкой (3) необходимо еще проточить цилиндр диаметром 50 мм и длиной 55 мм. Известно, что за один проход вдоль оси заготовки резец (2) срезает в радиальном направлении этого цилиндра слой металла толщиной 1 мм. Определить, сколько времени займет обработка этой детали на токарном обрабатывающем центре, если известно, что резец движется влево и вправо вдоль оси заготовки прямолинейно и равномерно, а его скорость составляет $V=1$ м/с.

Решение. Время, затраченное на обработку детали равно суммарному пути пройденному резцом деленному на скорость резца $t=S/V$. Скорость известна, подсчитаем суммарный путь. При толщине одного прохода 1 мм резец должен сделать 25 двойных ходов (туда и обратно). Длина одного прохода 55 мм. Таким образом, путь равен $S=25*2*55=2750$ мм. Искомое время равно $t=S/V=2750/1=2750$ секунд.

Ответ: 2750 секунд.

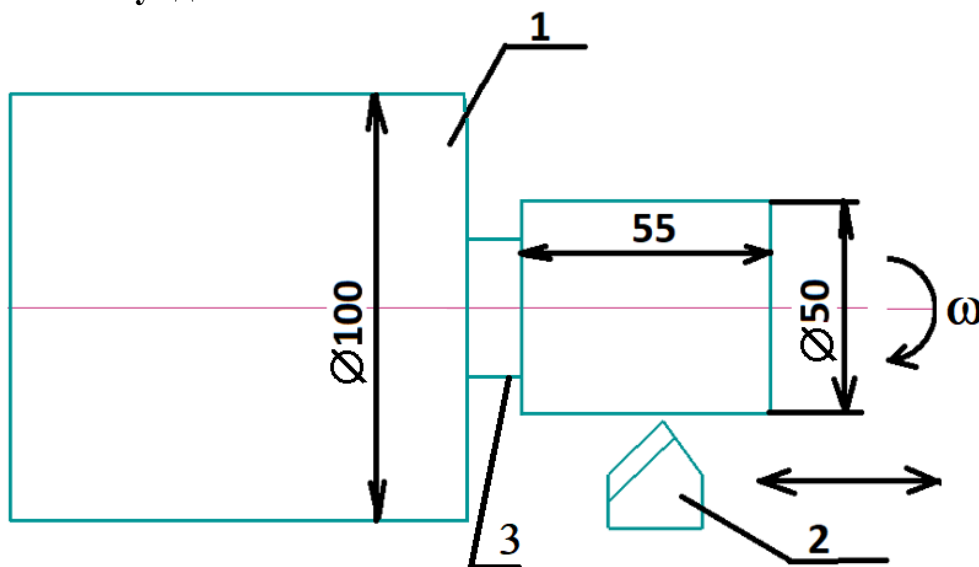


Рис. 2

Задача № 2 (10 баллов)

Для обработки на токарном станке тонкостенной цилиндрической детали от управляемой опоры используется жесткая цилиндрическая оправка (3). Заготовка (1) опоры насаживается на эту оправку с зазором и вращается вместе с ней в патроне токарного станка. Заготовка прижимается к торцу оправки с помощью прижимной гайки (2) (рис. 3). На заготовку диаметром $D=52$ мм во время обработки от резца (4) действует тангенциальная сила P_z .

Известно, что оператор станка закрутил гайку динамометрическим ключом с усилием прижима $F=3000$ Н. Требуется определить максимальную величину тангенциальной силы P_z , которую обеспечивает данное усилие затяжки без проскальзывания заготовки на втулке (без учета коэффициента запаса) при следующих исходных данных: наружный радиус левого опорного торца оправки и гайки $R=25$ мм, внутренний радиус заготовки $r=15$ мм, коэффициент трения между заготовкой и торцом оправки $f_1=0,5$, коэффициент трения между торцом заготовки и гайкой $f_2=0,3$. Трением на цилиндрических поверхностях пренебречь.

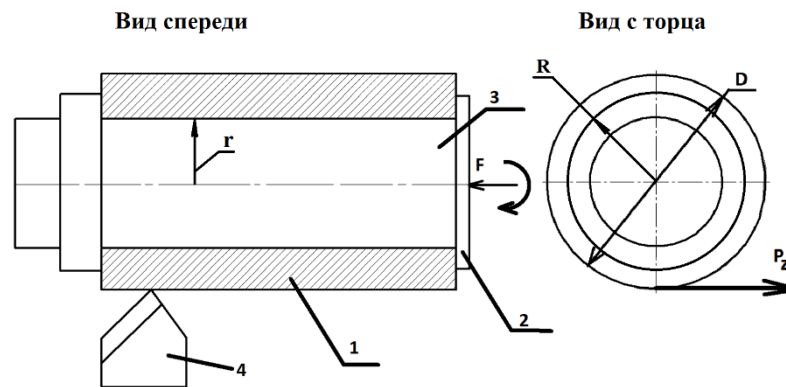


Рис. 3

Решение. Для определения силы P_z достаточно воспользоваться уравнением моментов – момент силы P_z должен быть уравновешен моментами сил трения заготовки о торец оправки и гайку: $M_1 = M_2$. Поскольку в условии задачи ничего не сказано про характер контакта и распределения сил от гайки и торца оправки на заготовку, то с учетом, что контакт происходит по узкой полосе $R - r = 25 - 15 = 10$ мм, то обоснованно будет предположение, что итоговую силу трения можно приложить на окружности радиусом $r + (R - r)/2 = (r + R)/2 = 20$ мм. Тогда: $P_z \cdot D/2 = F \cdot f_1 \cdot (R + r)/2 + F \cdot f_2 \cdot (R + r)/2$, отсюда находим P_z .

$$P_z = \frac{F(f_1 0,5(R + r) + f_2 0,5(R + r))}{0,5D} = \frac{3000(0,5 \cdot 0,02 + 0,3 \cdot 0,02)}{0,026} = 1846,2 \text{ Н.}$$

Ответ: 1846,2 Ньютонов.

Задача № 3 (25 баллов)

Для обработки цилиндрической детали опоры симулятора на фрезерном обрабатывающем центре ее заготовка (1) крепится в специальном зажимном устройстве с пневматическим приводом (3). Зажим заготовки осуществляется путем ее прижима с помощью рычага (2) к призматической опоре (4). Рычаг приводится в движение с помощью пневматического цилиндра круглого сечения, имеющего шток (5) и поршень (6). Сжатый воздух подается только в бесштоковую полость (7). Длины плеч рычага $A = 150$ мм и $B = 300$ мм показаны на рис. 4. Требуется определить, какая сила F будет приложена к заготовке, если известен диаметр поршня пневмоцилиндра $D = 50$ мм, а давление воздуха в пневмоцилиндре составляет $p = 6$ МПа.

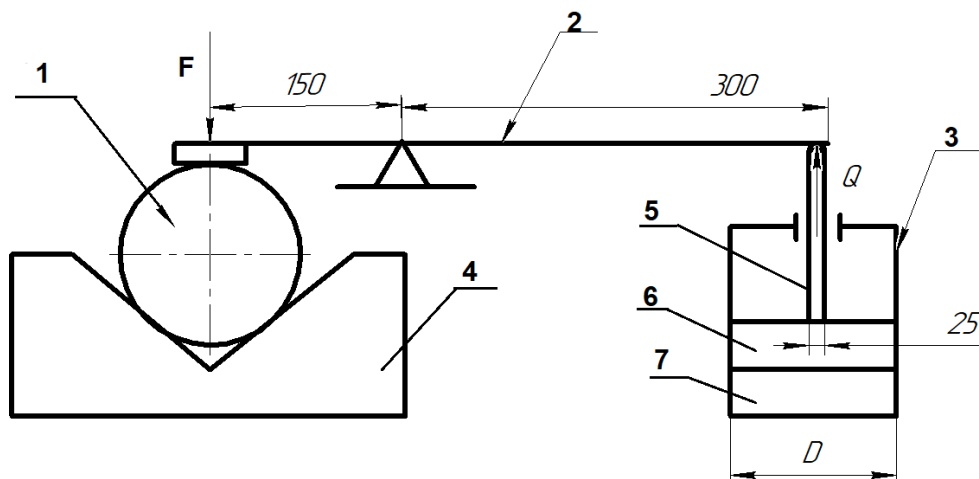


Рис. 4

Решение. Поршень площадью S создает усилие на штоке Q равное $Q = p \cdot S = p \cdot (\pi \cdot (D \cdot D) / 4) = 6000000 \cdot (3,14 \cdot (0,05 \cdot 0,05) / 4) = 11775$ Н. Шток действует на заготовку через рычаг. Запишем для рычага правило моментов: $F \cdot A = Q \cdot B$.

Из этого соотношения находим $F = (Q \cdot B) / A = (11775 \cdot 0,3) / 0,15 = 23550$ Н.

Ответ: 23550 Ньютонов.

Задача № 4 (30 баллов)

Симулятор монтируется на неподвижной раме, профиль которой изображен на рис. 5. На виде спереди рама имеет вид равностороннего треугольника с усеченными углами. Рама сваривается из труб переменного сечения и на виде слева имеет форму равнобокой трапеции. Сварочный робот должен сварить 6 труб в шести местах, как показано на рис. 5. Рама сваривается в три этапа. На первом этапе свариваются швы на лицевой поверхности (вид спереди), на втором – на оборотной, на третьем – снаружи и изнутри рамы (вид слева). Определить, какова должна быть скорость перемещения сварочного электрода V , если собственно процесс самой сварки всей рамы должен быть выполнен за 100 секунд (время перемещения электрода между швами и другие холостые перемещения не учитываются). Известно, что во время сварки электрод робота движется прямолинейно и равномерно.

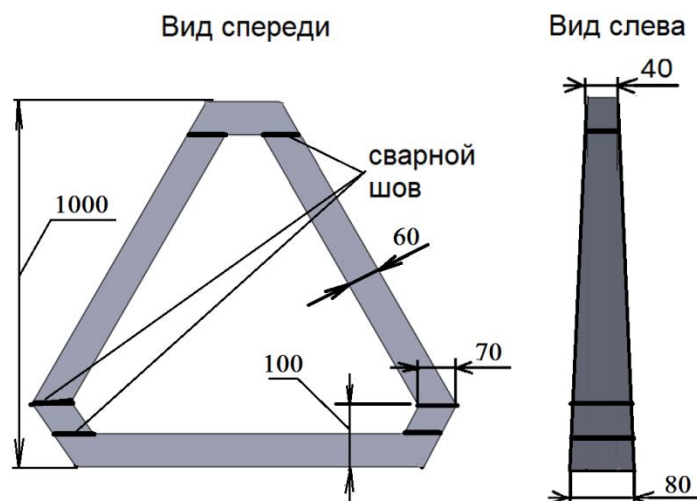


Рис. 5

Решение. Скорость сварки равняется суммарной длине сварных швов деленной на время. Всего имеется шесть мест сварки, которые представляют собой плоские прямоугольники разных размеров. Рассмотрим вид слева. Трапеция является частью равнобедренного треугольника с высотой h и основанием 80 мм. Чтобы найти коэффициент подобия, найдем высоту исходного треугольника трапеции $h/80=(h-1000)/40$. Получим $h=2000$ мм. Коэффициент подобия равен $2000/80=25$.

1. Рассмотрим первый шов снизу на расстоянии 60 мм от нижней части рамы. Составим пропорцию.

$2000-60/x_1=2000/80=25$; $x_1=77,6$ мм. Общая длина нижних швов составит $P_1=2*(2*70+2*77,6)=590,4$ мм.

2. Рассмотрим шов на расстоянии 100 мм. Составим пропорцию $2000-100/x_2=25$; $x_2=76$ мм. Общая длина средних швов составит $P_2=2*(2*70+2*76)=584$ мм.

3. Рассмотрим верхний шов на расстоянии 940 мм от нижней части рамы. Составим пропорцию. $2000-940/x_3=25$; $x_3=42,4$. Общая длина верхних швов составит $P_3=2*(2*70+2*42,4)=449,6$ мм.

Общая длина швов составит $S=P_1+P_2+P_3=590,4+584+449,6=1624$ мм.

Скорость сварки равна $V=S/t=1624/100=16,24$ мм/с.

Ответ: 16,24 мм/с.

Задача № 5 (30 баллов)

Для участка сборки выпускник получил чертеж одной из деталей симулятора, которая без размеров изображена тремя проекциями, приведенными на рисунке слева внизу («Задача для решения»). Три проекции – это изображение трех видов конструкции: спереди (взгляд по оси Z), слева (по оси X) и сверху (по оси Y). Нарисуйте разрез этой конструкции плоскостью, параллельной виду спереди (плоскость, параллельная XOY) и проходящей ровно посередине толщины конструкции. Для пояснения приведенных выше понятий на рисунке справа («Пример для пояснения») даны все виды и разрезы применительно к другой детали. На разрезе рисуются все кромки детали, которые попали в секущую плоскость и которые видны за ней.

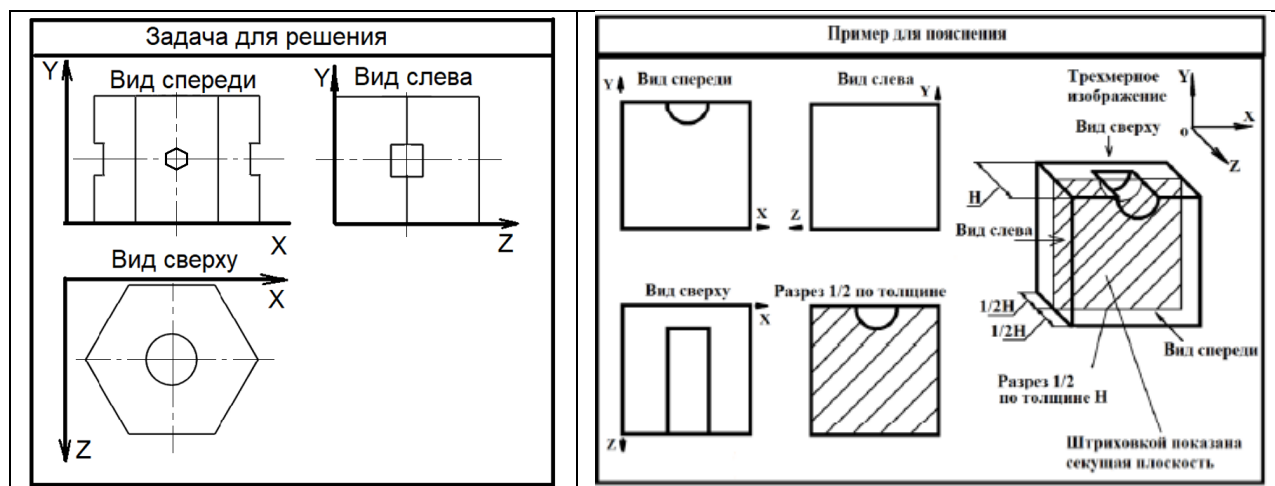


Рис. 6

Решение. На виде спереди представлена шестигранная призма с шестигранным отверстием. Квадратное отверстие сквозное. Круглое и шестигранное отверстия могут быть и не сквозными, это по видам определить нельзя. Поэтому, если учащийся нарисует несквозные круглое и шестигранное отверстия, оценку можно не снижать. На виде сверху представлена окружность, обозначающая цилиндрическое отверстие. На виде слева видно квадратное отверстие. В разрезе необходимо нарисовать линии пересечения цилиндра, шестигранной призмы и квадратного отверстия. (рис. 7).

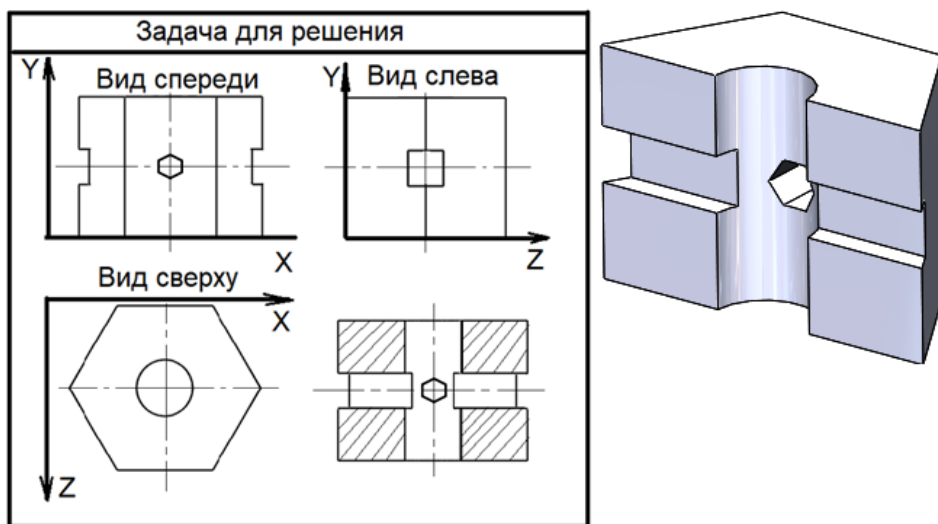


Рис. 7