



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Машиностроение»

10-11 классы

Заключительный этап

2020-2021

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 1. 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 симулятора (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.

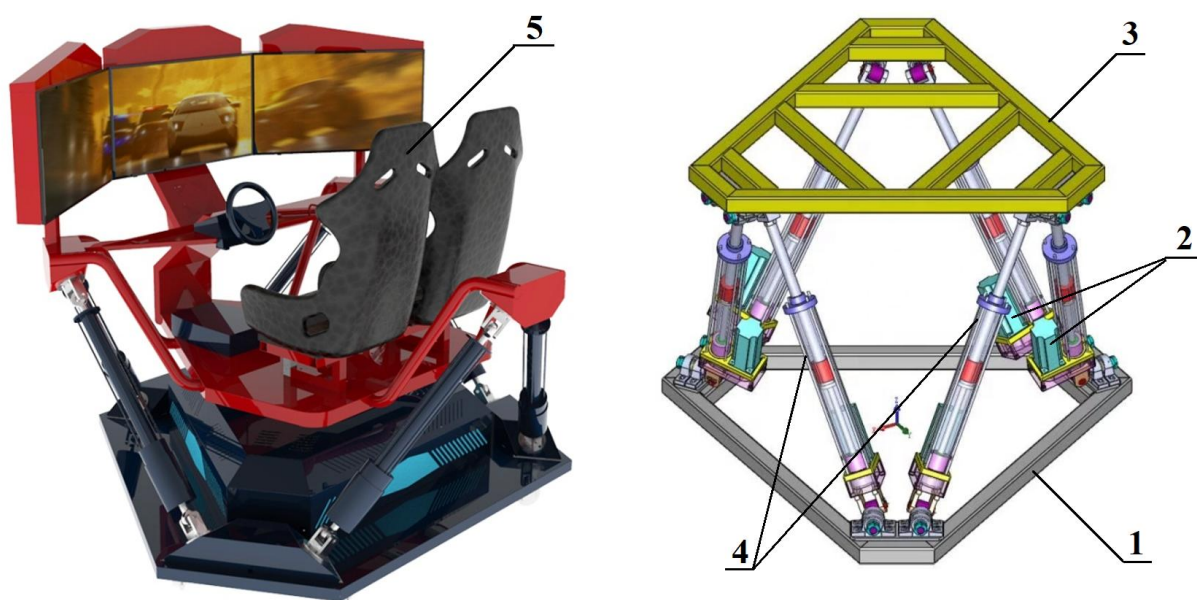


Рис. 1

Задача № 1 (5 баллов)

На токарном обрабатывающем центре возникла задача надежного закрепления в его патроне обрабатываемой цилиндрической детали от управляемой опоры симулятора (рис. 2). Патрон – это вращаемое станком приспособление цилиндрической формы (1) для закрепления обрабатываемой заготовки (3) тремя кулачками (2). Чтобы кулачки не деформировали больше заданной величины трубчатую заготовку к ней от каждого такого кулачка должно быть приложено радиальное усилие $F=2$ кН. Однако при высокой частоте вращения патрона на кулачки действует центробежная сила. Определить, какое должно быть радиальное воздействие от механического привода патрона на кулачок F_p , если известно, что масса такого кулачка равна $M=1$ кг, центр его массы при зажиме данной заготовки расположен на расстоянии $R=0,1$ м от оси вращения патрона, который при этом вращается с частотой $n=1000$ об/мин.

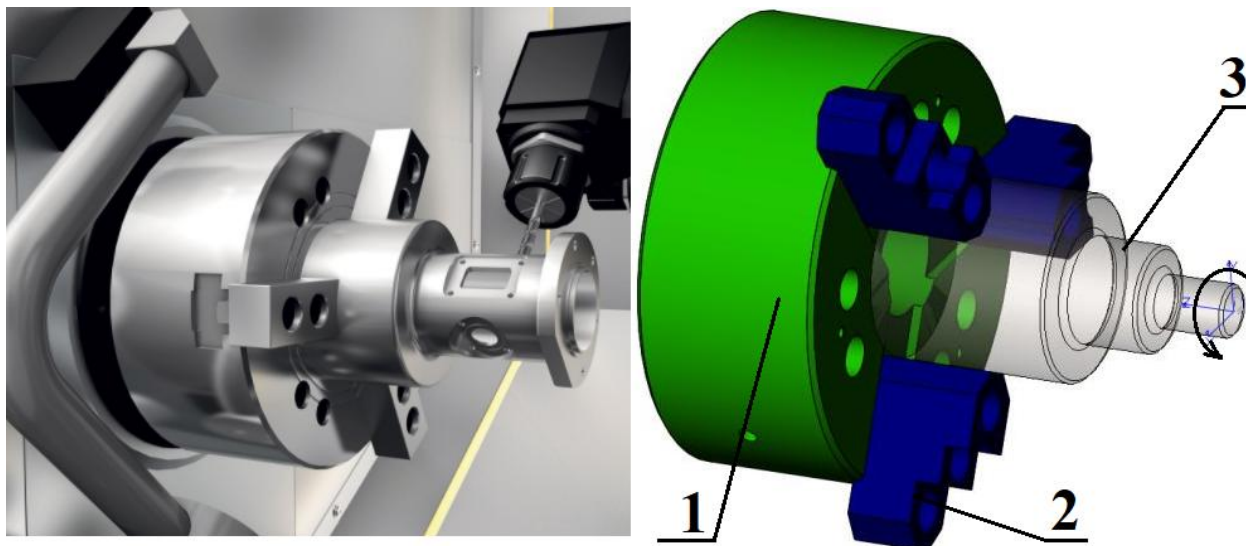


Рис. 2

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 $P_z=1000$ Н. Необходимо определить минимально достаточную силу прижима F гайки (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.

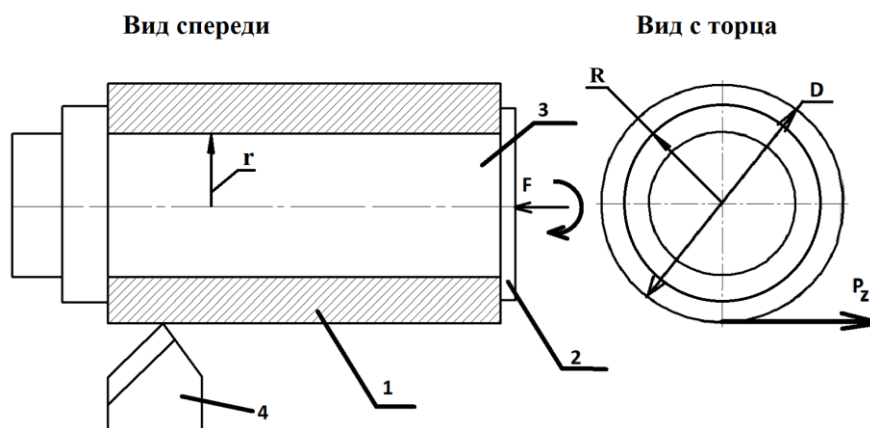


Рис. 3

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). Известно, что для надежного удержания заготовки при обработке требуется усилие зажима $F=25$ кН. 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 диаметр поршня пневмоцилиндра D , необходимый для развития усилия на штоке Q , если известно, что давление воздуха в пневмоцилиндре составляет $p=6$ МПа.

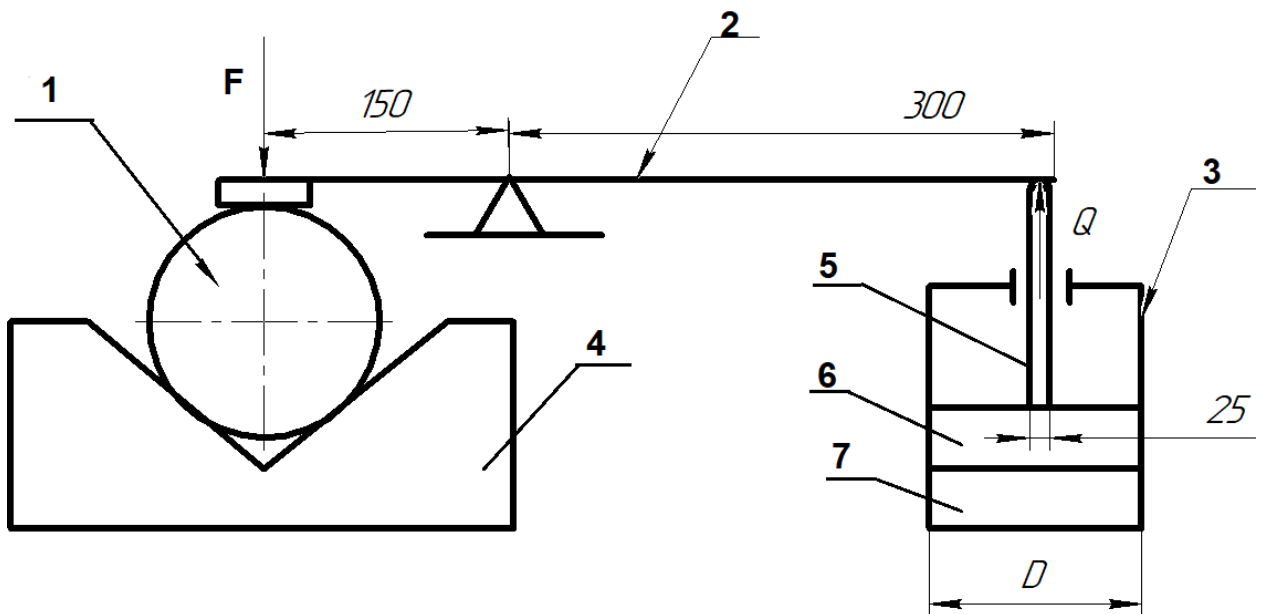


Рис. 4.

Задача № 4 (30 баллов)

Для сваривания неподвижной и подвижной рам симулятора применяется робот-манипулятор. Данный робот работает в сферической системе координат, это значит, что координаты конца К сварочного электрода задаются тройкой чисел (r, φ, θ) (рис. 5), углы измеряются в градусах, расстояние в метрах. В начальный момент электрод находился в точке 1 с координатами $(1, 45^\circ, 45^\circ)$. В следующий момент времени рабочий орган робота переместился прямой в точку 2 с координатами $(1, 30^\circ, 60^\circ)$. Определить расстояние, на которое переместился конец К электрода при его движении из точки 1 в точку 2.

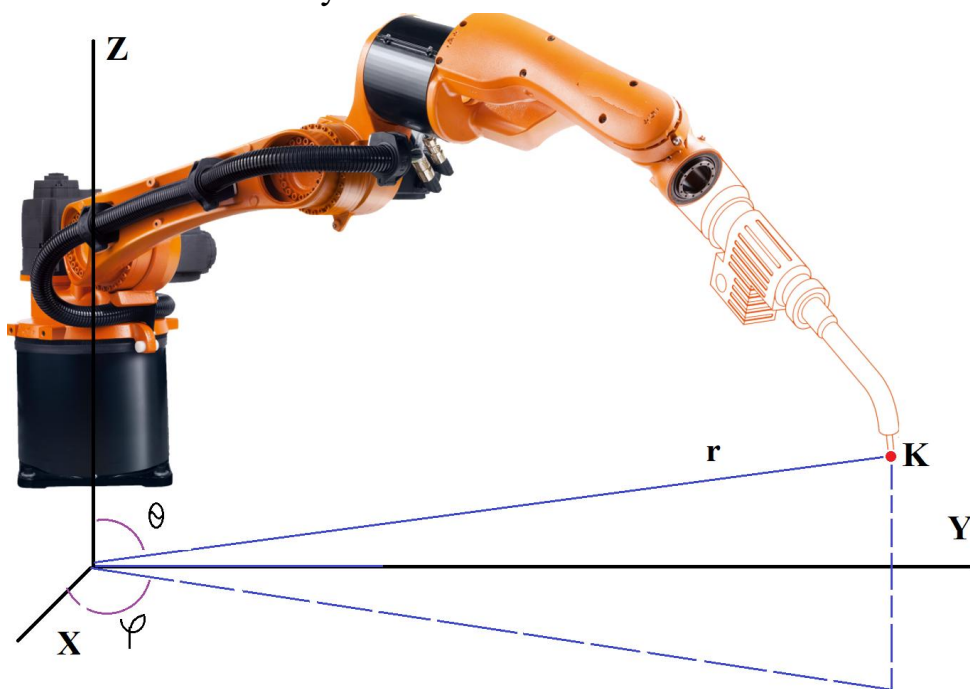


Рис. 5

Задача № 5 (30 баллов)

Для обработки на фрезерном обрабатывающем центре опоры привода симулятора ее заготовка устанавливается на столе приспособления (рис. 6). Заготовка в виде прямоугольного параллелепипеда опирается на три точечные базирующие опоры стола в горизонтальной плоскости А (точки 1, 2, 3) и одну боковую базирующую опору (4). На заготовку от фрезы действует сила резания $P=1000$ Н, стремящаяся повернуть эту заготовку вокруг опоры (4). Угол между вектором силы P и вертикальной плоскостью заготовки равен $\alpha=20^\circ$. Для исключения перемещения заготовки ее сверху вниз прижимает опора от дополнительного рычага приспособления. Определить место приложения (расстояния X и Y в системе координат XOY , показанной на виде сверху) и величину силы F прижимной опоры. Известно, что коэффициент трения прижимной опоры о поверхность заготовки равен $f_1=0,1$. Коэффициент трения базирующих опор 1, 2, 3 о поверхность детали равен $f_2=0,2$.

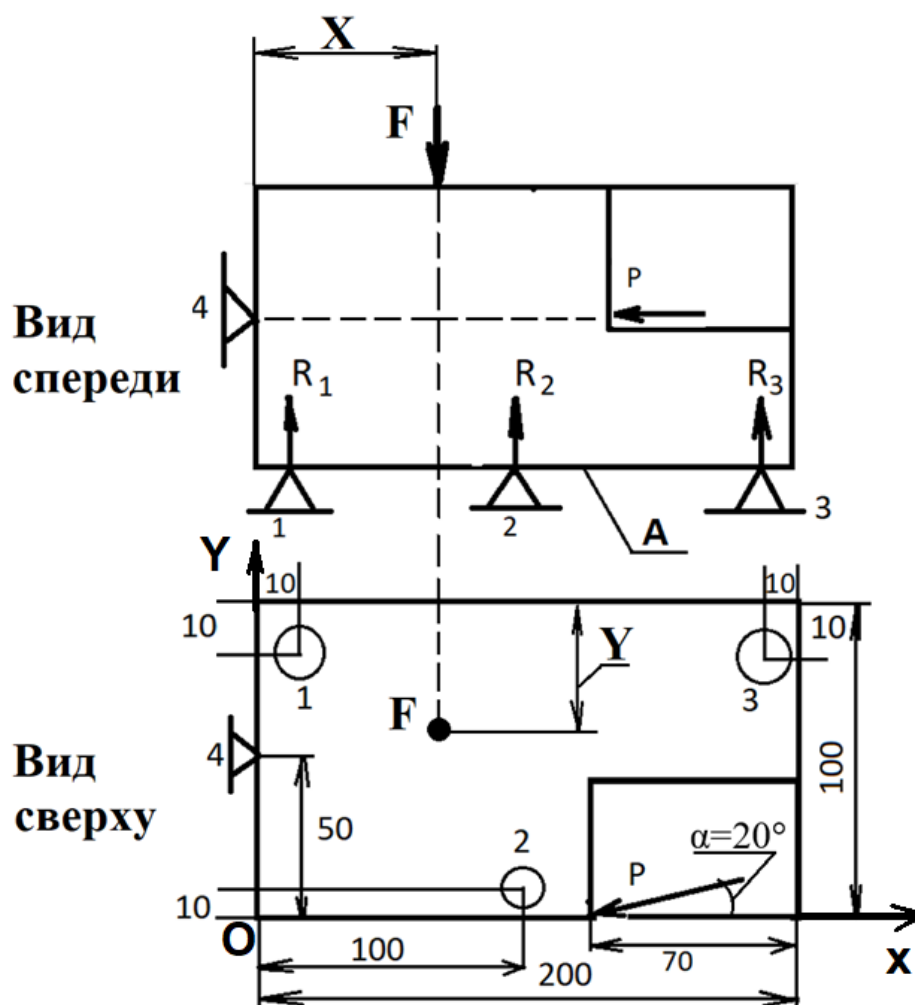


Рис. 6