



## Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Машиностроение»

11 классы

Заключительный этап

2022-2023

Выпускник университета решил организовать собственное малое инновационное предприятие. Взяв кредит в банке, он купил киберфизическую производственную систему для изготовления координатно-измерительных машин (КИМ) для точных измерений и контроля машиностроительных изделий (рис. 1). Такая КИМ содержит несущую систему, приводы, узлы координатных перемещений, измерительную головку, линейные измерительные преобразователи (энкодеры). В цехе предприятия было установлено следующее оборудование: токарный и фрезерный обрабатывающие центры с компьютерным управлением, сварочный робот и робот-манипулятор. В процессе изготовления различных деталей молодой инженер столкнулся с рядом производственных задач, представленных ниже.

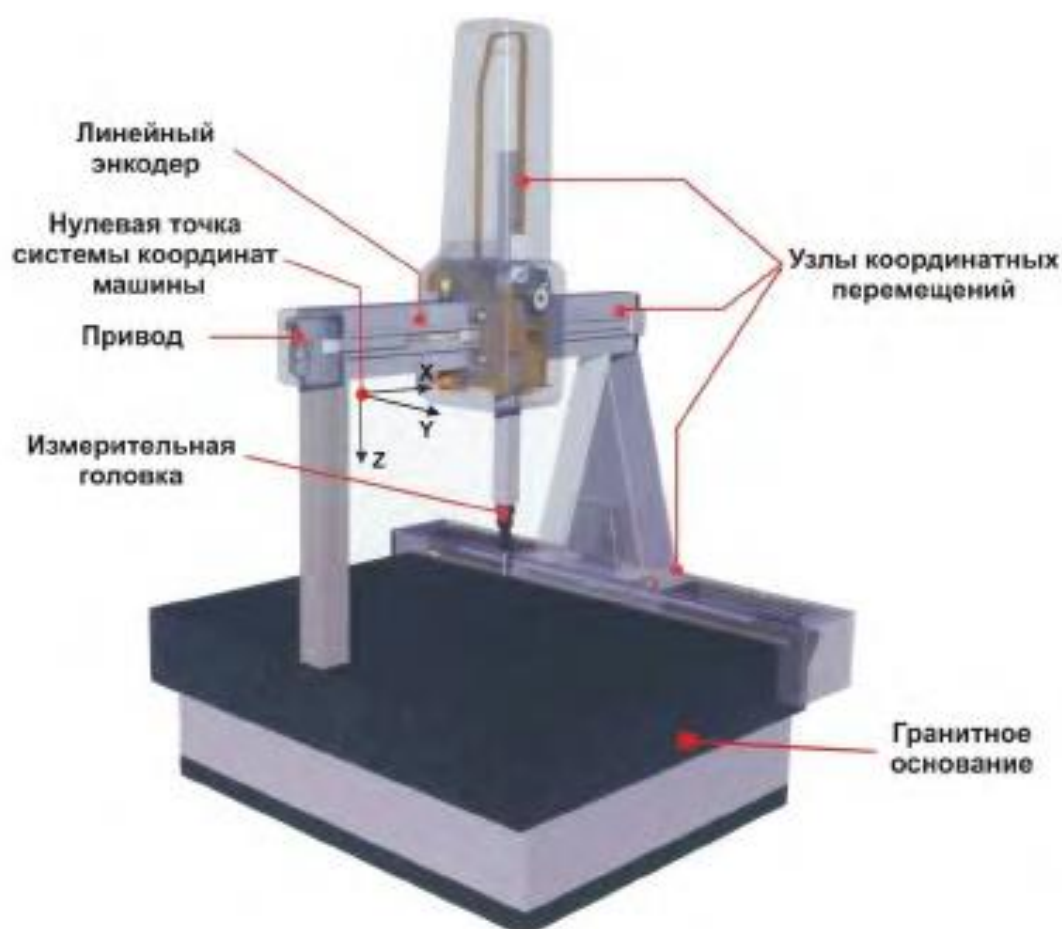


Рис. 1

### Задача № 1

Электродвигатель привода контрольно-измерительной машины закреплен на подставке так, что его ось вращения и общий центр масс находятся посередине между опорами, расстояние между которыми равно  $L=0,2$  м (рис. 2). Найдите силу действия правой и левой опор двигателя на опорную поверхность в момент запуска двигателя, если после включения ротор двигателя раскручивается с угловым ускорением  $w=10$  рад/с<sup>2</sup>, а его момент инерции равен  $J=5$  кг\*м<sup>2</sup>, масса двигателя с подставкой равна  $m=10$  кг. Ускорение свободного падения принять равным  $g=10$  м/с<sup>2</sup>. Ротор двигателя вращается по часовой стрелке.

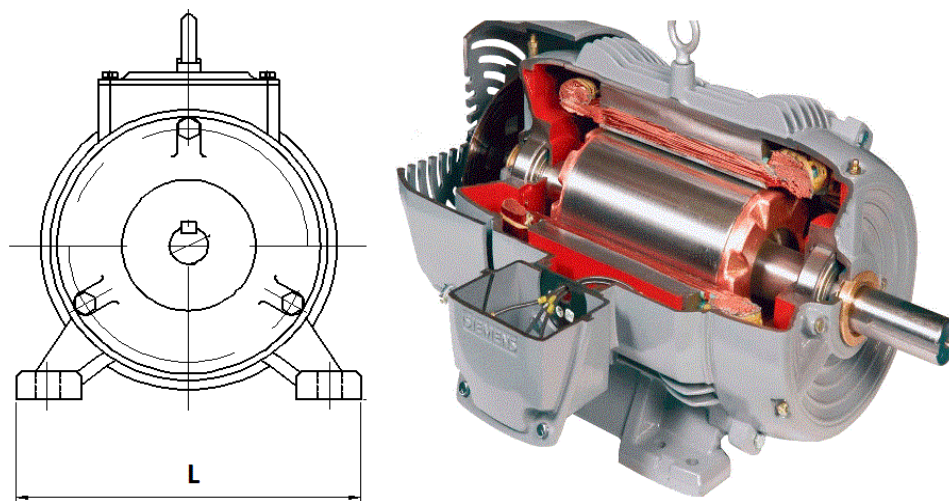


Рис. 2

### Задача № 2

При измерении изделий машиностроения с помощью контрольно-измерительной машины (КИМ) контролируемая деталь устанавливается на столе такой машины, при этом часто бывает необходимость зафиксировать ее положение. Для этого может применяться электромагнитное приспособление, которое может зафиксировать деталь из ферромагнитного материала (рис. 3). Приспособление состоит из корпуса (3) с электромагнитами (6) и крышки (4) в которой установлены полюса (2) с изоляцией из изолятора (5). Каждый электромагнит состоит из обмотки и сердечника. Деталь (1) устанавливается на рабочую поверхность крышки, являясь проводником она замыкает магнитный поток (7) между полюсами (2), что создает силу притяжения детали к крышке. Определить *диаметр сердечника одного электромагнита в мм*, если известно, что 20 таких электромагнитов создают суммарную прижимную силу  $F=50$  Н. Магнитная индукция катушки электромагнита  $B=0,5$  Тл. Сила тока в катушке  $A=2$  А, магнитная постоянная  $\mu_0=1,26 \cdot 10^{-6}$  Гн/м. Относительная магнитная проницаемость сердечника  $\mu=10$ .

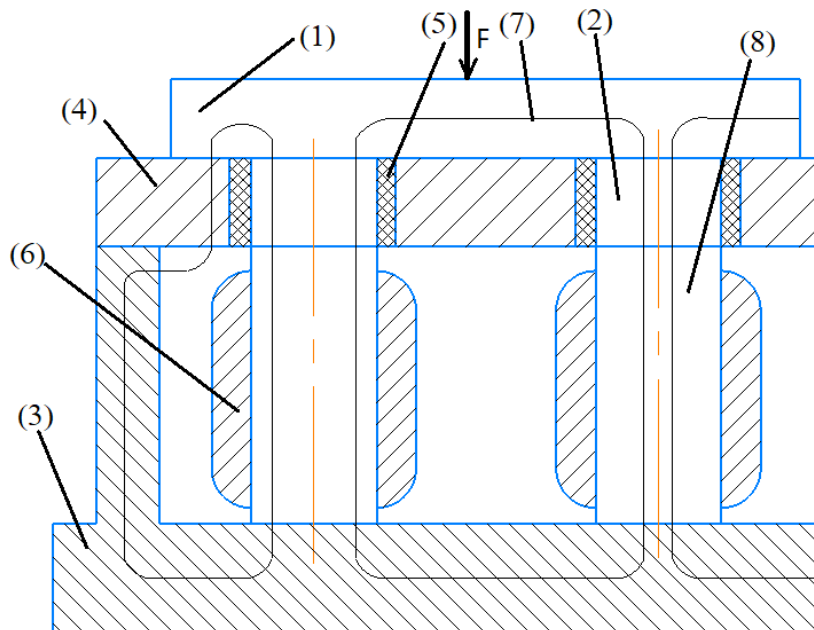


Рис. 3

### Задача № 3

Для сварки рамы КИМ применяется робот-манипулятор. Данный робот работает в сферической системе координат, это значит, что координаты конца К сварочного электрода задаются тройкой чисел  $(r, \theta, \varphi)$  (рис. 4), углы измеряются в градусах, расстояние в метрах. В начальный момент электрод находился в точке 1 с координатами  $(\sqrt{2}, 45^\circ, 90^\circ)$ . В следующий момент времени рабочий орган робота переместился по прямой в точку 2 с координатами  $(\sqrt{5}, 63.44^\circ, 90^\circ)$ . Далее робот последовательно по прямой перемещался в точки 3, 4, 5, 6, 7, 8 с координатами соответственно:

$3(\sqrt{8}, 45^\circ, 90^\circ)$ ;  $4(\sqrt{5}, 26.62^\circ, 90^\circ)$ ;  $5(\sqrt{14}, 57.72^\circ, 18.42^\circ)$ ;  $6(\sqrt{17}, 60.99^\circ, 33.66^\circ)$ ;  $7(\sqrt{14}, 74.51^\circ, 33.66^\circ)$ ;  $8(\sqrt{11}, 72.45^\circ, 18.42^\circ)$ .

Определить объем фигуры ( $m^3$ ), образованной точками 1,2,3,4,5,6,7,8.

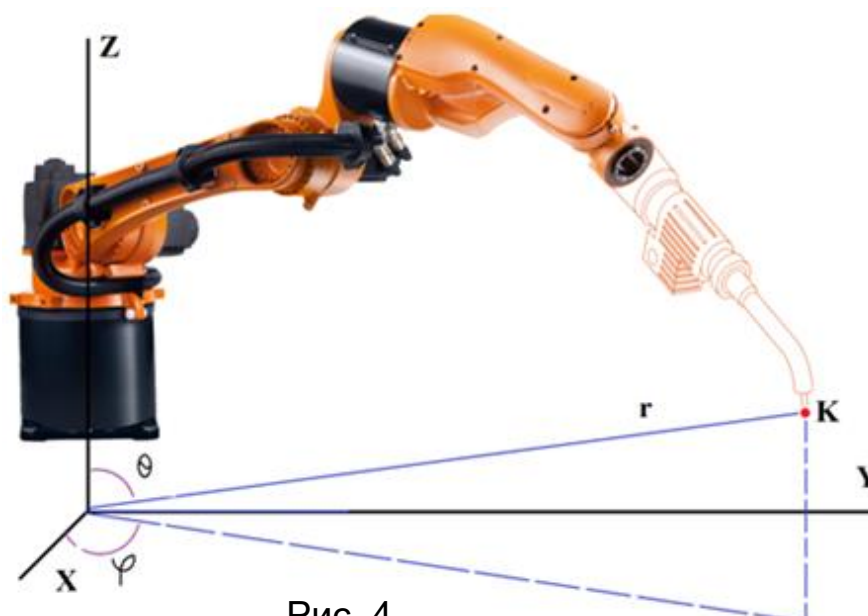


Рис. 4

### Задача № 4

Для обработки детали привода КИМ на фрезерном обрабатывающем центре возникла задача закрепления призматической заготовки. Для закрепления используется устройство, состоящее из рычага и механизма, показанного на рис. 3. Заготовка (1) прижимается к опоре (2) с помощью рычага (3), который шарнирно связан с плунжером (4). Плунжер подпирается клином (6). Угол клина  $\alpha=15^\circ$ . Плунжер и клин опираются о корпус (5). Длины плеч рычага  $L_1=100$  мм и  $L_2=300$  мм. Коэффициент трения между клином и корпусом равен  $f_1=0,1$ ; коэффициент трения между плунжером и корпусом равен  $f_2=0,15$ ; коэффициент трения между клином и плунжером равен  $f_3=0,2$ . Определить силу зажима действующую на заготовку  $W$ , если известно, что сила привода равна  $Q=200$  Н. КПД (коэффициент полезного действия) рычага  $\eta_1=0,95$ ; КПД механизма  $\eta_2=0,54$ .

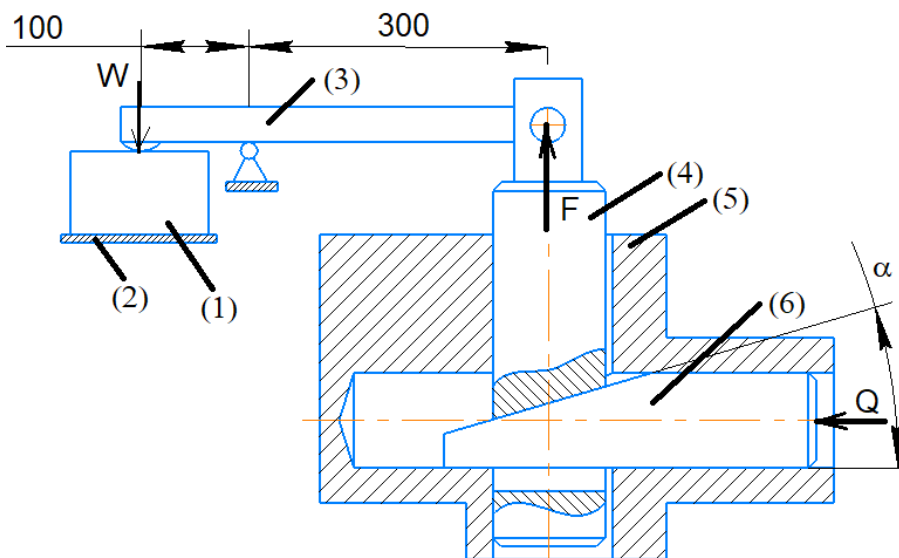


Рис. 5

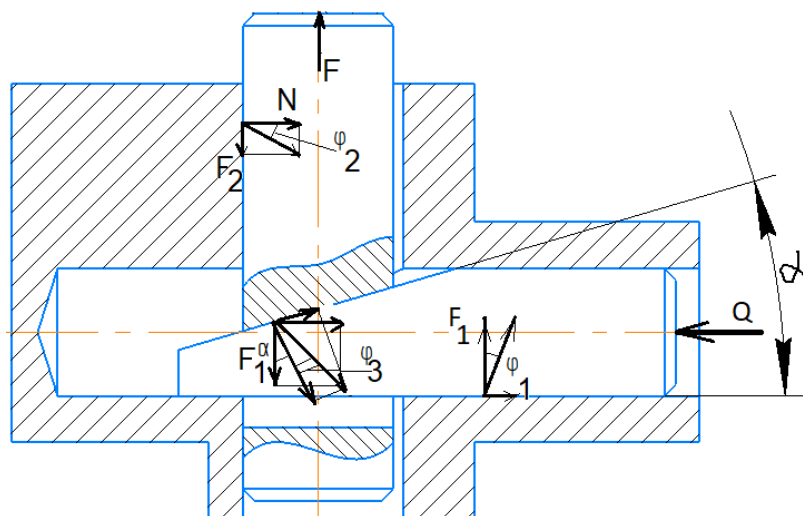


Рис. 6

## Задача № 5

На участке обработки деталей для КИМ, где работает выпускник, возникла проблема отказа конструктивных элементов режущего инструмента (рис 7). Высокие механические напряжения служили причиной разрушения режущей пластины токарного проходного резца, так как момент затяжки винта был чрезмерным. Сменная многогранная пластина токарного проходного резца (1) крепится в державке резца с помощью прижима (3), который затягивается винтом (4). Упрощенная расчетная схема представлена на рис. 8. На пластину действует сила резания  $P_1$ . Требуется определить минимальную силу закрепления  $P_2$ , действующую со стороны прижима на пластину, если известна сила резания  $P_1=500$  Н, а размеры плеч приложенных сил относительно точек А и В равны:

- 1  $a = 1,9$  мм;
- 2  $b = 3,8$  мм;
- 3  $c = 2,7$  мм;
- 4  $d = 3,8$  мм;
- 5  $e = 10,3$  мм.

Коэффициент трения между пластиной и державкой равен  $f = 0,16$ . Трение между прижимом и пластиной не учитывать.



Рис. 7

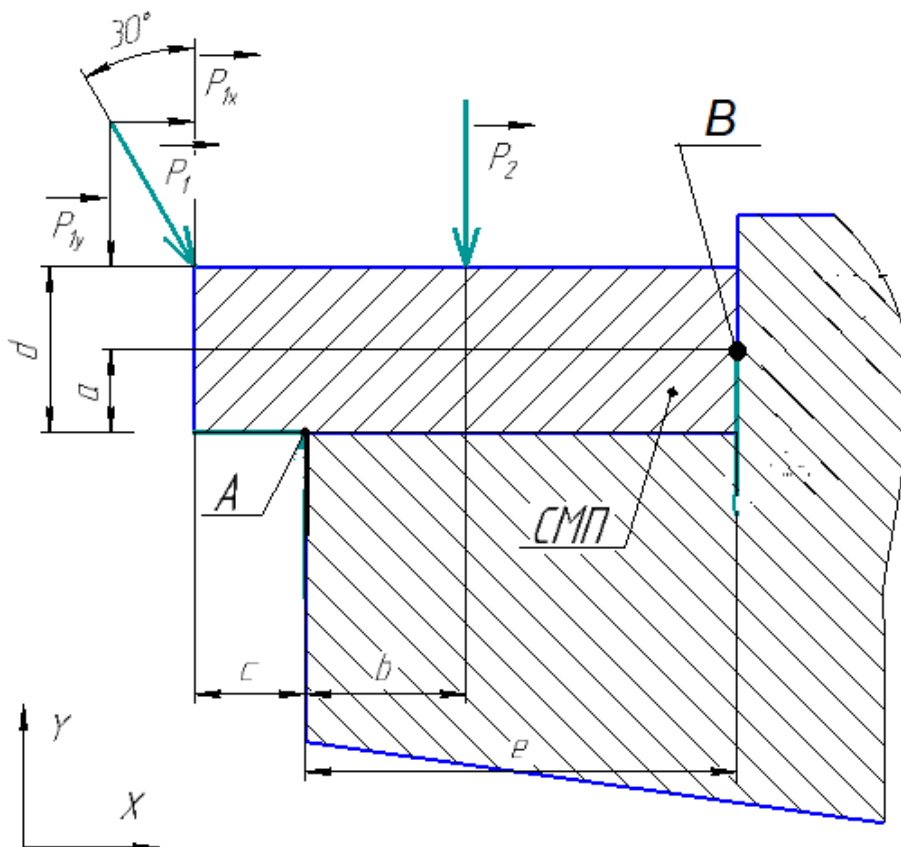


Рис. 8