



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 (см. рисунок 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.

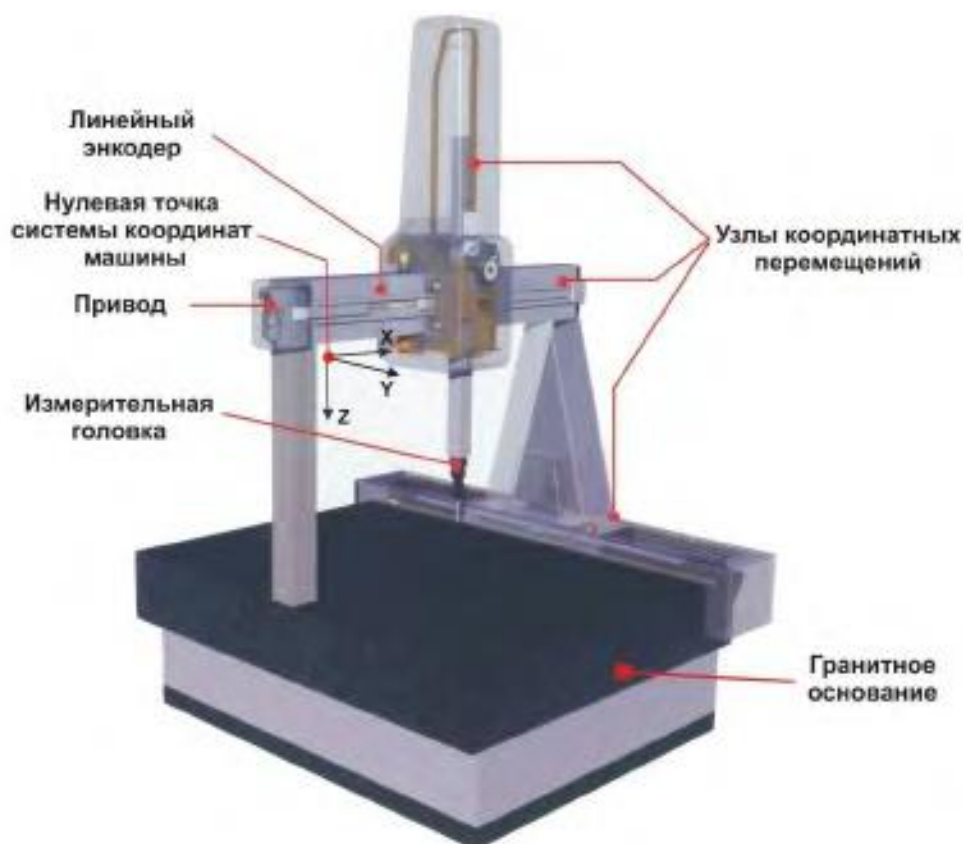


Рис. 1

### Задача № 1

Для обработки детали привода КИМ на фрезерном обрабатывающем центре ее заготовка (1) крепится в специальном зажимном устройстве с пневматическим приводом (рис. 2). Зажим заготовки осуществляется путем ее прижима с помощью рычага (2) к опоре (3). Рычаг приводится в движение с помощью пневматического цилиндра круглого сечения, имеющего шток (4) и поршень (5). Сжатый воздух подается только в штоковую полость. Длины плеч рычага  $A=112$  мм и  $B=42$  мм показаны на рис. 2. Требуется определить, какая сила  $F$  будет приложена к заготовке, если известен диаметр поршня пневмоцилиндра  $D=50$  мм, диаметр штока  $d=20$  мм, а давление воздуха в пневмоцилиндре составляет  $p=0,6$  МПа. КПД рычажного механизма  $\eta=0,95$ .

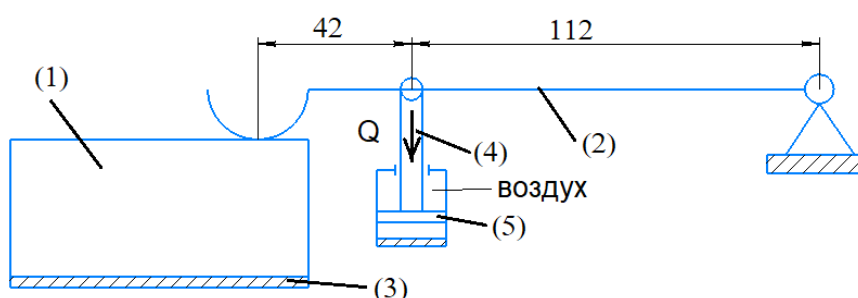


Рис. 2.

### Задача № 2

Методом лазерного осаждения металла (LMD) изготавливается винтовая поверхность (рис. 3), представляющая собой выступы трапецеидального сечения, с основаниями 1 и 4 мм (рис. 4) на цилиндре диаметром  $d=30$  мм, длиной 100 мм и шагом  $P=10$  мм. Металлический порошок наплавляется на поверхность цилиндра с помощью лазерного луча. Определить массу наплавленного металла винтового выступа, в граммах, (плотность наплавленного металла  $\rho=7,85$  г/см<sup>3</sup>).

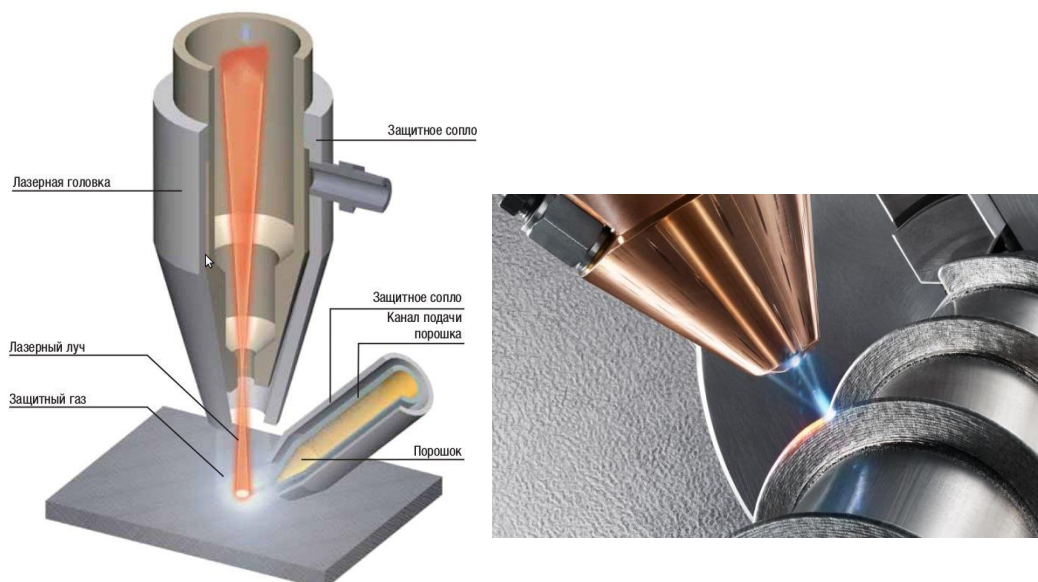


Рис. 3

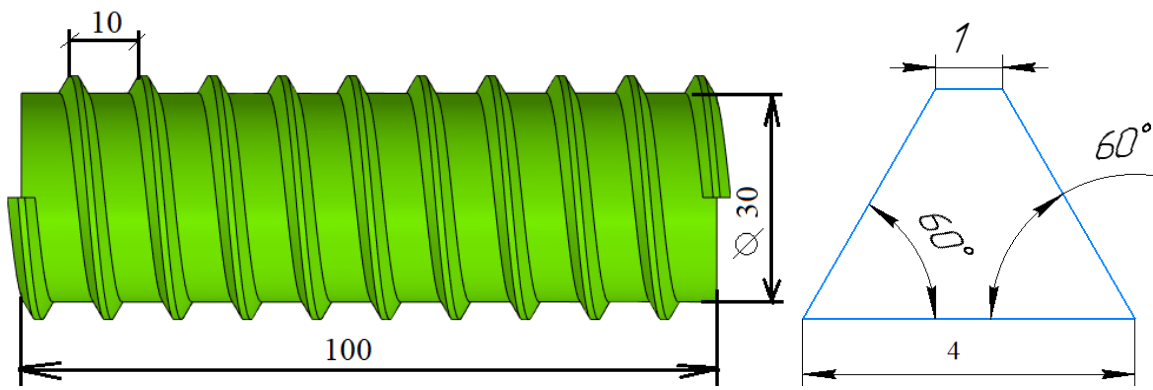


Рис. 4

### Задача № 3

На вертикальном обрабатывающем центре с числовым программным управлением концевой фрезой (1) диаметром 40 мм фрезеруется композитная деталь (2) для крышки привода КИМ, представляющая собой в плане прямоугольник с правильной шестиугольной выемкой со скругленными углами, радиус скругления 20 мм (рис. 5). Параметры скругления: длина хорды 20 мм, высота стрелы сегмента 2,68 мм. Фреза последовательно проходит по траекториям (1), (2), (3), (4). На траектории (1) скруглений нет. Траектория (1) представляет из себя правильный шестиугольник с диаметром вписанной окружности  $d_1=52$  мм. Траектория (2) – правильный шестиугольник с диаметром вписанной окружности  $d_2=120$  мм. Траектория (3) – правильный шестиугольник с диаметром вписанной окружности  $d_3=190$  мм. Траектория (4) – правильный шестиугольник с диаметром вписанной окружности  $d_4=262$  мм. Определить, сколько времени (сек.) займет у фрезы проход по всем трем траекториям, если известно, что фреза движется с постоянной скоростью  $V=0,01$  м/с, время перехода между траекториями не учитывать.

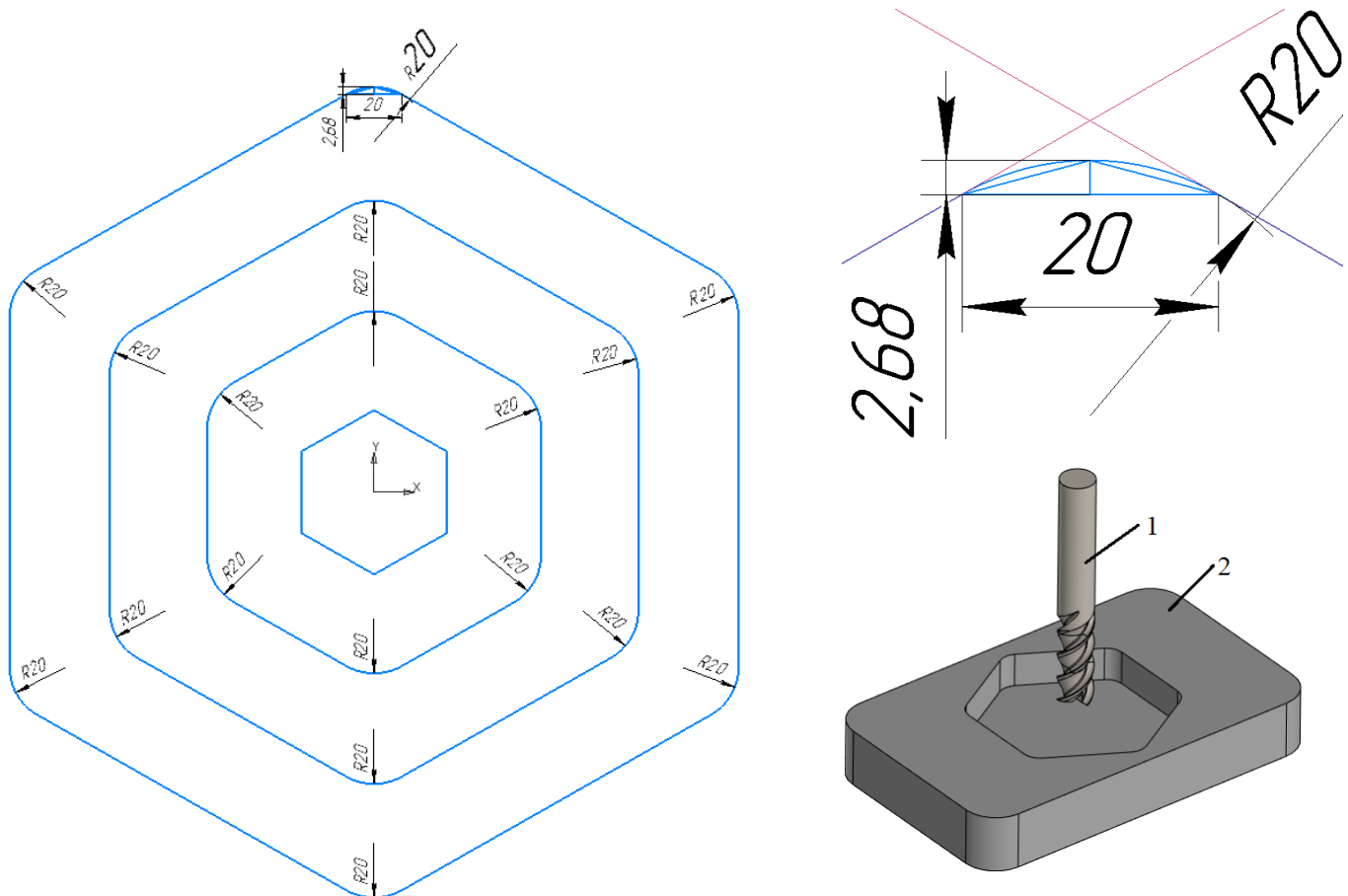


Рис. 5

#### Задача № 4

Для обработки детали привода КИМ на фрезерном обрабатывающем центре возникла задача закрепления призматической заготовки. Для закрепления используется механизм, показанный на рис. 6. Заготовка (1) прижимается к опоре (2) с помощью плунжера (3), который находится в контакте с клином (4). Угол клина  $\alpha=15^\circ$ . Плунжер и клин опираются в корпус (5). Коэффициент трения между клином и корпусом равен  $f_1=0,1$ ; коэффициент трения между плунжером и корпусом равен  $f_2=0,2$ ; коэффициент трения между клином и плунжером равен  $f_3=0,15$ . Определить силу зажима  $F$ , действующую со стороны плунжера на заготовку, если известно, что сила привода  $Q=100$  Н. КПД механизма  $\eta=0,54$ .

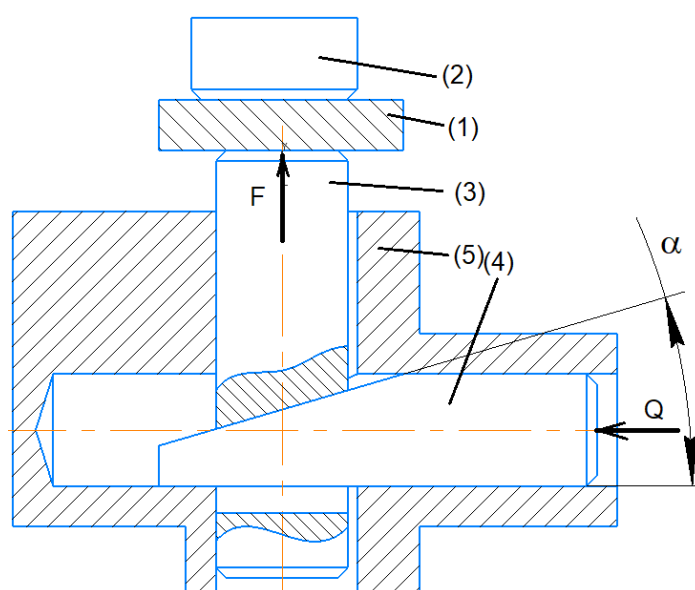


Рис. 6

#### Задача № 5

Для участка сборки инженер получил чертеж одной из деталей контрольно-измерительной машины, которая без размеров изображена тремя проекциями, приведенными на рисунке 7. 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 слева (плоскость, параллельная  $Y\text{O}Z$ ) и проходящей ровно посередине толщины конструкции. Для пояснения приведенных выше понятий на рисунке 8 («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.

**Оценка за верный ответ 35 баллов.**

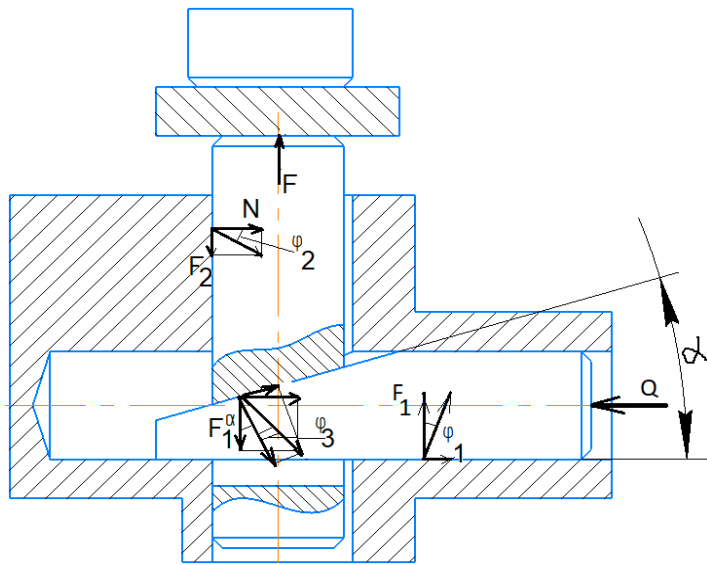


Рис. 7

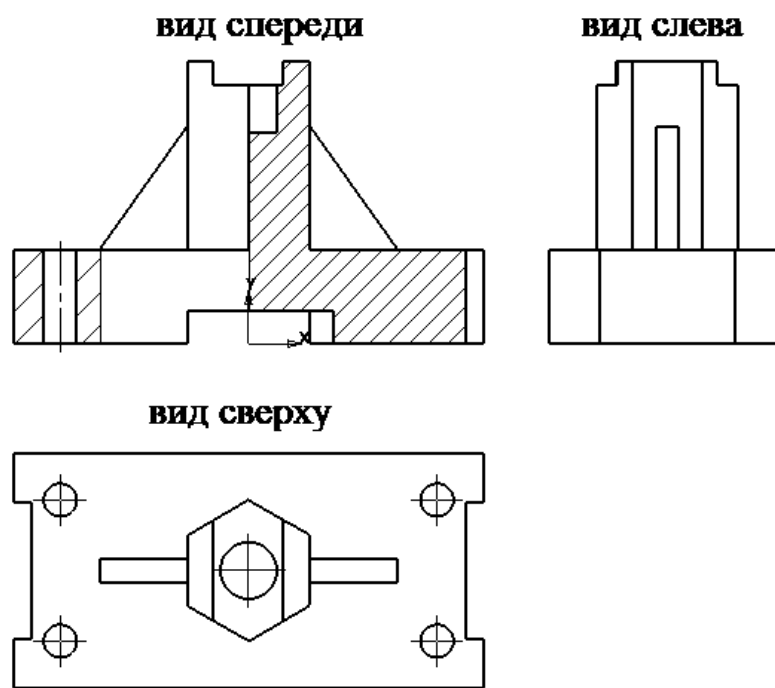


Рис. 8