



**Задания, ответы и критерии оценивания**

**Проектная задача (включает в себя 5 частных подзадач)**

Выпускник университета решил организовать собственное малое инновационное предприятие. Взяв кредит в банке, он купил производственную систему для изготовления малогабаритных роботов (рис. 1). Такой робот оснащен несущей системой, приводами, линейными измерительными преобразователями (энкодерами), компьютерной системой управления. В цехе предприятия было установлено следующее оборудование: токарный и фрезерный обрабатывающие центры с ЧПУ, сварочный робот, станок аддитивного производства. В процессе изготовления различных деталей молодой инженер столкнулся с рядом производственных задач, представленных ниже.



Рис. 1

**Задача №1**

На вертикальном обрабатывающем центре фрезеруется деталь (рис. 2). Фреза, при обработке, может двигаться по различным траекториям, две из которых показаны на рис. 3. Траектории на рис. 3а представляют собой три эквидистантных прямоугольника со скругленными углами. Траектория на рис. 3б представляет собой ломаную линию. Требуется определить, какая из траекторий обеспечит наименьшее время обработки, если известно, что фреза движется с постоянной скоростью. Параметры траекторий показаны на рис. 3., размеры в мм. Каждую траекторию инструмент проходит один раз.

**Оценка за верный ответ 5 баллов.**

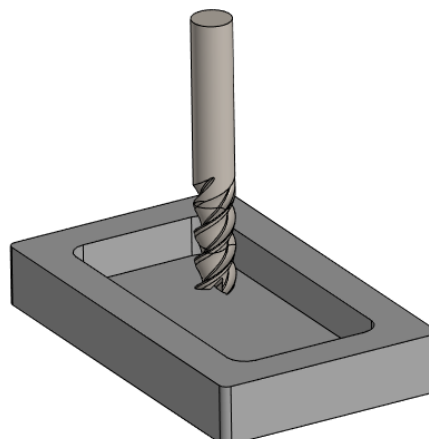


Рис. 2



### Решение.

Эффективное усилие на штоке пневмокамеры определяется диаметром опорной шайбы и рабочим давлением воздуха:  $Q = p \cdot \pi \cdot d^2 / 4 = 400000 \cdot 3,14 \cdot 0,115^2 / 4 \approx 4152,6$  Н. Усилие пружины  $F = k \cdot x = 10000 \cdot 0,3 \cdot 0,16 = 480$  Н.

Усилие зажима  $W$  определяется усилием  $Q$  и передаточным отношением исполнительного механизма:  $W = Q \cdot L_2 / L_3 \cdot L / (L + L_1) \cdot \eta$

$F = 4152,6 \cdot (0,07 / 0,05) \cdot (0,05 / 0,05 + 0,07) \cdot 0,9 - 480 \approx 1700,12$  Н.

**Ответ: 1700,12 Н.**

### Задача №3

На станке аддитивного производства (3D-принтере) изготавливается пластиковая модель детали в натуральную величину (рис. 5, размеры в миллиметрах). Требуется определить длину пластиковой проволоки диаметром  $d = 2$  мм, необходимую для изготовления такой детали.

**Оценка за верный ответ 20 баллов.**

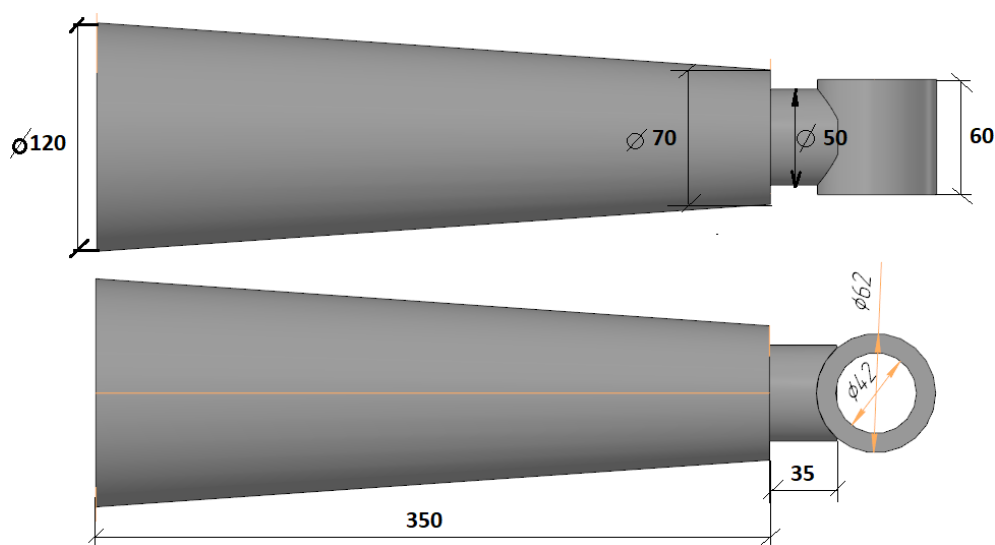


Рис. 5

### Решение.

Деталь состоит из трех тел, усеченного конуса и двух цилиндров, один из которых с отверстием. Объем усеченного конуса равен  $1/3 \cdot 350 \cdot 3,14 \cdot (60^2 + 35^2 + 60 \cdot 35) = 2536858$  мм<sup>3</sup>. Объем цилиндра высотой 35 мм равен  $35 \cdot 3,14 \cdot 25^2 = 68687,5$  мм<sup>3</sup>. Объем полого цилиндра равен  $60 \cdot 3,14 \cdot 31^2 - 60 \cdot 3,14 \cdot 21^2 = 97968$  мм<sup>3</sup>. Суммарный объем 27035100 мм<sup>3</sup>. Длина проволоки равна  $27035100 / (3,14 \cdot 1^2) = 860991,67$  мм = 860,99 м.

**Ответ: 860,99 м.**

### Задача №4

По ленте конвейера шириной  $b = 500$  мм движутся изделия, имеющие форму прямоугольных коробок размерами 200 x 100 мм (схд). Робот проверяет изделия и некачественные сбрасывает в контейнер через окно шириной  $h = 300$  мм. Какую мощность должен иметь привод толкателя робота? Скорость конвейера  $v = 1$  м/с, масса изделия  $m = 4$  кг, коэффициент трения между изделием и лентой конвейера  $f = 0,15$ , расстояние между изделиями  $l = 300$  мм.

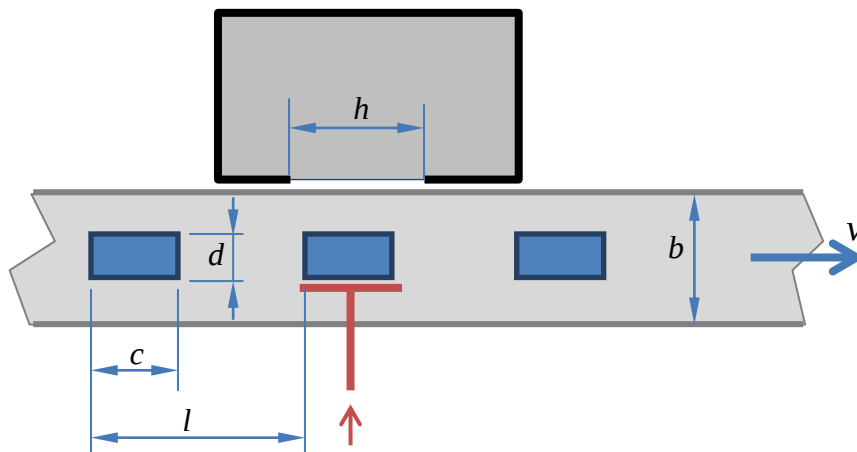


Рис. 6

Оценка за верный ответ 30 баллов.

### Решение.

За время  $t$ , пока край детали не достигнет края окна контейнера деталь нужно сдвинуть на ширину ленты  $b$ .  $t = (h - c) / v = (0,3 - 0,2) / 1 = 0,1$  с. Сделать это нужно, преодолевая силу трения  $F_{\text{тр}} = fmg = 0,15 \cdot 4 \cdot 10 = 6$  Н и силу инерции детали  $F = ma$ . Если считать движение детали равноускоренным, то  $a = 2b / t^2 = 2 \cdot 0,5 / 0,1^2 = 100$  м/с<sup>2</sup>. Суммарная сила  $F_{\text{тр}} + F$  совершает работу на перемещении  $b$  за время  $t$ . Требуемая мощность  $N \geq (F_{\text{тр}} + F)b / t = (6 + 4 \cdot 100) \cdot 0,5 / 0,1 = 2030$  Вт.

Ответ: 2030 Вт

### Задача №5

Для участка сборки инженер получил чертеж детали (*корпуса фрезы*), которая без размеров изображена тремя проекциями, приведенными на рис. 8. Три проекции – это изображение трех видов детали: спереди, сверху, слева. Нарисуйте **сечение** этой детали плоскостью А–А, параллельной виду слева и проходящей ровно перпендикулярно детали. Для пояснения приведенных выше понятий на рис. 9 («Пример для пояснения») даны все виды и разрезы применительно к другой детали. В **сечении** рисуются только те кромки детали, которые попали в секущую плоскость.

Оценка за верный ответ 35 баллов.

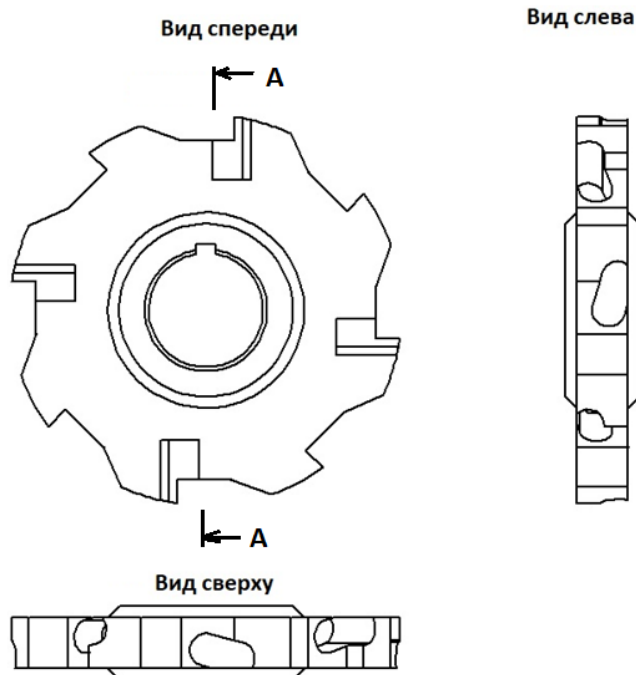


Рис. 8

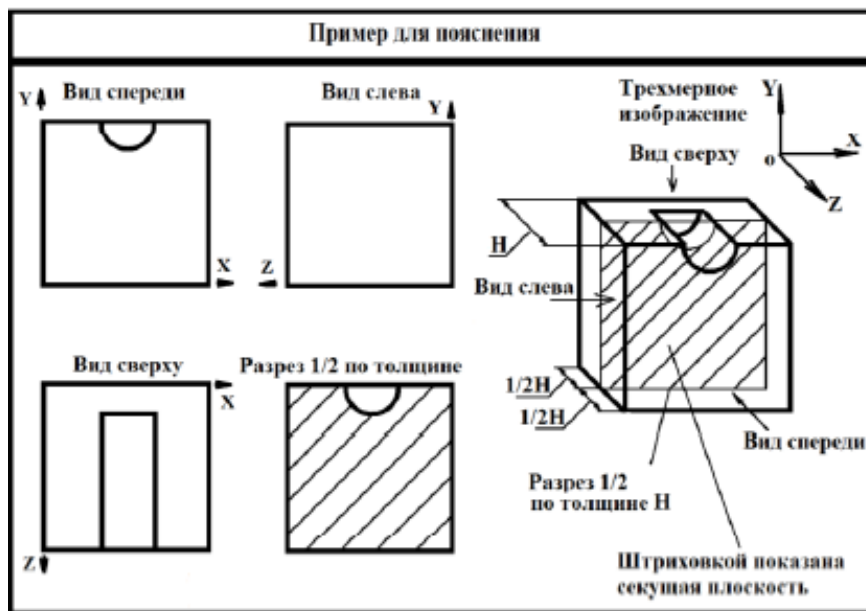


Рис. 9

**Решение.**

