



Задания, ответы и критерии оценивания

Выпускник университета решил организовать собственное малое инновационное предприятие. Взяв кредит в банке, он купил роботизированную производственную систему для изготовления станков аддитивного производства (3D принтеров) для изготовления из пластика моделей и прототипов машиностроительных изделий (рис. 1). Такой 3D принтер содержит несущую систему, приводы, узлы координатных перемещений, печатающую 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 (5 баллов)

На вертикальном обрабатывающем центре фрезеруется деталь привода (рис. 2). Фреза диаметром 15 мм, при обработке, может двигаться по различным траекториям, две из которых показаны на рис. 3. Траектории на рис. 3а представляют собой три эквидистантных прямоугольника. Траектория на рис. 3б представляет собой ломаную линию. Требуется определить, какая из траекторий (1 или 2) обеспечит наименьшее время обработки, если известно, что фреза движется с одинаковой постоянной скоростью, глубина резания одинакова. Параметры траекторий показаны на рис. 3.

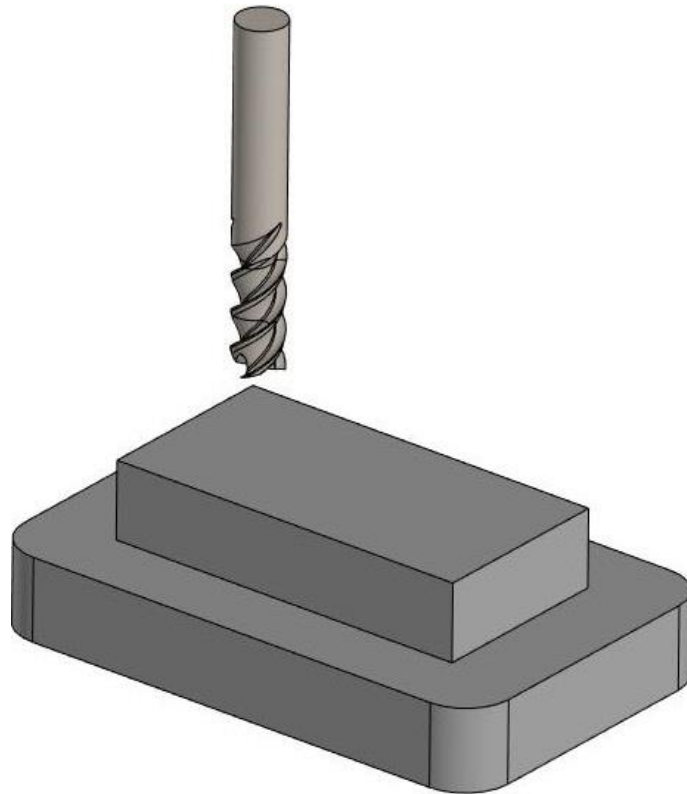


Рис. 2

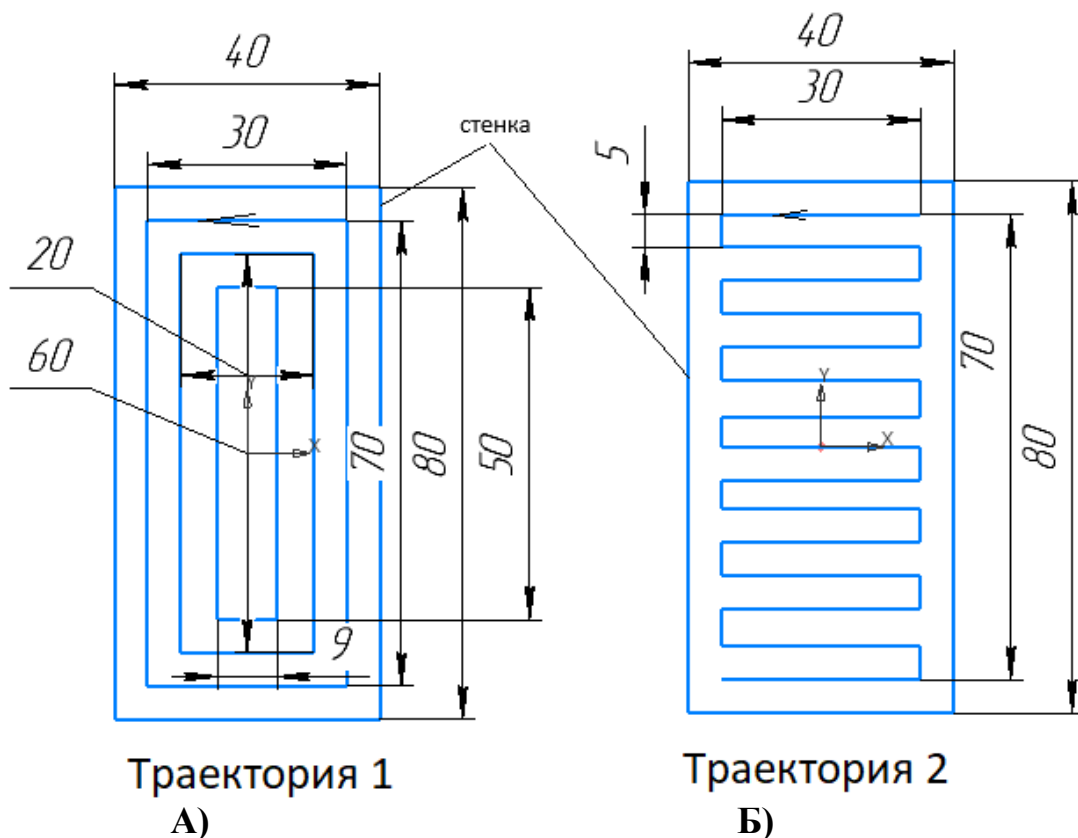


Рис. 3

Решение.

Длина траектории на рис. 3а равна $L1=(2\cdot 9+2\cdot 50)+(2\cdot 20+2\cdot 60)+(2\cdot 30+2\cdot 70)=478$ мм. Длина траектории на рис. 3б равна $L2=15\cdot 30+14\cdot 5=540$ мм. Траектория 1 с наименьшей длиной обеспечит меньшее время обработки.

Ответ: 1.

Задача № 2 (10 баллов)

На фрезерном станке фрезеруется деталь (1) привода 3D принтера, которая закрепляется в зажимном приспособлении с пневмоприводом. Пневмопривод состоит из пневмокамеры двустороннего действия с резиновой диафрагмой (2), рычага (3), рычага (4) и тяги (5). Требуется определить, какая сила W будет приложена к детали, если диаметр диафрагмы пневмокамеры равен $D=160$ мм, диаметр опорной шайбы $d=115$ мм, КПД всего привода $\eta=0,9$, остальные параметры приведены на рис. 4. Давление воздуха $p=0,4$ МПа.

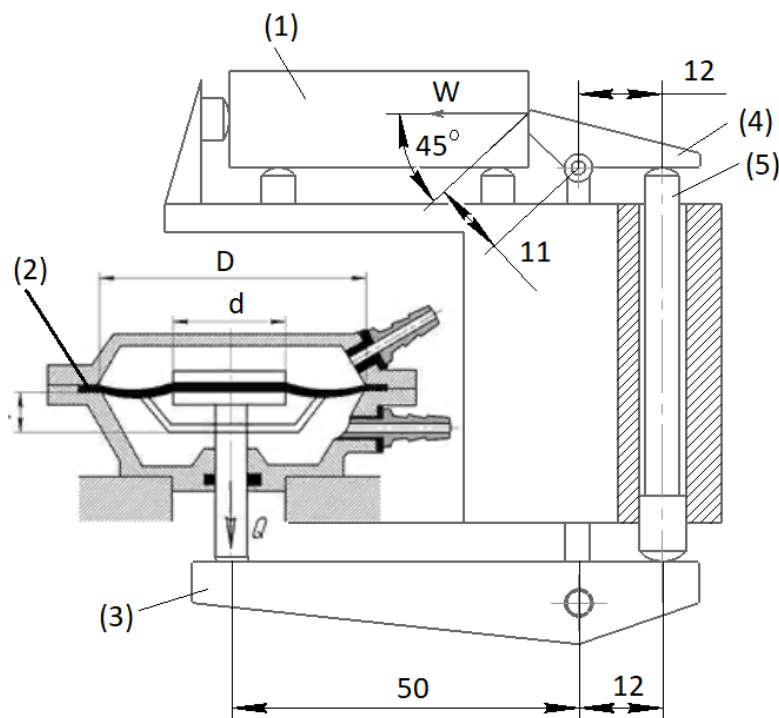


Рис. 4

Решение.

Эффективное усилие на штоке пневмокамеры определяется диаметром опорной шайбы и рабочим давлением воздуха: $Q=p \cdot \pi \cdot d^2/4=400000 \cdot 3,14 \cdot 0,115^2/4 \approx 4153$ Н.

Усилие зажима W определяется усилием Q и передаточным отношением исполнительного механизма:

$$W=Q \cdot 50/12 \cdot 12/11 \cdot \cos 45^\circ \cdot \eta=4153 \cdot 4,17 \cdot 1,09 \cdot 0,71 \cdot 0,9 \approx 12062 \text{ Н.}$$

Ответ: 12062 Н.

Задача № 3 (20 баллов)

На вертикально-фрезерном станке концевой фрезой (1) диаметром 20 мм фрезеруется композитная деталь (2) для крышки привода, представляющая собой в плане прямоугольник с правильной семиугольной выемкой со скругленными углами, радиус скругления 10 мм (рис 5). Фреза последовательно проходит по траекториям (1), (2), (3), (4) без скруглений (рис. 6). Траектория (1) представляет из себя правильный семиугольник с диаметром описанной окружности $d_1=80$ мм. Траектория (2) – правильный семиугольник с диаметром описанной окружности $d_2=60$ мм. Траектория (3) – правильный семиугольник с диаметром описанной окружности $d_3=40$ мм. Траектория (4) – правильный семиугольник с диаметром

описанной окружности $d_4=20$ мм. Определить, сколько времени (сек.) займет у фрезы проход по всем траекториям, если известно, что фреза движется с постоянной скоростью $V=0,01$ м/с, время перехода между траекториями не учитывать.

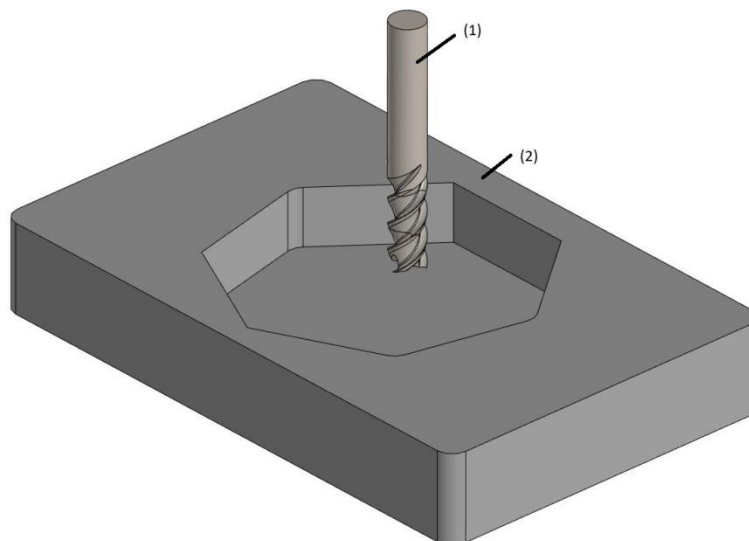


Рис. 5

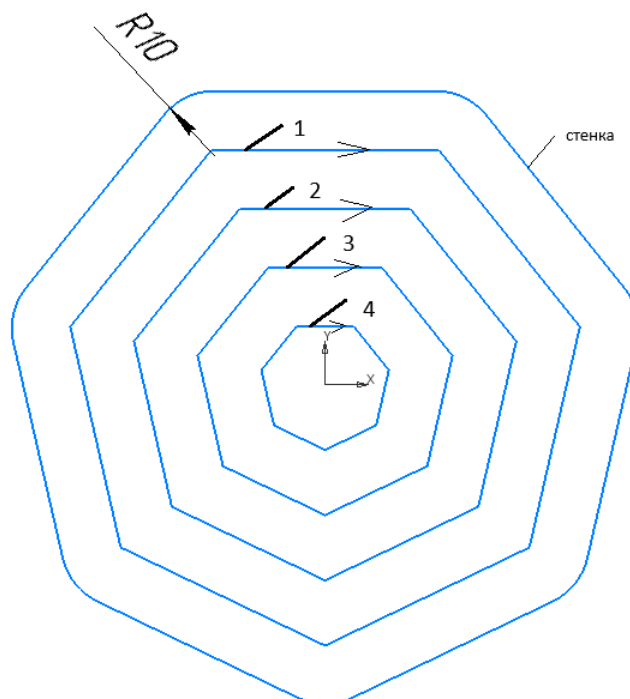


Рис. 6

Решение.

Длина траектории (1) равна периметру семиугольника (1): $L_1=14d_1/2 \sin(\pi/7)=14 \cdot 40 \cdot \sin(3,14/7) \approx 242,5$ мм; длина траектории (2) равна $L_2=14d_2/2 \sin(\pi/7)=14 \cdot 30 \cdot \sin(3,14/7) \approx 181,9$ мм; длина траектории (3) равна $L_3=14d_3/2 \sin(\pi/7)=14 \cdot 20 \cdot \sin(3,14/7) \approx 121,2$ мм; длина траектории (4) равна $L_4=14d_4/2 \sin(\pi/7)=14 \cdot 10 \cdot \sin(3,14/7) \approx 60,6$ мм. Суммарная длина всех траекторий равна $L=L_1+L_2+L_3+L_4=242,5+181,9+121,2+60,6=606,2$ мм.

Искомое время обработки составит $t=L/V=0,6062/0,01=60,62$ с.

Ответ: 60,62 с.

Задача № 4 (30 баллов)

Для перемещения и установки деталей на станок применяется робот-манипулятор. Рука такого робота представляет собой двухзвенный механизм. Координаты положения точки **A** робота, заданные в декартовой системе координат показаны на рис. 6. Робот работает только в плоскости XY. Требуется определить обобщенные координаты звеньев руки робота φ_1 и φ_2 , требуемые для обеспечения такого положения точки **A**.

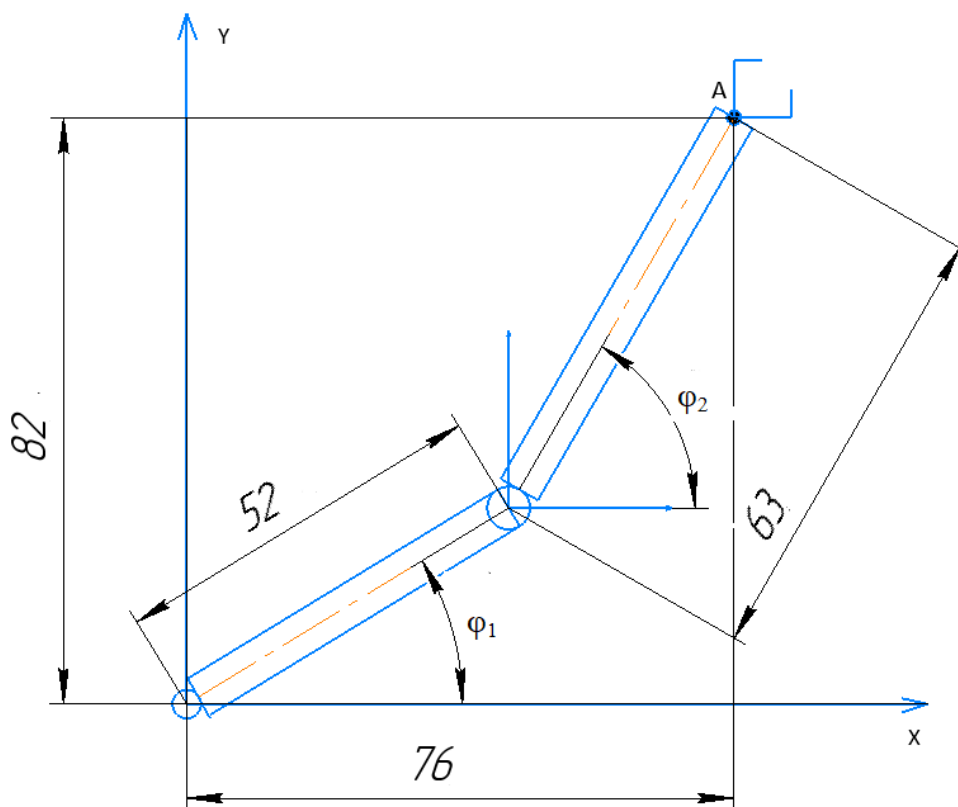
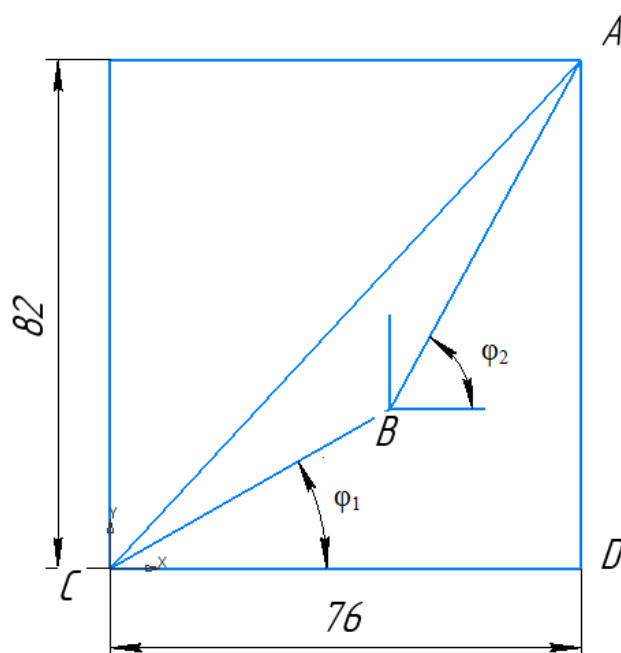


Рис. 7

Оценка за верный ответ 30 баллов.

Решение.



Углы ϕ_1 и ϕ_2 можно определить из расчетной схемы (рис. выше). Длина стороны AC равна $AC = \sqrt{76^2 + 82^2} \approx 111,8$ см. Угол $CBA = \arccos((52^2 + 63^2 - 111,8^2) / (2 \cdot 52 \cdot 63)) = \arccos(-0,8893) = 152,78^\circ$. Угол $ACB = \arccos((AC^2 + BC^2 - AB^2) / (2 \cdot AC \cdot BC)) = 14,98^\circ$. Угол $ACD = \arctg(82/76) = 47,173^\circ$. Тогда угол $\phi_1 = 47,173^\circ - 14,98^\circ = 32,19^\circ$. Угол $CAB = 180^\circ - (ACB + CBA) = 180^\circ - (14,98^\circ + 152,78^\circ) = 12,24^\circ$. Угол $CAD = 90^\circ - ACD = 90^\circ - 47,173^\circ = 42,827^\circ$. Искомый угол $\phi_2 = 90^\circ - (CAD - CAB) = 90^\circ - 30,587^\circ = 59,413^\circ$.

Ответ: $32,19^\circ$ и $59,41^\circ$.

Задача № 5 (35 баллов)

Для участка сборки инженер получил чертеж одной из *деталей* 3D-принтера, которая без размеров изображена четырьмя проекциями, приведенными на рис. 8. Четыре проекции – это изображение четырех видов детали: спереди, сверху, слева и снизу. Нарисуйте **разрез** этой детали плоскостью А-А, параллельной виду спереди 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. На **разрезе** рисуются все кромки детали, которые попали в секущую плоскость и те, которые видны за ней.

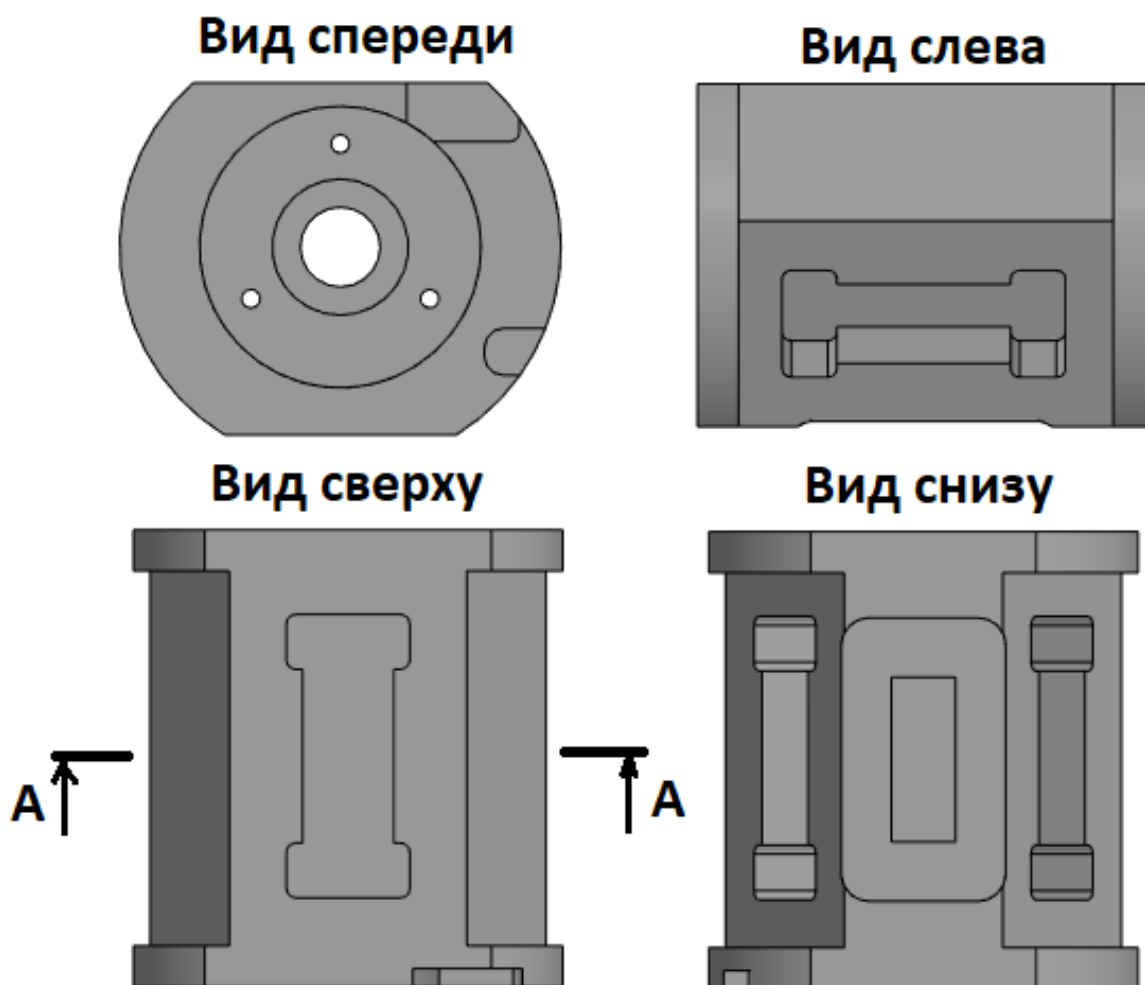


Рис. 8

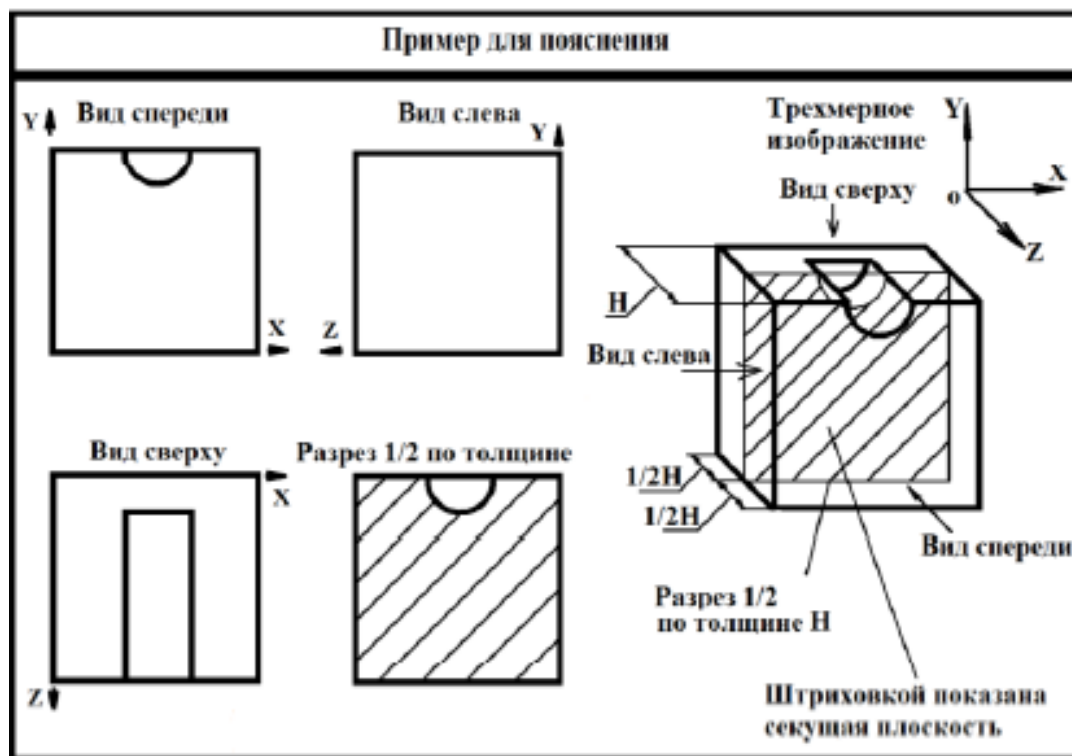


Рис. 9

Ответ:

