



Выпускник университета решил организовать собственное малое инновационное предприятие. Взяв кредит в банке, он купил киберфизическую производственную систему для изготовления гоночных электромобилей для парков развлечений (см. рисунок). Такой электромобиль, содержит несущую раму (1), приводы в виде электродвигателей (2), дифференциал с электронным управлением (3) и подвеску (4). 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.

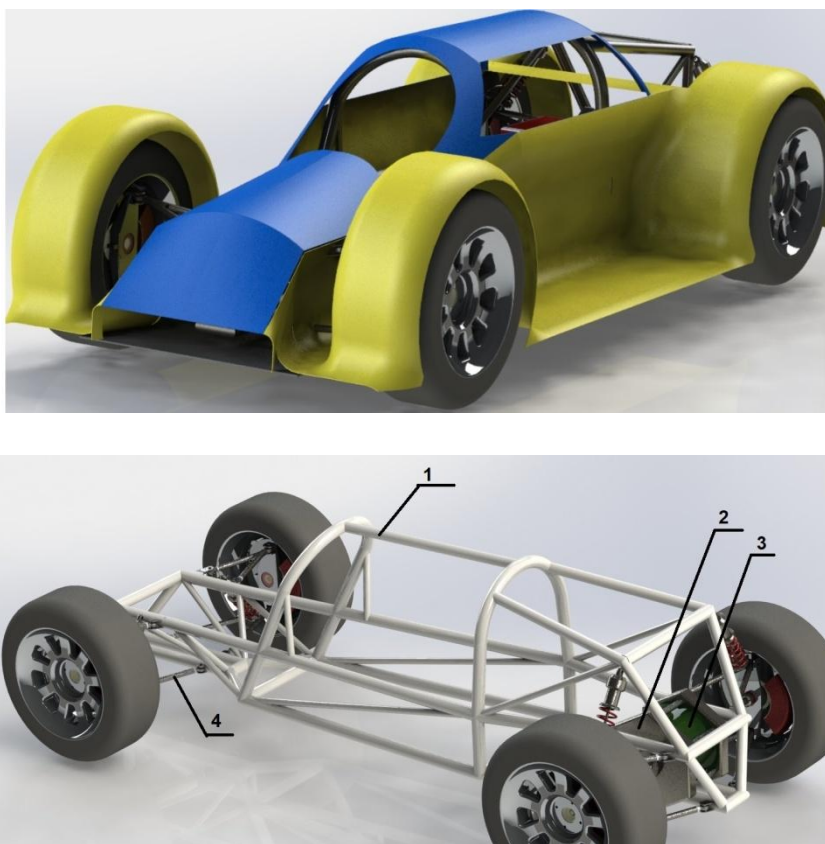


Рис. 1

Задача № 1

На компьютеризированном горизонтальном обрабатывающем центре сверлится отверстие в детали привода электромобиля (рис. 2). Для этого цилиндрическая заготовка детали (1) устанавливается на призматические опоры (3), а вращающееся сверло (2) вырезает отверстие в ее торце. Со стороны сверла на заготовку (1) действует осевая составляющая силы резания P . Заготовка прижимается к призматическим опорам силой прижима W , расположенной ровно посередине между призмами (3). Определить *силу прижима* заготовки W , достаточную для обеспечения ее неподвижности при действии на нее силы P , если известно, что $P=300$ Н, коэффициент трения заготовки во всех опорах одинаковый и равен $f=0,2$. Угол раствора призмы $\alpha=90^\circ$ (рис 2. справа).

Участнику на листе с ответами нужно нарисовать таблицу, приведенную ниже рисунка, и во вторую колонку вписать итоговый ответ. Решение или обоснование дать ниже таблицы.

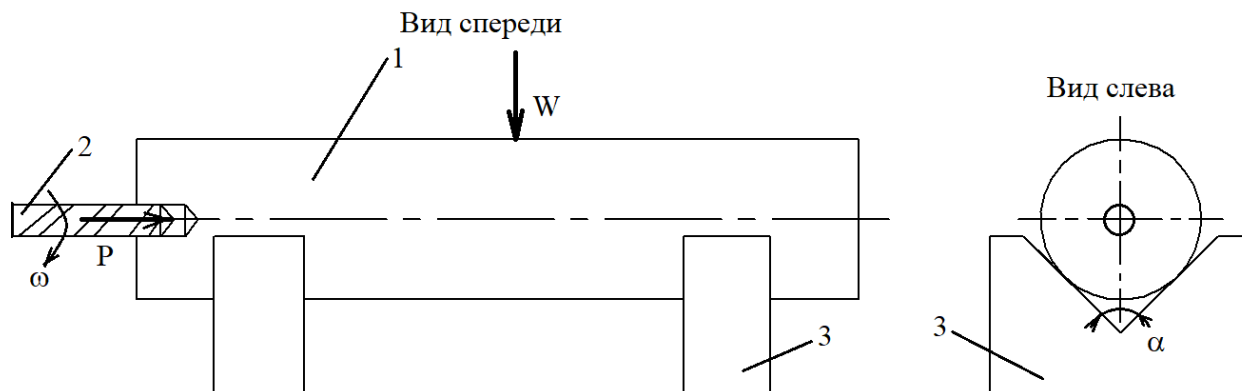


Рис. 2

	Решение учащегося	Максим. возможная оценка	Оценка проверяющего
Сила прижима, Н		5	

Задача № 2

На компьютеризированном вертикальном обрабатывающем центре концевой фрезой (1) диаметром 12 мм фрезеруется композитная деталь (2) для крышки зарядного отсека электромобиля, представляющая собой в плане прямоугольник с выемкой со скругленными углами (рис 3). Фреза последовательно проходит по траекториям (3), (4), (5). Определить, сколько времени (сек.) займет у фрезы проход по всем трем траекториям, если известно, что фреза движется с постоянной скоростью 0,01 м/с, время перехода между траекториями не учитывать.

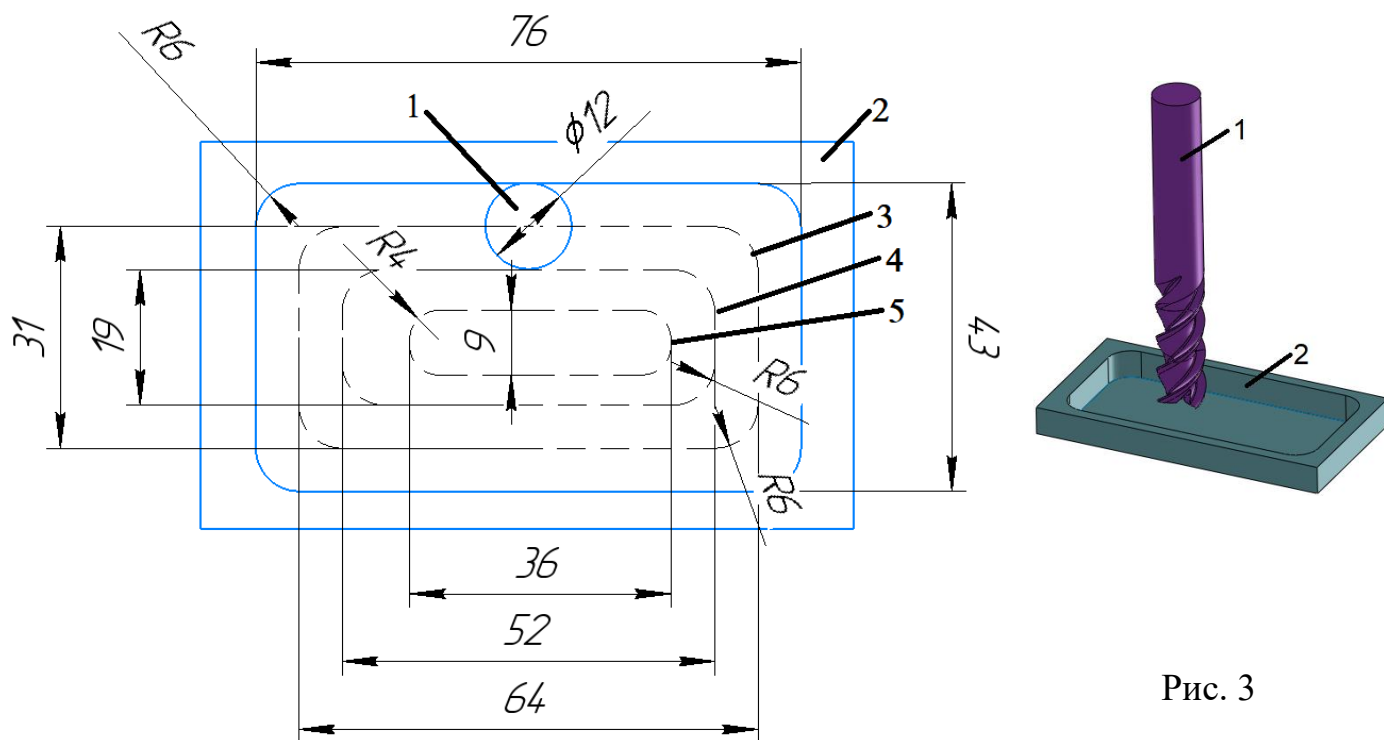


Рис. 3

	Решение учащегося	Максим. возможная оценка	Оценка проверяющего
Время, сек.		10	

Задача № 3

Для выполнения сборочных работ на электромобиле используется подъемник, основным элементом которого служит пневмогидравлический преобразователь (9) (рис. 4). Электромобиль устанавливается на платформе (1), прикрепленной к штоку (2) гидроцилиндра (3). Давление рабочей жидкости в гидроцилиндре создается с помощью штока (6). В пневмоцилиндре имеется поршень (7). В поршневой полости находится воздух (8), в штоковой – жидкость (5). Известно, что масса электромобиля $m=900$ кг, определить диаметр поршня (4) гидроцилиндра d_1 (в метрах), если известно, что давление воздуха (8) в пневмоцилиндре $p_v=0,4$ МПа, диаметр поршня пневмоцилиндра $D=100$ мм, диаметр штока пневмоцилиндра $d=25$ мм. КПД подъемника 0,85. (Ускорение свободного падения g принять равным 10 м/с²).

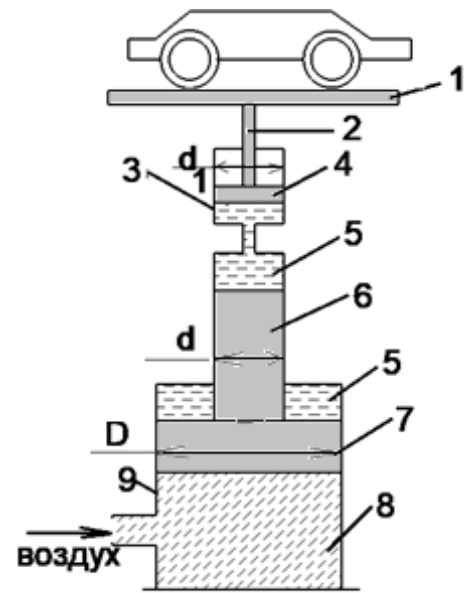


Рис. 4.

	Решение учащегося	Максим. возможная оценка	Оценка проверяющего
Диаметр поршня, м		25	

Задача № 4

Для перемещения деталей электромобиля на участке применяется робот-манипулятор (рис. 5). Робот оснащен схватом (рис. 6) для захвата и удержания деталей. Схват состоит из пневмопривода (1), рычагов (2) и (3), а также губок (4), которые удерживают деталь (5). Известно, что диаметр поршня пневмоцилиндра $D=80$ мм, определить массу детали (кг), которую может поднять и безопасно удержать данный схват, если давление воздуха в пневмосистеме $p=0,4$ МПа, $L_1=0,25$ м, $L_2=0,5$ м, угол между вертикалью и усилием F_1 в шарнире А $\alpha=45^\circ$. Коэффициент запаса $k=2,15$ (коэффициент запаса показывает, во сколько раз усилие на схвате должно быть больше необходимого для удержания детали). (Принять ускорение свободного падения $g=10$ м/с²).

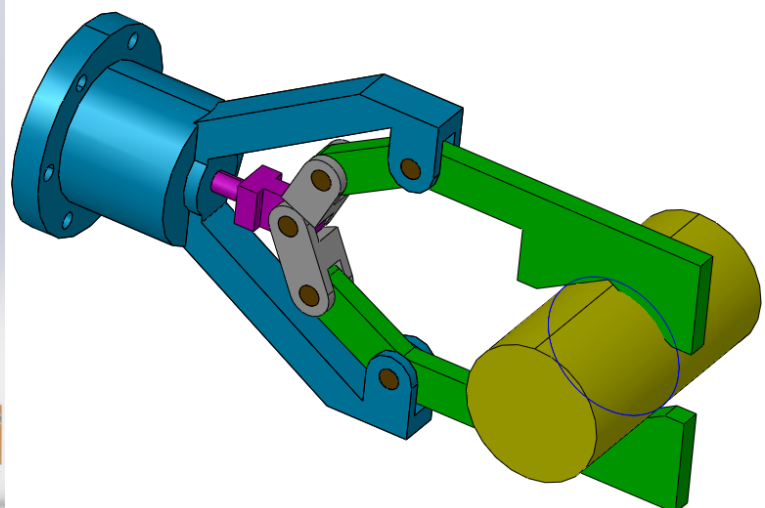


Рис. 5

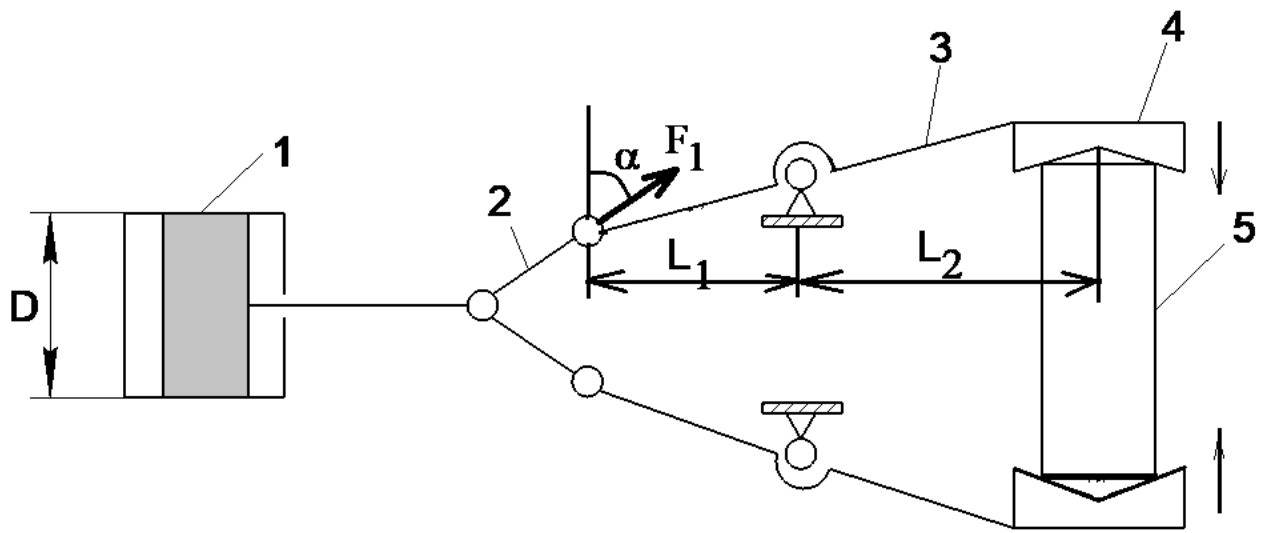


Рис. 6

	Решение учащегося	Максим. возможная оценка	Оценка проверяющего
Масса детали, кг		30	

Задача № 5

Для участка сборки инженер получил чертеж одной из деталей электромобиля, которая без размеров изображена тремя проекциями, приведенными на рисунке 7 слева внизу («Задача для решения»). 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_0Z) и проходящей ровно посередине толщины конструкции. Для пояснения приведенных выше понятий на рисунке справа («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 30 баллов.

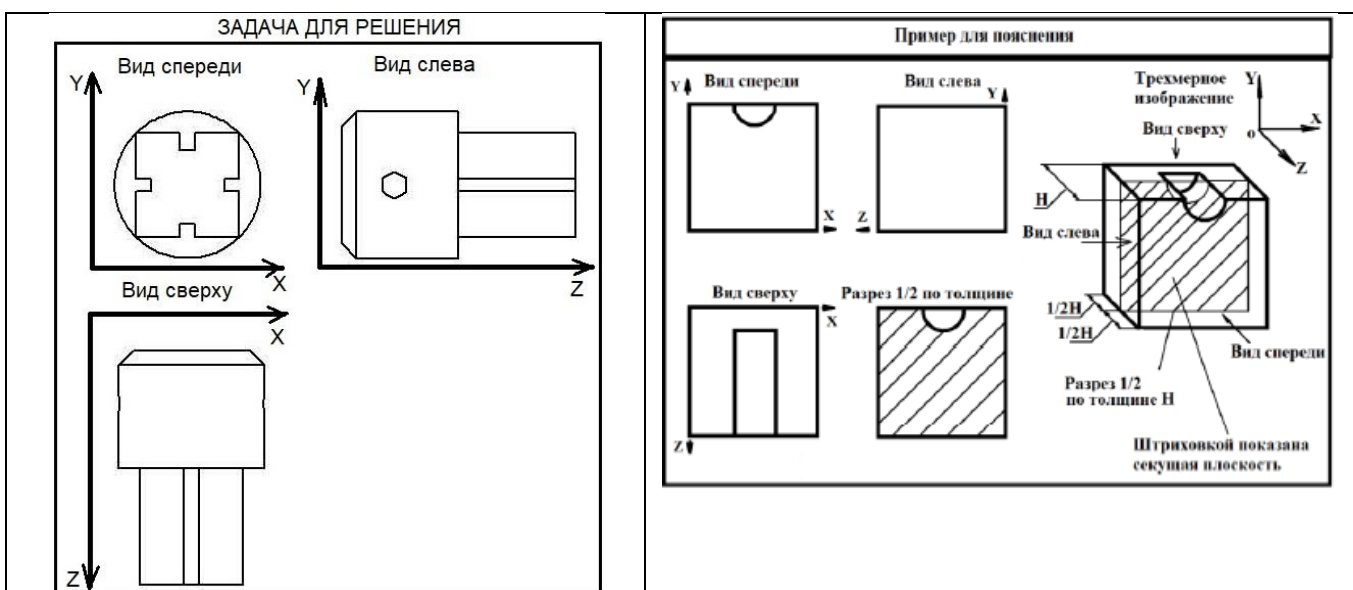


Рис. 7



Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Машиностроение»

10-11 классы

Заключительный этап

2021-2022

Выпускник университета решил организовать собственное малое инновационное предприятие. Взяв кредит в банке, он купил киберфизическую производственную систему для изготовления гоночных электромобилей для парков развлечений (см. рисунок). Такой электромобиль, содержит несущую раму (1), приводы в виде электродвигателей (2), дифференциал с электронным управлением (3) и подвеску (4). 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.

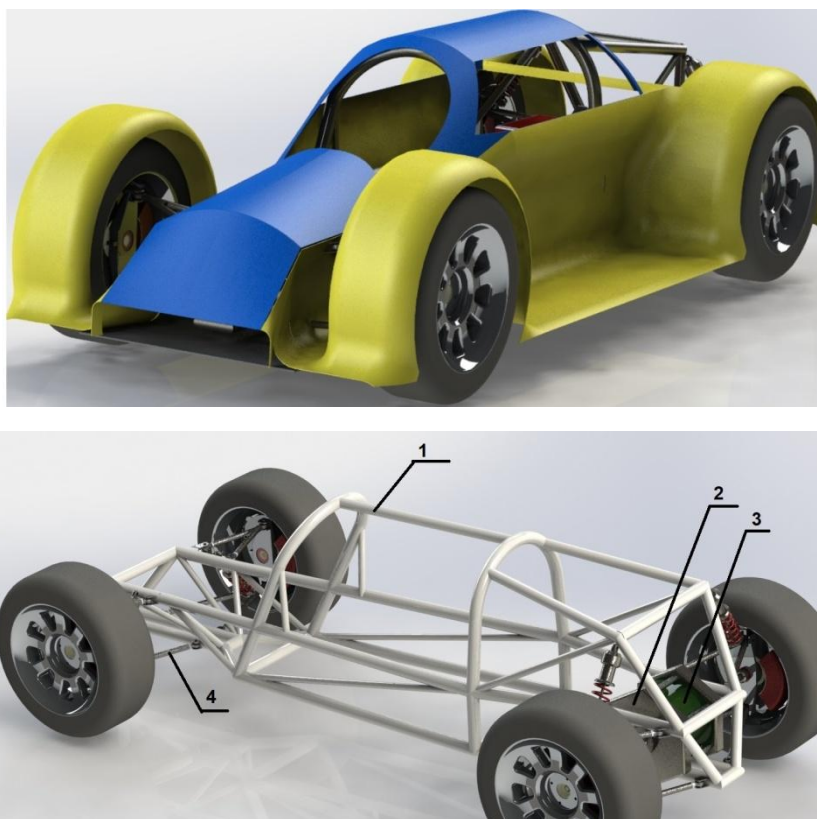


Рис. 1

Задача № 1

Для питания электродвигателей электромобиля в нем имеется аккумуляторная батарея емкостью 2000 Вт·час. Какой *запас хода по трассе (путь)*, в километрах, может обеспечить данная батарея, если известно, что тяговое усилие электромобиля составляет $F=100$ Н, а электромобиль движется по этой трассе с постоянной скоростью $V=60$ км/ч? КПД электромобиля $\eta=50\%$.

Участнику на листе с ответами нужно нарисовать таблицу, приведенную ниже от рисунка, и во вторую колонку вписать итоговый ответ. Решение или обоснование дать ниже таблицы.

	Решение учащегося	Максимально возможная оценка	Оценка проверяющего
Путь, км		5	

Задача № 2

На одной из технологических операций необходимо изготовить фрезой (1) композитную деталь (2) – крышку зарядного отсека электромобиля, представляющую собой в плане прямоугольник с выемкой со скругленными углами (рис 2). Обработка выполняется на фрезерном вертикальном обрабатывающем центре концевой фрезой (1) диаметром 12 мм. В процессе обработки центр сечения фрезы (ее сечение показано на рис. 3 окружностью 1) должен пройти по траектории, нарисованной пунктирной линией. График зависимости скорости фрезы V от перемещения S вдоль длинной и короткой сторон детали показан на рис. 2. Определить, сколько времени (в секундах) займет один проход фрезы, по указанной пунктирной траектории.

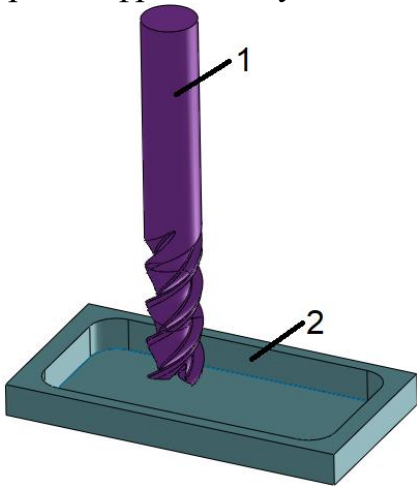


Рис. 2

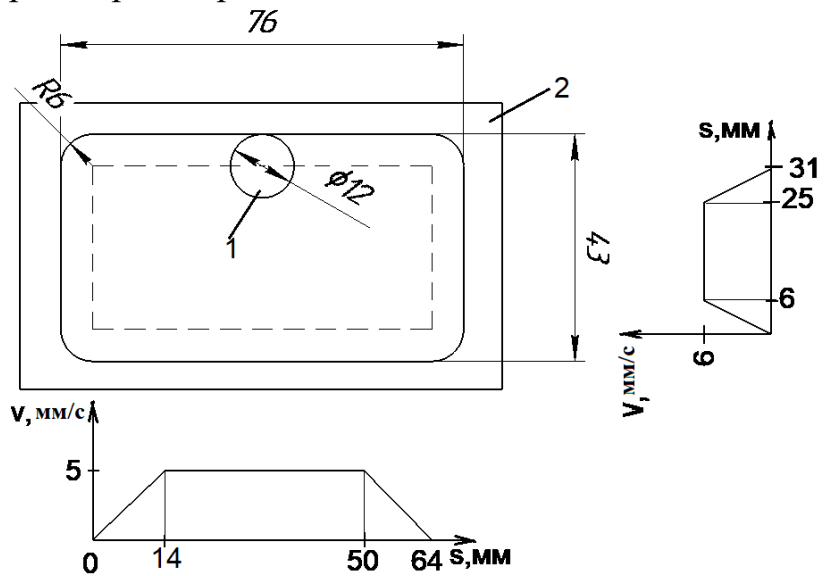


Рис. 3

	Решение учащегося	Максимально возможная оценка	Оценка проверяющего
Время, сек.		10	

Задача № 3

Для выполнения сборочных работ на электромобиле используется подъемник, основным элементом которого служит пневмогидравлический преобразователь, показанный на рисунке 4. Электромобиль устанавливается на платформе (1), прикрепленной к штоку (2), соединенного с поршнем (4) гидроцилиндра (3). Давление рабочей жидкости (5) в гидроцилindre создается с помощью штока (6) от пневмоцилиндра (9), размещенного снизу. В пневмоцилиндре имеется поршень (7). В поршневой полости пневмоцилиндра находится воздух (8), а в штоковой – жидкость (5). Определить максимальную грузоподъемность (в килограммах) такого подъемника если, известно, что давление воздуха (8) в пневмоцилиндре равно $p_v=0,4$ МПа, диаметр поршня пневмоцилиндра $D=100$ мм, диаметр штока пневмоцилиндра $d=25$ мм, диаметр поршня (4) гидроцилиндра $d_1=50$ мм. КПД всего подъемника $\eta=0,85$.

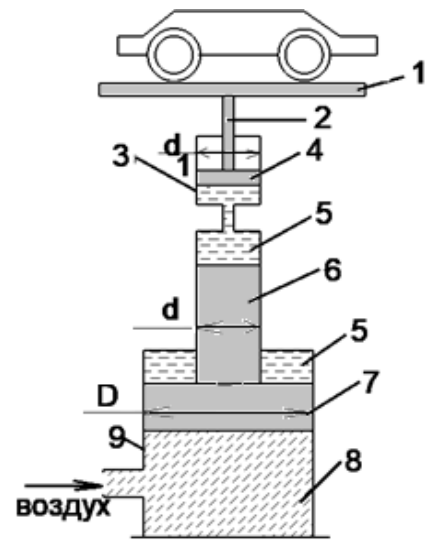


Рис. 4

	Решение учащегося	Макс. возможная оценка	Оценка проверяющего
Грузоподъемность, кг		25	

Задача № 4

Для соединения по плоским торцам стержневых цилиндрических деталей подвески электромобиля используется электрическая контактная стыковая сварка (рис 5). Этот способ применяется для получения неразъемных соединений по всей поверхности таких торцов заготовок с помощью местного нагрева. Расплавление торцов достигается за счет пропускания через заготовки в течение определенного интервала времени электрического тока и выделения при этом джоулевой теплоты. Сварка происходит следующим образом. Левая заготовка (1) зажимается в неподвижном зажиме (2) на неподвижной опоре (6). Правая заготовка (7) зажимается в подвижном зажиме (4) и своим торцом соприкасается с торцом левой заготовки. Далее на заготовки подается ток от трансформатора (3), в процессе нагрева каждая из них оплавляється в зоне h (5), при этом производится их сближение подвижным зажимом (4) подвижной опорой на эту величину $2h$. Определите величину *омического сопротивления* в зоне контакта торцов заготовок при таком способе сварки. Величина осадки каждой заготовки $h=5$ мм, диаметр цилиндрических заготовок $d=20$ мм, сила тока $I=700$ А, время нагрева $t=1$ с. КПД процесса сварки $\eta=0,24$, начальная температура заготовок 25°C , температура плавления стали 1400°C , удельная теплоемкость стали $c=500$ Дж/кг, удельная теплота плавления стали $\lambda=78$ кДж/кг, плотность стали $\rho=7850$ кг/м³.

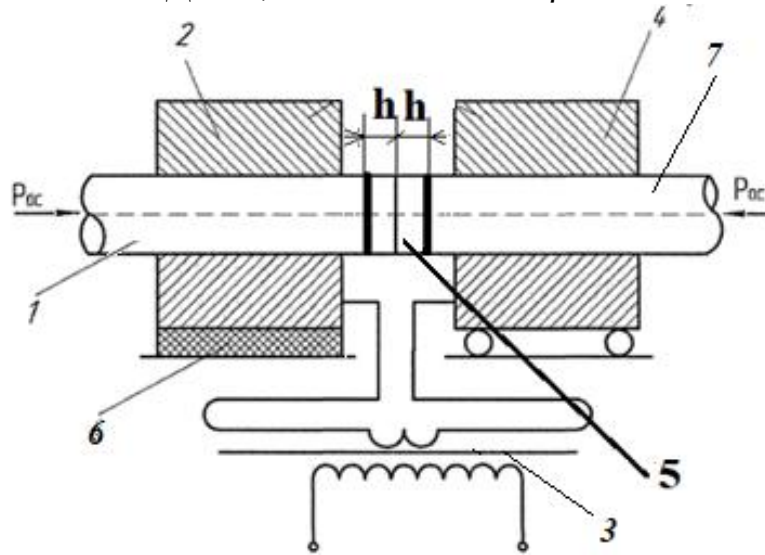


Рис. 5

	Решение учащегося	Макс. возможная оценка	Оценка проверяющего
Сопротивление, Ом		30	

Задача № 5

Для перемещения деталей электромобиля на производственном участке применяется робот-манипулятор (рис. 6, слева). Для захвата и удержания деталей робот оснащен симметричным схватом (рис. 6, справа; схема на рис. 7). Схват состоит из пневмопривода (1), рычагов (2) и (3), а также губок (4), которые удерживают деталь (5). Определить *диаметр поршня* пневмоцилиндра D (м), требуемого для удержания детали массой 10 кг в схвате, если давление воздуха в пневмосистеме $p=0,4$ МПа, $L_1=0,25$ м, $L_2=0,5$ м, угол между вертикалью и вектором силы F_1 (совпадает с линией звена 2) в шарнире А равен $\alpha=45^\circ$. Коэффициент запаса $k=2,5$ (коэффициент запаса показывает, во сколько раз усилие на схвате должно быть больше необходимого для удержания детали). Принять ускорение свободного падения $g=10$ м/с².

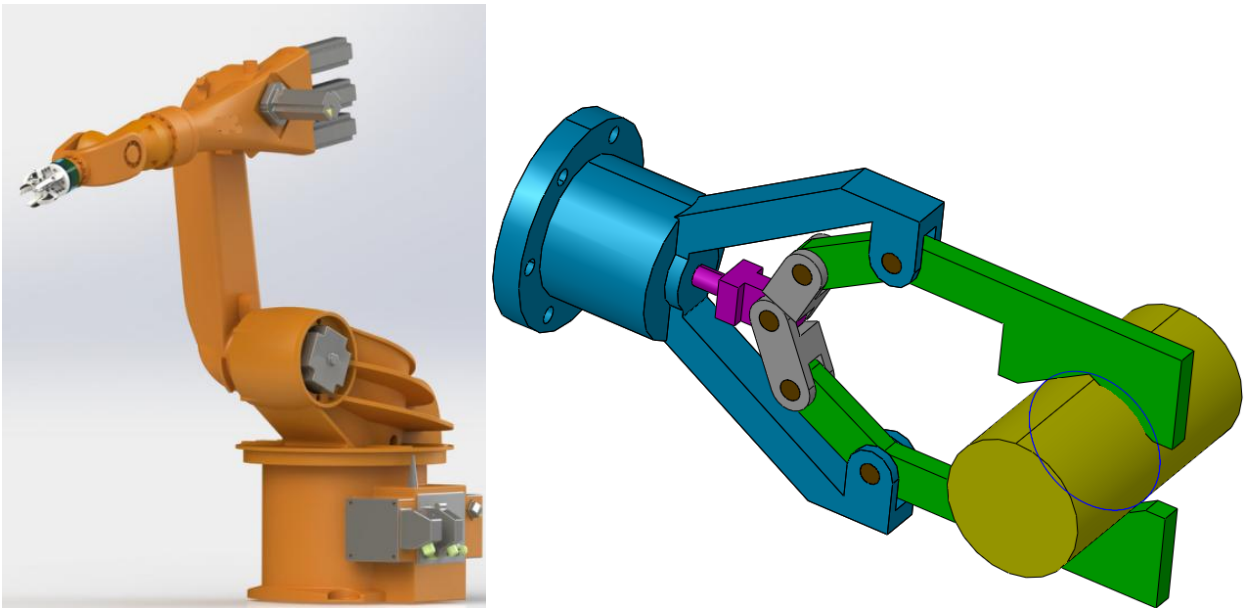


Рис. 6 Робот-манипулятор и его схват

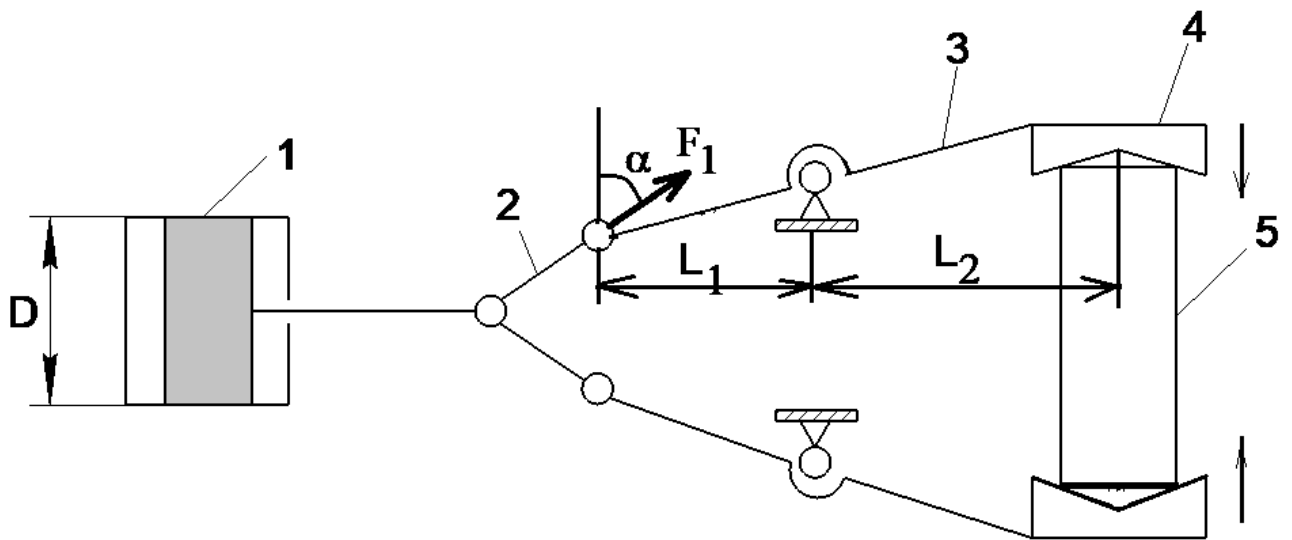


Рис. 7. Вид на схват сбоку

	Решение учащегося	Максим. возможная оценка	Оценка проверяющего
Диаметр поршня, м		30	