Задания, ответы и критерии оценивания

Задача №1 (10 баллов)

На вертикальном обрабатывающем центре фрезеруется деталь (рис. 1). Фреза при обработке удаляет материал, в виде прямоугольной полости, оставляя бобышку в виде усеченного конуса. Размеры полости и бобышки приведены на рис. 2. Требуется определить массу материала, который будет удален при обработке такой детали, если известно, что деталь сделана из стали, а ее плотность составляет 7,85 г/см^3. Все размеры даны в миллиметрах.

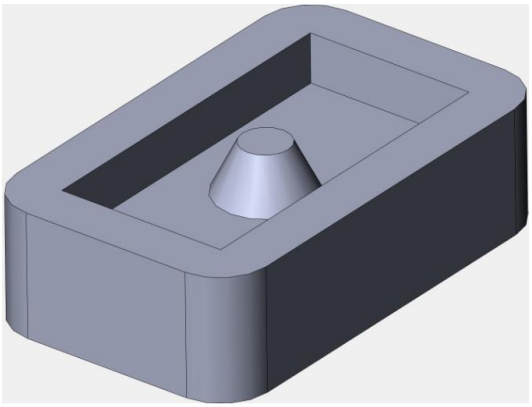


Рис. 1

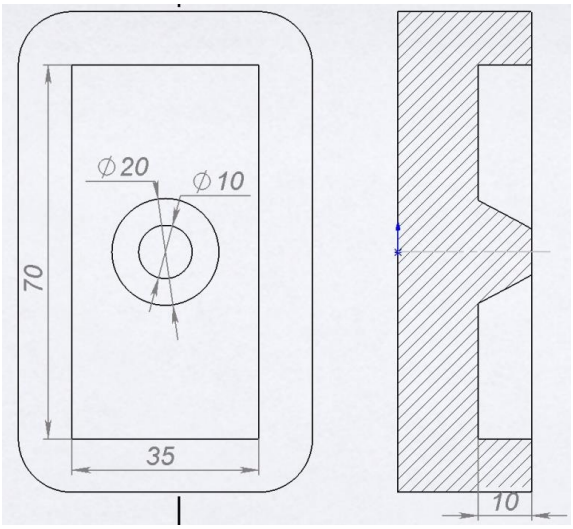


Рис. 2

Решение.

Объем прямоугольной полости равен 35*70*10=24500 мм^3. Объем выступа в виде усеченного конуса равен 1/3*10*3,14*(5^2+10^2+5*10)≈1832 мм^3. Объем удаленного материала равен 24500-1832=22668 мм^3. Масса удаленного материала равна 22668*0,00785=177,94 г.

Ответ: 177,94 г.

Задача №2 (20 баллов)

На станке обрабатывается деталь (1), которая закрепляется в зажимном приспособлении с пневмоприводом. Пневмопривод состоит из пневмоцилиндра (6), поршня (7), штока (5), рычага (2), тяги (3) (рис. 3). Тяга опирается на ролик (4), свободно вращающийся на оси (8). Требуется определить, какая сила W будет приложена к детали, если диаметр поршня равен D=120 мм, диаметр оси d=15 мм, диаметр ролика D_1=30 мм, КПД всего привода η=0,9. Длины плеч рычагов: L=70 мм; L1=50 мм; α=10°. Коэффициент трения в парах ролик-ось-опора f=0,5. Давление воздуха p=0,4 МПа.

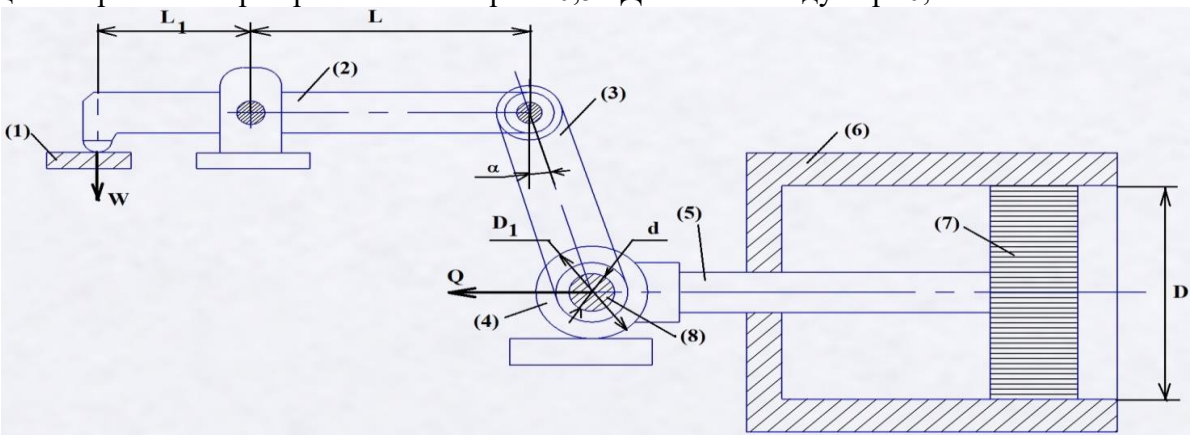


Рис. 3

Решение.

Эффективное усилие на штоке пневмоцилиндра определяется диаметром поршня и рабочим давлением воздуха в пневмосистеме: $Q=p\cdot\pi\cdot D^2/4=400000\cdot3,14\cdot0,12^2/4=4522$ Н.

Для вывода выражения для величины вертикального усилия на плече N рассмотрим равновесие тяги под действием силы трения Fтр, силы Q и реакции опоры тяги R. Векторная сумма этих сил должна быть равна 0. Запишем проекции этих сил на оси X и Y, получим систему уравнений:

$\begin{cases} Nf + R\sin\alpha = Q \\ N - R\cos\alpha = 0 \end{cases}$, решая ее относительно N, найдем $N = \frac{Q}{tg\alpha+f}$; $W=N*(L/L_1)$.

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

$W = \frac{Q}{tg(\alpha)+f}\cdot\frac{L}{L_1}\eta = \frac{4522}{tg(10°)+0,5}\cdot\frac{0,07}{0,05}\cdot 0,9\approx8424$ Н.

Ответ: 8424 Н.

Задача №3 (30 баллов)

На рис. 4 показан чертеж детали (*корпус* зенкера*)*, которая без размеров изображена четырьмя проекциями. Четыре проекции – это изображение четырех видов детали: спереди, сверху, слева, справа. Нарисуйте **сечение** этой детали плоскостью **А–А**, проходящей ровно перпендикулярно детали. В сечении рисуются только те кромки детали, которые попали в секущую плоскость.

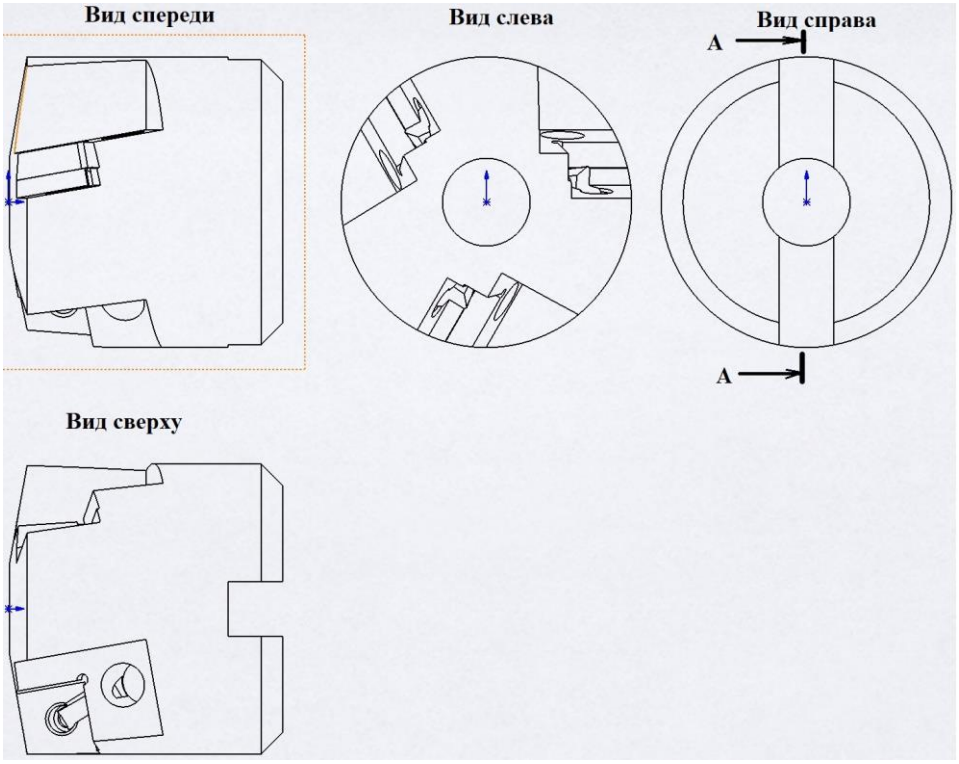


Рис. 4

Решение.

Критерии оценки задачи 3 (чертежной).

Максимальная оценка за задачу 30 б.

5 б. выставляются, если приведен внешний контур разреза без нанесения штриховки.

10 б. выставляются, если приведен контур разреза без указания внутренних вырезов со штриховкой.

20 б. выставляются, если приведен разрез с указанием внутренних вырезов, но имеются незначительные погрешности.

25 б. выставляются, если точно начерчены все особенности разреза, но без указания линий детали находящихся за секущей плоскостью (вместо разреза нарисовано сечение).

30 б. за точное решение.

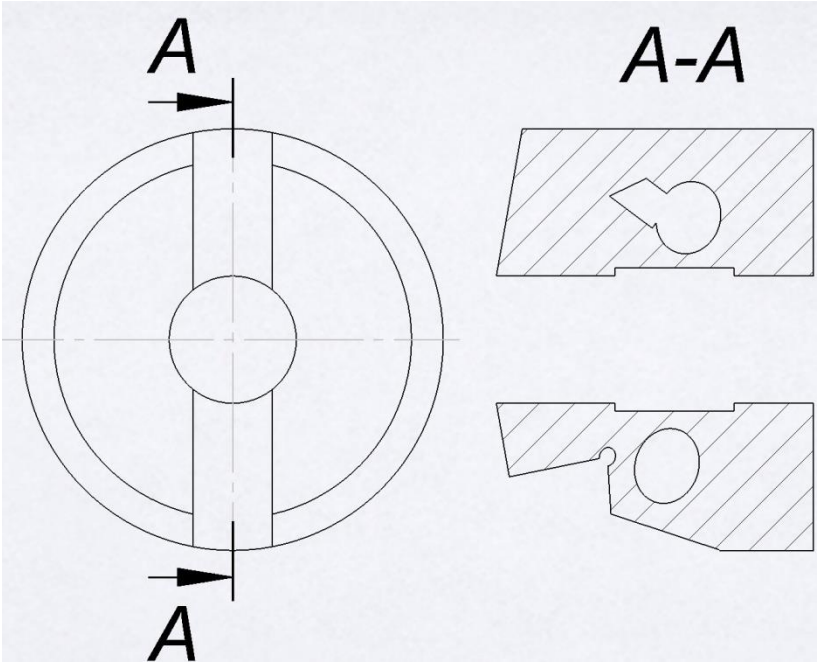


Рис. 5

4. Проектная задача (40 баллов)

1. Предложить концепцию робота (эскизный проект, схему, чертеж) для рисования на бумаге чертежей и рисунков, робот должен иметь 3 одновременно управляемых координаты и поворотный стол. Робот должен работать в декартовой системе координат. Опишите узлы и основные детали этого устройства, и их работу, систему управления.

Решение.
Проектная компоновка самого робота может иметь следующий вид.

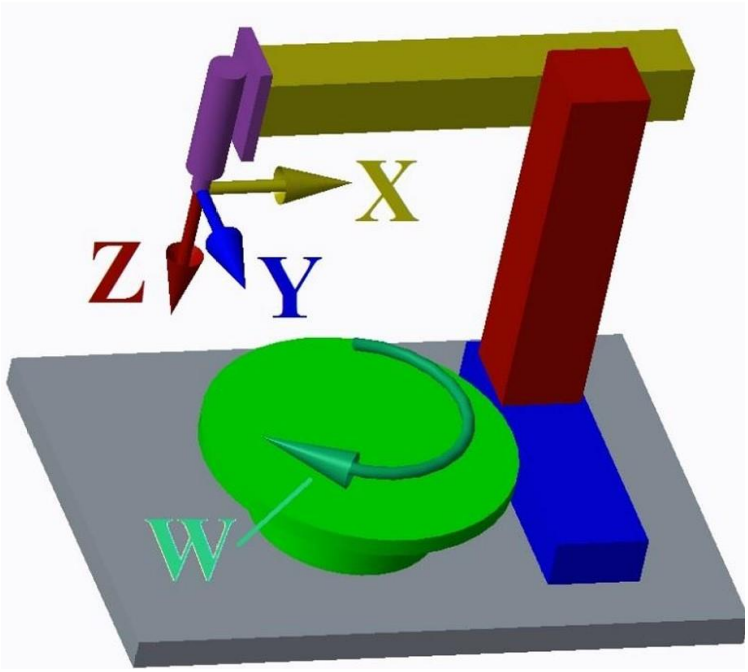


Рис. 7

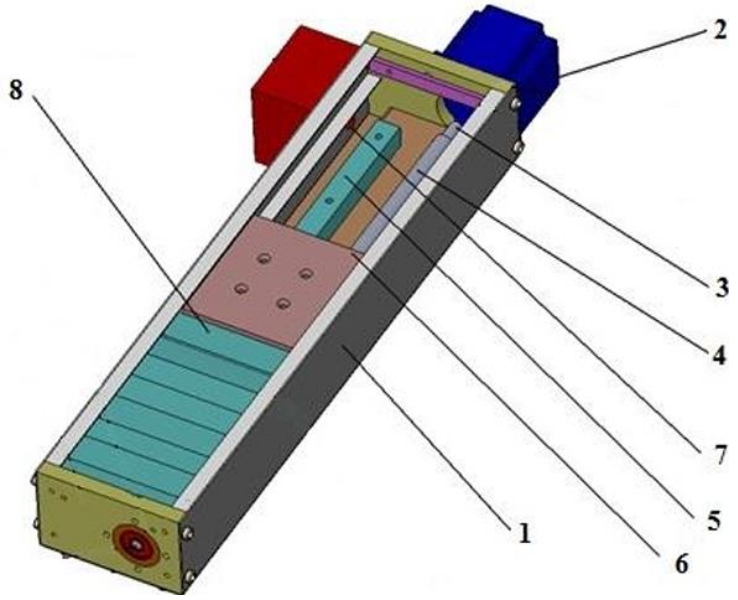


Рис. 8

В качестве приводов координатных осей можно использовать линейные приводы (рис. 8). Линейный привод может состоять из следующих частей: корпус 1, шаговый двигатель 2, муфта 3, шарико-винтовая пара 4, направляющая 5, фланец 6, датчик нулевого положении 7, защитная гофра 8. Кроме самого робота также необходимо устройство управления, это может быть, например плата управления, встроенная в персональный компьютер или ноутбук. Возможны и другие варианты.

Методика оценки проектной задачи

1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи,
2. Максимальная оценка проектной части 40 баллов.
3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.
3.1. Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

1. Полнота исследования проблемы: обзор и анализ ближайших прототипов. Максимальная оценка 8 баллов.

2. Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. Максимум 8 баллов.

3. Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. Максимум 8 баллов.

4. Возможность практического осуществления предложенных решений. Максимум 8 баллов.

5. Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. Максимум 8 баллов. Требования к оформлению проектов при решении задач олимпиады.

Решение оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, в которой должны быть следующие обязательные элементы и разделы (выделено жирным шрифтом). Если участник не может написать содержание раздела, то заголовок раздела нужно привести, но под заголовком указать: «Реализация раздела не представляется возможной». Решение проектной задачи должно включать следующие разделы.

Введение (указывается область задачи, ее актуальность и общие схемы известных решений).

1. Анализ текущего состояния дел в области поставленной задачи. Должны быть перечислены наиболее близкие известные решения, дан перечень их достоинств и недостатков.

2. Цели и задачи проекта. На основе проведенного анализа уточняется: с какой целью проводится выполнение проекта; далее перечисляются частные задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели.

3. Поиск и формулирование идеи, которая будет положена в основу решения поставленной в условии задачи. Показать путь, который необходимо было пройти, чтобы прийти к оригинальной идее.

4. Развитие идеи в конкретных конструкторско-технологических решениях. Дать проработку воплощения идеи в конкретных устройствах или процессах, дать необходимые расчетные схемы, эскизы, другие иллюстрации с их названиями.

5. Технические, экономические, экологические расчеты. Привести необходимые расчетные схемы и расчеты, показывающие работоспособность конструкции или ее частей, реализуемость процессов. По возможности, показать, почему предлагаемое решение окажется экономически выгодным, при необходимости, дать экологическую оценку решения.

Выводы. Дать общую оценку полученного решения, достижения поставленной цели, новизну, практическую полезность решения.

Задания, ответы и критерии оценивания

Задача №1 (10 баллов)

На вертикальном обрабатывающем центре фрезеруется деталь (рис. 1). Фреза при обработке удаляет материал, в виде прямоугольной полости, оставляя выступ в виде прямого кругового цилиндра. Размеры полости и выступ приведены на рис. 2. Требуется определить массу материала, который будет удален при обработке такой детали, если известно, что деталь сделана из стали, а ее плотность составляет 7,85 г/см^3. Все размеры даны в миллиметрах.

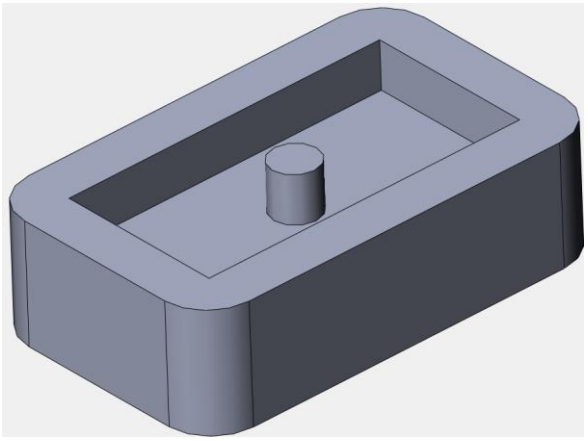


Рис. 1

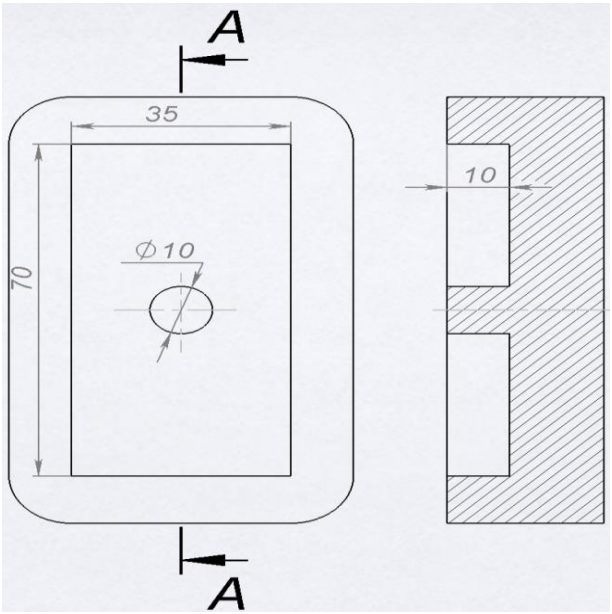


Рис. 2

Решение.

Объем прямоугольной полости равен 35*70*10=24500 мм3. Объем выступа в виде цилиндра равен 10*3,14*52=785 мм3. Объем удаленного материала равен 24500-785=23715 мм3. Масса удаленного материала равна 23715*0,00785=186,16 г.

Ответ: 186,16 г.

Задача №2 (20 баллов)

На станке обрабатывается деталь (1), которая закрепляется в зажимном приспособлении с пневмоприводом. Пневмопривод состоит из пневмоцилиндра (6), поршня (7), штока (5), рычага (2), тяги (3) (рис. 3). Тяга опирается на ролик (4), свободно вращающийся на оси (8). Требуется определить, какая сила W будет приложена к детали, если диаметр поршня равен D=110 мм, диаметр оси d=15 мм, диаметр ролика D_1=30 мм, КПД всего привода η=0,9. Длины плеч рычагов: L=70 мм; L1=50 мм; α=10°. Коэффициент трения в парах ролик-ось-опора f=0,2. Давление воздуха p=0,4 МПа.

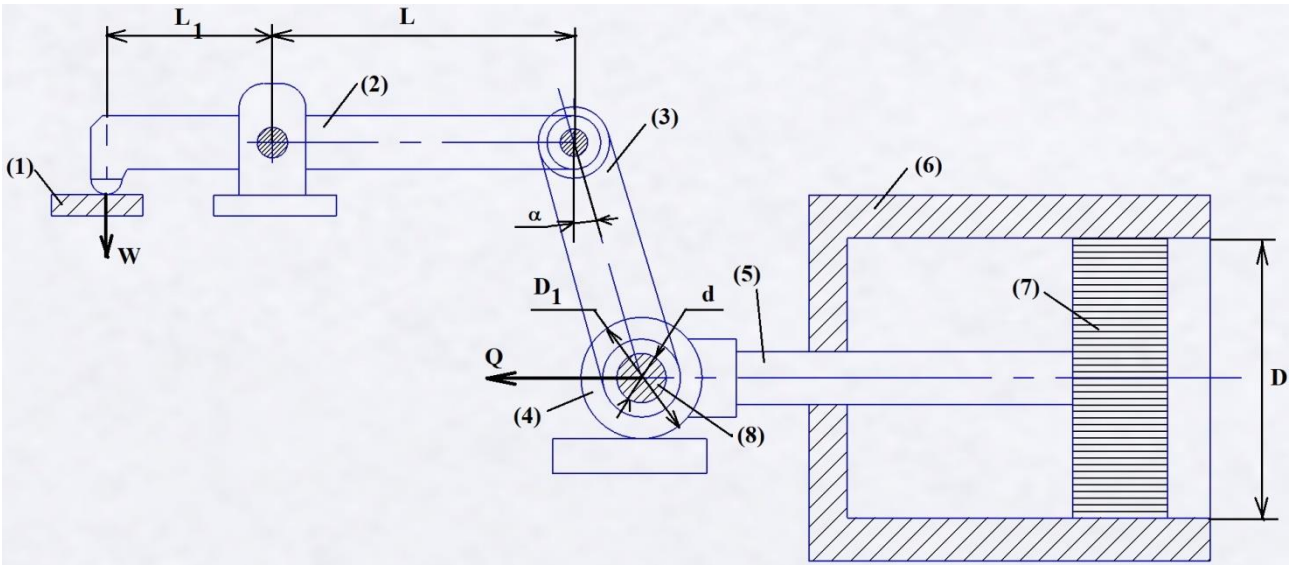


Рис. 3

Решение.
Эффективное усилие на штоке пневмоцилиндра определяется диаметром поршня и рабочим давлением воздуха в пневмосистеме: Q=p·π·D2/4=400000·3,14·0,112/4=3799 Н.

Для вывода выражения для величины вертикального усилия на плече N рассмотрим равновесие тяги под действием силы трения Fтр, силы Q и реакции опоры тяги R. Векторная сумма этих сил должна быть равна 0. Запишем проекции этих сил на оси X и Y, получим систему уравнений:
$\begin{cases} Nf + Rsin\alpha = Q \\ N - Rcos\alpha = 0 \end{cases}$, решая ее относительно N, найдем $N = \frac{Q}{tg\alpha + f}$; W=N*(L/L1).
Усилие зажима W определяется усилием Q и передаточным отношением исполнительного механизма:
$W = \frac{Q}{tg(\alpha)+f} \cdot \frac{L}{L_1}\eta = \frac{3799}{tg(10°)+0{,}2} \cdot \frac{0{,}07}{0{,}05} \cdot 0{,}9 \approx 12720$ Н.
Ответ: 12720 Н.

Задача №3 (30 баллов)

На рис. 4 показан чертеж детали, которая без размеров изображена четырьмя проекциями. Четыре проекции – это изображение четырех видов детали: спереди, сверху, слева, справа. Нарисуйте **разрез** этой детали плоскостью **А–А**, проходящей ровно перпендикулярно детали. В разрезе рисуются те кромки детали, которые попали в секущую плоскость, а также всё, что находится за ней.

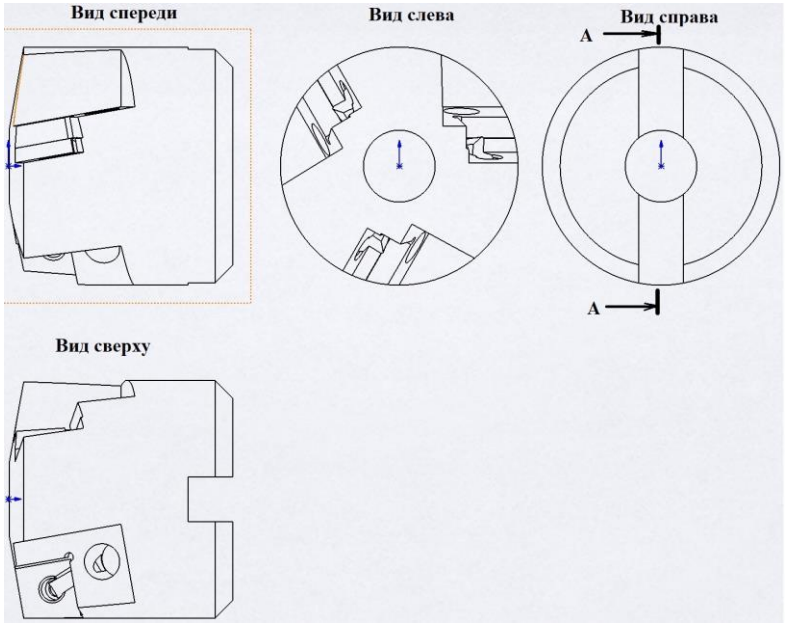


Рис. 4

Критерии оценки чертежной задачи

Максимальная оценка за задачу 30 б.

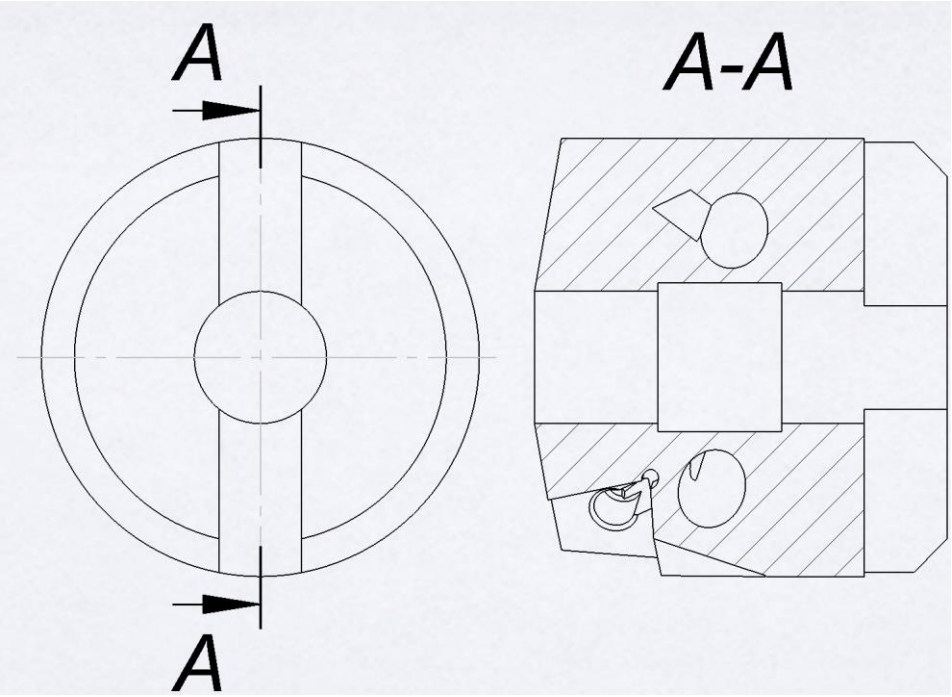
5 б. выставляются, если приведен внешний контур разреза без нанесения штриховки.

10 б. выставляются если приведен контур разреза без указания внутренних вырезов со штриховкой.

20 б. выставляются, если приведен разрез с указанием внутренних вырезов, но имеются незначительные погрешности.

25 б. выставляются, если точно начерчены все особенности разреза, но без указания линий детали находящихся за секущей плоскостью (вместо разреза нарисовано сечение или наоборот).

30 б. за точное решение.



4. Проектная задача (40 баллов)

Промышленные роботы оснащаются захватными устройствами (так называемыми схватами) предназначенными для удержания в процессе работы различных деталей и инструментов. Предложить концепцию универсального захватного устройства для робота, работающего в сферической системе координат (эскизный проект, схему, чертеж), способного удерживать маркер, бормашину, гравер. Захватное устройство может иметь шаговый двигатель (электромеханическое устройство, которое преобразует электрические импульсы в дискретные перемещения), кинематическую пару (винт-гайка скольжения или качения), а также сменные губки, либо предложить какой-то другой вариант.



Рис. 4

Решение

Проектная модель захватного устройства робота может иметь следующий вид.

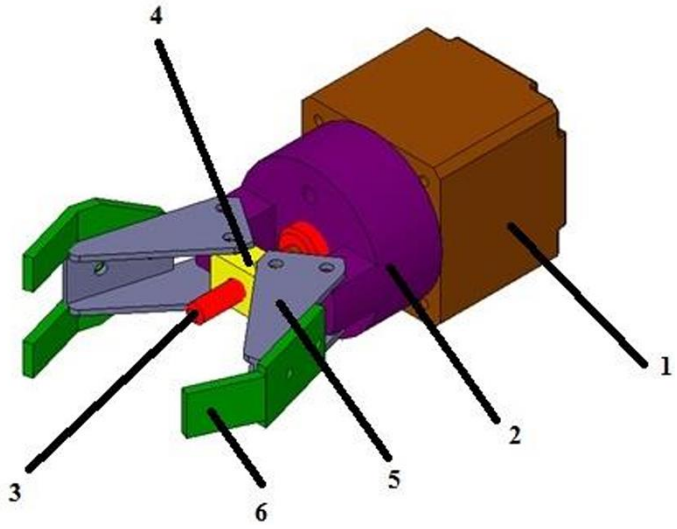


Рис. 7

Где 1- шаговый двигатель, 2 – вилка, 3 – ходовой винт, 4 – гайка, 5 - поворотные пальцы, 6 – сменные губки. 1, вилки 2, ходового винта 3, гайки 4, поворотных пальцев 5 и сменных губок 6. Работает захватное устройство следующим образом: при поступлении сигнала от панели управления на шаговый двигатель начинает вращаться его ротор, связанный с ходовым винтом. На ходовом винте находится гайка, которая при его вращении совершает поступательное движение, направление которого зависит от направления вращения винта. В пазы гайки вставлены штифты, служащие шарнирами поворота, связывающими гайку с поворотными пальцами. Также поворотные пальцы посредством вторых поворотных шарниров соединены с неподвижной вилкой. При перемещении гайки пальцы начинают поворачиваться вокруг шарниров вилки. К пальцам крепятся сменные губки, которые осуществляют непосредственный зажим транспортируемой детали. Возможны и другие варианты.

Методика определения баллов за решение задач проектного типа с произвольными вариантами решений

1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи,
2. Максимальная оценка проектной части 40 баллов.
3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

3.1. Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

1. Полнота исследования проблемы: обзор и анализ ближайших прототипов. Максимальная оценка 8 баллов.
2. Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. Максимум 8 баллов.
3. Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. Максимум 8 баллов.
4. Возможность практического осуществления предложенных решений. Максимум 8 баллов.
5. Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. Максимум 8 баллов.

Требования к оформлению проектов при решении задач олимпиады.

Решение оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, в которой должны быть следующие обязательные элементы и разделы (выделено жирным шрифтом). Если участник не может написать содержание раздела, то заголовок раздела нужно привести, но под заголовком указать: «Реализация раздела не представляется возможной». Решение проектной задачи должно включать следующие разделы.

Введение (указывается область задачи, ее актуальность и общие схемы известных решений).

1. Анализ текущего состояния дел в области поставленной задачи. Должны быть перечислены наиболее близкие известные решения, дан перечень их достоинств и недостатков.

2. Цели и задачи проекта. На основе проведенного анализа уточняется: с какой целью проводится выполнение проекта; далее перечисляются частные задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели.

3. Поиск и формулирование идеи, которая будет положена в основу решения поставленной в условии задачи. Показать путь, который необходимо было пройти, чтобы прийти к оригинальной идее.

4. Развитие идеи в конкретных конструкторско-технологических решениях. Дать проработку воплощения идеи в конкретных устройствах или процессах, дать необходимые расчетные схемы, эскизы, другие иллюстрации с их названиями.

5. Технические, экономические, экологические расчеты. Привести необходимые расчетные схемы и расчеты, показывающие работоспособность конструкции или ее частей, реализуемость процессов. По возможности, показать, почему предлагаемое решение окажется экономически выгодным, при необходимости, дать экологическую оценку решения.

Выводы. Дать общую оценку полученного решения, достижения поставленной цели, новизну, практическую полезность решения.

Задания, ответы и критерии оценивания

Задача №1 (10 баллов)

На станке фрезеруется полость в детали, имеющая цилиндрический выступ. Фреза при обработке удаляет материал, в виде прямоугольной полости, оставляя выступ в виде цилиндра. Фреза может двигаться по двум различным траекториям, огибая выступ (рис. 1). Требуется определить, какая из двух траекторий обеспечит наименьшее время обработки, если известно, что скорость фрезы постоянна и одинакова в обоих случаях. Все размеры даны в миллиметрах.

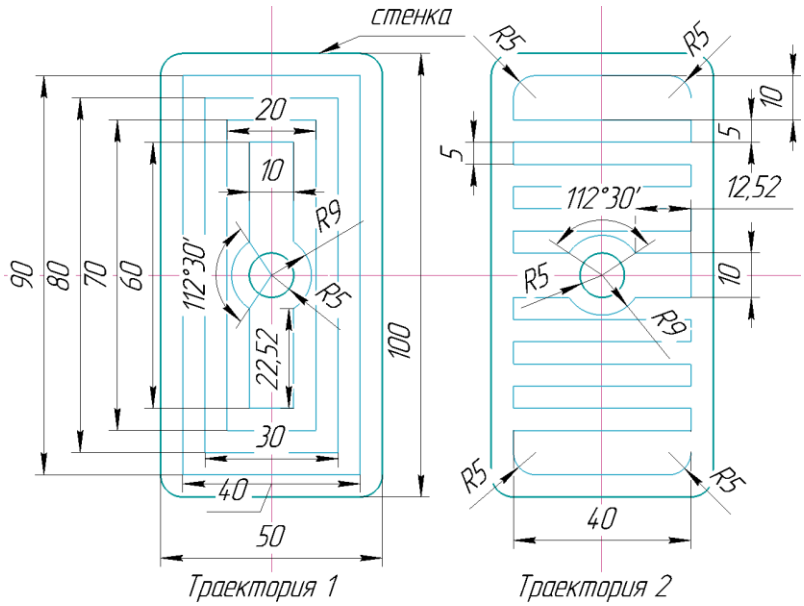


Рис. 1

Решение.

Наименьшее время обработки обеспечит траектория с меньшей длиной.

Длина первой траектории равна L1=2*(90+80+70+40+30+20+10+2*22,52+9*3,14/180*112°30’)=805,405 мм. Длина второй траектории равна L2=11*40+16*5+2*3,14*5+4*12,52+2*(9*3,14/180*112°30’)+2*30=696,805 мм. Так как L1>L2, то наименьшее время обеспечит вторая траектория.

Ответ: 2.

Задача №2 (20 баллов)

На станке обрабатывается деталь (1), которая закрепляется в зажимном приспособлении с пневмоприводом. Пневмопривод состоит из пневмоцилиндра (6), поршня (7), штока (5), рычага (2), тяги (3) (рис. 3). Тяга опирается на ролик (4), свободно вращающийся на оси (8). Требуется определить, какая сила W будет приложена к детали, если диаметр поршня равен D=100 мм, диаметр оси d=15 мм, диаметр ролика D_1=30 мм, КПД всего привода η=0,9. Длины плеч рычагов: L=70 мм; L1=50 мм; α=10°. Коэффициент трения в паре ролик-опорная поверхность f=0,3. Давление воздуха p=0,4 МПа.

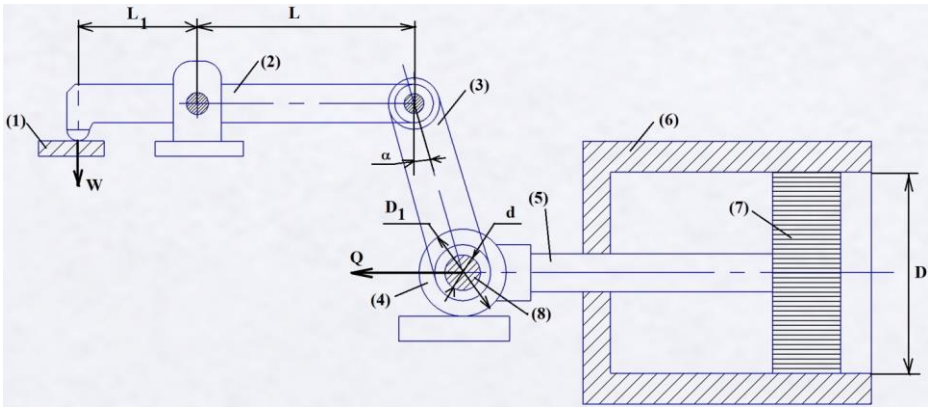


Рис. 3

Решение.

Эффективное усилие на штоке пневмоцилиндра определяется диаметром поршня и рабочим давлением воздуха в пневмосистеме: $Q=p\cdot\pi\cdot D^2/4=400000\cdot 3{,}14\cdot 0{,}1^2/4=3140$ Н.

Для вывода выражения для величины вертикального усилия на плече N рассмотрим равновесие тяги под действием силы трения Fтр, силы Q и реакции опоры тяги R. Векторная сумма этих сил должна быть равна 0. Запишем проекции этих сил на оси X и Y, получим систему уравнений:

$\begin{cases} Nf + R\sin\alpha = Q \\ N - R\cos\alpha = 0 \end{cases}$, решая ее относительно N, найдем $N = \frac{Q}{tg\alpha+f}$; $W=N*(L/L_1)$.

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

$W = \frac{Q}{tg(\alpha)+f}\cdot\frac{L}{L_1}\eta = \frac{3140}{tg(10°)+0{,}3}\cdot\frac{0{,}07}{0{,}05}\cdot 0{,}9\approx 8306$ Н.

Ответ: 8306 Н.

Задача №3 (30 баллов)

На рис. 4 показан чертеж детали (*корпус* зенкера*)*, которая без размеров изображена четырьмя проекциями. Четыре проекции – это изображение четырех видов детали: спереди, сверху, слева, справа. Нарисуйте **разрез** этой детали плоскостью **А–А**, проходящей ровно перпендикулярно детали. Для пояснения приведенных выше понятий на рис. 5 («Пример для пояснения») даны все виды и разрезы применительно к другой детали. В разрезе рисуются те кромки детали, которые попали в секущую плоскость, а также всё, что находится за ней.

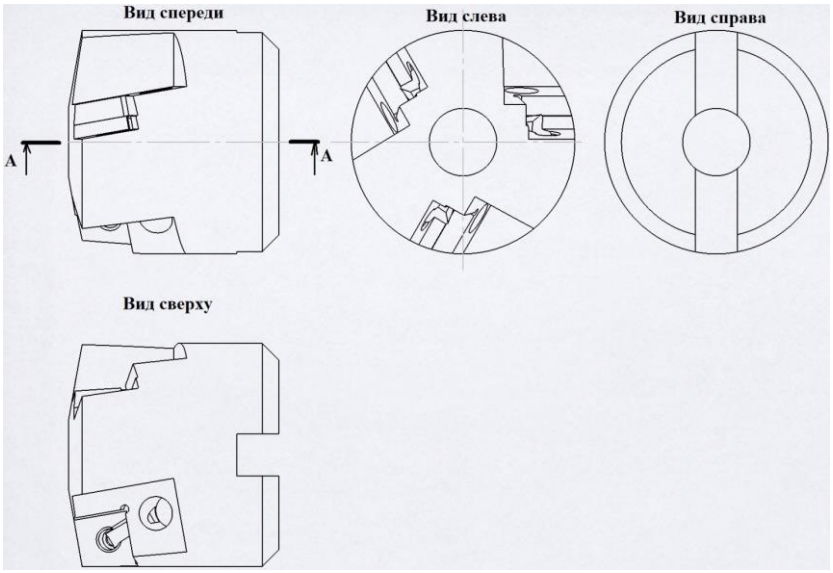


Рис. 4

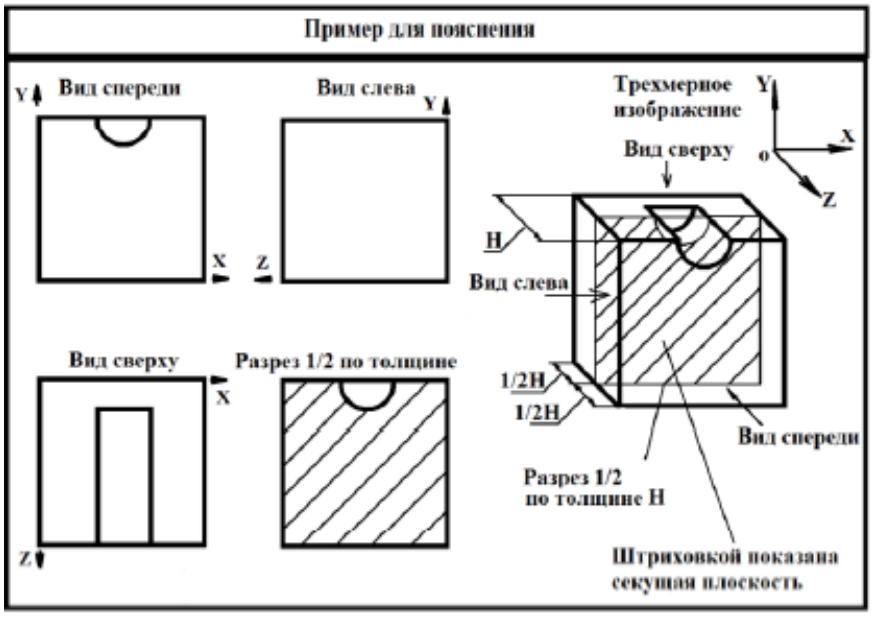
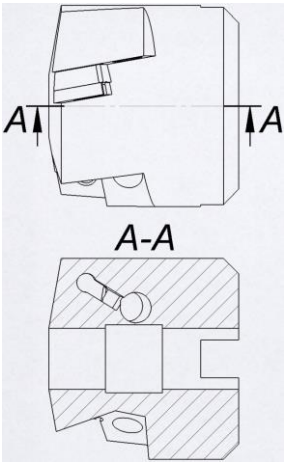


Рис. 5 Пример для пояснения

Решение.



Методика оценки задачи 3 (чертежной).
Максимальная оценка за задачу 30 б.
5 б. выставляются, если приведен внешний контур разреза без нанесения штриховки.
10 б. выставляются, если приведен контур разреза без указания внутренних вырезов со штриховкой.
20 б. выставляются, если приведен разрез с указанием внутренних вырезов, но имеются незначительные погрешности.
25 б. выставляются, если точно начерчены все особенности разреза, но без указания линий детали находящихся за секущей плоскостью (вместо разреза нарисовано сечение).
30 б. за точное решение.

4. Проектная задача (40 баллов)
В современном машиностроении все чаще стали применяться роботизированные комплексы (далее – РТК) механической обработки, оснащенные высокоскоростным шпинделем, появилась возможность обработки на них крупногабаритных деталей из легкообрабатываемых материалов, таких как композит или пластмасса. Основными преимуществами таких РТК являются возможность 5-осевой обработки и меньшая стоимость робота-станка по сравнению с крупногабаритным станком с ЧПУ. Основным недостатком является меньшая по сравнению со станком жесткость технологической системы роботизированного комплекса, в основном, на них обрабатываются крупногабаритные корпусные тонкостенные детали с низкими требованиями по точности. Значительное влияние на жесткость технологической системы оказывает длина звеньев (вылет) робота станка. Обрабатывать детали с

повышенными требованиями по точности возможно при точном позиционировании обрабатываемой детали в рабочей зоне таким образом, что технологическая система (робот, инструмент, приспособление, деталь) будет иметь наибольшую возможную жесткость.
Исходя из этого, в конструкцию звеньев манипуляционных систем технологических роботов и роботов-станков целесообразно ввести элементы, позволяющие без потери жесткости изменять их длины, адаптируя под заданную траекторию движения при условии, что эта траектория соответствует достаточно продолжительному периоду. В связи с вышеизложенным, предлагается проектная задача.
Предложить проект конструкции робота со звеньями переменной длины, размеры робота указаны на рис. 7.

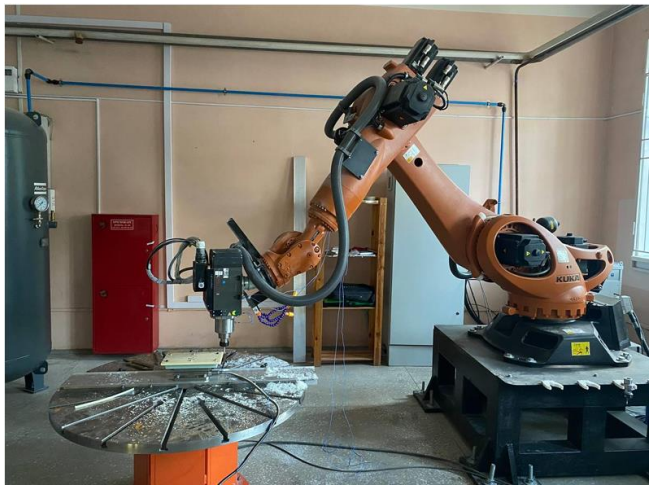
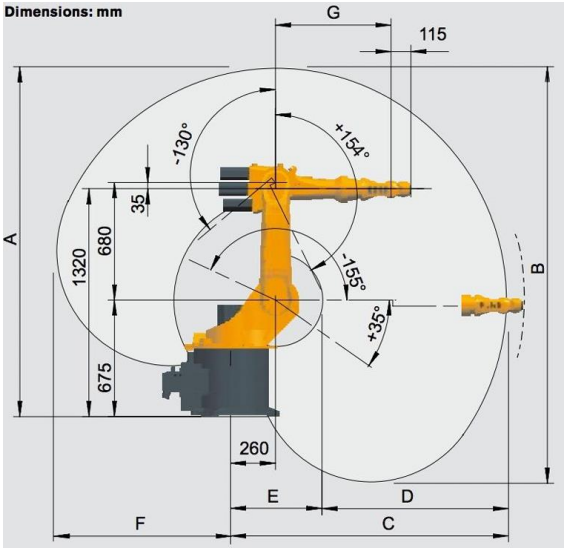


Рис. 6



Решение

Проектная компоновка выдвижной руки робота может иметь следующий вид:

Вариант 1.
Для выдвижения руки используется система зубчато-ременных передач. Конструкция состоит из следующих деталей:
1 – шкив-звездочка
2 – зубчатый ремень
3 – направляющие
4 – электродвигатель.

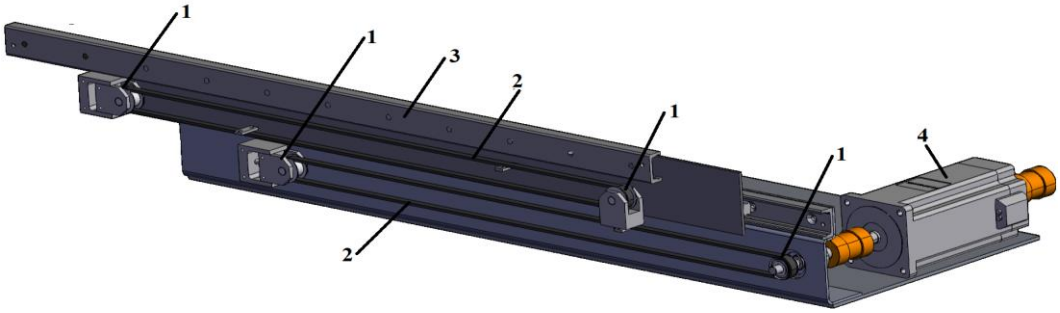


Рис. 8

Вариант 2.

Телескопическая конструкция на основе цилиндрических труб, вставленных одна в другую. Выдвижение происходит с помощью двигателя и винтовой пары трения скольжения или качения. Возможны и другие варианты.

Методика определения баллов за решение задач проектного типа с произвольными вариантами решений

1. Проектная часть должна включать одно наилучшее конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи,
2. Максимальная оценка проектной части 40 баллов.
3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.
3.1. Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

1. Полнота исследования проблемы: обзор и анализ ближайших прототипов. Максимальная оценка 8 баллов.

2. Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. Максимум 8 баллов.

3. Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. Максимум 8 баллов.

4. Возможность практического осуществления предложенных решений. Максимум 8 баллов.

5. Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. Максимум 8 баллов. Требования к оформлению проектов при решении задач олимпиады.

Решение оформляется в виде пояснительной записки на листах формата А4, в которой должны быть следующие обязательные элементы и разделы (выделено жирным шрифтом). Если участник не может написать содержание раздела, то заголовок раздела нужно привести, но под заголовком указать: «Реализация раздела не представляется возможной». Решение проектной задачи должно включать следующие разделы.

Введение (указывается область задачи, ее актуальность и общие схемы известных решений).

1. Анализ текущего состояния дел в области поставленной задачи. Должны быть перечислены наиболее близкие известные решения, дан перечень их достоинств и недостатков.

2. Цели и задачи проекта. На основе проведенного анализа уточняется: с какой целью проводится выполнение проекта; далее перечисляются частные задачи, которые необходимо решить для достижения указанной цели.

3. Поиск и формулирование идеи, которая будет положена в основу решения поставленной в условии задачи. Показать путь, который необходимо было пройти, чтобы прийти к оригинальной идее.

4. Развитие идеи в конкретных конструкторско-технологических решениях. Дать проработку воплощения идеи в конкретных устройствах или процессах, дать необходимые расчетные схемы, эскизы, другие иллюстрации с их названиями.

5. Технические, экономические, экологические расчеты. Привести необходимые расчетные схемы и расчеты, показывающие работоспособность конструкции или ее частей, реализуемость процессов. По возможности, показать, почему предлагаемое решение окажется экономически выгодным, при необходимости, дать экологическую оценку решения.

Выводы. Дать общую оценку полученного решения, достижения поставленной цели, новизну, практическую полезность решения.