



## Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» «Машиностроение»

10-11 классы

Заключительный этап

2018-2019

Пользуясь технологиями Интернета вещей, велосипедист стиля «Кросс-кантри» поместил заказ на велосипед с новыми прочностными характеристиками. После идентификации и проверки платежеспособности контракт был заключен с одним из «умных заводов», где была разработана компьютерная модель велосипеда. На одну из рабочих площадок завода переехали мобильные: сборочный, обрабатывающий, сварочный, транспортный роботы и машина аддитивного производства, которые образовали единую киберфизическую производственную систему. После поступления из технологического бюро через сеть Wi-Fi управляющих программ для роботов началось производство деталей и сборка велосипеда. Во всех задачах ускорение свободного падения принять равным  $g=10 \text{ Н/м}^2$ .

### Задача №1.

1) Обрабатывающий робот начал фрезеровать заготовку шатуна педали велосипеда. При резании на торец фрезы в точке «С» действуют силы, которые обычно представляют как горизонтальную силу:  $P_z = 200 \text{ Н}$  и вертикальную силу  $P_x = 100 \text{ Н}$ . Размеры на рисунке  $L=500 \text{ мм}$ ,  $H=100 \text{ мм}$ . В точке «А» сверху на цилиндрической поверхности локтя робота наклеен датчик (полоска бумаги  $10 \times 10 \text{ мм}$  с проволочками) для контроля допустимых деформаций сжатия в этом месте локтя робота.

1.1) Как изменится сжатие поверхности локтя под наклеенным в точке «А» датчиком, если обе составляющие силы увеличить одновременно в два раза? (оценка за верный ответ 4 балла).

1.2) Увеличится или уменьшится сжатие под датчиком «А» при уменьшении вертикальной составляющей  $P_x$ ? (оценка за верный ответ 3 балла).

1.3) Если принять, что  $P_z = 0$ , то как изменится сжатие локтя под наклеенным датчиком, если высоту  $H$  увеличить до  $H=200 \text{ мм}$ ? (оценка за верный ответ 3 балла). Массой всех элементов задачи пренебречь. Жесткость локтя при сжатии  $K_c=1000 \text{ Н/мм}$ ; при изгибе  $K_i=1000 \text{ Н*м/мм}$ . В поперечном сечении у точки А локоть считать жестко заделанным.

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

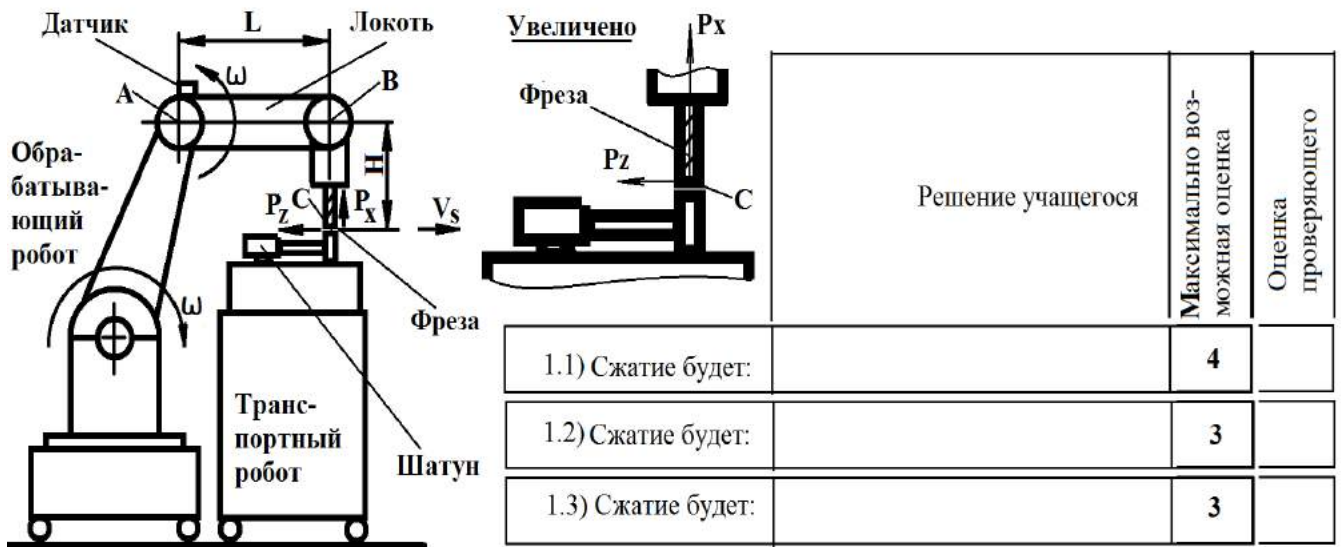


Рисунок 1 – Обрабатывающий робот

**Задача № 2.**

2) Далее транспортный робот переместил шатун к сварочному роботу. Его тепловизор показал начальную температуру  $T_{ш1}=20$  градусов Цельсия у стального шатуна и стальной звездочки, которую нужно приварить к шатуну для большей прочности. Робот начал приваривать звездочку к шатуну, нанося на место сварки стальной расплав. Тепловизор робота показал температуру расплава  $T_{р1}=1000$  градусов. Масса шатуна и звездочки вместе –  $M_{ш}=100$  граммов. Масса нанесенного расплава  $M_p=10$  граммов. Удельная теплоемкость стальных шатуна, звездочки и расплава  $C=500$  Дж/(кг·град). Удельная теплота плавления стали  $\lambda=100000$  Дж/кг. Определить итоговую температуру всей сваренной конструкции по окончании процесса сварки и застывания расплава. Дополнительный прогрев заготовок от горящего газа, теплообмен с окружающей средой не учитывать.

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

Решение учащегося	Максимально возможная оценка	Оценка проверяющего
2) Итоговая температура, градусов:	20	

### Задача №3.

3) Далее транспортный робот переместил шатун к сборочному роботу. Сборочный робот после соединения рамы и узла с педалями должен провести испытание сборки, а именно прокрутить педали, выполнив  $n=1000$  оборотов педали. Сколько киловатт-часов электроэнергии должно быть израсходовано роботом, если касательная сила от катка, на который опирается заднее колесо, составляет  $F=10$  Н. Диаметр заднего колеса  $D=600$  мм. Коэффициент полезного действия привода велосипеда  $\eta_v=90\%$ . Коэффициент полезного действия приводов робота  $\eta_p=80\%$ . Отношение диаметра звездочки шатуна (педали) к диаметру звездочки колеса 2:1. Силами трения между колесом и барабаном, тепловыми потерями и сопротивлением воздуха пренебречь.

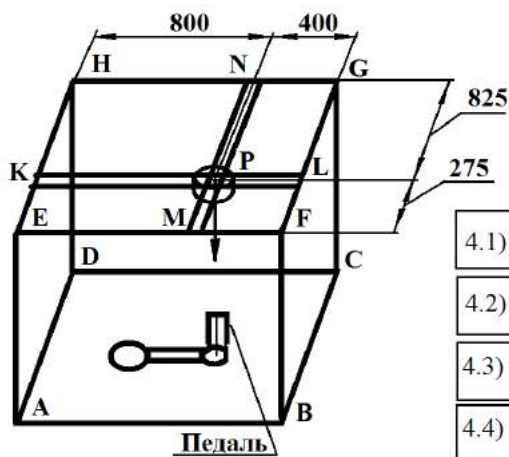
*Участнику на листе с ответами нужно нарисовать таблицу, приведенную ниже, и во вторую колонку вписать итоговый ответ. Решение дать ниже таблицы.*

	Решение учащегося	Максимально возможная оценка	Оценка проверяющего
3) Расход электроэнергии кВт*час		20	

### Задача №4.

4) Далее транспортный робот переместил сборку велосипеда к станку аддитивного производства в виде 3D принтера. Станок с рамой в виде прямоугольного параллелепипеда, напоминающего аквариум (ABCD – нижние балки и EFGH – верхние балки), наносит пластиковую окантовку на педаль посредством головки, которая расположена в точке P. Головка расположена на перемещающихся направляющих балках (KL) и (MN), которые скользят по верхним балкам, соответственно (EH)-(FG) и (EF)-(HG). Указанные балки сами опираются на вертикальные стойки (EA), (FB), (GC), (HD). Рассчитать вертикальные силы, которые возникнут на вертикальных стойках в точках E, F, G, H при указанном расположении головки. Масса головки 200 гр. Расстояния (HN)=800мм; (NG)=400мм; (GL)=825мм; (LF)=275мм. Массой всех остальных частей станка пренебречь. Все части станка считать абсолютно жесткими

*Участнику на листе с ответами нужно нарисовать таблицу, приведенную ниже справа от рисунка, и во вторую колонку вписать итоговые ответы. Решение дать ниже таблицы.*



Решение учащегося		Максимально возможная оценка	Оценка проверяющего
4.1) Сила в точке E, H:		10	
4.2) Сила в точке F, H:		10	
4.3) Сила в точке G, H:		10	
4.4) Сила в точке H, H:		10	

### Задача №5.

5) Одна из деталей 3D принтера имеет габариты куба и изображена тремя проекциями, приведенными на рисунке слева («Задача для решения»). Три проекции – это изображение трех видов детали: спереди (взгляд по оси Z), слева (по оси X) и сверху (по оси Y). Нарисуйте сечение этой детали в плоскости, параллельной виду спереди (плоскость, параллельная XоY) и проходящей ровно посередине толщины детали. Для пояснения приведенных выше понятий на рисунке справа («Пример для пояснения») даны все виды и сечения применительно к другой детали. На сечении рисуются все линии, которые попали в секущую плоскость.

Оценка за верный ответ 10 баллов.

