

Многопрофильная инженерная олимпиада «Звезда» по профилю «Машиностроение»



Заключительный этап
2016/2017 учебный год

9-11 класс

Одним из перспективных методов производства деталей являются аддитивные технологии (технологии добавления материала). К ним относятся, например: печать на 3D принтерах, технологии лазерного спекания и другие. При лазерном спекании луч лазера, двигаясь по заданной траектории, проходит по слою равномерно распределенных частичек металла и спекает часть из них между собой в заданный узор и одновременно спекает этот слой с нижним слоем. Так, слой за слоем, наносится металлический порошок, спекаются и образуются объемные детали сложной формы из одного металла (рисунок 1).

Одним из перспективных направлений машиностроения является создание деталей из волоконно-армированных композитных материалов, когда основная масса детали – матрица сделана из одного легкого материала, а в этой матрице распределены упрочняющие деталь волокна из другого более прочного и, как правило, более тяжелого материала. Детали из таких композитов работают, получая максимальные нагрузки сжатия или растяжения в определенном направлении. Именно в этом направлении и стараются располагать волокна в матрице. В местах, где поломки детали более вероятны, волокна загущают, в местах с меньшими напряжениями волокна располагают менее плотно. В идеале нужно создавать композитные детали с заданным «узором» расположения волокон.

Предложите наиболее дешевый способ аддитивных технологий и устройство для его реализации для производства такой волоконно-армированной детали, как, например, металлический шатун двигателя кроссового мотоцикла с прочными металлическими волокнами. Внешний вид шатуна и расположенных в нем волокон даны на рисунке 2. Подробно опишите такое устройство, его работу и приведите расчеты из курса физики, показывающие работоспособность его деталей.

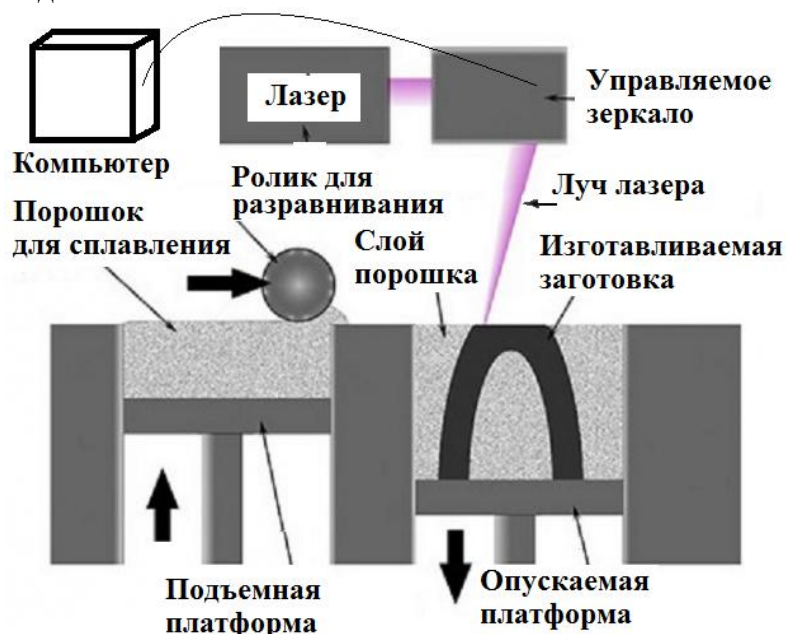
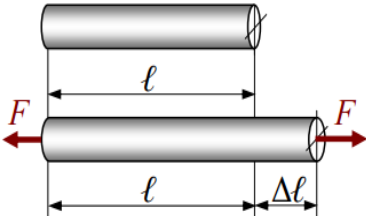
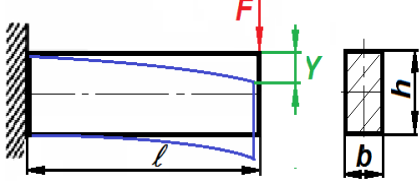
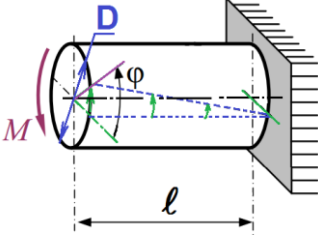


Рис.1. Схема типового станка для лазерного спекания



Рис. 2. Шатун, его модель и волокна в его теле

Справочная информация для выполнения технических расчетов проектной задачи (система СИ)

Формулирование задачи и расчетная схема	Формула и ее параметры		
	Жесткость	Прочность	
1. Растяжение или сжатие стержня	$\Delta \ell$ – удлинение (сжатие)		
	$\Delta \ell = F \cdot \ell / (E \cdot S)$, где F – приложенная сила; ℓ – первоначальная длина стержня; E – модуль упругости первого рода (ПУ); S – площадь поперечного сечения стержня.	Работоспособность обеспечивается если $\sigma \cdot K < [\sigma]$, где $\sigma = F / S$, где F – приложенная сила; S – площадь поперечного сечения стержня. Можно принять коэффициент запаса $K=1,5$.	
2. Поперечный изгиб стержня прямоугольного сечения	Y – прогиб стержня		
	$Y = F \cdot \ell^3 / (3 \cdot E \cdot J_x)$ и $J_x = b \cdot h^3 / 12$, где F – приложенная сила; ℓ – длина стержня; E – модуль упругости ПУ; b и h – ширина и высота прямоугольного сечения стержня.	Работоспособность обеспечивается если $\sigma \cdot K < [\sigma]$ и $K=1,5$. где $\sigma = 6 \cdot F \cdot \ell / (b \cdot h^2)$, где F – приложенная сила; ℓ – длина стержня; b и h – ширина и высота прямоугольного сечения стержня.	
3. Кручение вала	φ – угол поворота сечения		
	$\varphi = M \cdot \ell / (G \cdot I)$ и $I = \pi \cdot D^4 / 32$, где M – крутящий момент; ℓ – длина вала; G – модуль упругости второго рода; D – диаметр вала. Если вал квадратный, то $I \approx h^4 / 7$	Работоспособность обеспечивается если $\tau \cdot K < [\tau]$ и $K=1,5$. где $\tau = 16 \cdot M / (\pi \cdot D^3)$, где M – крутящий момент; D – диаметр вала. Если вал квадратный, то $\tau \approx 5 \cdot M / (h^3)$,	
	Для стали	$E=20 \cdot 10^{10}$ Па; $G=8 \cdot 10^{10}$ Па	$[\sigma]=5 \cdot 10^8$ Па; $[\tau]=4,0 \cdot 10^8$ Па
	Для алюминиевого сплава	$E=7 \cdot 10^{10}$ Па; $G=2,5 \cdot 10^{10}$ Па	$[\sigma]=2 \cdot 10^8$ Па; $[\tau]=1,5 \cdot 10^8$ Па

Критерии оценки проектов

Задание включает одну часть – проектную.

1. Проектная часть должна включать **одно наилучшее** конструкторско-технологическое предложение по решению поставленной задачи.

2 Максимальная оценка 100 баллов.

3. Оценивание проектной части строится на экспертной оценке члена жюри с учетом следующих положений.

Оценка проектной части производится по следующим пяти критериям:

– Полнота исследования проблемы: обзор и анализ (т.е. указание достоинств и недостатков) **ближайших** прототипов. **Максимальная оценка 15 баллов**, т.е. максимум можно получить 15 баллов.

– Оригинальность идеи, положенной в основу предлагаемого решения. **Максимум 30 баллов.**

– Логика изложения: описание того, как получена идея; описание решений по ее воплощению; конструкторско-технологическая и, возможно, экономическая проработка. **Максимум 30 баллов.**

– Возможность практического осуществления предложенных решений. **Максимум 10 баллов.**

– Наличие, качество и достаточность схем и рисунков. **Максимум 15 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»):

Титульный лист с идентификацией участника.

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 исследования.

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. Рекомендуется использовать методику ТРИЗ.

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. Допускается использование расчетов, аналогичных приведенным выше в расчетной части задания.

Выводы.

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

Учащиеся должны оформить записку проекта **черной** авторучкой (ярко для возможности последующего сканирования). Почерк должен быть разборчивым или текст следует написать чертежным шрифтом. Нумерация страниц внизу посередине обязательна.