

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. Паспорт программы профессионального модуля ПМ 1 «Конструирование изделий из термопластичных конструкционных материалов»

1.1. Область применения программы

1.2. Требования к промежуточным результатам освоения модуля

1.3. Количество часов на освоение программы модуля

2. Структура и содержание профессионального модуля

2.1. Учебно-тематический план профессионального модуля

2.2. Содержание обучения по профессиональному модулю

3. Условия реализации программы профессионального модуля

3.1. Требования к материально-техническому обеспечению

3.2. Информационное обеспечение обучения

3.3. Общие требования к организации образовательного процесса

3.4. Кадровое обеспечение образовательного процесса

4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля

Приложение 1

1. Паспорт программы профессионального модуля ПМ 1 «Конструирование изделий из термопластичных конструкционных материалов»

1.1. Область применения программы

Профессиональный модуль предназначен для повышения квалификации инженеров-конструкторов изготавливаемых изделий.

Программа профессионального модуля используется в рамках образовательной программы дополнительного профессионального образования *в области проектирования и производства деталей из термопластичных конструкционных композитных материалов* в части получения следующих результатов:

|  |  |
| --- | --- |
| **ПК 1** | Конструирует изделия из термопластичных конструкционных материалов |

Данный профессиональный модуль является инвариантным для целевой группы ГС1 «инженеры-конструкторы изготавливаемых изделий», обучающихся по *образовательной программе повышения квалификации в области проектирования и производства деталей из термопластичных конструкционных композитных материалов.*

Профессиональный модуль полезен и за рамками образовательной программы как отдельный самостоятельный курс, который подходит для специалистов предприятий, занимающихся конструированием изделий из термопластичных конструкционных материалов.

1.2. Требования к промежуточным результатам освоения модуля

С целью формирования перечисленных результатов обучающийся в ходе освоения программы модуля должен:

Иметь практический опыт:

* Конструирования изделий из термопластичных конструкционных материалов

Уметь:

* Выполнять конструкторские расчеты изделий из термопластичных конструкционных материалов в SolidWorks Simulation;
* Проводить 3D-моделирование изделий из термопластичных конструкционных материалов в SolidWorks

Знать:

* Требования к прочности и износостойкости, предъявляемые к изделиям из термопластичных конструкционных материалов;
* Способы достижения заданных характеристик изделий из термопластичных конструкционных материалов на этапе конструирования;
* Методы расчета характеристик изделий из термопластичных конструкционных материалов;
* Приемы и инструменты выполнения прочностных расчетов изделий в SolidWorks Simulation
* Возможности SolidWorks;
* Приемы выполнения графических работ в SolidWorks;

1.3. Количество часов на освоение программы модуля:

всего – 82 часа, в том числе:

- обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося – 52 часа;

- самостоятельной работы обучающегося – 14 часов;

- производственной практики - 16 часов;

- консультации – 2 часа.

2. Структура и содержание профессионального модуля

2.1. Учебно-тематический план профессионального модуля

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименования элементов ПМ** | **Всего  часов** | **Обязательная аудиторная  учебная нагрузка,** часов | | **Практика,**  часов | **Самостоятельная работа,** часов |
| **всего** | **в т.ч. практические и лабораторные занятия** |
| **МДК 1.01 3D-моделирование в SolidWorks** | **24** | **20** | **16** |  | **4** |
| Тема 1. Создание деталей, оформление чертежей деталей | 12 | 10 | 8 |  | 2 |
| Тема 2. Создание и редактирование сборок, оформление чертежей сборок | 12 | 10 | 8 |  | 2 |
| **МДК 1.02 Конструкторские расчеты изделий из термопластичных конструкционных материалов** | **40** | **30** | **16** |  | **8** |
| Тема 1. Требования к прочности и износостойкости, предъявляемые к изделиям из термопластичных конструкционных материалов | 8 | 6 | 2 |  | 2 |
| Тема 2. Способы достижения заданных характеристик изделий из термопластичных конструкционных материалов на этапе конструирования | 12 | 10 | 4 |  | 2 |
| Тема 3. Методы расчета характеристик изделий из термопластичных конструкционных материалов | 6 | 4 | 2 |  | 2 |
| Тема 4. Приемы и инструменты выполнения прочностных расчетов изделий в SolidWorks Simulation | 14 | 10 | 8 |  | 4 |
| **Практика (стажировка на рабочем месте)** | **16** |  |  | **16** |  |
| **Консультации** | **2** | **2** |  |  |  |
| ***Всего:*** | **82** | **52** | **32** | **16** | **14** |
|  |  |  | |  |  |

2.2. Содержание обучения по профессиональному модулю

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование тем** | **Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, практика,  самостоятельная работа обучающихся, проекты** | | **Объем часов** |
| **МДК 1.01 3D-моделирование в SolidWorks** | | | **24** |
| Тема 1. Создание деталей, оформление чертежей деталей | **Содержание учебного материала** | | |
| 1. | Возможности SolidWorks по разработке 3D-моделей. Приемы создания 3D-моделей деталей: «по траектории», «повернуть», «по сечениям», «массив», «скругление». Приемы оформления чертежей деталей | 2 |
| **Лабораторные и практические занятия** | | |
| 1. | Освоение приемов «по траектории», «повернуть», «по сечениям», «массив», «скругление» для 3D-моделирования изделий из термопластичных конструкционных материалов в SolidWorks. | 8 |
| **Самостоятельная работа при изучении темы** | | |
| 1. | Оформление чертежей деталей | 2 |
| Тема 2. Создание и редактирование сборок, оформление чертежей сборок | **Содержание учебного материала** | | |
| 1. | Приемы выполнения графических работ в SolidWorks для работы со сборками. Выполнение сопряжений в сборках в SolidWorks | 2 |
| **Лабораторные и практические занятия** | | |
| 1. | Освоение приемов создания сборочного чертежа, редактирования деталей в сборке, оформления чертежей сборок, создания спецификаций для 3D-моделирования сборок, включающих в себя изделия из термопластичных конструкционных материалов в SolidWorks | 8 |
| **Самостоятельная работа при изучении темы** | | |
| 1. | Редактирование чертежа сборки | 2 |
| **МДК 1.02 Конструкторские расчеты изделий из термопластичных конструкционных материалов** | | | **40** |
| Тема 1. Требования к прочности и износостойкости, предъявляемые к изделиям из термопластичных конструкционных материалов | **Содержание учебного материала** | | |
| 1. | Понятия: предел прочности, разрывное напряжение, ударная прочность, ударная вязкость, пластичность, предельная деформация, модуль упругости при растяжении и при изгибе. Износостойкость, антифрикционные свойства, интенсивность изнашивания изделий из термопластичных конструкционных материалов. Усталость материала, ее причины. Диапазоны прочностных показателей для распространенных термопластичных конструкционных материалов. Факторы, влияющие на прочность и износостойкость изделий из термопластичных конструкционных материалов. Вязкоупругие релаксационные явления при разрушении полимеров. Определение требований к прочности и износостойкости изделий исходя из условий нагружения изделий, режимов работы изделий, условий окружающей среды | 4 |
| **Лабораторные и практические занятия** | | |
| 1. | Задание свойств материала в SolidWorks Simulation, задание нагрузки и ограничений | 2 |
| **Самостоятельная работа при изучении темы** | | |
| 1. | Сопоставление прочностных свойств перспективных термопластичных конструкционных наноматериалов на основании обзора литературы | 2 |
| Тема 2. Способы достижения заданных характеристик изделий из термопластичных конструкционных материалов на этапе конструирования | **Содержание учебного материала** | | |
| 1 | Стадии процесса конструирования изделий из термопластичных конструкционных материалов.  Типовые проектно-конструкторские решения для обеспечения заданных характеристик изделий из термопластичных конструкционных материалов: выбор материала, выбор минимальных сечений, выбор минимальной толщины стенок корпусных деталей, выбор формы и расположения ребер жесткости, выбор формы бобышек, выбор уклонов, выбор радиусов скруглений в углах, выбор минимальных расстояний между отверстиями. Выбор формы изделия исходя из особенностей процесса литья под давлением: постепенность переходов от одной толщины к другой, обеспечение технологических уклонов, обеспечение взаимосвязи изделия и пресс-формы. Коэффициент запаса прочности. Обеспечение точности и технологичности изделий | 6 |
| **Лабораторные и практические занятия** | |  |
| 1 | Выбор конструкторского решения при конструировании изделия из термопластичных конструкционных материалов | 4 |
| **Самостоятельная работа при изучении темы** | |  |
| 1 | Составление перечня способов достижения заданного качества поверхности изделий из термопластичных конструкционных материалов на основе анализа литературных источников | 2 |
| Тема 3. Методы расчета характеристик изделий из термопластичных конструкционных материалов | **Содержание учебного материала** | |  |
| 1 | Метод конечных элементов. Этапы анализа методом конечных элементов. Построение конечно-элементной модели. Виды конечных элементов, трех-, дву- и одномерные элементы. Методы управления сеткой. | 2 |
| **Лабораторные и практические занятия** | |  |
| 1 | Создание начальной сетки в SolidWorks Simulation и ее настройка | 2 |
| **Самостоятельная работа при изучении темы** | |  |
| 1 | Составление обзора по аналитическим методам расчета характеристик изделий из термопластичных конструкционных материалов, применимых в конструкторской практике | 2 |
| Тема 4. Приемы и инструменты выполнения прочностных расчетов изделий в SolidWorks Simulation | **Содержание учебного материала** | | |
| 1 | Инструменты SolidWorks Simulation для проведения прочностных расчетов. Приемы проведения прочностных расчетов напряжений и смещений, малых и больших перемещений, неравномерной нагрузки, собственных частот колебаний изделия и сборки, падения конструкции (дроп-тест), усталости материала | 2 |
| **Лабораторные и практические занятия** | | |
| 1 | Прочностные расчеты изделий из термопластичного конструкционного материала в SolidWorks Simulation: расчет напряжений и смещений, малые и большие перемещения, неравномерная нагрузка, анализ собственных частот колебаний изделия и сборки, тест на падение конструкции (дроп-тест), расчёт на усталость | 8 |
| **Самостоятельная работа при изучении темы** | | |
| 1 | Оптимизация конструкции изделия по результатам расчета в SolidWorks Simulation | 4 |
| **Практика**  **(стажировка на рабочем месте)** | Виды работ:   1. создание моделей деталей и сборок и оформление детального и сборочного чертежей 2. конструкторские расчеты изделий из термопластичного конструкционного материала | | 8  8 |
|  | **Консультации:** | | **2** |
|  | **Всего:** | | **82** |

3. Условия реализации программы профессионального модуля

3.1. Требования к материально-техническому обеспечению

Особых требований к аудиториям нет.

Оборудование компьютерного класса: персональный компьютер, программное обеспечение: SolidWorks Simulation.

Технические средства обучения: интерактивные доски, проекторы, ПК.

Практика проводится на рабочем месте, обеспеченном ПК и программным обеспечением SolidWorks Simulation. В ходе практики слушатели выполняют реальные задачи по проектированию изделий из термопластичных конструкционных материалов (создание моделей деталей и сборок и оформление детального и сборочного чертежей; конструкторские расчеты изделий из термопластичного конструкционного материала).

3.2. Информационное обеспечение обучения

Основные источники:

1. Александров А. В. Сопротивление материалов : учеб. для вузов / А. В. Александров,В. Д. Потапов, Б. П. Державин ; под ред. А. В. Александрова. - 6-е изд.,. - Москва: Высш. шк., 2008. - 560 с.: ил.
2. Миролюбов, И.Н. Сопротивление материалов. Пособие по решению задач. [Электронный ресурс] / И.Н. Миролюбов, Ф.З. Алмаметов, Н.А. Курицин, И.Н. Изотов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 512 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/39150> — Загл. с экрана.
3. Михайлин Ю.А. Конструкционные полимерные композиционные материалы. / СПб.: НОТ, 2008. - 820 с.
4. Мэллой Р.А. Конструирование пластмассовых изделий для литья под давлением / пер. с англ. яз. под. ред. В.А. Брагинского, Е.С. Цобкалло, Г.В. Комарова — СПб.: Профессия, 2006. - 512 стр.,

Дополнительные источники:

1. Битт В.В., Кудрявцева М.В., Иванов А.Н., Саморядов А.В., Приказщиков А.В., Калугина Е.В. Влияние модифицирующих добавок на свойства полифениленсульфида // Полимерные трубы. — 2017. — № 1 (55) Апрель. — С. 52–59.
2. Блохин А.Н. Влияние нанодисперсных частиц на прочностные свойства полимерных матриц / А.Н. Блохин, В.П. Таров, М.С. Толстых // Вестник ТГТУ. – 2012. – №3. – с. 737-741.
3. Гаджиев А.А. Технологические способы повышения механических характеристик композиционных полимерных материалов / А.А. Гаджиев, А.С. Кононенко, А.М. Орлов // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2009. – №2. – с. 70-73.
4. Кутьинов В.Ф. Влияние климатического старения на характеристики упругости и прочности полимерных композитных материалов / В.Ф. Кутьинов, В.А. Киреев, О.В. Старцев, В.Н. Шевалдин // Ученые записки ЦАГИ. – 2006. – №4. – с. 54-64.
5. Михайлин Ю.А., Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы. СПб.: Профессия, 2006. - 490 с.
6. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учебное пособие для ВУЗов/ под ред. А.А. Берлина.- СПб.: Профессия, 2008. – 558 с.
7. Производство изделий из полимерных материалов. / под ред. В.К. Крыжановского.- СПб.: Профессия, 2004. – 410 с.
8. Реутов А.И. Надежность изделий из полимерных композиционных материалов с учетом статистической изменчивости их характеристик / А.И. Реутов // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – №2. – с. 58-62.
9. Сапожников С.Б. Конструкционная прочность полимерных композитов на основе коротких стеклянных волокон / С.Б. Сапожников, Р.Р. Абдрахимов, А.А. Шакиров // Вестник ЮУрГУ. – 2014. – №1. – с. 50-54.
10. Смелов А.В. Механические свойства и трибологические возможности модифицированного политетрафторэтилена // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6.
11. Свойства материала марки ТЕРМОРАН [Электронный ресурс] / ООО «Терморан» — Электрон. дан. — Режим доступа: <https://termoran.ru/produkciya/tehnicheskie-harakteristiki/>, дата обращения - 31.01.2020.

Учебные материалы:

Информационные материалы к лекциям по темам модуля, методические указания к практическим занятиям.

**3.3. Общие требования к организации образовательного процесса**

Организация образовательного процесса:

Образовательный процесс ведется в очной форме. В рамках аудиторных занятий обучающиеся получают необходимую теоретическую информацию, выполняют лабораторные и практические работы. В рамках аудиторных занятий обучающиеся получают задания для самостоятельного изучения и проработки. В ходе самостоятельной работы происходит закрепление умений, полученных на практических или лабораторных занятиях либо получение знаний путем изучения дополнительных тем, не вошедших в состав лекций. Формы контроля самостоятельной работы: отчет или опрос.

Входные требования к обучающимся:

С целью формирования результатов (профессиональных компетенций) обучающийся к началу освоения программы модуля должен:

*знать:*

* Понятия «нанотехнология», «наноматериал», классификация наноматериалов
* Физико-химические и механические свойства термопластичных конструкционных материалов
* Этапы технологического процесса производства изделий из термопластичных конструкционных материалов

3.4. Кадровое обеспечение образовательного процесса

Преподаватель, читающий теоретический курс и проводящий практические занятия должен иметь высшее образование в сфере машиностроения, опыт работы в сфере машиностроения не менее 5 лет или ученую степень в области машиностроения.

4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля

Образовательное учреждение, реализующее программу профессионального модуля, обеспечивает организацию и проведение текущего контроля демонстрируемых обучающимися знаний, умений и полученного ими опыта практической деятельности.

Текущий контроль проводится преподавателем на основе результатов выполнения практических заданий и собеседования с обучающимся по их выполнению.

Итоговый контроль проводится экзаменационной комиссией на основе результатов выполнения итоговой практической работы по данному модулю на основе оценки подготовленных в ходе выполнения задания материалов. По результатам итогового контроля формируется оценочное суждение о достижения образовательных результатов профессионального модуля – профессиональных компетенций в формате: «сформирована \ не сформирована».

Порядок перевода оценочных баллов в оценочное суждение определяется в оценочных средствах.

Формы и методы текущего и итогового контроля, критерии оценивания доводятся до сведения обучающихся в начале обучения.

Для текущего и итогового контроля образовательными учреждениями создаются фонды оценочных средств (ФОС). ФОС включают в себя педагогические контрольно-измерительные материалы, предназначенные для определения соответствия (или несоответствия) индивидуальных образовательных достижений основным показателям результатов профессионального модуля.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ПК** | **Показатели оценки результата** | **Процедура и инструмент оценивания** |
| ПК 1 –  Конструирует изделия из термопластичных конструкционных материалов | 1) Изделие имеет геометрические размеры и форму, позволяющие реализовать его  функциональное назначение согласно ТЗ;  2) Прочностные характеристики изделия, установленные ТЗ, подтверждены результатами прочностного расчета в Solidworks Simulation | Оценка продукта практической деятельности (3D-модель изделия, результаты прочностного расчета) по эталону. |

Приложение 1

**Оценочные средства для итоговой оценки профессиональных компетенций**

**инженеров-конструкторов изготавливаемых изделий**

**Практическое задание для оценки сформированности профессиональной компетенции**

*Формулировка ПК*

**ПК1** - **Конструирует изделия из термопластичных конструкционных материалов**

*Основные показатели оценки*

1) Изделие имеет геометрические размеры и форму, позволяющие реализовать его функциональное назначение согласно ТЗ;

2) Прочностные характеристики изделия, установленные ТЗ, подтверждены результатами прочностного расчета в Solidworks Simulation.

***Формы оценки***:

|  |  |
| --- | --- |
| *Показатель оценки* | *Форма оценки* |
| *1-2* | *Продукт (3D-модель изделия, результаты прочностного расчета)* |

***Методы оценки:***

*Сравнительная оценка по эталону*

***Требования к процедуре оценки***

|  |  |
| --- | --- |
| Помещение: | Компьютерный класс |
| Оборудование: | Особых требований нет |
| Инструменты: | Solidworks Simulation |
| Расходные материалы: | Особых требований нет |
| Доступ к дополнительным инструкциям и справочным материалам: | Инструкция по работе в программной среде Solidworks |
| Норма времени: | 6 часов |

***ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ***

Ознакомьтесь с техническим заданием №1. (Источник 1). Изучите чертеж детали Рычаг» (Источник 2). Разработайте 3D-модель детали «Рычаг» согласно ТЗ. Сохраните файлы в папке под своей фамилией.

Ознакомьтесь с техническим заданием №2. (Источник 3).

Произведите прочностной расчет детали «Кронштейн» (модель детали «Кронштейн» в файле Кронштейн 9.SLDPRT (Источник 4) с помощью Solidworks Simulation. Сохраните файлы в папке под своей фамилией. Время выполнения задания - 6 часов.

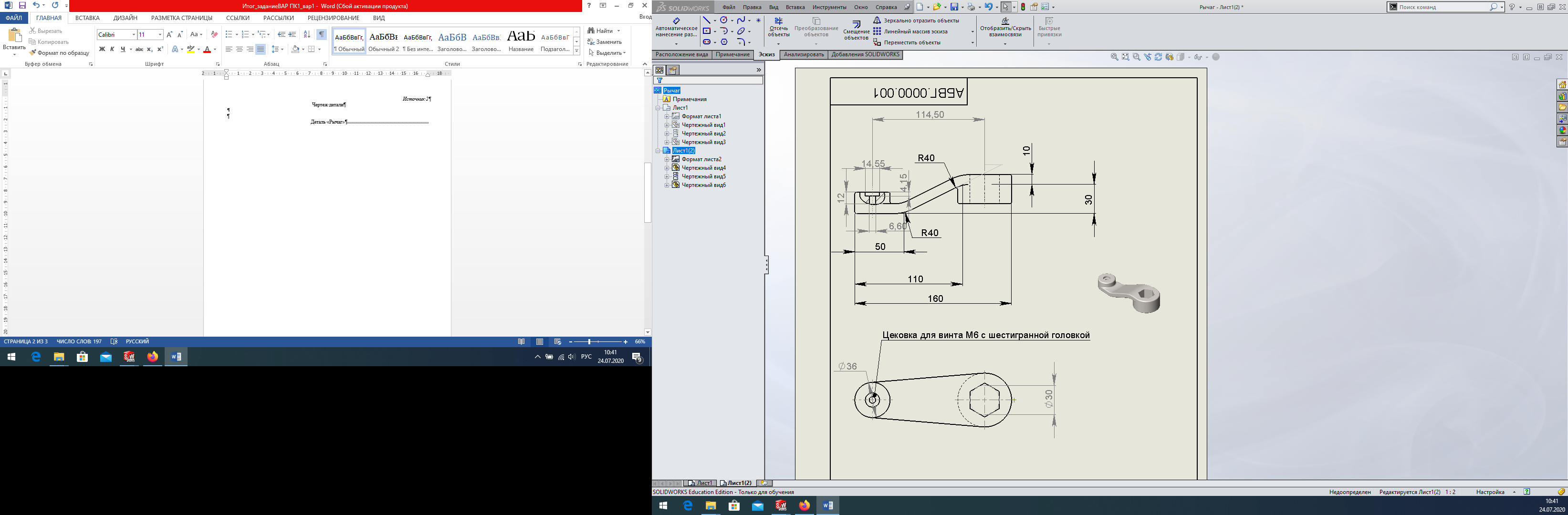
*Источник 1*

**Техническое задание №1**

Разработать модель детали «Рычаг». Чертеж детали «Рычаг» прилагается. Материал детали ТЕРМОРАН ПСФ СВ-40, ТУ 20.1659-001-01531596-2018. Неуказанные радиусы скругления 2 мм.

*Источник 2*

Чертеж детали

Деталь «Рычаг»

*Источник 3*

**Техническое задание №2**

Материал для изготовления «Кронштейн» ТЕРМОРАН ПСФ СВ-40, ТУ 20.1659-001-01531596-2018. Предел текучести материала 235 МПа.

Условия нагрузки: максимальная нагрузка - 10 кН.

***Инструмент проверки***

Критерии для проведения оценки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *№* | *Критерий* | *Проверяемый показатель* | *Оценка*  *+/-* |
|  | В 3D-модели выдержано межосевое расстояние 144,5 согласно чертежу исходной детали | 1\* |  |
|  | В 3D-модели предусмотрено отверстие для винта М6 согласно чертежу исходной детали | 1\* |  |
|  | В 3D-модели выдержан размер 10 согласно чертежу исходной детали | 1\* |  |
|  | В 3D-модели выдержан размер R50 согласно чертежу исходной детали | 1\* |  |
|  | В 3D-модели выдержан размер диаметр 50 согласно чертежу исходной детали | 1\* |  |
|  | В 3D-модели выдержан размер 65 согласно чертежу исходной детали | 1\* |  |
|  | В 3D-модели задан материал ТЕРМОРАН ПСФ СВ-40 | 1 |  |
|  | В 3D-модели заданы радиусы скругления 2 мм | 1\* |  |
|  | В настройках материала заданы предел текучести материала ТЕРМОРАН ПСФ СВ-40 равный 235 МПа | 2\* |  |
|  | Согласно результатам прочностного расчета напряжение при приложении нагрузки 10 кН, в любой точке изделия не превышает предел текучести материала 235 МПа | 2\* |  |
|  | Итого |  |  |

Знаком \* отмечены критерии, которые являются обязательными для выполнения, в случае невыполнения критерия оценка прекращается.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *баллы/заключение* | *дата* | *эксперт* |
| 9-10 – Компетенция сформирована |  |  |
| 0-8 – Компетенция не сформирована |