

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. Показана роль пропедевтики в формировании профессиональных компетенций при выполнении задания «Чертеж детали «Вал» студентами машиностроительных направлений подготовки в рамках дисциплины «Инженерная графика». Описано содержание задания, представлено учебное пособие, где рассматриваются этапы разработки чертежа и применяемые для этого инструменты САПР КОМПАС-3D.

Ключевые слова: инженерная графика; компьютерная графика; чертеж вала; Компас-3D; пропедевтика; параметрическое моделирование; стандарты ЕСКД

В соответствии с рабочей программой дисциплины «Инженерная графика» студенты Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ) машиностроительных направлений подготовки выполняют несколько графических работ, изучая на практике теорию курса. При этом формируются базовые общетехнические и графические компетенции, знания стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), навыки применения современных цифровых технологий проектирования. Результаты обучения студенты демонстрируют по завершению последней и самой объемной в курсе расчетно-графической работы «Разъемные соединения деталей машин» (РГР), представляя к защите комплект конструкторской документации на сборочную едини-

цу, включающий 3D-модели деталей и сборки, спецификацию, ассоциативные рабочие чертежи деталей и сборочный чертеж.

В ходе работы, помимо общих правил разработки и оформления этих документов, рассматриваются вопросы выбора конструктивных элементов деталей машин, видов соединений и крепежных изделий, применяемых при сборке. Болтовое, винтовое и шпилечное соединения – обязательные компоненты задания. Кроме того, во многих вариантах в разных комбинациях используются шпоночные соединения, установочные винты, уплотнительные и стопорные элементы, для размещения которых в деталях выполняются пазы, канавки и отверстия – сквозные или глухие, гладкие или резьбовые. Внимательно, как самый распространенный способ соединения, изучается резьба: ее типы и параметры, правила изображения на чертеже, а также сопутствующие ей элементы, такие как фаска, проточка для выхода резьбообразующего инструмента, недорез в глухом резьбовом отверстии или на стержне. Рассматриваются стандарты, порядок определения размеров и использования компьютерных средств исполнения этих элементов.

Для удобства работы подготовлены учебные материалы, в которых представлены правила и все необходимые справочные данные [1, 2]. Тем не менее задание для многих студентов не простое, и связано это, в первую очередь, с большим объемом новой информации, которую необходимо освоить в короткий срок.

Определяющую роль в решении проблемы, по мнению авторов, играет пропедевтика, в широком понимании означающая введение в некую науку, систематическое изложение в сжатой и элементарной форме большого объема информации, предвещающее ее серьезное изучение. И поскольку основой для «быстрого старта» и успешного завершения РГР являются знания и умения, приобретенные при выполнении предыдущих работ, следует обратить пристальное внимание на их содержание. Особое значение приобретает задание «Чертеж детали типа «Вал», которое традиционно включается в программу курса инженерной графики и рассматривается в учебных пособиях и публикациях многих авторов [3–6].

Вал – одна из основных деталей механизмов и машин, поэтому при рассмотрении особенностей конструкции и изготовления детали и разработке чертежа в соответствии со стандартами ЕСКД у студентов появляется возможность приобщиться к своей будущей профессии. Традиционные методические цели задания:

- познакомить студентов с правилами оформления чертежей деталей, представляющих собой тела вращения;
- сформировать навык создания таких изображений на чертеже, как вынесенные и наложенные сечения, выносные элементы, местные разрезы, дополнительные и местные виды;
- обучить правилам выполнения и оформления на чертеже таких конструктивных элементов деталей, как отверстия, скругления, канавки, пазы и лыски произвольных размеров и формы.

Но не только в этом видят смысл и назначение этого задания авторы статьи.

Вал – универсальный объект, при выполнении чертежа которого можно познакомить студентов практически со всеми элементами деталей машин, которые встречаются в последующей работе и приемами их исполнения в САПР. Поэтому авторами статьи разработано новое учебное задание, позволяющее реализовать принципы пропедевтики. Цель статьи – показать актуальность и возможности такого подхода.

Исходными данными в новом задании «Чертеж вала» является изображение, описанное набором параметров, и таблица значений этих параметров по индивидуальным вариантам. Несмотря на то, что с 3D-моделированием студенты уже знакомы, чертеж выполняется 2D-средствами компьютерного проектирования. Основная задача – изучить стандарты, определяющие выбор размеров элементов, правила их изображений и нанесения размеров, а также принципы работы с прикладными библиотеками САПР Компас-3D, изучаемой в рамках дисциплины.

Выполнение задания разбивается на этапы. Сначала проводится анализ формы и часть необходимых расчетов. На следующем этапе по размерам индивидуального варианта выполняется построение ступеней вала, одна из которых коническая, заданная величиной конусности. Студенты знакомятся с данным типом размера, инструментальными способами построения образующей конуса по этому параметру. Присутствует ступень с квадратным сечением, величину которого следует задать, используя стандартный ряд размеров «под ключ» и знак квадрата для обозначения. Линейные и часть диаметральных размеров рассчитываются, значения размеров элементов согласуются с ГОСТ 6636-69 «Нормальные линейные размеры».

Далее необходимо, используя таблицы стандартов, выбрать размеры и построить изображения имеющихся конструктивных элементов вала, к которым относятся ширина и глубина шпоночного паза, размеры отверстия под конец установочного винта, диаметр отверстия под шплинт, размеры фасок, проточки и канавки для выхода шлифовального круга. Часть размеров, например, длина и место расположения шпоночного паза, размеры глухого резьбового отверстия, размеры, координирующие положение отверстий под шплинт и винт, определяются расчетом.

Построение ступеней вала производится в параметрическом режиме. Наблюдение за изменением геометрии контура при нанесении размеров дает основания для обсуждения способов нанесения размеров на чертеже, типов размерных цепей. Подробное описание правил и принципов простановки размеров различных изделий в соответствии с ГОСТ 2.307-2011 студенты могут найти в учебных пособиях [7]. На занятии рассматриваются особенности выполнения некоторых команд системы автоматизированного проектирования, алгоритмы работы с приложениями, позволяющими вставить в чертеж изображения элементов из библиотеки стандартных изделий, параллельно поговорить о необходимом и достаточном количестве изображений для каждого элемента.

Еще одна новая тема, которая затрагивается при выполнении задания, связана с правилами нанесения знаков шероховатости поверхностей [8]. Преподаватель рассказывает о методах и инструментах, применяемых при изготовлении и обработке различных поверхностей, объясняет важность этого фактора, но на данном этапе рассматриваются только вопросы расположения знаков и правильного использования команд системы автоматизированного проектирования.

Таким образом, выполнение задания «Чертеж детали типа «Вал», дает возможность обучающимся познакомиться со многими новыми техническими объектами, понятиями, терминами и стандартами, охватив практически все темы курса «Инженерная графика», одновременно получить новый опыт работы в среде КОМПАС-3D, закрепить уже имеющиеся навыки и подготовиться к выполнению последней расчетно-графической работы. Обратим внимание: на данном этапе обучения – это именно знакомство. Изучать глубже и активно применять новые знания и умения студенты будут позже – при выполнении задания последней РГР курса инженерной графики и далее, в курсовых работах и проектах по специальным и общетехническим дисциплинам.

Весь процесс выполнения задания, начиная с анализа геометрии вала, расчета и выбора по стандартам значений параметров, и заканчивая тонкостями компьютерных технологий оформления чертежа, показан в видеоуроках и описан в учебном пособии, которое стало продолжением методического комплекса [9, 10]. При объяснении нового материала используются презентации. Все необходимые для работы студента материалы и ссылки на видеоролики размещены на ресурсном Moodle-курсе университета, разработанном преподавателями, ведущими дисциплину.

Опыт использования задания показал, что студенты успешно справляются с работой, хорошо воспринимают учебный материал, активно осваивают возможности автоматизированной системы проектирования и сдают работы в установленные сроки, что отражает их заинтересованность в дисциплине. Для ускорения проверки чертежей студентов разработана таблица со значениями расчетных параметров. В планах – дополнить задание вариантами с другой формой вала и разной степени сложности, что расширит возможности дифференцированного подхода в обучении.

Список литературы:

1. Инженерная графика. Разработка конструкторской документации на сборочную единицу: методические указания / Л.Б. Иванова, Т.В. Маркова, И.М. Крыжановская. – Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – 63 с.
2. Маркова Т.В. Инженерная графика в плакатах: учебное пособие / Т.В. Маркова. – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2022. – 93 с.
3. Зелёный П.В. Инженерная графика: учебно-методическое пособие по машиностроительному черчению : в 2 ч. / П. В. Зелёный, С. В. Солонко ; под ред. П. В. Зелёного. – Минск : БНТУ, 2015 . – Ч. 1 : Чертежи валов. – 2015. – 81 с.
4. Зелёный П.В. Совершенствование методики выполнения учебных чертежей деталей типа "вал" / П.В. Зелёный, С.В. Солонко // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы. Сб. тр. Междунар. научно-практической конф., 2016. С. 76–79.
5. Пономаренко И.Г. Автоматизированное проектирование деталей машин в КОМПАС-График: лабораторный практикум / И.Г. Пономаренко, А.Б. Портаков. – Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО ДГАУ, 2015. – 140 с.
6. Терентьева Л.К. Основы анализа рабочего чертежа, технических требований, разработка технологического чертежа детали класса "Вал" / Л.К. Терентьева // Журнал технических исследований, 2019. – Т. 5, № 3. С. 87-91.
7. Иванова Л.Б. Инженерная графика. Основы оформления конструкторской документации: учебное пособие / Л.Б. Иванова, Т.В. Маркова, И.М. Крыжановская [и др.]. – Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 140 с.
8. Маркова Т.В. Инженерная графика. Обозначение шероховатости поверхностей на чертежах: учебное пособие / Т.В. Маркова, И.М. Крыжановская. – Санкт-Петербург: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – 45 с.
9. Маркова Т.В. Опыт разработки и использования интегрированного курса инженерной графики на основе САПР / Т.В. Маркова, А.Л. Бочков // Современное образование: содержание, технологии, качество, 2020. – Т. 1. С. 65–68.
10. Маркова, Т.В. Стимулирование познавательной активности студентов в курсе инженерной графики // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы. Сб. тр. Междунар. научно-практической конф., 2020. С. 180–183.

T. V. Markova, A. L. Bochkov, I. S. Smirnova

Propaedeutics of professional competences in drawing of the part "Shaft" in the course of engineering graphics

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia

Abstract. The article shows the role of propaedeutics in the formation of professional competences when performing the task "Shaft part drawing" by students of mechanical engineering disciplines within the discipline "Engineering Graphics". The content of the task is described, the textbook is presented, where the stages of drawing development and CAD KOMPAS-3D tools used for this purpose are considered.

Keywords: engineering graphics; computer graphics; shaft drawing; Compass-3D; propaedeutics; parametric modelling; ESCD standards