

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ГРАФИЧЕСКОГО ПАКЕТА AUTOCAD ПРИ КОНСТРУИРОВАНИИ ИЗДЕЛИЙ

Н.С. Кувшинов

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Предложена простая и доступная в практическом применении методика конструирования изделий и деталей сложной геометрической формы с построением линий пересечения их поверхностей и последующим получением рабочих чертежей. Методика основана на использовании графического пакета AutoCAD с настройками в соответствии с ГОСТ ЕСКД, трехмерного моделирования и технологии «3D-модель – 2D-модель – 2D-чертеж».

Ключевые слова: изделия, конструирование, ГОСТ ЕСКД, AutoCAD, чертеж прототип, модели.

Конструирование и последующее изготовление сварных металлических изделий сложной геометрической формы [1], в том числе пустотелых из тонколистового металла [2], сопровождается раскроем их поверхностей по предварительно построенным линиям пересечения (рис. 1 и рис. 2). Изготовление литых деталей из металлов и сплавов сложной геометрической формы [3], а также деталей из полимерных материалов горячим прессованием [4] связано с предварительным конструированием пресс-форм. Поэтому задачи построения линий пересечения изделий и пересечения поверхностей пресс-форм до сих пор являются актуальными. Не менее актуальной задачей является и разработка проектно-конструкторской документации, составной частью которой являются чертежи [5].

Известные методы из начертательной геометрии [6], представленные, например, на рис. 1 и рис. 2, позволяют строить линии пересечения поверхностей на бумажных носителях. Однако они морально устарели и уже не удовлетворяют современным требованиям ГОСТ ЕСКД [7], в том числе по созданию электронных документов (ГОСТ 2.051-2013.) и электронных моделей изделий (ГОСТ 2.052-2013).

Для решения вышеотмеченных задач целесообразно использовать компьютерные технологии и графические пакеты трехмерного моделирования. Одним из самых известных в мире графических пакетов является AutoCAD [8]. Он разработан американской компанией Autodesk. Следует отметить, что для использования на территории России необходимы контроль и настройка параметров пакета AutoCAD (форматы, шрифты, типы линий, размеры) в соответствии с ГОСТ ЕСКД [7].

Настройка пакета AutoCAD в соответствии с ГОСТ ЕСКД

1. Создание чертежа «Прототип» и задание его формата:

а) открыть пакет AutoCAD любым способом, как обычную программу; б) сохранить открытый

чертеж в требуемой папке, присвоив ему имя, например, «Прототип»; в) в чертеже «Прототип» задать необходимый формат, например А3 (297×420): падающее меню – Формат – Лимиты чертежа – командная строка – левый нижний угол – 0,0 – Enter – командная строка – правый верхний угол – 297,420 – Enter – падающее меню – Вид – Зуммирование – Все;

2. Задание в чертеже «Прототип» текстового стиля: падающее меню – Формат – Текстовый стиль – Диалоговое окно «Текстовые стили» – Имя шрифта – ISOCPEUR – Начертание – Курсив – Сделать текущим – Ок – Закрыть;

3. Задание в чертеже «Прототип» размерного стиля: падающее меню – Формат – Размерные стили – Диалоговое окно «Диспетчер размерных стилей» – Редактировать – Диалоговое окно «Изменение размерного стиля: ISO-25» – Вкладка «Линии» – Удлинение за размерные линии – 2 – Отступ от объекта – 0 – Вкладка «Символы и стрелки» – Размер стрелки – 4 – Вкладка «Текст» – Высота текста – 3,5 – По вертикали – Над линией – По-горизонтали – По центру – Отступ от размерной линии – 1 – Вдоль размерной линии – кнопка ОК – Диалоговое окно «Диспетчер размерных стилей» – Установить – Закрыть;

4. Задание в чертеже «Прототип» слоев и их настройка: падающее меню – Формат – Слой – Диалоговое окно «Диспетчер свойств слоев» – кнопка «Создать слой» – слой Контур – Вес линий – 0,7 – кнопка «Создать слой» – слой Размеры – Цвет – красный – Вес линий – 0,3 – кнопка «Создать слой» – слой Штриховка – Цвет – зеленый – Вес линий – 0,3 – кнопка «Создать слой» – слой Текст – Вес линий – 0,3 – кнопка «Создать слой» – слой Оси – Цвет – синий – Тип линий – диалоговое окно «Выбор типа линий» – кнопка Загрузить – диалоговое окно «Загрузка/ перезагрузка типов линий» – Осевая – кнопка ОК – диалоговое окно «Выбор типа линий» – осевая – кнопка ОК – диалоговое окно «Диспетчер свойств

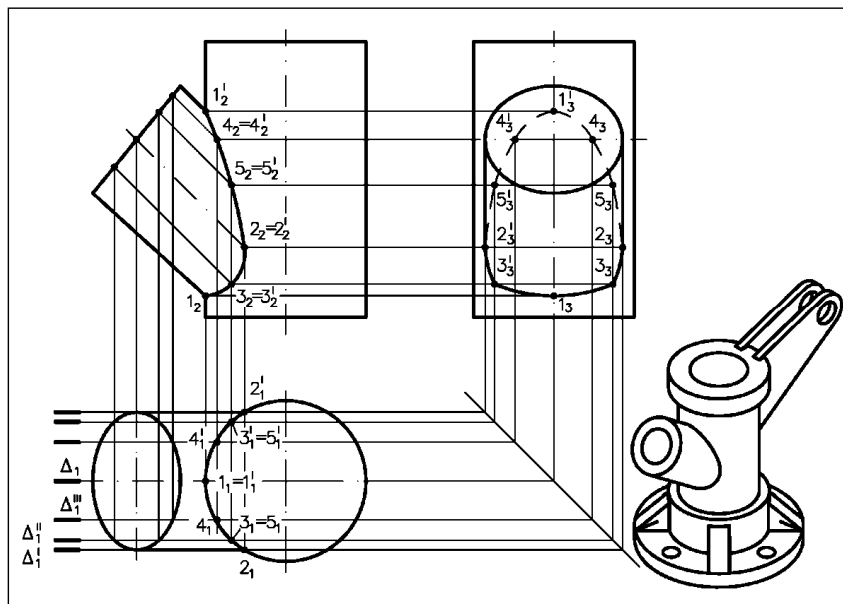


Рис. 1. Построение наружной линии пересечения двух цилиндров способом вспомогательных секущих плоскостей

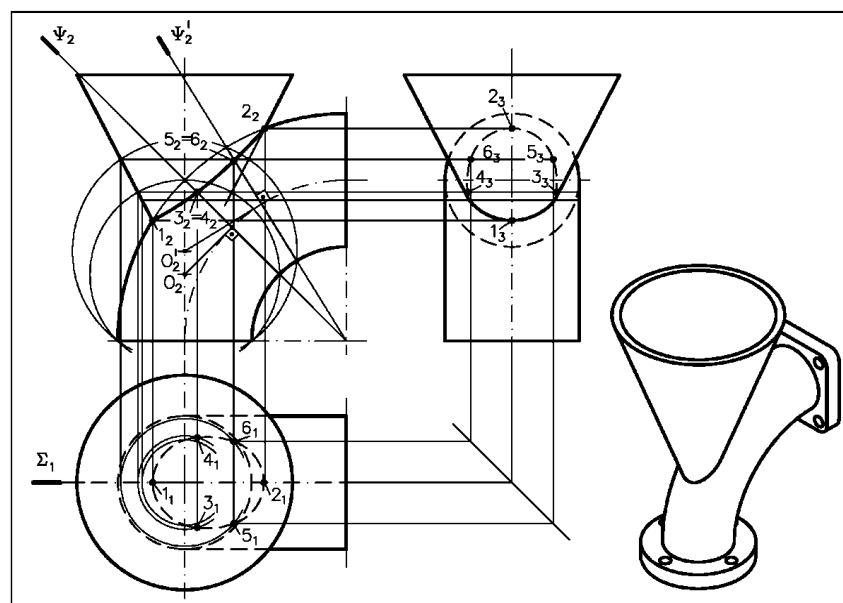


Рис. 2. Построение наружной линии пересечения конуса и тора способом эксцентрических сфер

слоев» – Вес линий – 0,3 – кнопка «Создать слой» – слой Невидимые – повтор предыдущего, как и для слоя Оси с установкой типа линий Невидимая – Цвет – голубой – Вес линий – 0,35 – кнопка «Создать слой» – слой Тонкие – Вес линий – по умолчанию – кнопка ОК.

Задание цвета линиям повышает наглядность изображений.

Использование пакета AutoCAD и технологии «3D-модель – 2D-модель – 2D-чертеж»

Последовательность создания моделей и чертежей изделий в графическом пакете AutoCAD с использованием методов трехмерного моделиро-

вания и команды ПЛОСКШНИМОК (FLATSHOT) представлена в таблице.

Несмотря на значительное количество этапов работы, все вышеописанные действия легко запоминаются, на практике не вызывают трудностей и выполняются очень быстро.

В результате получают очень наглядные 2D-модели изделий (рис. 3 и рис. 4), позволяющие не только анализировать линии пересечения их поверхностей, но и получать в дальнейшем рабочие 2D-чертежи изделий, выполненные в соответствии с ГОСТ ЕСКД (рис. 5 и рис. 6), по которым на предприятиях изготавливают сами изделия (рис. 7).

Таблица

Технология «3D-модель – 2D-модель – 2D-чертеж»

<p>1</p> <p>Запускаем пакет AutoCAD.</p> <p>В пространстве Модели открываем 2D-чертеж "Прототип" формата А3 с рамкой, включающий слой Контур (толщина линий, например, 0.7), слой Невидимые (толщина линий, например, 0.35) и слой Текст (толщина линий, например, 0.3)</p>	<p>8</p> <p>Последовательно повторяем все действия п. 7, вставляя на поле 2D-чертежа оставшиеся блоки "Сверху", "Слева" и "Изометрия" из п. 5.</p>
<p>2</p> <p>В пространстве Модели создаем 3D-чертеж с четырьмя видами экранами: вид Спереди, вид Сверху, вид Слева и ЮЗ изометрия. Методами твердотельного моделирования создаем 3D-модели поверхностей по исходным условиям</p>	<p>9</p> <p>Осуществляем компоновку 2D-моделей на поле 2D-чертежа "Прототип" с помощью проведенных вертикальных и горизонтальных отрезков и средств объектной привязки. Учитываем проекционную связь между тремя основными видами.</p>
<p>3</p> <p>Активируем, например, экран вид Спереди. Не закрывая 3D-чертеж, в командной строке вызываем команду ПЛОСКСНИМОК.</p>	<p>10</p> <p>Снова открываем 3D-чертеж, созданный в п. 2:</p> <p>а) командой "Копировать ребра" панели Редактирование тела из 3D-модели копируем линии пересечения поверхностей непосредственно на выбранном видовом экране, например, на экране ЮЗ изометрия;</p> <p>б) устанавливаем пиктограмму ПСК в ПСК "Вид"; в) копируем линии пересечения поверхностей в буфер обмена.</p>
<p>4</p> <p>В диалоговом окне "Плоский снимок":</p> <p>а) в группе "Размещение" активируем строку "Экспортировать в файл";</p> <p>б) в строке "Имя и путь к файлу" указываем путь и оригинальное имя блока, например, "Спереди" (предпочтительно в папку, где хранится созданный 2D-чертеж "Прототип");</p> <p>в) группу "Фоновые линии" не изменяем; г) в группе "Погашенные линии" в строке "Тип линий" загружаем тип линий Невидимая; д) нажимаем кнопку "Создать".</p>	<p>11</p> <p>Снова открываем 2D-чертеж, созданный в п. 9:</p> <p>а) из буфера обмена вставляем линии пересечения поверхностей и компоновку их на поле чертежа; б) масштабным коэффициентом через панель Свойства подбираем расстояния между штрихами невидимых частей линий пересечения; в) командой "Расчленить" разбиваем все блоки, размещенные на поле чертежа, на части; г) при необходимости проводим осевые линии; д) через панель Свойства придаем ширину (вес) всем линиям в соответствии со слоями 2D-чертежа; е) командой "Многострочный текст" выполняем поясняющие текстовые надписи, а при необходимости и обозначения точек на проекциях поверхностей; ж) через панель Слои переводим все объекты на необходимые слои.</p>
<p>5</p> <p>Последовательно повторяем все действия п. 4, поочередно активируя экраны вид Сверху, вид Слева, ЮЗ изометрия, присваивая блокам оригинальные имена, например, "Сверху", "Слева" и "Изометрия".</p>	<p>12</p> <p>Распечатываем 2D-чертеж с 2D-моделями на принтере и анализируем.</p>
<p>6</p> <p>Открываем 2D-чертеж "Прототип", созданный в п. 1.</p>	<p>13</p> <p>Приводим 2D-чертеж с 2D-моделями к виду, соответствующему ГОСТ ЕСКД: а) удаляем все лишнее; б) выполняем разрезы; в) наносим штриховку; г) проставляем размеры; д) заполняем основную надпись.</p>
<p>7</p> <p>Из падающего меню Вставка выбираем команду "Блок".</p> <p>В появившемся диалоговом окне "Вставка блока": а) кнопкой "Обзор" выбираем по сохраненному в п. 4 имя блока, например, "Спереди"; б) устанавливаем галочки в строках "Указать на экране", "Масштаб" и "Равные масштабы"; в) нажимаем кнопку ОК; г) вставляем блок с выбранным именем на поле 2D-чертежа "Прототип" в любое место, указанное курсором.</p>	<p>14</p> <p>Распечатываем окончательный вариант 2D-чертежа на принтере.</p>

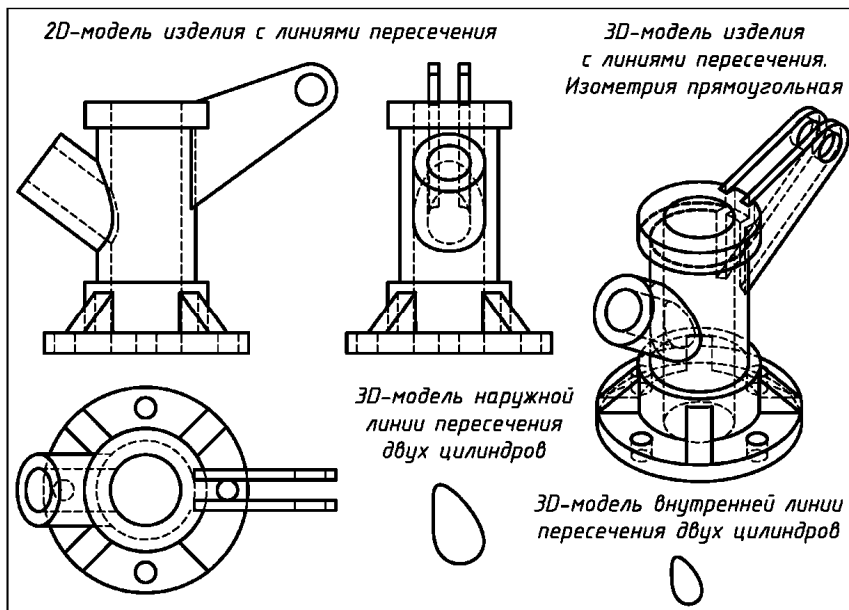


Рис. 3. 2D-модель изделия, изображенного на рис. 1

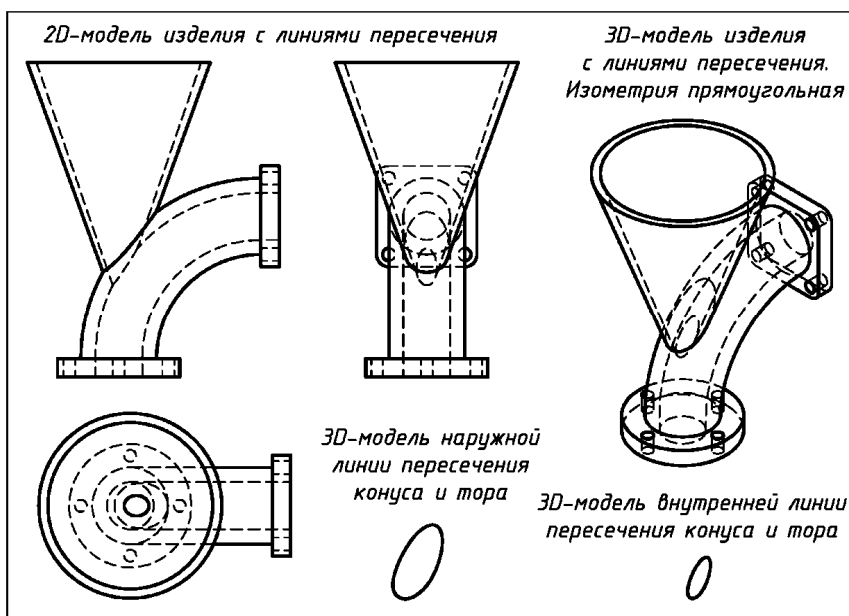


Рис. 4. 2D-модель изделия, изображенного на рис. 2

Преимуществом представленной технологии «3D-модель – 2D-модель – 2D-чертеж» является и то, что она не имеет ограничений в практической деятельности при конструировании изделий, даже если общая геометрическая форма таких изделий состоит из нескольких пересекающихся поверхностей (рис. 8).

Следует отметить, что возможна и другая последовательность работы, но только на конечном этапе [9], когда осуществляется переход в пространство Листа, компоновка в нем Видов и распечатка 2D-моделей и 2D-чертежей из этого пространства.

Комплексное использование дополнительных возможностей пакета AutoCAD и технологии «3D-модель – 2D-модель – 2D-чертеж»

Изделия типового наименования, как правило, могут отличаться только типоразмерами при неизменной геометрической форме. Поэтому при конструировании изделий и поиске оптимальных решений целесообразно использовать дополнительные возможности пакета AutoCAD, основанные на изменении размеров самих изделий.

Изменить размеры одной из поверхностей, входящих в состав изделия, можно в «ручном режиме» путем ее предварительного выбора и последующего использования команд компью-

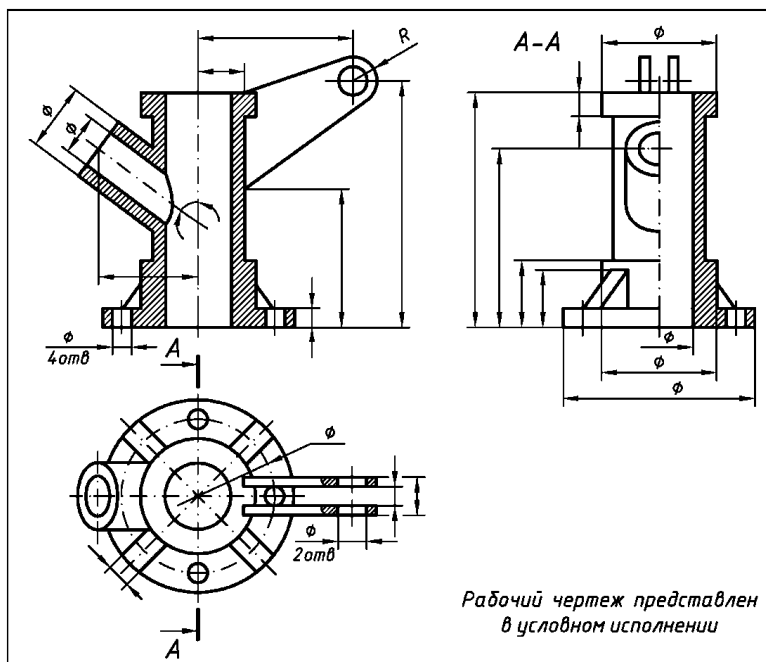


Рис. 5. 2D-чертеж изделия, изображенного на рис. 3

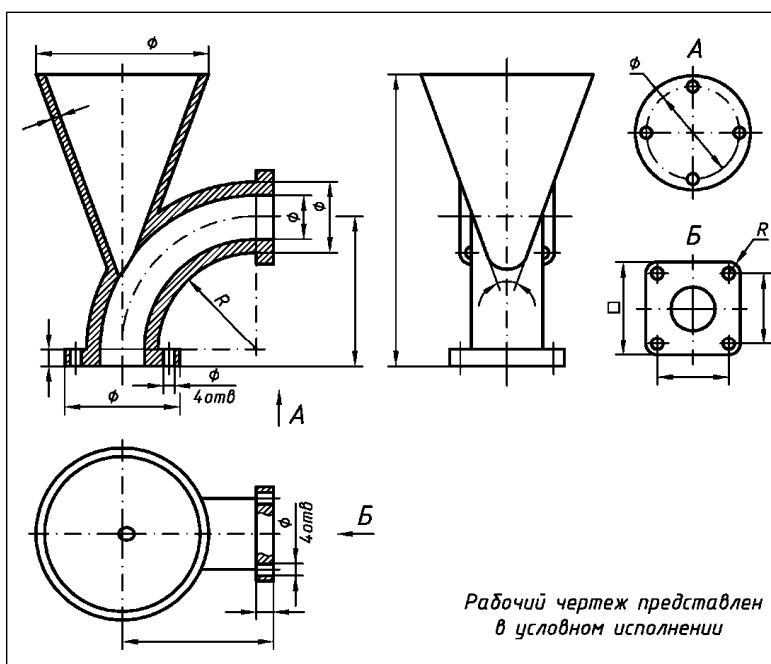


Рис. 6. 2D-чертеж изделия, изображенного на рис. 4

терного 3D-моделирования «Выдавить грани», «Перенести грани», «Сместить грани» и других, например, из панели «Редактирование тела» [8]. Внесенные изменения отразятся на общей картине 3D-модели изделия, но ни как не отразятся на использовании вышеприведенной технологии «3D-модель – 2D-модель – 2D-чертеж».

Изменить размеры одной из поверхностей, входящих в состав изделия, или изменить размеры всех поверхностей изделия одновременно можно

более прогрессивным способом, используя компьютерное 3D-параметрическое моделирование [8]. На первом этапе достаточно создать модель изделия с любыми размерами, а на следующих этапах изменить размеры выбранных поверхностей и в «автоматизированном режиме» подбирать оптимальные варианты. Внесенные изменения отразятся на общей картине 3D-модели изделия, но ни как не отразятся на использовании вышеприведенной технологии «3D-модель – 2D-модель – 2D-чертеж».

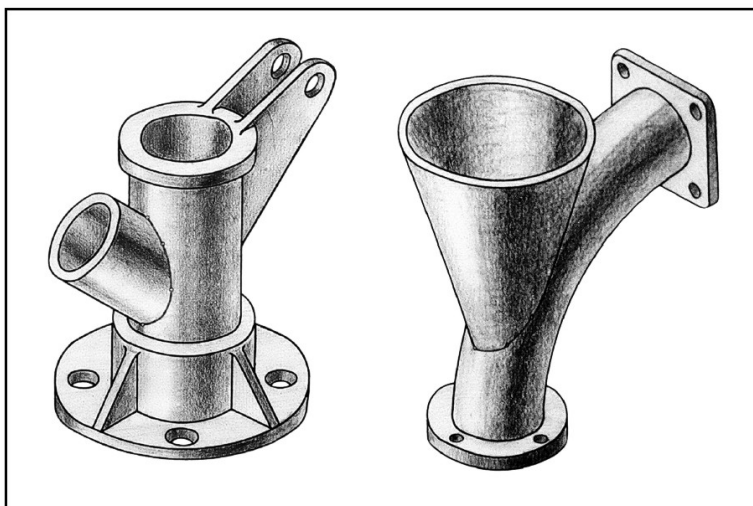


Рис. 7. Изделия, изготовленные по чертежам рис. 5 и рис. 6

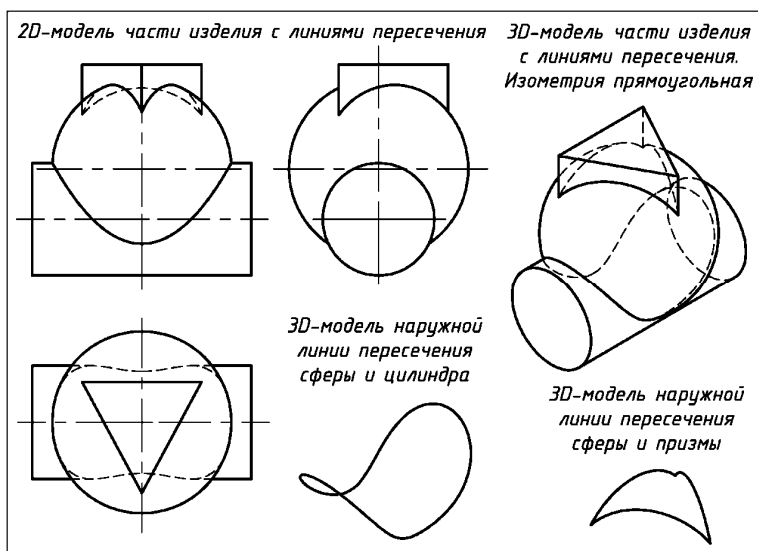


Рис. 8. Пример моделирования части изделия сложной геометрической формы с тремя пересекающимися поверхностями

Выводы

Предложенные выше методы позволяют:

- 1) наглядно изучать и анализировать полученные доступными методами линии пересечения поверхностей любых изделий;
- 2) доступными методами получать рабочие чертежи любых изделий;
- 3) доступными методами конструировать любые изделия с наиболее оптимальным сочетанием размеров, что позволяет в дальнейшем выбрать экономически рациональную технологию их изготовления;
- 4) широко внедрять их в практическую деятельность конструкторско-технологических бюро.

Литература

1. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиниста: в 3 т. / В.И. Анурьев. – 5-е изд.

перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – Т. 1. – 728 с.

2. Зубов, М.Е. Листовая штамповка: учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности «Машины и технология обработки металлов давлением» / М.Е. Зубов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1980. – 432 с.

3. Беккер, М.Б. Литье под давлением: учеб. / М.Б. Беккер. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1985. – 184 с.

4. Орлов, П.И. Основы конструирования: справочно-методическое пособие: в 3 кн. / П.И. Орлов. М.: Машиностроение, 1977. – Кн. 3. – 360 с.

5. Чекмарев, А.А. Справочник по машиностроительному черчению / А.А. Чекмарев, В.К. Осипов. – 7-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2006. – 493 с.

Научно-методический раздел

6. Четверухин, Н.Ф. *Начертательная геометрия* / Н.Ф. Четверухин, В.С. Левицкий, З.И. Прянишникова. – М.: Высшая школа, 1963. – 420 с.

7. *Единая система конструкторской документации: ГОСТ 2.301-68 – ГОСТ 2.321-84: сб. – офиц. изд.* – М.: Издательство стандартов, 2001. – 158 с.

8. Скотт Онстотт. *AutoCAD 2014*

и AutoCAD LT 2014. Официальный учебный курс. – М.: ДМК-Пресс, 2014. – 422 с.

9. *Инженерная 3D-компьютерная графика: монография* / А.Л. Хейфец, А.Н. Логиновский, И.В. Буторина, В.Н. Васильева; под ред. А.Л. Хейфеца. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2010. – 413 с.

Кувшинов Николай Сергеевич, кандидат технических наук, профессор кафедры «Графика», Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), kns161@mail.ru

Поступила в редакцию 2 декабря 2014 г.

USE OF COMPUTER TECHNOLOGIES BASED ON AUTOCAD GRAPHIC PACKAGE AT PRODUCT DESIGN

N.S. Kuvshinov, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation, kns161@mail.ru

Simple and practically applicable design techniques for products and details of a difficult geometrical form with the construction of intersection lines for their surfaces and subsequent drawing are given. This technique is based on the use of AutoCAD graphic package with tuning in accordance with State Standard (GOST) of the Unified system of engineering drawings, three-dimensional design and technology “3D-model – 2D-model – 2D-drawing”.

Keywords: product design, State Standard (GOST) of the Unified system of engineering drawings, AutoCAD, master drawing, models.

References

1. Anur'ev V.I. *Spravochnik konstruktora-mashinostroitel'ya* [Reference book of the designer-mechanician]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1979, vol. 1. 728 p.
2. Zubov M.E. *Listovaya shtampovka*: [Sheet stamping]. Leningrad, Mashinostroenie Publ., 1980. 432 p.
3. Bekker M.B. *Lit'e pod davleniem: uchebnik* [Molding under pressure]. Moscow, Vysshaya Shkola Publ., 1985. 184 p.
4. Orlov P.I. *Osnovy konstruirovaniya* [Design Basics]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1977, vol. 3. 360 p.
5. Chekmarev A.A., Osipov V.K. *Spravochnik po mashinostroitel'nomu chercheniyu*. [Handbook of Machine Drawing]. Moscow, Vysshaya Shkola Publ., 2006. 493 p.
6. Chetveruhin N.F., Levickiy V.S., Pryanishnikova Z.I. *Nachertatel'naya geometriya* [Descriptive geometry]. Moscow, Vysshaya Shkola Publ., 1963. 420 p.
7. GOST 2.301-68 – GOST 2.321-84. *Edinaya sistema konstruktorskoy dokumentatsii* [Unified system for design documentation]. Moscow, Standartinform Publ., 2001. 158 p.
8. Skott Onstott. *AutoCAD 2014 i AutoCAD LT 2014. Oficial'nyy uchebnyy kurs* [AutoCAD 2014 and AutoCAD LT 2014. Official training course]. Moscow, DМК-Press Publ., 2014. 422 p.
9. Heyfec A.L., Loginovskij A.N., Butorina I.V., Vasil'eva V.N. *Inzhenernaya 3D-komp'yuternaya grafika* [Engineering 3D-computer graphics]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2010. 413 p.

Received 2 December 2014

БИБЛИОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СТАТЬИ

Кувшинов, Н.С. Использование компьютерных технологий на основе графического пакета AutoCAD при конструировании изделий / Н.С. Кувшинов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2015. – Т. 15, № 2. – С. 52–58.

REFERENCE TO ARTICLE

Kuvshinov N.S. Use of Computer Technologies Based on AutoCAD Graphic Package at Product Design. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2015, vol. 15, no. 2, pp. 52–58. (in Russ.)