

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2023-36-78-83>

МОДЕЛИРОВАНИЕ МАСТЕР-МОДЕЛИ В САПР «КОМПАС 3D» ДЛЯ СВОБОДНОГО ЛИТЬЯ

Катаев А.В., Свиридов А.С.

*Российский государственный аграрный университет-МСХА
имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия*

Ключевые слова: свободное литьё, технологическая оснастка, двухкомпонентный полиуретановый компаунд, программы САПР, «Компас 3D», 3D-моделирование, 3D-печать, FDM.

Аннотация. В работе рассматривается применение отечественной программы САПР «Компас 3D» для моделирования и подготовки к 3D-печати мастер-модели, применяемой в свободном литье. Описаны операции, используемые при построении 3D-модели. Разработана методика по созданию 3D-модели и её подготовке к 3D-печати, в которую входят операции, выполняемые с помощью САПР «Компас 3D».

MODELLING OF THE MASTER MODEL IN CAD «COMPASS 3D» FOR FREE CASTING

Kataev A. V., Sviridov A. S.

*Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Moscow, Russia*

Keywords: free casting, technological equipment, two-component polyurethane compound, CAD programs, Compass 3D, 3D modeling, 3D printing, FDM.

Abstract. The article discusses the use of the domestic CAD program "Compass 3D" for modeling and preparing for 3D printing of a master model used in free casting. The operations used to build a 3D model are described. A technique has been developed for creating a 3D model and preparing it for 3D printing, which includes operations performed using the Compass 3D CAD system.

Свободное литьё – технология получения изделия путём заполнения технологической оснастки двухкомпонентным полиуретановым компаундом. Компаунд затвердевает и принимает форму конечного изделия, при этом механического воздействия на него не оказывается. Технологическая оснастка в таком способе литья представляет собой специальную форму, выполненную из металлического или неметаллического материала. Подача компаунда в оснастку осуществляется путём самотёка или под действием давления (2-4 атм). Данный способ литья находит широкое применение, так как не требует больших затрат на дорогостоящее оборудование и технологическую оснастку, обеспечивает высокое качество получаемых изделий, а также имеет низкое значение показателя отходов в процессе литья.

Схема свободного литья представлена на рисунке 1. Под цифрой 1 обозначен компаунд, который подаётся в технологическую оснастку 2. Под литерой «а» литьё осуществляется самотёком, под литерой «б» – под давлением.

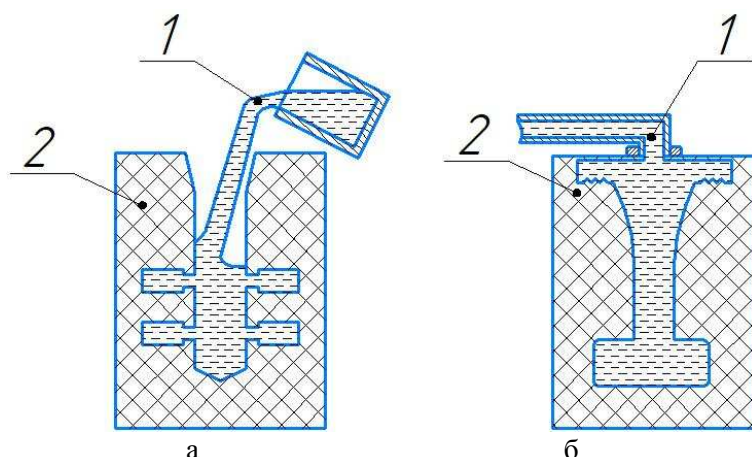


Рис. 1. Свободное литье: а – без давления, б – под давлением

Наиболее трудоемкой частью этого процесса является изготовление мастер-моделей в соответствии с требованиями к будущей отливке. Изготавливают мастер-модели по-разному: на одних предприятиях детали фрезеруют из пластмасс, мягких металлов или дерева на станках с ЧПУ, на других – изготавливаются вручную мастерами-модельщиками. В современных условиях имеется возможность быстро, качественно и недорого изготавливать мастер-модели новых изделий для последующего получения отливок – это технологии быстрого прототипирования [1].

Мастер-модель – образец изделия в натуральную величину, изготавливаемый с соблюдением всех размеров, геометрических особенностей конечного изделия. Она является негативным отражением модели, в частности, на мастер-модели выкладывается и формируется технологическая оснастка, используемая в дальнейшем для получения конечных изделий [2].

Технология быстрого прототипирования подразумевает использование САПР программ, с помощью которых можно получить 3D-модель мастер-модели, таким образом, проанализировать её еще на стадии проектирования. Широко известна отечественная САПР «Компас 3D». Программа предназначена для автоматизации проектно-конструкторских работ в машиностроении, приборостроении, строительстве и прочих отраслях промышленности, где необходимы проектно-конструкторские работы. Программа обеспечивает выполнение следующих функций: трехмерное твердотельное моделирование; трехмерное поверхностное моделирование; передача геометрии 3D-модели в расчетные пакеты и в пакеты разработки управляющих программ для оборудования с ЧПУ [3]. Стоит обратить внимание на последний пункт, так как полученный пакет геометрии 3D-мастер-модели можно использовать в 3D-печати, а, следовательно, значительно автоматизировать процесс изготовления мастер-модели.

В качестве примера в работе рассматривается изготовление гильзы для поршневого насоса. Гильза выполнена в виде окружности с тремя

отверстиями, угол их расположения по отношению друг к другу составляет 120° . Все необходимые размеры указаны на рисунке 2. Далее будет описана методика построения 3D-модели.

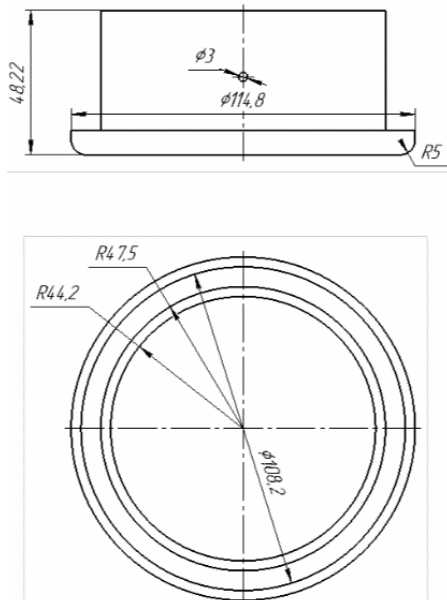


Рис. 2. Геометрические размеры

3D-модель представляет собой твердотельную модель реального объекта. Твердотельное моделирование заключается в проектировании тел, которые владеют всеми признаками реального физического тела. И те объекты, которые выполняются этой технологией, лучше воспринимаются по сравнению с объектами, выполненными другими способами [4]. Чтобы построить такую модель, необходимо открыть программу САПР «Компас 3D» и создать «Деталь». В появившемся окне есть рабочая область с координатными плоскостями: плоскости XY, ZX и ZY. Для построения 3D-модели необходимо задать эскиз детали, чтобы выполнить данную операцию, переходим в плоскость ZX, нажав на неё, и выбираем функцию «Создать эскиз». Гильза является телом вращения, построение целесообразно выполнять с помощью функции «Элемент вращения». «Элемент вращения» позволяет создавать твердые тела путем вращения сечения вокруг некоторой оси. В плоскости ZX строим эскиз сечения. При построении эскиза зададим ось вращения. После построения эскиза необходимо выбрать функцию «Элемент вращения» и выполнить операцию. Далее воспользуемся функцией «Элемент выдавливания». Выберем данную функцию, обозначим грань построения, зададим необходимое расстояние выдавливания и выполним операцию. Для создания отверстий потребуется дополнительная плоскость, в которой будет построен эскиз отверстия. Её создадим с помощью операции «Смещенная плоскость». Выберем операцию, зададим базовую плоскость, в нашем случае это ZY, и расстояние удаления от базовой плоскости. В созданной дополнительной плоскости строим эскиз отверстия с помощью

операции «Окружность». Само отверстие может быть получены с помощью операции «Вырезать выдавливанием». Не выходя из эскиза окружности, выбираем данную операцию и задаём необходимое расстояние вырезания. Остальные два отверстия построим при помощи операции «Массив по сетке». Выберем данную операцию, в образовавшемся подменю необходимо перейти в операцию «Массив по concentрической сетке». Зададим необходимые параметры и выполним операцию. Получены три отверстия с углом расположения 120° относительно друг к другу. Выполнение данной операции показано на рисунке 3.

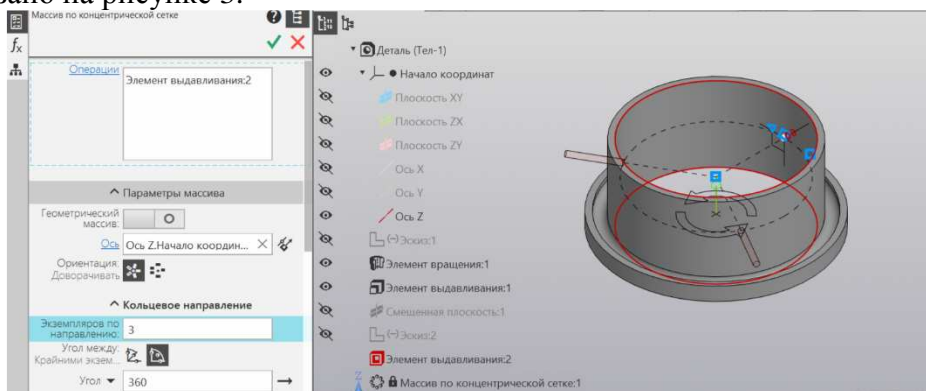


Рис. 3. Массив по concentрической сетке

Выполнив вышеперечисленные операции, была получена 3D-модель гильзы, являющуюся цифровым аналогом мастер-модели (рис. 4).

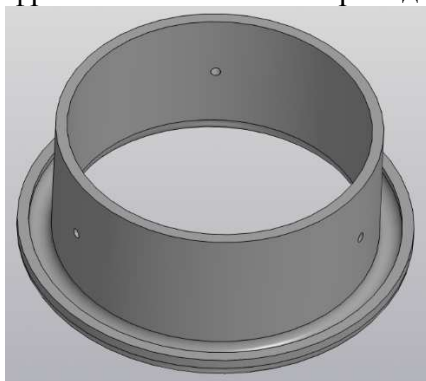


Рис. 4. Полученная 3D-модель

Проконтролируем геометрические размеры полученной 3D-модели. Для этого выберем необходимую плоскость и воспользуемся функцией «Создать эскиз». Далее с помощью функции «Линейный размер» получим необходимые размеры. Полученные размеры 3D-модели показаны на рисунке 5 и совпадают с размерами на рисунке 2.

При необходимости внесения правок в геометрию 3D-модели необходимо воспользоваться деревом построения. С помощью редактирования ранее созданных эскизов и элементов выдавливания можно добиться изменения размеров и формы модели.

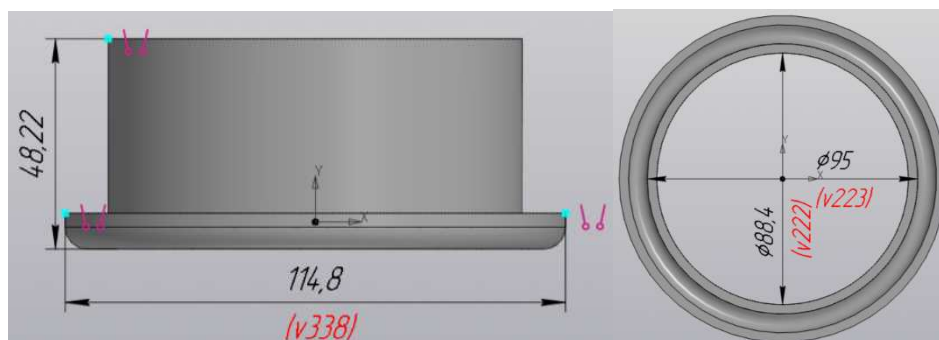


Рис. 5. Контроль размеров

Для изготовления технологической оснастки и осуществления свободного литья необходимо получить реальный объект мастер-модели. Так как требования по точности формы и шероховатости поверхности к мастер-модели предъявляются высокие, будет актуально использование 3D-печати [5]. В работе рассматривается применение 3D-печати FDM для получения мастер-модели. «Компас 3D» позволяет преобразовать геометрию ранее полученной 3D-модели в stl формат, с помощью которого можно подготовить и выполнить 3D-печать мастер-модели. Преобразуем формат и выполним печать. 3D-печать выполнялась пластиком ABS при температуре сопла 240° и температуре стола 100° . По завершении печати получаем мастер-модель следующего вида (рис. 6).



Рис. 6. Полученная мастер-модель

Полученную мастер-модель необходимо механически обработать. Цель обработки – неровностей поверхности. Обработку модели проводим с помощью наждачной бумаги, а для получения наиболее равномерной поверхности используем шпатлёвку. После проведения механической обработки модель следует визуально проверить на наличие неровностей, а также проконтролировать размеры с помощью измерительных инструментов. Механически обработанную мастер-модель можно использовать для изготовления технологической оснастки.

Таким образом, при помощи САПР «Компас 3D» была построена 3D-модель мастер-модели, которая позволяет получить полное представление о реальном её объекте, контролировать геометрические размеры, вносить правки в модель, не расходуя материал и время в противопоставлении варианту с изготовлением мастер-модели с помощью ручного труда. «Компас 3D» является универсальным инструментом, который автоматизирует и облегчает процессы на стадии проектирования мастер-модели, позволяет подготовить её к 3D-печати, что в последующем положительно влияет на времени изготовления и экономии людских ресурсов.

Список литературы

1. Шумков А.А. Особенности технологии тиражирования пластиковых изделий методом литья двухкомпонентных холоднотвердеющих полиуретанов в силиконовые формы в вакууме // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2014. – Т. 16, № 2. – С. 94-100.
2. Патент №164191 РФ. Мастер-модель / В.В. Авдеев, А.В. Кепман, А.В. Бабкин и др. – Заявка № 2015155366/05 от 23.12.2015; опубл. 20.08.2016.
3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022665125 РФ. Система трехмерного моделирования КОМПАС-3D v21 (КОМПАС-3D v21). – Заявка №2022664107, заявл. 25.07.2022; зарег. 10.08.2022.
4. Катаев Ю.В. Общие принципы твердотельного моделирования деталей и сборок с использованием систем автоматизированного проектирования // Наука без границ. – 2018. – № 2(19). – С. 39-43.
5. Горбунов И.Ю. Получение мастер-моделей 3D-печатью // Молодежь – Барнаул: Материалы XXI городской научно-практической конференции молодых ученых. – Барнаул: Алтайский государственный университет, 2020. – С. 237.

References

1. Shumkov A.A. Features of the technology of replicating plastic products by casting two-component cold-hardening polyurethanes into silicone molds in vacuum // Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Mechanical engineering, materials science. 2014, vol. 16, no. 2, pp. 94-100.
2. Patent No. 164191 RU. Master Model / V.V. Avdeev, A.V. Kepman, A.V. Babkin et al. – Appl. No. 2015155366/05 from 12.23.2015; publ. 08.20.2016.
3. Certificate of state registration of the computer program No. 2022665125 RU. Three-dimensional modeling system KOMPAS-3D v21 (KOMPAS-3D v21). – Appl. No. 2022664107 from 07/25/2022; reg. 08/10/2022.
4. Kataev Yu.V. General principles of solid modeling of parts and assemblies using computer-aided design systems // Science without borders. 2018, no. 2(19), pp. 39-43.
5. Gorbunov I.Yu. Obtaining master models by 3D printing // Youth – Barnaul: Proceedings of the XXI city scientific and practical conference of young scientists. – Barnaul: Altai State University, 2020. – P. 237.

Свиридов Алексей Сергеевич – старший преподаватель	Sviridov Aleksey Sergeevich – senior lecturer
Катаев Андрей Васильевич – студент katayev02@internet.ru	Kataev Andrey Vasilievich – student

Received 27.06.2023