

ПРИМЕНЕНИЕ ВАРИАЦИОННОЙ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТРАНСПОРТИРОВОЧНОЙ ТАРЫ ДЛЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

© 2023 А.И. Хаймович¹, Ю.С. Гильц¹, А.А. Ковалева¹, Е.А. Мешкова^{2,3}

¹Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Россия

²Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики, г. Самара, Россия

³Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

Рассмотрен процесс проектирования транспортировочных тар при помощи вариационной параметризации, целью которого является уменьшение трудоемкости работы инженера-конструктора. Предложено решение, которое является средством унификации транспортировочной тары и позволяет повысить производительность труда проектировщика в 4 раза, освободив его от рутинной работы. Приведена информация о возможности использования предложенного решения для автоматизации складских помещений с использованием средств дополненной реальности за счет оснащения тары RFID-метками.

Ключевые слова: 3D-модель, тара, параметризация, проектирование, склад, стеллаж.

Цель статьи заключается в апробации методов информационной поддержки для упрощения работы инженера-конструктора при разработке унифицированных изделий на примере 3D-моделирования транспортировочной тары в САПР Компас-3D с применением параметризации геометрии с элементами унификации.

На сегодняшний день для производства актуальна задача обеспечения тарой всей номенклатуры деталей. Для каждого типоразмера тары создается своя конструкторская документация, большая часть времени при разработке которой затрачивается на рутинную работу. Для оптимизации затратных по времени расчётов размеров тары под каждую деталь, а также для унификации и автоматизации проектирования транспортировочной тары предлагается использовать средства 3D параметризации конструкции тары.

Параметризация предполагает моделирование деталей и сборок готовых изделий с использованием параметров элементов модели и связи между этими параметрами. Параметрическое конструирование как методология автоматизированной разработки позволяет выбрать оптимальные решения и избежать принципиальных ошибок проектирования в будущем.

На сегодняшний день не существует однозначной методики трехмерной параметризации геометрических объектов, однако на практике чаще всего применяются следующие четыре вида параметризации [1]:

- 1) табличная параметризация;
- 2) иерархичная параметризация;
- 3) вариационная параметризация;
- 4) геометрическая параметризация.

Табличная параметризация предполагает создание таблицы типоразмеров деталей. Возможности табличной параметризации весьма ограничены в силу невозможности произвольного задания параметров.

При создании иерархической параметризации вся последовательность построения отображается в виде «дерева построения». В этом окне последовательно перечисляются все вспомогательные элементы, эскизы и операции. Кроме «дерева построения» система запоминает не только порядок её формирования, но и иерархию её элементов. Обычно такой тип параметрического моделирования сочетается с вариационной и/или геометрической параметризацией.

Вариационная параметризация состоит из эскизов и наложенных пользователем ограничений в виде системы уравнений. Таким образом, определяются зависимости между параметрами.

При геометрической параметризации геометрия каждого параметрического объекта пересчитывается в зависимости от положения родительских объектов, его параметров и переменных.

Для решения задачи автоматизации проектирования и унификации изделия «Тара транспортировочная» наиболее подходящим методом является вариационная параметризация. Данная тара предназначена для перевозки партии одинаковых деталей, изготавливается из листов полипропилена ГОСТ 26996-86 и склеивается полимерным клеем ГОСТ 28966.1-91 по технологии цеха-производителя. В целом тара является не-

сложным изделием, для которого целесообразно применить параметризацию, обеспечивающую унификацию изделий по ряду параметров, что существенно сократит время проектирования для инженера-конструктора.

Для создания параметризованной 3D-модели тары необходимо определиться с ключевыми параметрами конструкции тары. Пример с параметрами параметризации для изделия «Транспортировочная тара» представлен в таблице 1 и на рисунке 1. В зависимости от значений этих параметров, количества и габаритов деталей строится параметризованная 3D-модель тары.

Таблица 1 – Ключевые параметры конструкции тары

№ п/п	Название параметра	Значение параметра, мм
1	Толщина дна	8
2	Толщины перегородок	
3	Толщина ручек	
4	Толщина стенок	5
5	Толщина перегородок	
6	Толщина крышки	
7	Ширина планок	20
8	Зазор между деталью и элементами тары (на сторону)	10
9	Зазор между дном и стенками тары (по периметру)	5

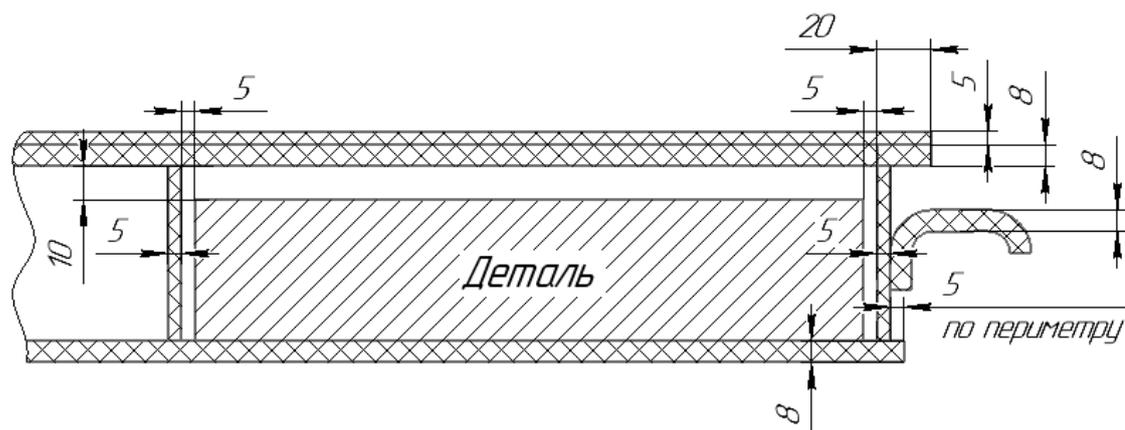


Рисунок 1 – Эскиз тары с ключевыми размерами параметризации

Для получения конкретного изделия в параметрической модели достаточно указать габариты детали в специальном окне «Переменные», а именно ширину a , длину b и высоту h , а также количество ячеек в таре по вертикали V и горизонтали G . Количество

ячеек необходимо указывать исходя из размера партии. Для рационального построения тары необходимо учитывать компоновку деталей в таре. К примеру, если партия деталей составляет 23 штуки, то тару необходимо делать на 25 деталей. В результате получается экземпляр проекта тары с унифицирован-

ными размерами ячеек и габаритными размерами под стеллажирование. Унификация позволяет в дальнейшем организовать автоматизированный учет движения передела между операциями технологического процесса.

Для этого складские помещения можно оборудовать элементами дополненной реальности. В этих системах камера обеспечивает захват изображения реального мира, в то время как устройство или подключенный компьютер визуализирует виртуальный образ и проецирует его на экран оборудования [2]. Таким образом, необходимо обустроить склад с помощью стеллажей, на полках которых будут размещены камеры. На этих полках будут располагаться тары, заполненные деталями. Камеры будут считывать количество деталей в ячейках и передавать информацию на устройство или компьютер. В конечном итоге можно будет контролировать количество деталей, поступивших на промежуточный склад.

В системах, поддерживающих выполнение складских операций, актуальна задача интеграции технологии дополненной реальности с RFID-метками, размещаемыми на таре. С помощью RFID-сканера считывается идентификационный код единицы хранения склада/артикула (SKU) с RFID-метки. В базе 3D-моделей артикулов ищется соответствующая трехмерная модель и визуализируется на экране устройства дополненной реальности в соответствии с позиционированием объекта, определенным на основе маркера [2]. Таким образом, тары можно снабдить RFID-метками, которые будут нести информацию о детали, например, ее наименование, номер, а также количество деталей в этой таре.

Рассмотрим возможности параметризованной модели на практике. Зададим следующие параметры для двух партий, где количество деталей равно 16 и 42 штук соответственно:

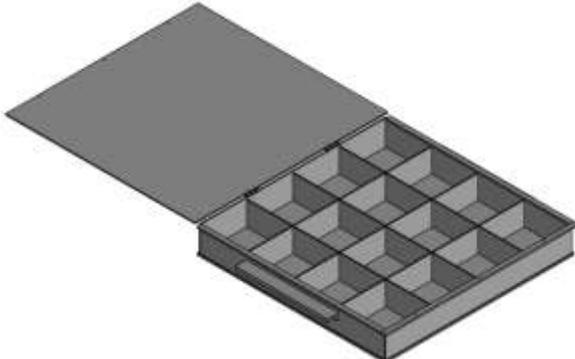
$a_1 = 200;$ $b_1 = 200;$ $h_1 = 100;$ $V_1 = 4;$ $G_1 = 4.$	$a_2 = 70;$ $b_2 = 44;$ $h_2 = 44;$ $V_2 = 7;$ $G_2 = 6.$
	

Рисунок 2 – Параметризованная тара для двух разных партий 16 и 42 штук соответственно

В результате была смоделирована параметризованная 3D-модель изделия «Тара транспортировочная» в САПР Компас-3D для последующего создания конструкторской документации. Для создания конструкторско-технологической документации ак-

тивно используется математическое моделирование [3 – 5] и информационные технологии [6 – 10]. Опыт показывает, что с применением параметризованной модели время создания конструкторской документации сокращается в 4 раза. Разработка модели зна-

чительно облегчит работу инженера-конструктора и позволит повысить эффективность его работы посредством проектирования более ответственных изделий. К тому же подобное решение позволит избежать ошибок при проектировании тары. В дальнейшем можно внедрить унификацию

транспортировочных тар, которые будут укладываться в ряд типоразмеров. Таким образом, можно будет оптимизировать склады хранения тар, учитывая максимальную вместимость стеллажей, задачи цеховой логистики на основе концепции бережливого производства.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Пресман А.Г., Зверев И.В. Использование вариационного типа параметризации при создании библиотек деталей универсально-сборных приспособлений // Теоретические науки – от теории к практике. – 2017. – № 6 (66). – С. 52–59.
2. Дыбская В.В., Сергеев В.И., Лычкина Н.Н. Цифровые технологии в логистике и управлении цепями поставок: аналитический обзор. — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2020. – 190 с.
3. Хаймович И.Н. Методология организации согласованных механизмов управления процессом конструкторско-технологической подготовки производства на основе информационно-технологических моделей// автореф. дис. на соискание уч. степени д-ра техн. наук. – Самара, 2008. – 16 с.
4. Хаймович И.Н., Хаймович А.И. Процедурные правила разработки и согласования бизнес-процессов кузнечно-штамповочного производства // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва. – 2008. – № 1 (14). – С. 248–252.
5. Хаймович И.Н., Гречников Ф.В. Разработка информационных систем управления конструкторско-технологической подготовкой производства как интегрированной базы информационных и функциональных структур // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2008. – № 3. – С. 34–41.
6. Хаймович И.Н., Хаймович А.И., Сурков О.С. Практика применения специализированных технологических шаблонов процесса пятиосевой механической обработки лопаточных венцов моноколес // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – 2016. – № 1. – С. 103–108.
7. Хаймович И.Н., Гречников Ф.В., Ненашев В.Ю. Управление технологической подготовкой производства компрессорных лопаток на основе интегрирования автоматизированного проектирования и инженерного анализа // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2008. – № 6. – С. 42–46.
8. Хаймович И.Н., Хаймович А.И. Рационализация организации производства машиностроительного предприятия на основе реинжиниринга // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва. – 2006. – № 3 (11). – С. 53–57.
9. Хаймович И.Н., Кириченко А.С. Согласование механизмов управления процессами конструкторско-технологической подготовки производства на основе сотрудников подразделений // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королёва (национального исследовательского университета). – 2011. – № 2 (26). – С. 276–281.
10. Хаймович И.Н., Кириченко А.С., Морозов В.В. Распределение материального стимулирования сотрудников при согласовании интересов в конструкторско-технологической подготовке производства // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2013. – № 3. – С. 42–48.

APPLICATION OF VARIATIONAL PARAMETERIZATION IN THE DESIGN OF TRANSPORT BOX FOR MACHINE-BUILDING PRODUCTION

© 2023 Yulia S. Gilts¹, Aleksandr I. Khaimovich¹, Anastasia A. Kovaleva¹,
Ekaterina A. Meshkova^{2,3}

¹Samara National Research University named after academician S.P. Korolev, Samara, Russia

²Volga State University of Telecommunications and Informatics, Samara, Russia

³Samara State Technical University, Samara, Russia

The article deals with the process of designing transport box with the help of variation parameterization, the purpose of which is to reduce the labor intensity of the work of a design engineer. The authors have proposed a solution, which is a means of unifying the transport box and makes it possible to increase the productivity of the designer by 4 times, releasing him from routine work. The article provides information on the possibility of using the proposed solution for storage automation using augmented reality tools by equipping box with RFID tags.

Keywords: 3D-model, transport box, parameterization, designing, storage, shelf stand.