

УДК 621.01

doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-3-560-563

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ СОЗДАНИИ АППАРАТУРЫ ВНУТРИКОРАБЕЛЬНОЙ СВЯЗИ

Д.Н. Гопанков^а, М.И. Евстифеев^{а,б}, Н.С. Потемина^а

^а Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация

^б АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», Санкт-Петербург, 197046, Российская Федерация

Адрес для переписки: kafins@mail.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию 21.03.19, принята к печати 12.04.19

Язык статьи — русский

Ссылка для цитирования: Гопанков Д.Н., Евстифеев М.И., Потемина Н.С. Аддитивные технологии при создании аппаратуры внутрикорабельной связи // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. Т. 19. № 3. С. 560–563. doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-3-560-563

Аннотация

Рассмотрены вопросы использования аддитивных технологий в процессе проектирования аппаратуры внутрикорабельной связи на современном приборостроительном предприятии. Показано, что использование технологий 3D-печати на принтере Ultimaker 3 позволяет в максимально короткие сроки создать прототипы готовых изделий и произвести выбор подходящего варианта. В результате использования аддитивных технологий трудоемкость этапа проектных работ снижена в 5–6 раз.

Ключевые слова

аддитивные технологии, аппаратура внутрикорабельной связи

doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-3-560-563

ADDITIVE TECHNOLOGIES FOR CREATION OF INTERCOMMUNICATION FACILITIES

D.N. Gopankov^а, M.I. Evstifeev^{а,б}, N.S. Potemina^а

^а ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation

^б Concern “Central Research Institute “Electropribor”, Saint Petersburg, 197046, Russian Federation

Corresponding author: kafins@mail.ru

Article info

Received 21.03.19, accepted 12.04.19

Article in Russian

For citation: Gopankov D.N., Evstifeev M.I., Potemina N.S. Additive technologies for creation of intercommunication facilities. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*, 2019, vol. 19, no. 3, pp. 560–563 (in Russian). doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-3-560-563

Abstract

The paper considers the issues of applying the additive technologies in the design process of the ship intercommunication facilities at a modern instrument-making enterprise. It is shown that the use of 3D printing technologies on Ultimaker 3 printer provides for creation of prototypes of finished products within the shortest time period and the appropriate option selection. Application of the additive technologies gives the possibility to reduce the complexity of the design work phase by 5–6 times.

Keywords

additive technologies, intercommunication facilities

В мировой практике с аддитивными технологиями (АТ) связываются перспективы инновационного развития и переход к новому производственному укладу [1–5]. На основе этих технологий базируются будущие конкурентные преимущества и новые возможности для многих отраслей. В исследовательских центрах ведущих зарубежных корпораций, таких как Boeing, General Electric, Lockheed Martin, Airbus, выполняются масштабные научно-производственные разработки, направленные на создание специального оборудования и материалов, подготовку кадров и организацию производства изделий для практического использования.

По некоторым оценкам они позволяют увеличить производительность труда в 30 раз, довести коэффициент использования материала до 98 %, снизить массу конструкции на 50 %.

АТ представляют собой процесс последовательного, послойного объединения материала с целью создания объекта на основе спроектированной компьютерной 3D-модели в отличие от традиционных производственных технологий, использующих процессы вычитания и формообразования, таких как механическая обработка заготовок, литье, сварка, склеивание и пр. [6].

Существует большое количество АТ, однако из всех представленных методов технология экструзионной печати (Fused Deposition Modeling, FDM) является наиболее простой и бюджетной, вследствие чего она широко используется в современных 3D-принтерах. На сегодняшний день именно такие принтеры используются для создания прототипов различных изделий на предприятии АО Концерн «ЦНИИ „Электроприбор“» и в Институте информационно-навигационных систем Университета ИТМО [7].

В области навигационного приборостроения, которым занимается «ЦНИИ „Электроприбор“», АТ открывают новые возможности, среди которых необходимо назвать следующие:

- 1) проверка на макетах сложного кинематического движения узлов приборов с целью определения силовых параметров приводов;
- 2) разработка каркасов и кронштейнов для крепления чувствительных элементов (например, волоконно-оптических гироскопов) для испытаний платформенных и бесплатформенных систем [8];
- 3) разработка прототипов и проверка правильности принятых конструктивных решений, в том числе обеспечение требований по эргономичности и дизайну;
- 4) создание 3D-макетов приборов в заданном масштабе для представительских целей при выполнении исследовательских работ;
- 5) создание 3D-макетов различных навигационных комплексов для изучения визуального состава и алгоритмов работы комплекса, что может быть полезно как для экипажей отечественных и зарубежных кораблей, так и для обучения студентов.

В настоящей статье освещается реализация возможностей АТ, обозначенных в третьем пункте списка.

Одним из основных видов продукции «ЦНИИ „Электроприбор“» являются комплексы внутрикорабельной связи, в состав которых в большом количестве входят телефонные трубки и микрофонные устройства. Прежние устройства поставляемых комплексов морально устарели и не отвечают современным требованиям эксплуатации. Для поиска необходимой формы трубок и микрофонов и проверки эргономических характеристик были разработаны 3D-модели устройств и изготовлены несколько итераций натуральных макетов или прототипов будущих изделий с использованием АТ на имеющемся в распоряжении оборудовании 3D-печати. Для изготовления прототипов использовался принтер Ultimaker 3 (производство Нидерландов) и программа-слайсер Cura 3D.

Следует отметить, что без прототипов микрофонов и трубок невозможно принять решение об окончательной конфигурации и удобстве эксплуатации этих изделий (сколько людей, столько и мнений). Новизна выполненной работы в «ЦНИИ „Электроприбор“» состоит в том, что для достижения требуемых эргономических свойств и проведения непростого процесса согласования формы изделий со всеми эксплуатируемыми службами использованы преимущества АТ в скорости изготовления новых вариантов. Это позволило сократить трудоемкость проектных работ в 5–6 раз и сэкономить около полугода по времени выполнения.

Использование 3D-моделирования и 3D-принтеров позволило избежать ошибок в разработке и производстве микрофонных устройств и телефонных трубок. С использованием изготовленных прототипов отработывался ряд конструктивно-технологических вопросов, которые невозможно решить на этапе моделирования. Среди этих вопросов следует назвать следующие:

- выбор эргономических характеристик для удобства использования аппаратуры и определение необходимой формы с учетом органолептических показателей;
- определение оптимального расположения элементов (наушников, микрофонов, переключателей и пр.) для обеспечения требуемых акустических характеристик;
- отработка вопросов внутренней и внешней герметичности к воздействию внешней среды (морская вода, туман, пыль и пр.) и подбор толщины резиновых прокладок;
- решение задачи заделки внешнего подводящего электрического кабеля для обеспечения прочности при эксплуатации и устранения обрывов кабеля;
- определение расположения крепежных элементов и закладных деталей для обеспечения прочности аппаратуры;
- отработка надежности и удобства крепления телефонных трубок и микрофонных устройств в собственных держателях в условиях вибрирующей палубы корабля. При этом в процессе проектирования держателей определялась корректность расчетов установки пружинных механизмов с роликами, уточнение конфигурации пружин и мест их крепления;
- обеспечение унификации крепления новых телефонных трубок и микрофонных устройств для использования в разработанной ранее аппаратуре внутрикорабельной связи.

На рис. 1 показан процесс проектирования телефонной трубки — от создания 3D-модели (рис. 1, а, б) до изготовления прототипа вместе с фиксирующим держателем, выполненного с использованием АТ

(рис. 1, а). После нескольких итераций, изготовленных в достаточно короткий промежуток времени, была выбрана необходимая конфигурация, отработана технология и изготовлена методом литья под давлением из российского пластика АБС-2020 требуемая конструкция телефонной трубки (рис. 1, з), которая будет поставлена на серийное производство. К сожалению, на сегодняшний день использование 3D-печати для серийного производства невозможно по следующим причинам: дороговизна оборудования и материалов, медленная скорость печати, низкие прочностные характеристики материала по сравнению с литым пластиком, необходимость постобработки. Однако с развитием технологии 3D-печати все эти вопросы будут решены.

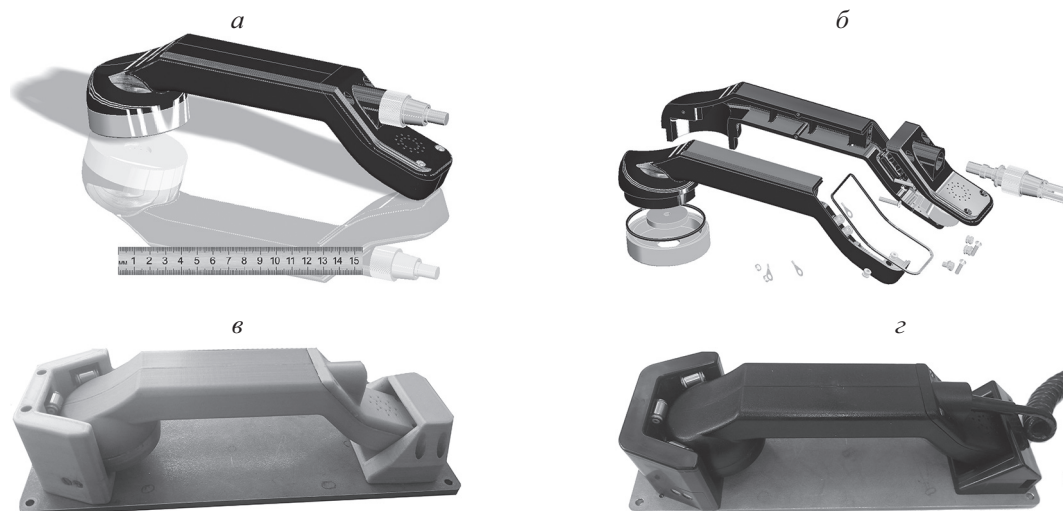


Рис. 1. Процесс разработки телефонной трубки.

а — 3D-модель в собранном виде, б — 3D-модель в разобранном виде, в — прототип на основе аддитивных технологий с держателем; г — готовое изделие для серийного производства

Аналогичная работа проведена с микрофонными устройствами. Благодаря созданным 3D-моделям (рис. 2, а, б) и изготовленным прототипам (рис. 2, в) удалось успешно решить все указанные выше конструкторско-технологические вопросы. После отработки всех процессов изделия были запущены в серийное производство на Алтайском приборостроительном заводе «Ротор» (рис. 2, г).

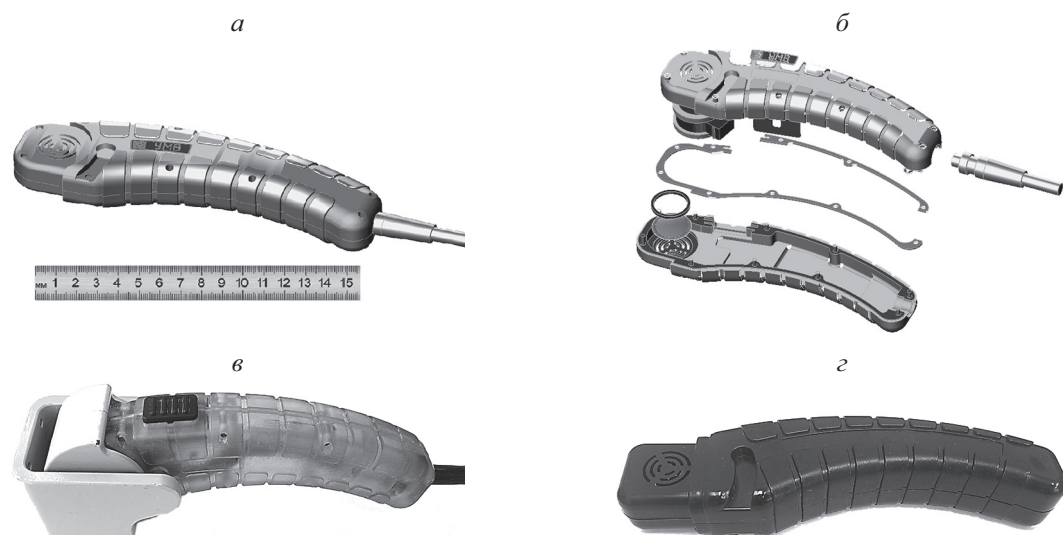


Рис. 2. Процесс разработки микрофонного устройства.

а — 3D-модель в собранном виде, б — 3D-модель в разобранном виде, в — прототип на основе аддитивных технологий с держателем; г — готовое изделие для серийного производства

В результате проведенной работы на конкретном приборостроительном предприятии сокращено время этапа проектных работ и выбора подходящего варианта изделия, значительно уменьшена трудоемкость конструкторской и технологической подготовки производства серийных изделий.

В дальнейшем в соответствии с тенденциями развития отечественной индустрии 3D-печати в рамках программы импортозамещения такие технологии займут доминирующее положение в российском производстве и в навигационном приборостроении.

Литература

1. Каблов Е.Н. Доминанта национальной технологической инициативы. Ускорение развития аддитивных технологий в России // *Металлы Евразии*. 2017. № 3. С. 3–6.
2. Negi S., Dhiman S., Sharma R. Basics, applications and future of additive manufacturing technologies: A review // *Journal of Manufacturing Technology Research*. 2013. V. 5. N 1/2. P. 75–96.
3. Attaran M. Additive manufacturing: the most promising technology to alter the supply chain and logistics // *Journal of Service Science and Management*. 2017. V. 10. N 3. P. 189–205. doi: 10.4236/jssm.2017.103017
4. Gibson I., Rosen D., Stucer B. *Additive Manufacturing Technologies. 3D Printing, Rapid Prototyping and Direct Digital Manufacturing*. Springer, 2015. 498 p. doi: 10.1007/978-1-4939-2113-3
5. Зленко М.А., Нагайцев М.В., Довбыш В.М. Аддитивные технологии в машиностроении. М.: НАМИ, 2015. 220 с.
6. Антонова В.С., Осовская И.И. Аддитивные технологии: учебное пособие. СПб: СПбГУПТД, 2017. 30 с.
7. Евстифеев М.И., Елисеев Д.П. Современный подход к конструированию навигационных приборов // *Труды МАИ*. 2017. № 97. С. 10.
8. Пронькин А.Н., Кузнецов И.М., Веремеенко К.К. Интегрированная навигационная система БПЛА: структура и исследование характеристик // *Труды МАИ*. 2010. № 41. С. 14.

Авторы

Гопанков Даниил Николаевич — студент, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация, ORCID ID: 0000-0003-3578-7133, gopankov_d@mail.ru

Евстифеев Михаил Илларионович — доктор технических наук, доцент, профессор, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация; начальник отдела, АО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», Санкт-Петербург, 197046, Российская Федерация, Scopus ID: 37053633100, ORCID ID: 0000-0001-8785-767X, evstifeevm@mail.ru

Потемина Наталья Станиславовна — тьютор, Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 197101, Российская Федерация, ORCID ID: 0000-0003-3578-7133, kafins@mail.ru

References

1. Kablov E.N. Dominant of the national technology initiative. Problems of accelerating the development of additive technologies in Russia. *Metally Evrazii*, 2017, no. 3, p. 3–6. (in Russian)
2. Negi S., Dhiman S., Sharma R. Basics, applications and future of additive manufacturing technologies: A review. *Journal of Manufacturing Technology Research*, 2013, vol. 5, no. 1/2, pp. 75–96.
3. Attaran M. Additive manufacturing: the most promising technology to alter the supply chain and logistics. *Journal of Service Science and Management*, 2017, vol. 10, no. 3, pp. 189–205. doi: 10.4236/jssm.2017.103017
4. Gibson I., Rosen D., Stucer B. *Additive Manufacturing Technologies. 3D Printing, Rapid Prototyping and Direct Digital Manufacturing*. Springer, 2015, 498 p. doi: 10.1007/978-1-4939-2113-3
5. Zlenko M.A., Nagaitsev M.V., Dovbysh V.M. *Additive Technologies in Mechanical Engineering*. Moscow, NAMI Publ., 2015, 220 p (in Russian).
6. Antonova V.S., Osovskaya I.I. *Additive Technologies: Tutorial*. St. Petersburg, SPbSUITD Publ., 2017, 30 p (in Russian).
7. Evstifeev M.I., Eliseev D.P. Present-day approach to navigation instruments design. *Trudy MAI*, 2017, no. 97, p. 10. (in Russian)
8. Pron'kin A.N., Kuznetsov I.M., Veremeenko K.K. UAV Integrated navigation system: structure and investigation of characteristics. *Trudy MAI*, 2010, no. 41, p. 14 (in Russian).

Authors

Daniil N. Gopankov — student, ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation, ORCID ID: 0000-0003-3578-7133, gopankov_d@mail.ru

Mikhail I. Evstifeev — D.Sc., Associate Professor, Professor, ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation; Department head, Concern “Central Research Institute “Electropribor”, Saint Petersburg, 197046, Russian Federation, Scopus ID: 37053633100, ORCID ID: 0000-0001-8785-767X, evstifeevm@mail.ru

Natalia S. Potemina — tutor, ITMO University, Saint Petersburg, 197101, Russian Federation, ORCID ID: 0000-0003-3578-7133, kafins@mail.ru