

Разработка цифровой системы изготовления средств технологического оснащения для сборочных единиц и деталей ЛА

Работа выполнялась совместно с ИАТУ УлГТУ.

Актуальность темы

Технологическая оснастка является одним из важнейших факторов, влияющих на качество выпускаемой продукции. Затраты на ее изготовление велики. Поэтому задача повышения качества и снижения себестоимости технологической оснастки, а так же ее эффективности, приводящей к сокращению сроков проектирования и изготовления, стала одной из важнейших проблем современного самолетостроения.

Конструктивная и технологическая сложность современных летательных аппаратов постоянно повышается, вследствие этого увеличиваются сроки выполнения технологической подготовки производства и актуальными являются вопросы ее усовершенствования.

Ускорение освоения новых видов продукции и сокращение цикла ее производства, как правило, требует создание новых СТО, так как при изменении номенклатуры выпускаемых машин специальная оснастка становится непригодной, и ее каждый раз приходится проектировать и изготавливать заново.

Задача повышения производительности труда в самолетостроении не может быть решена только за счет ввода в действие даже самого совершенного оборудования. Именно благодаря технологической оснастке можно влиять на производительность труда, качество и сокращение сроков освоения производства новых изделий. Задача повышения эффективности и качества технологической оснастки становится одной из важнейших.

Выбор материала при производстве технологической оснастки становится трудноразрешимой задачей, поскольку легкообрабатываемые цветные металлы (как правило, алюминиевые и стальные сплавы) сложно предохранить от механических повреждений при хранении, их изготовление сопряжено с обработкой на различных больших станках и с неизбежным выходом огромного количества стружки, особенно при формировании обводообразующих поверхностей.

Таким образом, имеется ряд проблем как в системе ТПП в целом, так и конкретно в системе изготовления СТО:

- изготовление больших объемов СТО для выполнения разовых заказов и на этапах КТО изделий;
- большие объемы отходов, образующихся при обработке металлических заготовок;
- металлоемкость крупногабаритных СТО;
- дефекты на оснастке из металла и ДСП, возникающие в процессе ее хранения.

Для получения изделий сложной формы методом 3D-печати в FDM технологии используют полимерные материалы. Наиболее популярными неметаллическими материалами являются термопластичные полимеры (ABS, PLA, PETG и другие).

Одним из перспективных направлений применения аддитивных технологий является изготовление технологической оснастки – приспособлений и инструментов для серийного производства.

Применение методов получения оснащения за счет технологий послойного синтеза позволит радикально сократить время создания новой продукции. Значительная часть технологической оснастки может быть получена в виде готовой продукции в течение 1-3 дней с учетом подготовительно-заключительного времени: проектирование модели и собственно печать.

Предлагаемая на замену существующей системе ТПП, абсолютно новая цифровая система изготовления технологического оснащения, позволит решить выявленные проблемы процесса изготовления, эксплуатации и хранения СТО и повысить эффективность от деятельности предприятия в целом.

Целевые показатели :

- повышение качества технологического оснащения за счет увеличения показателей точности и максимального соответствия ЭМ со снижением трудоемкости изготовления;
- повышение гибкости производства и отсутствие необходимости в переналадке оборудования под новое изделие;
- полная автоматизация процесса – весь производственный процесс проходит в автоматическом режиме без дополнительных операций со стороны оператора;
- повышение эксплуатационных характеристик оснастки;
- сокращение производственного цикла;
- возможность изготовления изделий со сложной геометрией;
- сокращение ПЗВ.



Опытные работы по изготовлению СТО методом 3D-печати

В ходе работы по разработке цифровой системы изготовления СТО были спроектированы и изготовлены экспериментальные образцы технологической оснастки различных видов.

Требованиями к СТО были обозначены:

- невысокая себестоимость и сроки разработки и изготовления (исключение из цепочки технологических и производственных служб);
- точность элементов СТО (размерные допуски согласно требованиям КД);
- сложность формы поверхностей СТО.

Использованное оборудование – 3D принтер Stratasys Dimension Elite, технология FDM, материал – пластики ABS и PETG.

В результате было принято решение об изготовлении различных СТО, применяемых в цехах ЗШП, МСП и АСП при помощи 3D-печати по ЭМ с исключением этапов разработки и написания техпроцессов, изготовления в производстве.

1. Формблоки для формообразования листовых заготовок в цехе для ЗШП (рис. 1 и 2).



Рисунок 1 Образец формблока № 1 из материала ABS

В качестве образцов для изготовления формблоков, подобраны реальные модели оснастки ЗШП. Формблок № 1, состоящий из основания и прижимной накладки, был изготовлен из пластика ABS. Масса формблока составила 0,395 кг, при степени заполнения пластика менее 40%.

Образец формблока № 2, состоящий из основания, упора и прижимной вкладки также изготовлен из пластика ABS. Масса формблока составила 0,424 кг, при степени заполнения пластика менее 60%. Общее время печати всех комплектующих составило 19 часов.



Рисунок 2. Образец формблока № 2 из материала ABS

2. Прижим к трубогибочному станку.

Технология, по которой элементы трубопровода изготавливались ранее, на данный момент в производстве не применяется и необходимый сортамент материала также не используется. Соответственно изготовление нового комплекта оснастки для формообразования трубы требуемого размера, на необходимый радиусгиба, только на одну машину, для изготовления четырех деталей является экономически не обоснованным.

В связи со сжатыми сроками и необходимостью замены деталей трубопровода, согласно заявке от производства, было принято решение об изготовлении необходимого технологического оснащения в виде прижима, методом 3D-печати. Поскольку длина прижима больше области печати 3D-принтера, то его изготовили из трех частей, скрепленных между собой винтовыми соединениями (рис. 3).



Рисунок 3 Образец прижима из материала ABS

Все составляющие прижима изготовлены из пластика ABS с заполнением 60%. Масса готового прижима составила 0,717 кг. До установки на оборудование прижим был проверен службой качества цеха 227 и признан годным.

По результатам проведенных работ получено требуемое количество качественных, соответствующих требованиям КД, трубных заготовок, принятых службой качества цеха в дальнейшее производство и оформлен акт № 121/512-2019.

3. Ложемент к сборочному приспособлению для цеха АСП

После проведения структурно-прочностного анализа и моделирования возможного нагружения на элементы сборочного приспособления (СП) было принято решение изготовить методом 3D-печати один из ложементов реального, используемого в производстве СП.

Ложемент изготовлен специалистами УФ ПАО «Корпорация «Иркут» из пластика PETG. Качество ложемента и его соответствие КД подтверждается сертификатом № 520-00-020-20. Ложемент выполнен из двух частей, скрепленных между собой при помощи болтов и гаек (рис. 4).



Рисунок 4. Образец ложемента из материала PETG

При габаритных размерах 893x350x20 мм, общая масса ложемента и крепежа составила 0,908 кг. Для дополнительной проверки геометрии проведены контрольные измерения на координатно-измерительной машине «ROMER Absolute arm 7335SI» с оформлением протокола измерений № 13178.

По результатам выполненных работ оформлен акт № 125/476-4159-2020, а также принято решение о включении в план технического развития

производства пункта о приобретении промышленных 3D-принтеров для АСП.

Вывод

Оснастка из пластика значительно легче, что, несомненно, упрощает технологический процесс изготовления детали или СЕ.

В случае значительного разрушения рабочих поверхностей ОП их можно заменить, напечатав разрушенный фрагмент, в то время как подобный ремонт ОП из алюминиевого литья требует отливки его фрагмента с дальнейшим фрезерованием, что является более трудоемким.

При производстве методом FDM-печати обтяжных пуансонов из конструкционных пластиков, практически отсутствуют отходы, в то время как цикл изготовления традиционных конструкций включает в себя фрезерование припуска на рабочей поверхности и базовой нижней поверхности, устанавливаемой на раму или плиту. Описанное фрезерование является достаточно трудоемким и требует большой загруженности крупных фрезерных центров с числовым программным управлением. Отходами при FDM-печати являются поддержки, необходимые для качественной печати выступающих фрагментов конструкций.

Кроме этого, параметры окружающей среды не влияют на формы полученной конструкции (формообразующие размеры оснастки менее подвержены изменениям в зависимости от воздействия изменений температуры и влажности). Формообразующие поверхности сравнительно легко обрабатываются и обладают приемлемой химической и физико-механической прочностью, а также высокой стойкостью к воздействию абразивов и ремонтпригодностью.

Также результатом применения 3D принтера в указанной работе стало изготовление нескольких видов СТО, соответствующих предъявляемым требованиям, с сохранением достаточно низкой себестоимости, несмотря на отсутствие опыта и при условиях единичного производства.

Использование 3D-печати для изготовления СТО позволило решить поставленные задачи и изготовить образцы, соответствующие заданным требованиям КД.

Основные результаты работы

1. Предложен новый подход к производству технологического оснащения с ориентацией на новые современные технологии и материалы, как способ повышения качества продукции, усовершенствования процессов логистики при транспортировании технологической оснастки как внутри завода, так и при перемещении в пределах одного производства, снижения трудоемкости изделия самолетостроительного предприятия в целом.

2. Разработана система мероприятий по улучшению и повышению эффективности технологии изготовления оснащения для изготовления деталей основных производств самолетостроительного предприятия в условиях мультипродуктового производства.

3. Разработаны практические рекомендации по производственной реализации аддитивного производства технологического оснащения и мероприятий по реконструкции имеющихся производств самолетостроительного предприятия.

Полученные предварительные результаты применения нового способа организации технологической подготовки производства на «Авиастар-СП», позволяют сделать вывод о их эффективности.

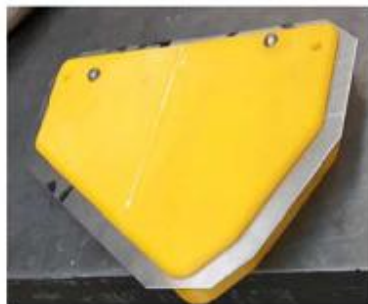
В ходе экспериментального применения предлагаемого технического решения получены следующие результаты:

- обеспечено сокращение цикла конструкторско-технологической подготовки производства до 35% за счёт исключения ручного труда;
- обеспечено отсутствие отходов металла.

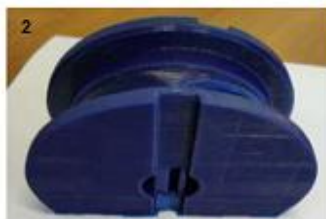
Цель исследований была достигнута, т.к. при изготовлении оснастки, выполненной по предлагаемой технологии, получены следующие преимущества:

- изготовление в короткие сроки с минимальными затратами;
- отсутствие механической обработки;
- более низкая стоимость по сравнению с металлической оснасткой (за счет более рационального расходования материалов и минимальной трудоемкости изготовления);
- изготовление оснастки любых габаритов при разделении на секции;
- изготовление оснастки с относительно малым весом по сравнению с металлической;
- высокие показатели качества выпускаемой продукции и культуры производства.

Опытные работы



Опытные образцы формблоков



1. ЭМ ролика для гибки трубы

2. Ролик выполненный 3D печатью по ЭМ

3. Ролик



Прижим к трубогибному станку

Традиционное производство

Изделие	Стоимость изделия, руб
 Формблок	5222
 Ролик для гибки трубы	2195

Экономический эффект для опытного образца

+3911 руб



+1042 руб



Аддитивное производство

Изде	Сто
 Формблок	1311
 Ролик для гибки трубы	1153