

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ЛИСТОВОГО ШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Лопатов М.Г.¹

Научный руководитель – к.т.н., доцент Тимофеева О.С.¹

¹Национальный исследовательский университет ИТМО
max.lopatov@rambler.ru

Работа выполнена в рамках темы НИР №623106 «Автономные интеллектуальные системы».

Введение

В соответствии со стратегией технологического развития Российской Федерации [1] вплоть до 2030 года приоритетом является увеличение выпуска высокотехнологичной продукции (микроэлектроника, станкостроение, авиатехника, беспилотная техника, ПО), при этом доля отечественной продукции должна составлять не менее 75% от общего объема рынка. Ключевым условием выпуска такой продукции является применение новых производственных технологий, средств автоматизации и цифровизации производственных процессов.

Одним из способов производства деталей приборов является штамповка. Листовое штамповочное производство отличается высокой скоростью и стабильностью процесса изготовления деталей с высокой повторяемостью формы, в связи с чем данная технология широко применяется в условиях массового производства. Однако, в условиях текущей политики импортозамещения и роста числа научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, штамповка всё чаще применяется в мелкосерийном и единичном производстве деталей приборов. В таком случае длительность технологической подготовки производства существенно превышает длительность непосредственно самого процесса штамповки, что делает данный способ производства нерентабельным. Для решения данной проблемы необходимо внедрять новые методики, которые позволят сократить длительность и трудоёмкость процесса ТПП.

Основная часть

Для решения существующих проблем штамповочного производства и необходимости изготовления формообразующих деталей (ФОД) штампов для мелкосерийной и единичной, предлагается методика, соединяющая применение параметрического моделирования и аддитивного производства. С помощью аддитивных технологий происходит замещение металлических ФОД полимерными. Применение полимеров, в частности, высокопрочных конструкционных пластиков или композитов, позволяеткратно сократить время и стоимость изготовления штамповой оснастки за счет использования технологий 3D-печати, что делает рентабельным выпуск даже уникальных деталей. Изготовлением полимерных ФОД и изучением их работоспособности на данный момент занимаются многие учёные, как отечественные, так и зарубежные [2-6].

Однако, простой переход на использование полимерного материала вместо металла на данный момент не способен удовлетворить потребности производства из-за отсутствия полной информации о выборе параметров 3D-печати в зависимости от

изготавливаемой с помощью штамповки детали. Основной задачей является установление и систематизация таких зависимостей, а также создание системы рекомендаций. Основываясь на выявленных зависимостях, будет предложен алгоритм проектирования ФОД с помощью параметрического моделирования. Предлагается математически описать и программно реализовать алгоритмы, которые на основе трехмерной модели изделия автоматически генерируют геометрию ФОД – пуансона и матрицы.

Параметрическая модель ФОД включает в себя переменные, учитывающие:

1. Описание геометрии трёхмерной модели изделия.
2. Технологические зазоры: автоматический расчет и построение оптимального зазора между пуансоном и матрицей в зависимости от толщины заготовки и свойств штампуемого материала.
3. Специфичные параметры, зависящие от выбранной операции штамповки (например, угол пружинения при операции гибки).

Выводы

Для полного раскрытия потенциала применения аддитивных технологий необходимо исследование материалов, выявления требований к процессу 3D-печати и ограничений использования таких технологий. Применение полимерных материалов, а также параметрического моделирования открывает возможности для оперативной проверки конструкций на этапе проектирования и эффективного выпуска малых серий изделий. Дальнейший этап исследований включает изготовление опытных образцов формообразующих деталей, обоснованный выбор параметров 3D-печати, а также проведение экспериментов с различными сочетаниями материалов. В результате работы планируется разработать систему рекомендаций, которая еще на этапе проектирования будет предлагать оптимальный материал ФОД и параметры 3D-печати. Внедрение такого инструмента значительно сократит длительность и стоимость технологической подготовки производства, минимизирует риски ошибок и повысит гибкость при выпуске опытных образцов и мелких серий изделий.

Литература

1. Концепция технологического развития на период до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 мая 2023 г. N 1315-р;
2. Лопатов М.Г., Тимофеева О.С. Применение аддитивных технологий в технологической подготовке листового штамповочного производства // Известия высших учебных заведений. Приборостроение - 2025. - Т. 68. - № 4
3. Определение механических свойств вытяжного инструмента, изготовленного методом FDM-печати // Сerezькин М.А., Гроссман М.Ф. Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2023. № 4 (360). С. 172-183.
4. Klimyuk D., Serezhkin M., Plokhikh A. Application of 3D printing in sheet metal forming // Materials Today: Proceedings. 2021. Vol.38. P. 1579–1583
5. Frohn-Sörensen, P., Geueke, M., Tuli, T.B. et al. 3D printed prototyping tools for flexible sheet metal drawing. Int J Adv Manuf Technol 115, 2623–2637 (2021).
6. Schuh G., Bergweiler G., Bickendorf P., Fiedler F., Colag C. Sheet metal forming using additively manufactured polymer tools // Procedia CIRP. 2020. Vol.93. P. 20–25.