

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО МАИ,
д.т.н., профессор

Равикович Ю.А.

«28» мая 2020г.

ОТЗЫВ

ведущей организации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» на диссертационную работу Эльдиба Ибрахима Саада Ахмеда «Разработка методики совершенствования технологического процесса холодной штамповки изделий на основе оптического 3D-сканирования и численного моделирования», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – «Обработка металлов давлением»

Актуальность работы. Любое успешное предприятие должно выпускать конкурентоспособную продукцию. Немаловажным аспектом для оценки качества продукции является точность ее изготовления. Учитывая, что одной из основных тенденций на рынке наукоемких промышленных технологий является повышение сложности и ресурсоемкости изделий, особое внимание на предприятиях уделяют применению новых информационных технологий, позволяющих в режиме реального времени оценивать размеры и форму полуфабрикатов и готовой продукции.

Процессы обработки металлов давлением и, в первую очередь, объемная штамповка характеризуются динамическим характером формоизменения, многопереходностью. Поэтому для этих технологий особенно важно создание методов и средств, позволяющих оперативно и с высокой точностью отслеживать изменение геометрии заготовки. Проектирование

нового технологического процесса связано с созданием в САД-системе твердотельных 3D-моделей детали и поковки, для построения конечно-элементной модели в САЕ-системе и при сканировании геометрии поковки используются полигональные 3D-модели различных форматов, т.е. на разных этапах проектирования и производства применяются разные геометрические стандарты. При конвертации геометрии из стандарта в стандарт неизбежно накапливаются ошибки, снижающие точность модели. В работе Эльдиба Ибрахима Саада Ахмеда рассматриваются вопросы, связанные с изучением возможностей и особенностей применения новых информационных технологий при проектировании процессов штамповки и исследовании влияния цифровых технологий при их комплексном применении на этапах проектирования и производства на точность геометрии изделия. В этой связи тема диссертационной работы, безусловно, актуальна.

Общая характеристика работы. Объектом исследования является техника и технология оптического сканирования применительно для определения геометрии изделий холодной объемной штамповки (ХОШ). Работа выполнена с целью повышения точности геометрии изделий ХОШ на основе сравнения полигональных моделей, полученных оптическим сканированием в производственных условиях, с 3D-моделью численного моделирования. В работе затронуто большое количество областей потенциального применения цифровых инновационных технологий при проектировании процессов штамповки и производстве изделий. Автор показал хорошие знания и навыки работы в области 3D-сканирования, 3D-печати. Им рассмотрены особенности контроля качества поковок с помощью 3D-сканирования, возможности прогнозирования влияния дефектов на свойства металлических изделий по результатам механических испытаний полимерных образцов, полученных аддитивными технологиями. Оценка характеристик модельного полимерного материала проведена на основе вычисления его удельной энергопоглощаемости с распространением результатов на металлические материалы с помощью логарифмической зависимости. Им рассмотрен алгоритм настройки прессы, разработанный с применением результатов имитационного и конечно-элементного моделирования.

Научная новизна.

1. Разработан алгоритм оперативного контроля заданной геометрической точности поковок ХОШ, основанный на применении 3D-сканирования.

2. На основе применения 3D-сканирования предложен способ, позволяющий учитывать особенности геометрии заготовки при численном моделировании процессов штамповки.
3. Предложен алгоритм по получению, обработке и сравнению геометрических параметров поковки на базе моделирования и практических экспериментов.

Практическая значимость. Проведена промышленная апробация предложенных методик в условиях производственных подразделений ООО «Параллель».

Достоверность полученных результатов обеспечена применением современных методов исследования, средств 3D-сканирования, 3D-печати, численного и имитационного моделирования, проведение измерений и испытаний в соответствии с ГОСТ, соответствием экспериментальных данных и теоретических расчетов.

Замечания по работе.

1. В работе высказана идея о возможности исследования влияния внутренних дефектов в металлических изделиях, полученных методами ОМД, с помощью полимерных образцов, изготовленных на 3D-принтере. В этой связи автором проведено сравнение значений удельной энергопоглощаемости полимерных и металлических образцов, и между ними выявлена взаимосвязь в виде логарифмической зависимости. Однако в работе не рассмотрен вопрос о влиянии удельной энергопоглощаемости на какие-либо другие характеристики материала. Тогда каким образом полученная зависимость может быть использована для оценки влияния внутренних дефектов на характеристики металлических изделий? Кроме этого, график на рисунке 48 крайне условный, на нем не указаны конкретные марки полимера, стали, алюминиевого сплава, т.е. данные носят не количественный, а качественный характер.

2. В главе 5 рассмотрен вопрос о возможности использования полимерных образцов, напечатанных с помощью 3D-принтера, в качестве модели, имитирующей поведение металлических материалов. При численном моделировании для учета пористости полимерных образцов применена изотропная модель пластичности Грина, которая используется для дискретных компактируемых металлических материалов. Не понятно, реологические характеристики каких материалов использовались в расчетах, и как можно полученные результаты использовать для исследования реальных изделий из компактных металлов и сплавов? Результаты рисунка 68 свидетельствуют о невысокой точности предложенного метода.

3. В шестой главе рассмотрены схема и алгоритм контроля качества на участке штамповки болтов. Предложены два сценария работы контролирующего участка. Для реализации первого сценария автор предлагает создать базу данных с численными решениями процесса штамповки при различных сочетаниях технологических параметров, в которой будут храниться как благоприятные варианты, так и варианты, приводящие к появлению дефектов. Возникают вопросы. Первое. Аналогичные дефекты могут быть характерны для нескольких сочетаний технологических параметров, как система будет отсеивать лишние варианты? Второе. Для эффективного управления оборудованием должна быть установлена жесткая количественная обратная связь, показывающая, насколько требуется изменить значение технологического параметра (параметров), чтобы исключить возникновение дефекта. В работе этот вопрос не рассмотрен. Третье. Предлагаемый метод предусматривает ряд преобразований геометрической модели из формата в формат. Естественно, что при каждой конвертации накапливается ошибка измерения. Поэтому точность и, как следствие, работоспособность предлагаемого метода невысока, чему свидетельствуют результаты расчетов на рисунках 77-80. Как на базе таких результатов можно создать работоспособную контролиющую систему? Четвертое. Было бы полезно сравнить предлагаемый метод контроля с существующими схемами, работающими на основе теории автоматического управления и реализованные с помощью систем SCADA.

Предлагаемый автором второй сценарий работы контролирующего участка предполагает решение с помощью CAE-системы обратной задачи, т.е. по полученной геометрии поковки определить применяемое в расчете сочетание технологических параметров. Это можно сделать, например, с помощью теории планирования эксперимента, однако центральное композиционное планирование потребует огромных ресурсов машинного времени, т.к. возникнет необходимость в учете большого количества параметров. Поэтому предлагаемый метод представляется крайне труднореализуемым, тем более что подобные задачи эффективно решаются системой SCADA с помощью датчиков и машинного зрения.

4. В работе затронуто большое количество областей потенциального использования 3D- и других инновационных технологий в ОМД. Однако задачи обработки металлов давлением рассмотрены поверхностно, в виде предлагаемых автором схем и алгоритмов, ни один из которых не доведен до возможности практического применения. Этому есть объяснение. Основной недостаток предлагаемых методов – невысокая точность получаемых решений, что связано с недостаточной мощностью современной вычислительной техники.

Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертации.

Заключение:

В целом представленная диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно - квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения разработки методов и алгоритмов, повышающих точность измерения геометрии поковок за счет применения современных информационных технологий.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли апробацию на 9 научно-технических конференциях, опубликованы в 8 печатных работах, в том числе 2 статьи в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК из них одна в Scopus. Результаты диссертационной работы могут быть использованы в области обработки металлов давлением на предприятиях, занимающихся холодной объемной штамповкой.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

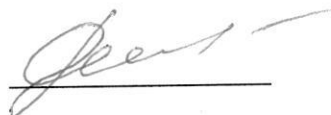
По научному уровню полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Эльдиб Ибрахим Саад Ахмед, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.05 – обработка металлов давлением.

Отзыв рассмотрен на заседании кафедры ТиСАПР МП, протокол № 09/20 от 27 мая 2020 года. На заседании присутствовало 35 членов из 46 . Результаты голосования: «за» – 35, против – нет, воздержавшихся -- нет.

Заведующий кафедрой ТиСАПР МП

МАИ

д.т.н., профессор



В.С. Моисеев

Адрес организации: Волоколамское шоссе, д. 4, г. Москва, 125993

Наименование организации: ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

Электронный адрес: mai@mai.ru

Телефон: 7 499 158-43-33,