



УДК 621.778.8

О.А. Белан, Д.Г. Олейник
ОАО «Магнитогорский метизно-калибровочный завод
«ММК-МЕТИЗ»
г. Магнитогорск, Россия
E-mail: belan.oa@mmk-metiz.ru
Дата поступления 12.04.2022
В авторской редакции

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА QFORM ПРИ ОСВОЕНИИ НОВЫХ ВИДОВ КРЕПЕЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ ОАО «ММК-МЕТИЗ»

Аннотация

В статье представлены результаты моделирования различных технологических процессов в программном комплексе QForm. Рассмотрены проблемы, возникающие при разработке новых технологических процессов холодной объемной штамповки, либо в процессе производства. Проведен анализ результатов моделирования, позволяющий определить энергосиловые параметры и напряженно-деформированное состояние заготовок по переходам, с целью выбора оборудования для штамповки и оптимальных условий его настройки.

Ключевые слова: крепежные изделия, моделирование, технология, анализ, оборудование, объемная штамповка, деформация, напряжение, параметры, усилие.

Введение

В условиях ОАО «ММК-МЕТИЗ» крепежные изделия изготавливаются методами холодной и горячей объемной штамповки. Номенклатура крепежных изделий постоянно растет, появляются новые конструкции крепежных изделий, к которым предъявляются все более жесткие требования, как по геометрическим параметрам, так и по механическим свойствам. С целью сокращения сроков разработки и внедрения новых видов крепежных изделий применяются системы автоматизированного проектирования и моделирования, позволяющие оценить возможность производства, промоделировать несколько вариантов предполагаемой технологии, учесть их достоинства и недостатки, и выбрать наиболее оптимальный вариант.

Основная часть

Оценка возможности производства новых видов крепежа, иногда затрудняется отсутствием опыта изготовления запрашиваемой конструкции изделия. Проведение опытной штамповки — это трудоемкий и затратный способ оценки возможности

производства. На сегодняшний день применение компьютерного моделирования технологических процессов, является наиболее оперативным и экономичным способом. Программный комплекс QForm VX 8.2 на основе метода конечных элементов очень хорошо себя зарекомендовал при решении задач холодной и горячей объемной штамповки, он позволяет на стадии разработки провести оценку изготовления новых видов крепежных изделий, без проведения опытной штамповки [1, 2].

Наиболее часто встречающиеся проблемы и задачи связаны:

- с оценкой возможности изготовления изделия на имеющемся оборудовании;
- с устойчивостью заготовки при формировании головки и редуцировании стержня;
- с распределением усилий деформирования по операциям;
- с оценкой возможности оформления требуемой конструкции изделия, например, ребер многогранных головок.

Оценивалась возможность изготовления на однопозиционном двухударном автомате шурупов по ГОСТ 1144-80 диаметром стержня 6 мм и с увеличенным диаметром головки – не менее 16 мм, вместо 12 мм, рисунок 1.



Рисунок 1. Шуруп с полукруглой головкой и прямым шлицем по ГОСТ 1144-80

Увеличение диаметра головки может привести к потере устойчивости металла при формировании головки. Основным технологическим критерием продольной устойчивости является отношение длины высаживаемой части заготовки L_0 к диаметру d_0 : $K = L_0 / d_0$. Обычно за один удар без продольного изгиба высаживаемой части заготовки, можно получить головку на стержневом изделии при $K \leq 2,3$ [3].

Для головки диаметром 12 мм отношение $L_0 / d_0 = 2,43$. При данном соотношении, головка штампуется за два удара. Сначала формируется предварительная головка, затем окончательная, рисунок 2.

При увеличении диаметра головки до 16 мм, соотношение $L_0 / d_0 = 3,45$.

Для подтверждения возможности получения головки диаметром 16 мм без продольного изгиба заготовки и симметричной относительно оси стержня, было проведено моделирование технологического процесса штамповки. Моделирование технологии проводилось для однопозиционных двуху-

дарных автоматов, применяемых для производства шурупов. Результаты моделирования приведены на рисунке 2. [2].

Моделирование показало, что в процессе формирования головки из-за большого объема металла, происходит искривление заготовки на стадии формирования предварительной головки, приводящее к смещению окончательной головки относительно оси стержня. В процессе производства это приведет к нестабильности технологического процесса и не выполнению требований по соосности головки относительно стержня.

С целью обеспечения стабильного технологического процесса производства шурупов диаметром 6 мм, с полукруглой головкой диаметром 16 мм по ГОСТ 1144-80, рекомендуется применение трехударных автоматов, либо применение для формирования предварительной головки штампов для поперечного выдавливания. Штампы для поперечного выдавливания имеют конструкцию, обеспечивающую жесткое защемление участка заготовки [4, 5, 6]. Отличие поперечного выдавливания от высадки заключается в том, что формирование головки происходит в закрытом объеме, металл постепенно заполняет пространство в полости пуансона и матрицы, без искривления и складок, рисунок 3.

Таким образом, моделирование технологического процесса, позволяет определить, как возможность проведения штамповки, так и определиться с оборудованием и конструкцией технологического инструмента.

В процессе производства нередко встречаются крепежные изделия, сложной конструкции, изготавливаемые точением, например, резьбовой наконечник троса по чертежу X9000.3508074, рисунок 4.

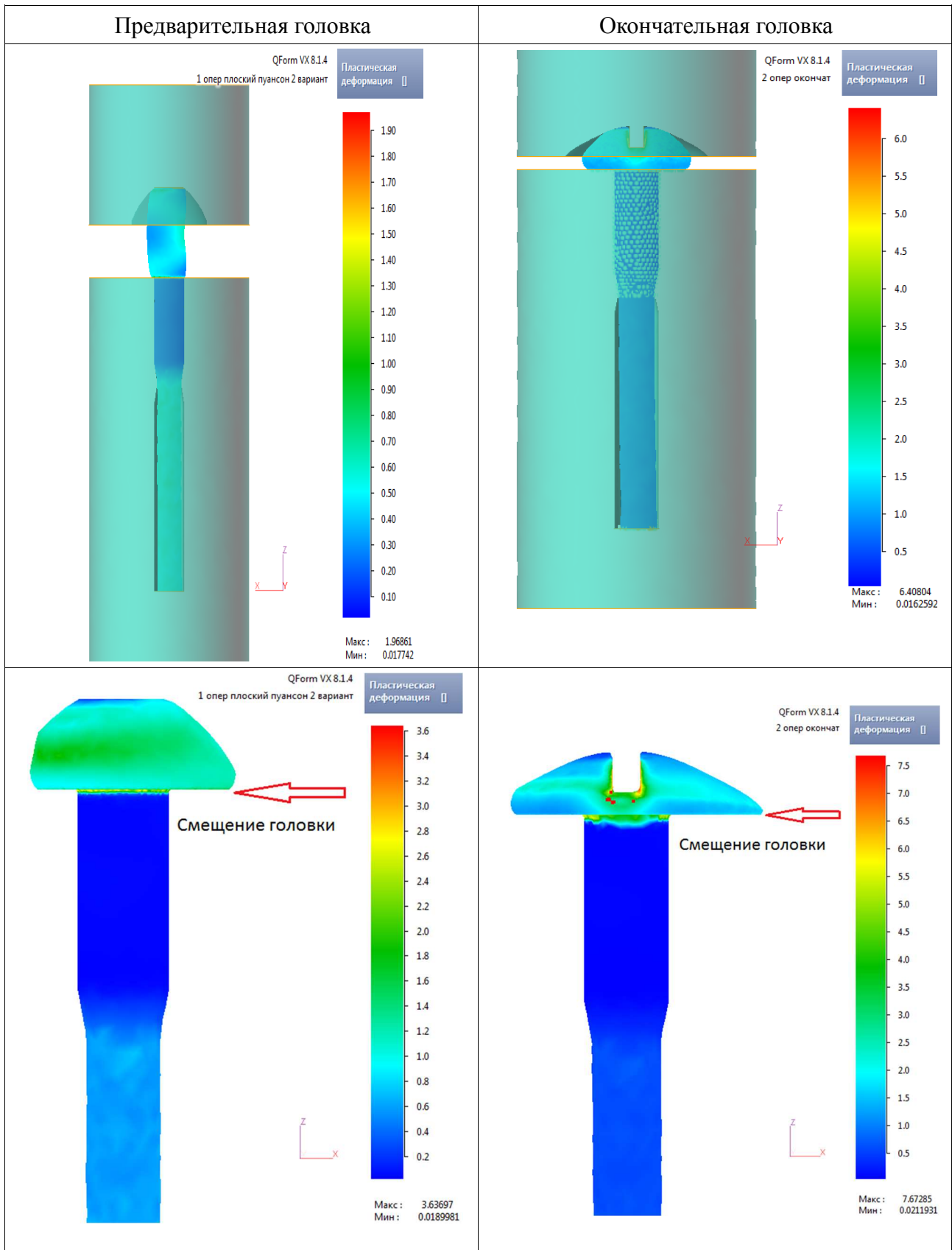


Рисунок 2. Результаты моделирования процесса штамповки шурупа

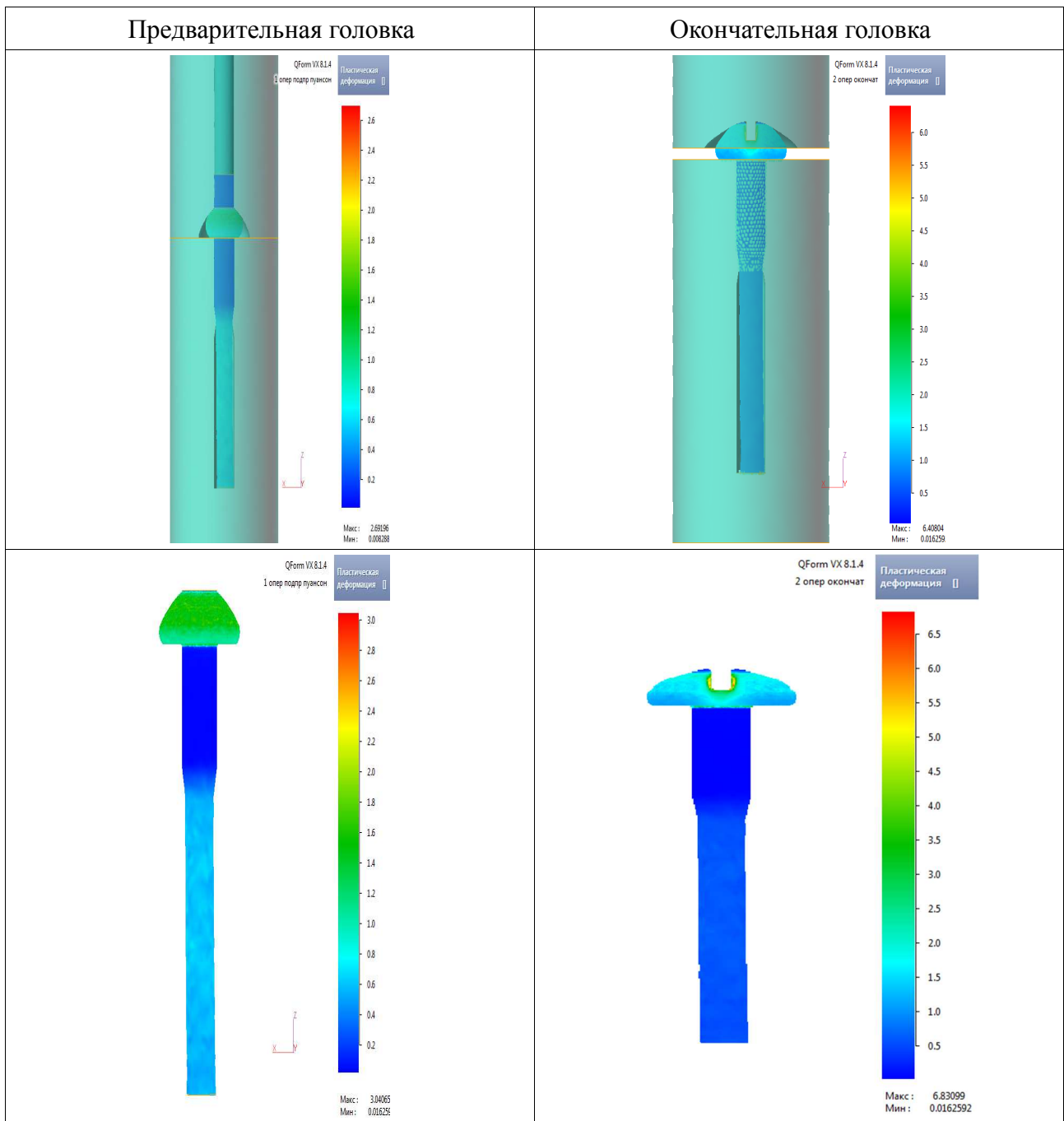


Рисунок 3. Моделирование процесса штамповки шурупа с применением штампа для поперечного выдавливания

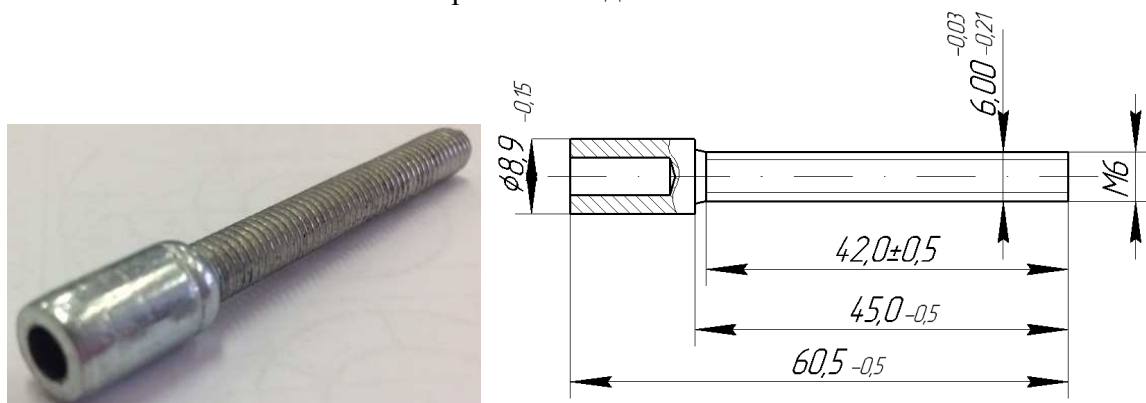


Рисунок 4. Резьбовой наконечник троса по чертежу X9000.3508074

Особенностью резьбового наконечника является то, что он изготавливается точением на токарных автоматах и не изготавливается холодной объемной штамповкой. Форма головки является сложной для штамповки из-за большого объема металла, поэтому требуется специальный подход и новые технические решения [7].

Для оценки возможности получения данного изделия холодной объемной штамповкой применялся программный комплекс

QForm. Программа позволяет оценить работоспособность будущей технологии, моделировать пластическое течение материала, оценивать качество формоизменения по операциям и определять энергосиловые параметры процесса штамповки.

Результаты моделирования технологии в программном комплексе QForm представлены на рисунке 5.

Результаты внедрения технологии представлены на рисунке 6.

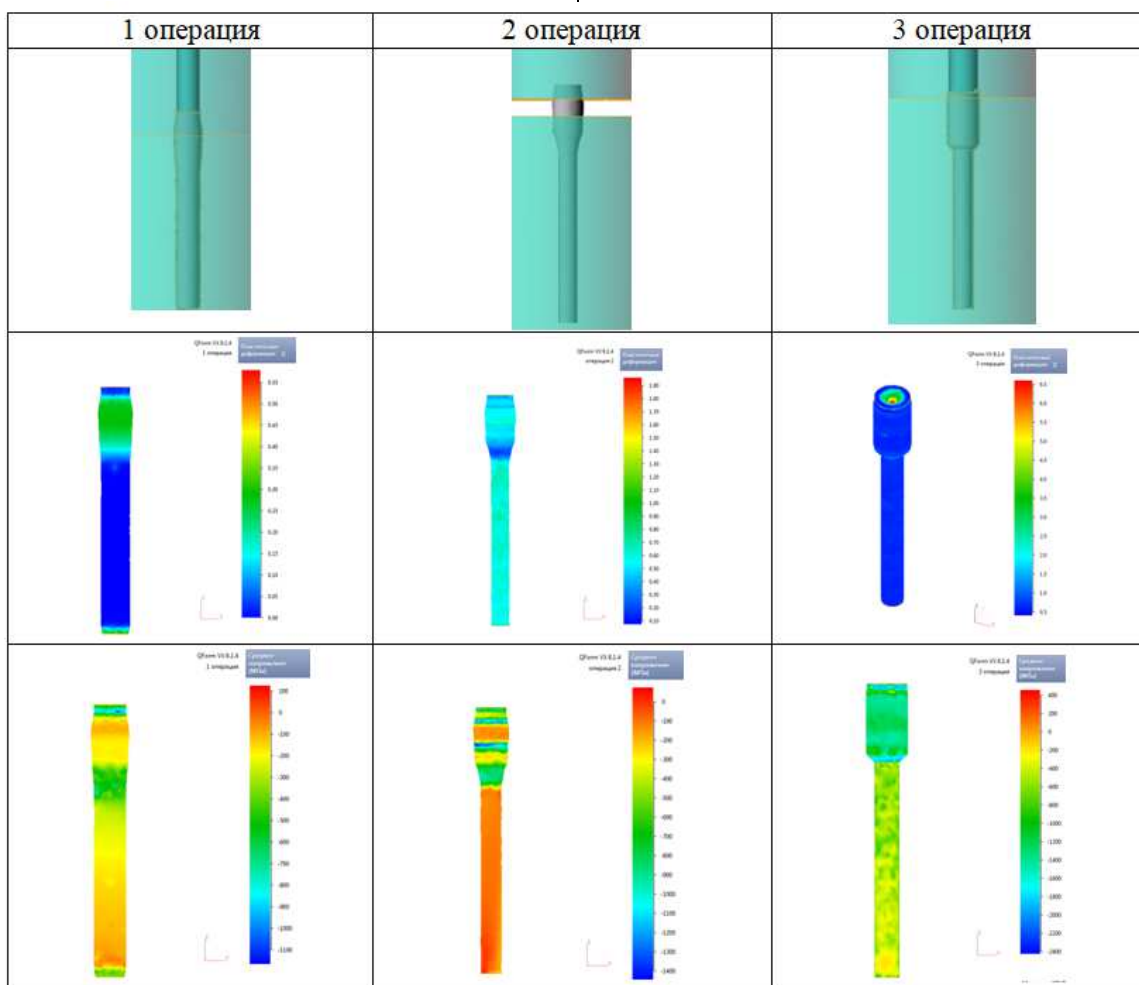


Рисунок 5. Компьютерное моделирование процесса штамповки



Рисунок 6. Технологический процесс изготовления резьбового наконечника троса

Моделирование технологических процессов применяется не только при разработке новых технологий, но и для решения текущих проблем, связанных со стойкостью технологического инструмента.

Болты с увеличенной полукруглой головкой и квадратным подголовком изготавливаются по ГОСТ 7802-81. Аналогом российского стандарта является немецкий стандарт DIN 603. Головка болта состоит из двух частей: полукруглой головки и квадратного подголовка. Такая конструкция болтов получила широкое применение в мебельной промышленности и строительстве, рисунок 7.

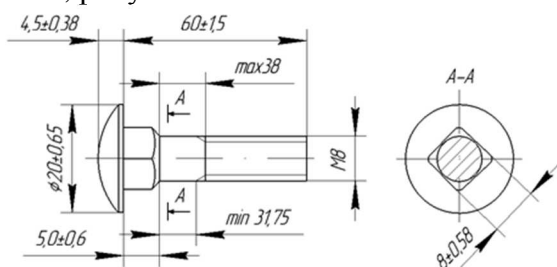


Рисунок 7. Болты М8х60 с увеличенной полукруглой головкой и квадратным подголовком по DIN 603

В условиях ОАО «ММК-МЕТИЗ» болты по ГОСТ 7802 и DIN 603 изготавливались на автомате АВ1920 [8]. При производственной необходимости возникла потребность изготавливать болты на автомате

АВ 1919Б. Технические характеристики оборудования приведены в таблице 1.

При изготовлении болтов М8х60 на автомате АВ 1919Б наблюдалась:

- нестабильность технологии;
- низкая стойкость инструмента;
- поломка узлов, отвечающих за формирование окончательной головки в момент выдавливания требуемого диаметра головки и квадратного подголовка.

С целью выявления причин неработоспособности технологии и автомата, необходимо было определить усилия высадки и полученное значение сравнить с номинальным усилием автомата. Штамповка происходит одновременно на всех трех позициях автомата, т.е. для определения общего усилия необходимо определить усилие на каждой операции и суммировать все полученные усилия. Анализ напряженно-деформированного состояния заготовок по операциям и знание усилия деформирования позволит выяснить причины нестабильности процесса. Проведено моделирование трех операций, рисунок 8.

Результаты моделирования и графики определения усилий представлены на рисунке 9, соответственно для каждой операции [9].

Таблица 1

Технические характеристики холодновысадочных автоматов

Наименование параметров	Модели автоматов	
	АВ 1920	АВ1919Б
Число позиций	4	4
Наибольший диаметр стержня изделия, мм	10,0	8,0
Длина стержня изделия, мм	20-100	16-80
Максимальная длина отрезаемой заготовки, мм	100	120
Номинальное усилие, кН	800	500
Производительность, шт/мин	70-210	65-190

Предварительная высадка головки



Окончательная высадка головки



Редуцирование стержня



Рисунок 8. Компьютерное моделирование процесса штамповки

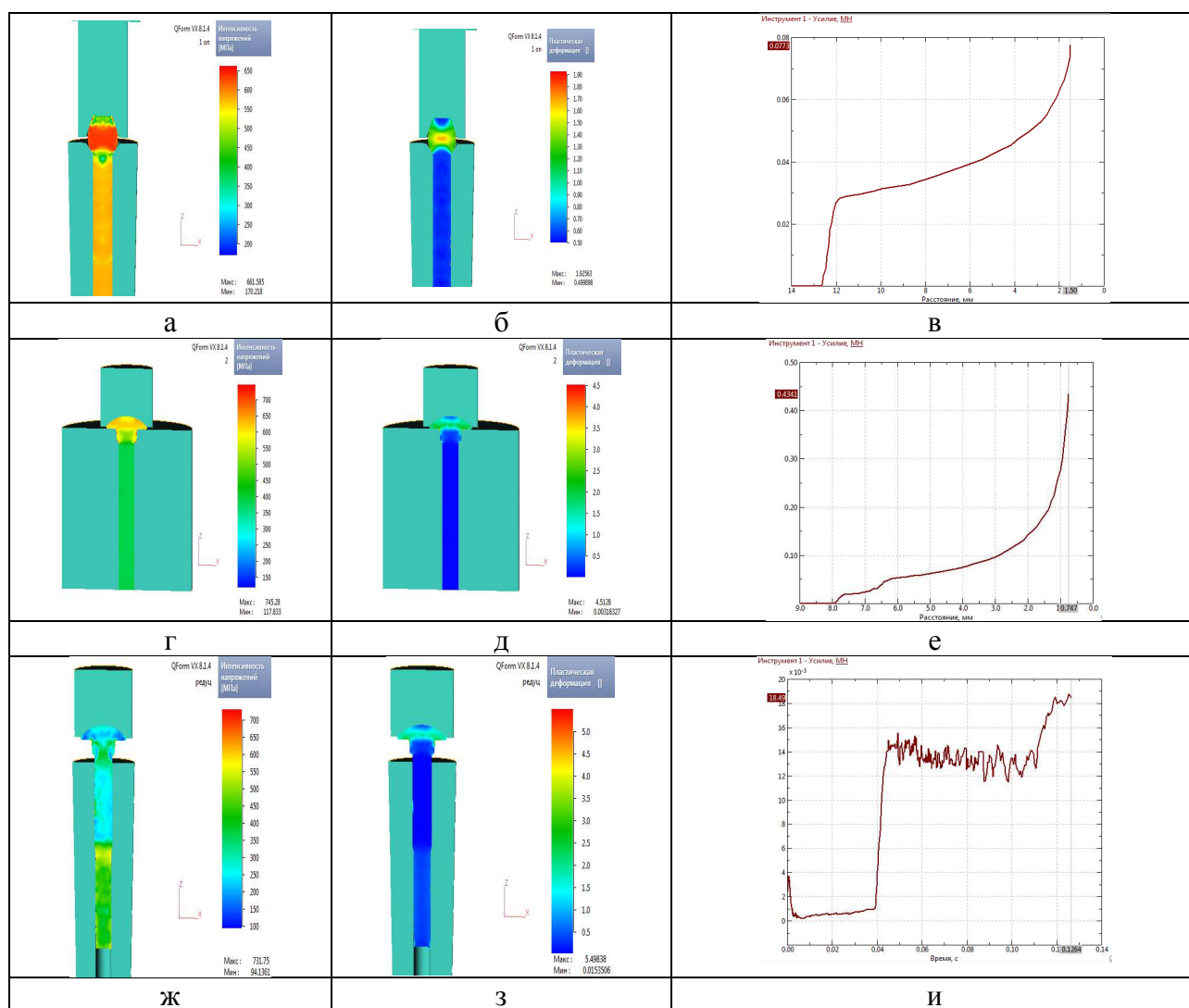


Рисунок 9. Результаты компьютерного моделирования процесса штамповки

Графики усилий на 1 и 2 операциях удобно строить в зависимости от расстояния между пуансоном и матрицей, так как с уменьшением расстояния усилие возрастает. Полученные данные очень важны на второй операции при формировании окончательной головки болта. Из графика (рисунок 9, е) видно, что с уменьшением расстояния между пуансоном и матрицей, резко возрастает усилие. Поэтому необходимо проводить точную настройку автомата, чтобы получить требуемые геометрические параметры головки (диаметр и высота), хорошее заполнение квадратного подголовка и не снижать стойкость инструмента и оснастки.

Из результатов моделирования, рисунок 9 (в, е, и), суммарная сила деформирования составит 529,89 кН, что превышает номинальное усилие автомата АВ 1919Б равным 500 кН.

Проведенный анализ результатов моделирования позволил выяснить причину неработоспособности технологии штамповки болтов М8 по DIN 603 на автомате АВ 1919Б.

Заключение

Таким образом, применение программного комплекса QForm позволяет производить оценку возможности изготовления новых видов крепежных изделий, выявлять и устранять слабые места технологических процессов, тем самым способствуя повышению эффективности производства.

Библиографический список

1. Картунов А.Д., Белан А.К., Белан О.А. Применение трехмерного моделирования при разработке многопереходных процессов штамповки крепежных изделий.

- лий. Современные методы конструирования и технологии металлургического машиностроения. Международный сб. науч. тр./ Под ред. Н.Н. Огаркова. Магнитогорск: ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2016. С.48-54.
2. Картунов А.Д., Белан А.К., Белан О.А. Моделирование процессов холодной объемной штамповки крепежных изделий в программном комплексе QForm // Кузнечно-штамповочное производство. ОМД. 2019. №4. С. 28 – 33.
 3. Владимиров Ю.В., Герасимов В.Я. Технологические основы холодной высадки стержневых крепежных изделий. М.: Машиностроение, 1984, 120 с.
 4. Белан А.К., Малышева М.С., Белан О.А. Холодная штамповка головок стержневых изделий методом поперечного выдавливания: Монография. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2008. 176 с.
 5. Применение штампов с подпружиненными пуансонами при освоении новых видов крепежных изделий на ОАО «ММК-МЕТИЗ» / Паршин В.Г., Белан А.К., Артюхин В.И., Малышева М.С., Трахтенгерц В.Л., Белан О.А. // Материалы 64-й научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ за 2004-2005 гг.: Сборник докл. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2006. Т.1. С. 248-252.
 6. Белан А. К., Малышева М. С., Белан О. А. Совершенствование процесса поперечного выдавливания на основе математического моделирования // Кузнечно-штамповочное производство. ОМД. 2008. №8. С. 19 – 25.
 7. Дрягун Э.П., Белан А.К., Белан О.А. Разработка технологии холодной объемной штамповки резьбового наконечника троса с применением программного комплекса Qform // Кузнечно-штамповочное производство. ОМД. 2019. №10. С. 26 – 29.
 8. Белан А.К., Белан О.А. Оборудование и технологии изготовления крепежных изделий в условиях ОАО «ММК-МЕТИЗ». Механическое оборудование металлургических заводов. Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова. 2015. №2(5). С.36-41
 9. Картунов А.Д., Белан А.К., Белан О.А. Разработка и моделирование процесса холодной объемной штамповки болтов с увеличенной полукруглой головкой и квадратным подголовком // Кузнечно-штамповочное производство. ОМД. 2018. №12. С. 28 – 32.

Information about the paper in English

O.A. Belan, D.G. Oleynik
 OJSC Magnitogorsk Metalware and Sizing Plant (MМК-METIZ)
 Magnitogorsk, Russia
 E-mail: belan.oa@mmk-metiz.ru
 Received 12.04.2022

APPLICATION OF QFORM SOFTWARE SUITE FOR LEARNING NEW TYPES OF FASTENERS AND IMPROVING THE EXISTING TECHNOLOGIES AT OJSC MМК-METIZ

Abstract

The paper presents the simulation results of various processes in QForm software suite. It describes the challenges faced, when developing new processes of cold upsetting or manufacturing the products. The authors analyzed the simulation results to determine energy and force parameters and the stress and strain state of workpieces in stages to choose equipment for upsetting and optimum conditions of its adjustment.

Keywords: fasteners, simulation, technology, analysis, equipment, cold upsetting, strain, stress, parameters, force.
