- Международной научно-практической конференции «Аграрная наука в инновационном развитии АПК» посвящённой 85-летию Башкирского государственного аграрного университета, в рамках XXV Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2015». – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2015. – С. 269-273.
6. Набиев Т.С. О расчете ротационного сошника кукурузной сеялки с использованием АРМ WIN MACHINE / Т.С. Набиев, Р.Р. Ибрагимов // В сборнике: Повышение эффективности и устойчивости развития агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской научно-практической конференции (в рамках XV Международной специализированной выставки "АгроКомплекс - 2005"). Министерство сельского хозяйства РФ, Министерство сельского хозяйства РБ, Башкирский государственный аграрный университет, Башкирский НИИ сельского хозяйства, Башкирская выставочная компания. 2005. – С. 79-80.
 7. Khasanov E. Justification of parameters of seed treater with an eccentrically fixed drum influencing the motion character and seed treatment modes / E. Khasanov, I. Gabitov, S. Mudarisov, R. Khamaletdinov, Z. Rakhimov, I. Akhmetyanov, I. Farkhutdinov, I. Masalimov, R. Musin. // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2019. T. 25. № S2. С. 119-128.
 8. Ардеев Ж.А. Прочностные расчеты с применением программы АРМ WINMACHINE / Ж.А. Ардеев, В.Н. Пермяков, А.В. Ефимов // Учебное пособие / Уфа, 2013. Том Часть 1.
 9. Каримов, Х.Т. Разработка вакуумной инфракрасной установки для сушки зерна ячменя: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Каримов Хасан Тал-хиевич. – Уфа, 2019. – 195 с.
 10. Пермяков В.Н. Использование компьютерных технологий при преподавании курса "Сопротивление материалов" / В.Н. Пермяков, И.Р. Ахметьянов, И.Р. Ганеев // В сборнике: Инновационные методы преподавания в высшей школе. Материалы Всероссийской научно-методической конференции с международным участием. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Башкирский государственный аграрный университет. 2012. С. 102-104.

Герасимова А.А., Валеева Л.М.

Технологии и машины для изготовления деталей штамповкой

*Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-05-2021-87

Аннотация

Проведен анализ существующих технологий изготовления деталей штамповкой, разработаны возможные варианты изготовления детали методом холодного выдавливания, построены 3D-модели переходов вариантов технологии, а также конечно-элементное моделирование возможных вариантов технологии. На основе результатов моделирования, а также на основе аналитических расчетов были определены параметры технологического процесса, которые позволили подобрать соответствующее оборудование и спроектировать конструкцию штамповой оснастки.

Ключевые слова: штамповка, технология, матрица, моделирование, оснастка, деталь.

Abstract

The analysis of existing technologies for manufacturing parts by stamping is carried out, possible options for manufacturing parts by cold extrusion are developed, 3D models of transitions of technology options are constructed, as well as finite element modeling of possible technology options. Based on the results of modeling, as well as on the basis of analytical calculations, the parameters of the technological process were determined, which made it possible to select the appropriate equipment and design the design of the die tooling.

Keywords: stamping, technology, matrix, modeling, equipment tooling, detail.

Холодная объемная штамповка является одним из наиболее производительных методов изготовления деталей из сталей, цветных металлов и их сплавов с высокой пластичностью. Этот метод широко применяют в машиностроении, приборостроении и других отраслях металлообрабатывающей промышленности [1,2].

Применение этой технологии позволяет изготавливать детали особо сложных форм, которые невозможно получить, используя другие методы обработки. Формовка металла без разрушения его целостности позволяет увеличить коэффициент использования материала до 95 % даже для деталей сложной конфигурации [3].

Такая обработка осуществляется в несколько операций, что обеспечивает постепенное и последовательное изменение формы: от изначальной формы заготовки до требуемой формы изделия. В процессе металлообработки происходит упрочнение материала и снижение его пластичности. Для увеличения пластичности и уменьшения сопротивления последующим деформациям применяют межоперационные отжиги.

Высокое сопротивление деформации приводит к увеличению числа штамповочных переходов, снижению стойкости штамповой оснастки, требует применения технологических смазок, и оборудования повышенной мощности, что приводит к ощутимым первоначальным вложениям в данный метод обработки металла давлением. Затраты должны компенсироваться большей производительностью и возможностью автоматизации.

Одним из основных факторов, лимитирующих применение процессов холодной штамповки, является разрушение металла в процессе пластической деформации. В настоящий момент не существует общепризнанной методики прогнозирования разрушения металлов при больших пластических деформациях. Критериев разрушения, определяющих момент образования микротрещины или условия ее развития, существует большое количество [4].

Среди отечественных ученых наиболее гибкими и имеющими лучшее соответствие экспериментальным данным считается критерий разрушения В.Л. Колмогорова, учитывающий способность материалов к самозалечиванию дефектов при сложном напряженном состоянии, критерий Деля – Огородникова, учитывающий анизотропию накопления повреждений, и модель накопления поврежденности.

Для определения рационального варианта технологического процесса изготовления деталей методом холодного выдавливания сегодня можно эффективно проводить компьютерное моделирование.

Ниже приведены результаты моделирования одного из вариантов холодного выдавливания типовой детали. Для проведения расчета в программном комплексе QForm были приняты следующие технологические данные.

1. Геометрические контуры заготовки и инструментов импортированы из CAD.
2. Заготовка – пластическое тело, инструменты – упругое тело.
3. Оборудование – гидравлический пресс, скорость движения инструментов постоянна.
4. Начальная температура заготовки и инструмента - 20 °С.
5. Коэффициент трения $\mu=0,1$.
6. Моделировалась 1/8 заготовки.
7. Заданы параметры кривой упрочнения, механические и температурные свойства стали 20Х.

Проведено твердотельное моделирование комплекта инструмента с заготовкой из стали. Рассмотрены осесимметричные схемы пластической деформации, для этого прорисована половина сечения тел вращения. Далее выбрана схема деформации, тип оборудования, начальные температуры заготовки и инструмента, смазка, материал заготовки и инструмента, параметры расчета.

Для закрепления инструмента приняты граничные условия: матрица опирается на нижний торец, причем на опорной поверхности трение принято пренебрежительно малым (рис. 1.).

Рис. 1. Сетка конечных элементов и эквивалентных напряжений в матрице

Расчетные значения эквивалентных напряжений в матрице для такой высокой степени холодной деформации при выдавливании прутка могут превышать 5-7 тыс. МПа, что в несколько раз выше допустимых значений для инструментальных сталей, причем даже твердые сплавы, применяемые для сравнительно малых изделий, выдерживают не более 2500-3000 МПа. Моделированием получены поля перемещений тела матрицы и другие параметры.

Опорная нижняя поверхность матрицы в этом виртуальном эксперименте закреплена с возможностью скольжения в радиальном направлении. Из этого следует, что эквивалентные напряжения превышают допустимые значения, а матрица разрушится при первых циклах обработки. Обычными способами снижения нагрузок в полости матрицы являются увеличение толщины её стенки и напрессовкой одного или нескольких бандажей (рис. 2.).

Рис. 2. Эквивалентные напряжения в матрице при двукратном увеличении толщины стенки

Из рисунка выше следует, что при увеличении стенки матрицы с 40 до 80 мм напряжения в ней снижаются до 5700 МПа, но и они значительно превышают допустимые значения. Применение предварительного напряженных конструкций частично решает проблему прочности высоконагруженного инструмента, однако при широкой амплитуде циклических деформаций на внутренней поверхности матрицы происходит усталостное разрушение инструмента.

Вывод

1. Проведен анализ возможных вариантов изготовления данной детали методом обработки давлением.
2. Технологический процесс одностороннего выдавливания состоит из трех операций: прямого выдавливания стержня, высадки фланца и выдавливания профиля. Для первых двух операций есть возможность

применения многопозиционного штампа. Формование осуществляется в штампе на прессе двойного действия.

1. Семенов Е.И. Ковка и штамповка: Справочник в 4-х т./Ред. совет: Е.И. Семенов (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 2007 – т. 3. Холодная объемная штамповка / Под ред. Г.А. Навроцкого. 2007. – 384 с., ил.
2. Рагулин А. В. Принципы конструирования штампов для объемного выдавливания / А.В. Рагулин, А.С. Анюхин, Ю.К. Филиппов, А.В. Кононов // Известия МГТУ. –2009. – №1. – С.151-156.
3. Герасимова А.А. Исследование закономерностей пластического деформирования полых стальных профилей сжатием // Computational nanotechnology. 2019. №3. С. 22–26.
4. Фомин А.А. Формирование фасонной поверхности заготовки из материала с неоднородными свойствами / А. А. Фомин // Технология машиностроения, 2013. – № 5. – С. 19 – 23.

Зиннатуллин Р.Э., Зайнагабдинов Н.Ф., Ишемгулов С.Р.

Прочностной расчет расходомера в программе АПМ Win Machine

*ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ
(Россия, Уфа)*

doi: 10.18411/lj-05-2021-88

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы, относящиеся к определению параметров детали и произведение прочностных расчетов в программе АПМ Win Machine. В работе предложен расходомер, вмонтированная в центральную магистраль, которая будет регулировать подачу рабочего раствора, т. е. ядохимиката на поверхность растений.

Ключевые слова: Модель, расходомер, деталь, карта, нагрузка, деформация, расчет.

Abstract

The article discusses issues related to the determination of the parameters of the part and the performance of strength calculations in the APM Win Machine program. The paper proposes a flow meter installed in the central line, which will regulate the supply of the working solution, that is, the pesticide to the surface of the plants.

Keyword: Model, shaft, part, map, load, strain, calculation.

Введение. АРМ Win Machine – научный программный продукт, созданный на базе современных инженерных методик проектирования, численных методов механики, математики и моделирования, гармонично сочетающий опыт поколений конструкторов, инженеров механиков и других специалистов с возможностями компьютерной техники и технологий. Данная программа обладает широкими функциональными возможностями для создания моделей конструкций, выполнения необходимых расчетов и визуализации полученных результатов. Использование этих возможностей позволит сократить сроки проектирования и снизить материалоемкость конструкций, а также уменьшить стоимость проектных работ и производства в целом. В связи с этим, именно эта программа является эффективным для расчета по нашему расходомеру.

Цель и задачи исследования.

Целью работы является освоение приемов моделирования устройства и определения оптимальных параметров конструкций расходомера в программном комплексе АРМ Win Machine.