



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Информационные технологии пластического
формоизменения»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА И ЗАДАНИЯ

к контрольным работам
по дисциплине

«Моделирование технологиче- ских процессов обработки ме- таллов давлением»

Составители
Вовченко А.В.
Резников Ю.Н.

Ростов-на-Дону, 2013



Аннотация

Рабочая программа и задания к контрольной работе по дисциплине «Моделирование технологических процессов обработки металлов давлением» предназначены для студентов заочной формы обучения по специальности 150201 «Машины и технология обработки металлов давлением».

Составители

доктор технических наук, профессор

Резников Ю.Н.,

кандидат технических наук, доцент

Вовченко А.В.





Оглавление

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	4
2. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА.....	5
2.1 Введение.	5
2.2 Физическое моделирование.	5
2.3 Аналоговое моделирование.	6
2.4 Математическое моделирование.....	6
3. ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ №1	8
Вариант № 1.	8
Вариант № 2	8
Вариант № 3	8
Вариант № 4	9
Вариант № 5	9
Вариант № 6	9
Вариант № 7	10
Вариант № 8	10
Вариант № 9	10
Вариант № 10.....	11
РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ.....	12
ЛИТЕРАТУРА.....	13



1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Дисциплина «Моделирование технологических процессов ОМД» относится к циклу специальных дисциплин. Программа по дисциплине составлена на основании учебного плана подготовки студентов специальности 150201 «Машины и технология обработки металлов давлением».

В задачи дисциплины входит изучение принципов и методов физического, аналогового и математического моделирования, применяемых в технологии кузнечно-штамповочного производства.

При составлении программы учтено, что изучение дисциплины базируется на ранее изученных курсах, прежде всего таких как «Материаловедение», «Механика материалов», «Механика процессов обработки давлением». В программу включены вопросы, позволяющие поставить задачу совершенствования технологии кузнечно-штамповочного производства, определить пути её решения методами современного моделирования, что соответствует требованиям Государственного образовательного стандарта по уровню знаний и умений специалистов.

Дисциплина изучается студентами заочного отделения в 9 семестре. В процессе изучения дисциплины выполняется одна контрольная работа. По дисциплине читаются обзорные лекции, проводятся практические и лабораторные занятия.

Изучение дисциплины завершается экзаменом.



2. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

2.1 Введение.

Определение, сущность и назначение модели. Место моделей в изучении и совершенствовании кузнечно-штамповочного производства. Виды моделирования, их сущность в ОМД.

2.2 Физическое моделирование.

Особенности физического моделирования процессов ОМД. Задачи физического моделирования процессовковки и штамповки. Факторы, обеспечивающие реализацию возможностей физического моделирования. Геометрический фактор в физическом моделировании процессов ОМД – влияние формы и размеров заготовок на заполнение ручьев, формирование структуры и свойств поковок. Основные условия физического моделирования технологических процессов кузнечно-штамповочного производства.

Подобие деформационно-силовой схемы, температурно-скоростного режима, механического режима, контактных условий и их реализация в конкретных технологических процессах.

Константы, критерии и законы подобия; геометрическое, механическое и физическое подобие в ОМД.

Требования первой и второй теории подобия. Применение законов подобия в обработке металлов давлением применительно к моделированию процессов холодного и горячего деформирования. Условия приближенного моделирования в ОМД. Выбор модельных материалов и конкретизация особенностей моделирования на примере процесса вытяжки детали из нержавеющей стали.

Разработка рациональных технологических процессов кузнечно-штамповочного производства по данным физического моделирования.

Физическое моделирование, выполняемое с целью изучения кинематики течения металла в процессах ОМД: методы, цели, практическое применение.

Физическое моделирование процессовковки и штамповки с целью назначения рациональных режимов деформирования.



2.3 Аналоговое моделирование.

Сущность аналогового моделирования применительно к задачам ОМД. Электрическое моделирование: принцип, применение в задачах калибровки волочильного инструмента. Физическая сущность поляризационно-оптического моделирования. Особенности моделирования поляризационно-оптическим методом неупругих задач. Применение поляризационно-оптического моделирования для решения технологической задачи совершенствования формы бойков при протяжке. Проектирование штампового инструмента с учётом данных поляризационно-оптического моделирования. Результаты поляризационно-оптического моделирования о влиянии характера заполнения ручья на напряжения в штампе и поковке.

2.4 Математическое моделирование

Понятие математической модели и математического моделирования. Разновидности математических моделей в ОМД.

Статистические модели в технологии кузнечно-штамповочного производства: общая характеристика, методика разработки по данным планируемого эксперимента.

Разработка статистических моделей методом парного регрессионного анализа. Применение электронных таблиц MS Excel для разработки регрессионных моделей.

Построение математических моделей технологических процессов кузнечно-штамповочного производства на основе анализа формоизменения металла в моделируемых процессах. Сущность и применяемые расчетные методы. Моделирование процесса объёмной штамповки поковок типа шестерён с использованием вариационного метода. Применение метода конечных разностей для математического моделирования процесса нагрева. Моделирование процесса штамповки детали «Чашка» методом конечных элементов и методом верхней оценки. Сущность метода граничных элементов применительно к задачам математического моделирования процессов штамповки.

Разработка математических моделей процессов ОМД методом расчетного планируемого эксперимента. Параметрическая идентификация расчетных моделей: сущность, технологическая эффективность.

Прямое и обратное моделирование процессов штамповки: сущность, применяемые методы расчета формоизменения, техно-



Обработка металлов давлением

логические аспекты.

Применение метода математического моделирования для управления процессом листовой штамповки.



3. ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ №1

Вариант № 1.

1. Сущность физического моделирования процессов ОМД. Достоинства, недостатки, решаемые технологические проблемы.
2. Разработать и описать схему конструкции оснастки для физического моделирования с целью измерения коэффициента трения в процессах листовой штамповки.
3. Выполнить мат. моделирование процесса волочения сплошного круглого профиля. Рассчитать коэффициент запаса, фактическое и предельное обжатие, если известно, что заготовка – проволока $\varnothing 2.5$ мм, материал – медь (99.2%), подвергается волочению до $\varnothing 2.15$ мм при полуугле наклона рабочей части волоки 5° и коэффициенте трения 0.025. Предел текучести изделия 263.5 МПа.

Вариант № 2

1. Факторы, обеспечивающие реализацию возможностей физического моделирования процессов ОМД. Геометрический фактор.
2. Разработать и описать схему конструкции оснастки для физического моделирования с целью определения коэффициента трения при волочении.
3. Выполнить мат. моделирование процесса волочения сплошного круглого профиля. Рассчитать коэффициент запаса, фактическое и предельное обжатие, если известно, что заготовка – проволока $\varnothing 3.0$ мм, материал – медь (99.2%), подвергается волочению до $\varnothing 2.5$ мм при полуугле наклона рабочей части волоки 7° и коэффициенте трения 0.04. Предел текучести изделия 307 МПа.

Вариант № 3

1. Силовое подобие в ОМД, его нарушение в процессахковки крупных поковок.
2. Разработать и описать схему конструкции оснастки для физического моделирования высадки: а) на ПШМ или КГШП; б) на ГКМ.
3. Выполнить мат. моделирование процесса волочения сплошного круглого профиля. Рассчитать коэффициент запаса, фактическое и предельное обжатие, если известно, что заготовка – проволока $\varnothing 3.5$ мм, материал – Сталь 45, подвергается волочению до $\varnothing 2.9$ мм при полуугле наклона рабочей части волоки 7° и коэффициенте трения 0.07. Предел текучести изделия 861 МПа.



Вариант № 4

1. Законы и критерии подобия при физическом моделировании процессов ОМД.
2. Разработать и описать схему конструкции оснастки для физического моделирования процессов объёмной штамповки на робототехнических комплексах с целью определения зависимости расхода металла от неточности установки заготовки роботом в чистой ручей штамма.
3. Выполнить мат.моделирование процесса волочения сплошного круглого профиля. Рассчитать коэффициент запаса, фактическое и предельное обжатие, если известно, что заготовка – проволока $\varnothing 3.5$ мм, материал – 12Х18Н9Т, подвергается волочению до $\varnothing 3.2$ мм при полуугле наклона рабочей части волоки 9° и коэффициенте трения 0.08. Предел текучести изделия 961 МПа.

Вариант № 5

1. Сущность аналогового электромоделирования и его применения для построения системы калибров при волочении силовых профилей.
2. Разработать и описать схему конструкции оснастки для физического моделирования процессов прессования с возможностью моделирования процессов волочения.
3. Выполнить мат.моделирование процесса волочения сплошного круглого профиля. Рассчитать коэффициент запаса, фактическое и предельное обжатие, если известно, что заготовка – проволока $\varnothing 4.2$ мм, материал – 12Х18Н9Т, подвергается волочению до $\varnothing 3.7$ мм при полуугле наклона рабочей части волоки 3° и коэффициенте трения 0.035. Предел текучести изделия 1136 МПа.

Вариант № 6

1. Применение поляризационно-оптического моделирования для решения задач листовой штамповки.
2. Разработать и описать схему конструкции оснастки для физического моделирования процесса объёмной штамповки в закрытом ручье с контролем затекания металла в угол.
3. Выполнить мат.моделирование процесса волочения сплошного круглого профиля. Рассчитать коэффициент запаса, фактическое и предельное обжатие, если известно, что заготовка – проволока $\varnothing 2.5$ мм, материал – Сталь 45, подвергается волочению до $\varnothing 2.0$ мм при полуугле наклона рабочей части волоки 4° и коэффициенте трения 0.05. Предел текучести изделия 849 МПа.



Вариант № 7

1. Сущность поэтапного математического моделирования процесса штамповки на примере штамповки поковок типа шестерни. Достижимый технологический эффект.
2. Разработать и описать схему конструкции оснастки для моделирования процесса вытяжки малопластичных материалов и деталей сложной формы с дифференцированным нагревом заготовки.
3. Выполнить мат. моделирование процесса волочения сплошного круглого профиля. Рассчитать коэффициент запаса, фактическое и предельное обжатие, если известно, что заготовка – проволока $\varnothing 3.5$ мм, материал – медь (99.2%), подвергается волочению до $\varnothing 3.03$ мм при полуугле наклона рабочей части волоки 10° и коэффициенте трения 0.03. Предел текучести изделия 292.5 МПа.

Вариант № 8

1. Построение математических моделей методом планируемого расчетного эксперимента на примере задачи о штамповке заготовки, установленной в чистовой ручей штампа со смещением от оси ручья.
2. Разработать и описать схему конструкции оснастки для моделирования процессаковки слитков протяжкой с обеспечением интенсивной проработки структуры металла.
3. Выполнить мат. моделирование процесса волочения сплошного круглого профиля. Рассчитать коэффициент запаса, фактическое и предельное обжатие, если известно, что заготовка – проволока $\varnothing 2.5$ мм, материал – Сталь 20, подвергается волочению до $\varnothing 2.1$ мм при полуугле наклона рабочей части волоки 6° и коэффициенте трения 0.06. Предел текучести изделия 622 МПа.

Вариант № 9

1. Параметрическая идентификация математических моделей в ОМД: цели, методы осуществления.
2. Разработать и описать схему конструкции устройства для физического моделирования процесса поперечной прокатки.
3. Выполнить мат. моделирование процесса волочения сплошного круглого профиля. Рассчитать коэффициент запаса, фактическое и предельное обжатие, если известно, что заготовка – проволока $\varnothing 3.5$ мм, материал – Сталь 20, подвергается волочению до $\varnothing 2.7$ мм при полуугле наклона рабочей части волоки 6° и коэффициенте трения 0.04. Предел текучести изделия 706 МПа.

**Вариант № 10**

1. Прямое и обратное математическое моделирование процессов штамповки: цели, методы, проблемы.
2. Разработать и описать схему конструкции устройства для физического моделирования процесса ротационной вытяжки деталей с различным отношением длины к диаметру. На каком металлорежущем оборудовании можно выполнить моделирование?
2. Выполнить мат. моделирование процесса волочения сплошного круглого профиля. Рассчитать коэффициент запаса, фактическое и предельное обжатие, если известно, что заготовка – проволока $\varnothing 3.0$ мм, материал – Сталь 20, подвергается волочению до $\varnothing 2.4$ мм при полуугле наклона рабочей части волоки 8° и коэффициенте трения 0.06. Предел текучести изделия 670 МПа.



РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

Материалы, достаточные для ответа на 1-й вопрос всех вариантов, имеются в учебном пособии [2]. Дополнительно можно использовать источники [1,7].

При ответах на вопросы о схемах конструкции оснасти для физического моделирования – вопросы 2 каждого из вариантов – пользоваться следующими литературными источниками: вариант 1 – источник [9]; в.2 – [3], стр.: 438-439; в.4 – [2], стр.: 79; в.6 – [4], стр.: 59 или [11], стр. 21; в.7 – [5], стр.: 308; в.8 – [10], стр. 43-44; в.9 – [6], стр. 387-390; в.10 – [5], стр.: 234-240.

При ответах на вопросы, связанные с математическим моделированием процесса волочения, пользоваться литературным источником [8].



ЛИТЕРАТУРА

1. Сторожев М.В., Попов Е.А., Теория обработки металлов давлением. 4-е изд. – М.: Машиностроение, 1977. – 423 с.
2. Резников Ю.Н. Моделирование технологических процессов кузнечно-штамповочного производства: Учеб. пособие Ростов н/Д, Изд. центр ДГТУ, 1994. – 94 с.
3. Механика пластических деформаций при обработке металлов. / Томсен Э., Янг Ч., Кобаяши Ш. М.: Машиностроение, 1968. – 504 с.
4. Журавлев А.З. Основы теории штамповки в закрытых штампах. М. «Машиностроение», 1973. 224 с.
5. Ковка и штамповка: Справочник в 4-х т. / Ред. Совет: Е.И. Семенов (председатель) и др. М: Машиностроение, 1985 – 1987. Т. 4 под ред. А.Д. Матвеева.
6. Ковка и штамповка: Справочник в 4-х т. / Ред. Совет: Е.И. Семенов (председатель) и др. М: Машиностроение, 1986. Т. 2. Горячая штамповка. / Под ред. Е.И. Семенова, 1986. – 592 с.
7. Резников Ю.Н. Методические указания «Расчет технологических процессов обработки металлов давлением методом верхней оценки» / ДГТУ, Ростов-на-Дону, 1997. –13 с.
8. Резников Ю.Н. Методические указания «Расчет инженерным методом коэффициента запаса прочности при волочении» / ДГТУ, Ростов-на-Дону, 2000. -7с.
9. Казаков Ю.П. Кузнечно-штамповочное производство, 1972, № 9 с. 20-21.
10. В.А. Лазорин, Ю.Ф. Терновой, Ю.В. Артамонов. Четырехбойковое ковочное устройство для гидравлических ковочных прессов. / Кузнечно-штамповочное производство, 2000 № 8 с. 43-44.
11. Журавлев А.З., Акименко Ю.А., Пасхалов А.С. Методические указания к лабораторным работам №1-4 по курсу «Теория пластических деформаций» г. Ростов-на-Дону, 1985.