

УДК 621.735.9

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ СБОРКИ ЗАГОТОВОК ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

С. В. Герман, М. И. Поксеваткин, Д. И. Бакланов, Е. М. Басова
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Спроектирована структура оптимизационной системы управления процессом сборки стержневых заготовок пластическим деформированием и формообразования составных стержневых изделий. Представлен обобщенный оптимизационный алгоритм системы проектирования технологического процесса.

Ключевые слова: оптимизационная система, алгоритм, система проектирования

DESIGN OPTIMIZATION OF A CONTROL SYSTEM OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF ASSEMBLY OF WORKPIECES PLASTIC DEFORMATION

S. V. German, M. I. Poksevatkin, D. I. Baklanov, E. M. Basova
Altai state technical university, Barnaul, Russia

Designed by structure optimization of a control system of the Assembly process of the rod blanks plastic deformation and formation of composite core products. Presents a General optimization algorithm of the system design process.

Ключевые слова: system optimization, algorithm, system design

Для снижения энергозатрат и ресурсоемкости в современных машиностроительных производствах активно используются различные компьютерные программные комплексы. [1, 2]. Автоматизированная система моделирования и управления технологическим процессом сборки составного изделия прошивкой имеет базу готовых прецедентов, по которой происходит поиск подходящего прецедента. В базе прецедентов хранятся готовые решения в виде САД-моделей фасонной заготовки и стержня, принятых решений по выбору оборудования и проектирования оснастки, сформированных управляющих команд. Однако необходимость создавать новые прецеденты оправдана только при серийном производстве составных изделий.

При единичном и мелкосерийном производстве встает задача минимизации времени и трудозатрат на освоение изготовления нового изделия с помощью структуры проектируемой оптимизационной системы управления процессом получения составных стержневых изделий пластическим деформирова-

нием. Структура состоит из ряда подсистем и модулей, которые можно объединять в различных вариантах или применять автономно с использованием иерархического модульного принципа построения программных и технических средств при решении сложных технологических задач.

Модульный принцип структурирования оптимизационной системы заключается в том, что при алгоритмизации сложного технологического процесса из системы выделяют некоторые ее части, имеющие относительную смысловую и функциональную самостоятельность. Модули используют для создания оптимизационной системы технологического процесса в целом, в которой они взаимодействуют посредством управляемых параметров процесса для достижения оптимальных значений переменных факторов.

При построении оптимизационной системы управления технологическим процессом на первом этапе формируют параметрическую характеристику состояния и развития системы. После этого выбирают управляемые параметры системы и устанавливают

математические зависимости между параметрами состояния и управления в виде целевой функции.

$$F(N, X, Y) = F(N; X_1, X_m; Y_1, Y_n), \quad (1)$$

где N – параметры состояния системы (чертеж изделия (поковки); размеры заготовок, марки сталей, механические и теплофизические параметры и др.);

$X(X_1, X_m)$ – независимые переменные параметры состояния (относительная длина высадки заготовки (Ψ); температурный параметр (θ); соотношение напряжений противодавления и вдавливания (Z) и др.);

Y – управляемые параметры состояния (температура нагрева металла; размеры заготовок, объем избытка металла; время нагрева металла и штамповки и др.).

Реализуемость технологического процесса обеспечивается с учетом ограничений на параметры X_i и Y_i , которые можно задать в алгоритмическом виде (G):

$$G = (N, X, Y) \in D, \quad (2)$$

где D – допустимая область ограничений параметров.

Для оптимизации процессов получения составных изделий посредством пластического деформирования сборных заготовок используются методы системного анализа, при этом процесс получения составных изделий может быть представлен в виде технологической системы, состоящей из управляющих и управляемых подсистем. В общем виде модель управляющей подсистемы можно представить как совокупность взаимосвязанных параметров.

$$S = \langle X; Y; Z; t_i; D; V_0; V; W_0; W; S_j \rangle, \quad (3)$$

где X, Z – входные и выходные сигналы;
 Y – параметры внутреннего состояния системы;

t_i – моменты времени;

D – операторы активного преобразования;

V_0, V – задающие и управляющие воздействия;

W_0, W – сигналы прямой и обратной связи;

S_j – операторы иерархических упорядоченных связей между перечисленными параметрами [3].

Описанная структура технологической системы и принципы ее функционирования использованы при проектировании оптимизационных модулей и подсистем управления процессами сборки и формообразования составных изделий.

Если множество Z содержит основные параметры процесса получения составного изделия, характеризующие его состояние как систему, то функционирование процесса можно описать выражением [3]:

$$Y(X) \in Z,$$

$$\text{где } Y = \begin{pmatrix} y_{11} & \dots & y_{1m} \\ \dots & \dots & \dots \\ y_{n1} & & y_{nm} \end{pmatrix}, X = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1m} \\ \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & \dots & x_{nm} \end{pmatrix} \quad (4)$$

Здесь $Y(y_i)$ – множество целевых показателей, характеризующих эффективность процесса; $X(x_i)$ – множество управляемых показателей, изменяемых в области $D(x_i \in D)$, которые создают управляющую подсистему; $i = 1, m$ – номера показателей, m – количество показателей.

Воздействие подсистемы $X \in D$ на систему Z должно привести к улучшению целевых показателей $y_i = f(x_i)$ и системы в целом, т. е. к повышению качества составных изделий.

Оптимизационная система управления технологическим процессом неразъемной сборки металлических заготовок и формообразование составного изделия разработана по принципу построения иерархической гибридной модели, позволяющей выстраивать рациональное взаимодействие технологических модулей различного назначения, составляющих оптимизационную систему процесса как единое целое. Оптимизационная система построения технологического процесса получения составных стержневых изделий реализована алгоритмом рационализации выбора целевых модулей конкретного назначения, представленным на рисунке 1.

Алгоритм состоит из девяти автономных модулей:

1) M1 – расчет и обоснование объемов исходных заготовок;

2) M2 – рационализация выбора сортового проката для исходных заготовок: $N_i; \gamma=1, \rho, \nu$;

3) M3 – определение параметров глубокой зачистки контактных поверхностей заготовок;

4) M4 – обоснование параметров противодавления при штамповке составных стержневых изделий (ССИ);

5) M5 – обоснование количества переходов штамповки изделия из сборной заготовки: $C_j = V_n / V_{\text{оф}}$;

6) M6 – обоснование однопереходной штамповки составных стержневых изделий (ССИ) без градиентного нагрева стержневой заготовки;

7) M7 – обеспечение условия продольной устойчивости стержневой заготовки без градиентного нагрева;

8) M8 – оптимизация теплофизических и механических параметров ТП при градиентном нагреве стержневой заготовки;

9) M9 – обеспечение условий продольной устойчивости стержневой заготовки при ее градиентном нагреве.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ СБОРКИ ЗАГОТОВОК ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

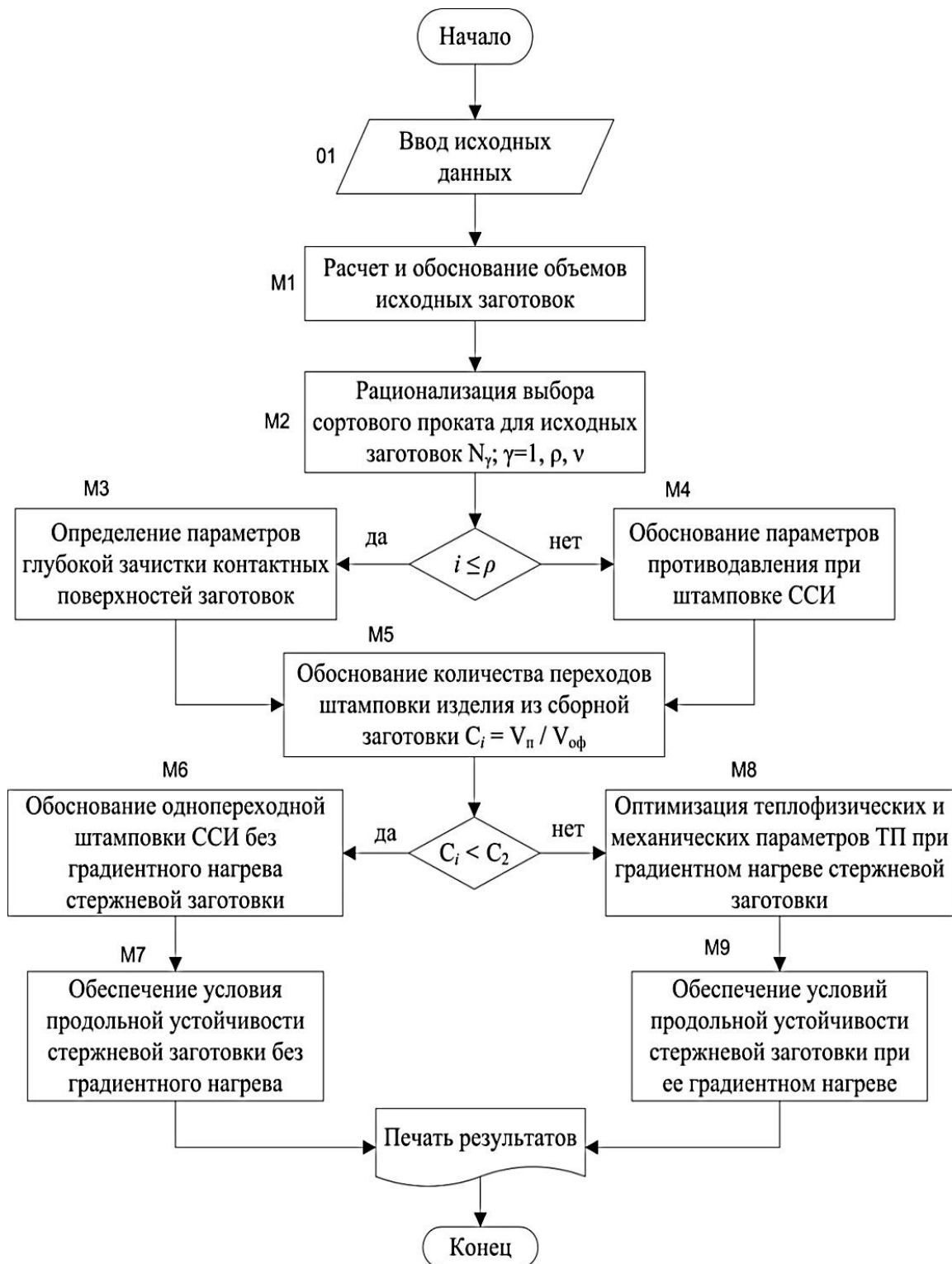


Рисунок 1 – Обобщенный оптимизационный алгоритм системы проектирования технологического процесса получения составного стержневого изделия пластическим деформированием

Выводы:

1. Разработан обобщенный оптимизационный алгоритм системы проектирования технологического процесса, позволяющий рационализировать получение составного стержневого изделия пластическим деформированием.

2. Структурирована оптимизационная система управления технологическим процессом неразъемной сборки металлических заготовок и формообразование составного изделия.

Список литературы

1. Симонова, Л.А. Управление технологическим процессом сборки составных изделий металлических изделий прошивкой / Л.А. Симонова, А.М. Валиев, Д.Л. Панкратов, С.Ф. Сарваров // *Фундаментальные исследования*. – 2014. - №9. – С. 1693-1696.

2. Симонова, Л.А. Автоматизированная система проектирования и технологической подготовки производства составных металлических изделий прошивкой / Л.А. Симонова, А.М. Валиев, Д.Л. Панкратов, Р.Ф. Валиева // *Фундаментальные исследования*. – 2014. - №9. – С. 1697-1702.

3. Смуров, А. М. Практика и перспективы штамповки в закрытых (безоблойных) штампах / А. М. Смуров. – М. : НИИНавтопром. 1967. – 336 с. и Артес, А. Э. Групповое производство деталей холодной объемной штамповкой / А. Э. Артес. – М. : – Машиностроение. 1991. –192 с.

*Герман Светлана Викторовна – аспирант
Поксеваткин Михаил Иванович – к.т.н., профессор
Бакланов Дмитрий Игоревич – аспирант
Басова Елена Михайловна – аспирант*

*ФГБОУ ВО «Алтайский государственный
технический университет им. И.И. Ползунова»
(АлтГТУ), г. Барнаул, Россия*