

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВНЕШНЕГО
ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ШЛИФОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ
ГИДРОМАШИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ
НЕЧЕТКОГО ВЫВОДА**

Аннотация. В данной статье разработана, исследована и программно реализована нечеткая модель процесса внешнего цилиндрического шлифования деталей гидромашин. Математическая модель построена на основе методов нечеткого вывода для определения показателей качества выбора на технологические параметры процесса обработки.

Ключевые слова. Модель, процесс, технологические параметры, методы нечеткого вывода.

Введение.

Математические модели статических и динамических систем, построение, использование и анализ которых базируется на положении теории нечетких множеств и нечеткой логике, представляют собой нечеткие модели.

Нечеткое моделирование не подменяет собой различные методологии моделирование сложных систем, в которых существенные зависимости выяснены настолько хорошо, что они могут быть выражены в числах или символах, характеризующие в итоге численные оценки. Главным здесь является то, что нечеткие модели представляют необходимый инструмент для исследования как отдельных аспектов, как и всей системы в целом на различных этапах ее анализа в случае доминирования качественных элементов над количественными.

В данной статье разработана, исследована и программно реализована нечеткая модель процесса внешнего цилиндрического шлифования деталей гидромашин. Математическая модель построена на основе методов нечеткого вывода для определения показателей качества выбора на технологические параметры процесса обработки.

Постановка задачи.

Задача состоит в том, чтобы разработать эффективную математическую модель, реализованную в виде системы нечеткого вывода.

© Новикова Е.Ю., Меженная К., 2009

Эта модель, в свою очередь, позволит определить показатели качества обработки процесса шлифования, такие как точность размера, шероховатость поверхности и микротвердость поверхностного слоя, на основании анализа влияния технологических параметров процесса обработки: глубины резания, подачи, скорости резания (вращения заготовки), твердости (глубины лунки), зернистости (размер основной фракции зерен), структуры (объемное содержание зерна в металле) и экспертной информации (специалисты кафедры технологии машиностроения, НМетАУ, г. Днепропетровска).

На рисунке 1 показан механизма ввода-вывода процесса внешнего цилиндрического шлифования деталей гидромашин с использованием методов и алгоритмов нечеткого логического вывода.



Рисунок 1 - Механизм ввода- вывода процесса внешнего цилиндрического шлифования деталей гидромашин

Нечеткая модель процесса внешнего цилиндрического шлифования деталей гидромашин. В качестве терм-множеств входных лингвистических переменных ($ЛП_i^{вх}$) используются множества: Т1, Т2, Т3, Т4, Т5, Т6.

ЛП₁^{вх}: Т1 для входной переменной «Глубина резания, t , мм» имеет вид $T1 = \{\min (0.2-0.53); \max (0.2-0.66)\}$.

ЛП₂^{вх}: Т2 для входной переменной «Подача, S , мм/об» имеет вид $T2 = \{\min (0.001-0.0025); \text{middle} (0.0025-0.005); \max (0.005-0.075)\}$.

ЛП₃^{вх}: Т3 для входной переменной «Скорость резания (скорость вращения заготовки), V_3 , м-мин» имеет вид $T3 = \{\min (20-30); \text{middle} (30-40); \max (40-50)\}$.

ЛП₄^{вх}: Т4 для входной переменной «Твердость (глубина лунки), l , мм» имеет вид $T4 = \{CT (0-1); C2(1-2); CM1(2-3)\}$.

ЛП₅^{вх}: Т5 для входной переменной «Зернистость (размер основной фракции зерен), d , мкм» имеет вид $T5 = \{160 (0-1); 200(1-2); 315(2-3)\}$.

ЛП₆^{вх}: Т6 для входной переменной «Структура (объемное содержание зерна в инструменте), v_z , %» имеет вид $T6 = \{46 (0-1); 50(1-2); 54(2-3)\}$.

В качестве терм-множеств выходных ЛП _{i} ^{вых} будем использовать множества P1, P2, P3.

ЛП₁^{вых}: P1 для выходной переменной «Точность размера, Δ , мкм» имеет вид $P1 = \{\min (19-31); \text{middle} (29-51); \max (40-55)\}$.

ЛП₂^{вых}: P2 для выходной переменной «Шероховатость поверхности, R_a , мкм» имеет вид $P2 = \{\min (0.3-0.44); \text{middle} (0.34-0.7); \max (0.62-1)\}$.

ЛП₃^{вых}: P3 для выходной переменной «Микротвердость поверхностного слоя, H , кгс/мм²» имеет вид $P3 = \{\min (560-780); \text{middle} (630-935); \max (924-1000)\}$.

С учетом сделанных уточнений, рассмотренная субъективная информация экспертов – металлургов о показателях качества обработки процесса внешнего цилиндрического шлифования деталей гидромашин может быть представлена в формате 36-и правил нечетких продукций.

В результате работы с экспертами кафедры Технологии машиностроения НМетАУ, г. Днепропетровск были выбраны границы термов и виды функций принадлежности. Для решения задачи фаззифи-

кации предложены треугольные и колокольчикообразные функции принадлежности, т.к. входные технологические величины лежат в доступном диапазоне.

Для выходных переменных использованы треугольные формы, т.к. они наиболее просты и эффективны при нечетком выводе. Характеристики и границы термов выбраны в соответствии с данными, полученными от экспертов о показателях качества обработки процесса шлифования. Для получения выходного сигнала использован метод центра тяжести для дискретного множества значений функций принадлежности.

Для окончательного анализа разработанной нечеткой модели представляется возможность просмотра поверхностей нечеткого вывода, рис. 2.

На рис. 2 приведены виды поверхностей нечеткого вывода: поверхность вида а) с разделением на области, отображает зависимость точности размера от глубины резания и подачи (область 1, является основной и иллюстрирует получение max точности размера $\Delta = 47.7$ мкм; область 2 иллюстрирует обеспечение средней точности размера, а область 3 иллюстрирует получение min точности размера; поверхность вида б) зависимость микротвердости поверхностного слоя от глубины резания и подачи; в) зависимость точности размера от глубины резания и скорости резания (скорости вращения заготовки); в) зависимость точности размера от глубины резания и скорости резания (скорости вращения заготовки); г) зависимость шероховатости поверхности от глубины резания и подачи.

Результаты нечеткого моделирования. При глубине резания $t=0.43$ мм, подаче $S=0.038$ мм/об, скорости резания (скорости вращения заготовки) $V_3=35$ м/мин, твердости (глубине лунки) $l=C2$ мм, зернистости (размере основной фракции зерен), $d=200$ мкм, структуре (объемном содержании зерна в инструменте) $v_z=50$ %, показатели качества будут равны: точность размера $\Delta=47.7$ мкм, шероховатость поверхности $R_a=052$ мкм, микротвердость поверхностного слоя $H=788$ кгс/мм².

Ввиду того, что каждый эксперт, участвующий в формировании баз правил, является специалистом в развитии конкретно взятой ситуации процесса внешнего цилиндрического шлифования деталей

гидромашин, то разработанная система, является концентрацией коллективных знаний [12].

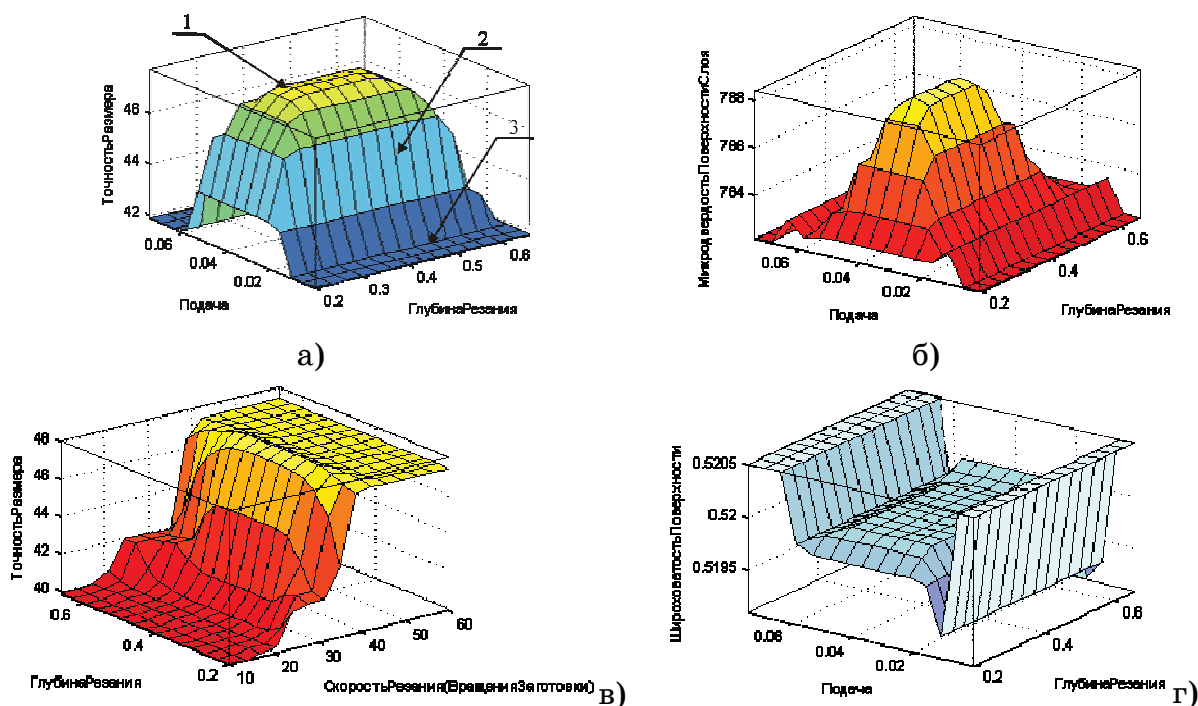


Рисунок 2 – Виды поверхностей нечеткого вывода

ЛИТЕРАТУРА

1. Асаи К., Ватада Д., Иваи С. и др. Прикладные нечеткие системы. / Под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугено. - М.: Мир, 1993. – 386 с.
2. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. - М.: Мир, 1976. - 167 с.
3. Круглов В. В., Дли М. И., Голунов Р. Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. – М.: Физматлит, 2001. – 224 с.
4. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и FuzzyTECH. – БХВ: Санкт - Петербург, 2003. – 716 с.
5. Новикова Е.Ю. Математическое моделирование процессов металлургического производства с использованием методов нечеткого вывода: дис. кандидата тех. наук: 01.05.02 / Новикова Екатерина Юрьевна. – Д., 2008. – 142 с.