

УДК 621.9.048.7

ББК 72

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.А. Горелов, МГТУ «Станкин»

Барзов А.А., Галиновский А.Л. Технологии ультразвуковой обработки и диагностики материалов – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 246 с.

ISBN 978-5-8279-0074-0

Приведены результаты теоретического и экспериментального анализа физико-технологических особенностей, областей применения и технико-экономической эффективности ультразвуковой обработки материалов. Показано, что помимо универсального обрабатывающего инструмента ультразвука жидкости может быть результативным контрольно-диагностическим средством для оперативной оценки эксплуатационно-технологических параметров качества поверхностного слоя деталей и изделий. Отмечена доминирующая роль ударно-волнового фактора ультразвуковой обработки в формировании выходных характеристик данного класса операционных технологий.

Для технологов машиностроительных предприятий и сотрудников НИИ технологического профиля. Книга может быть полезна студентам старших курсов, аспирантам и преподавателям вузов специализирующихся в области технологии механической и физико-технической обработки материалов, контроля и диагностики в машиностроении.

Монография публикуется в авторской редакции за счет средств гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых МК-962.2008.8

УДК 621.9.048.7

ББК 72

© Московский государственный
технический университет имени Н.Э. Баумана, 2009

© А.А. Барзов, А.Л. Галиновский, 2009

© Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009

Оглавление

Предисловие	6
Принятые сокращения	8
Введение.....	9
1. Анализ областей применения и решаемые гидроструйными технологиями задачи машиностроительного производства.....	12
1.1 Ультраструйные технологии в машиностроении.....	12
1.1.1 Основные характеристики и понятия.....	12
1.1.2 Функциональные возможности и области применения.....	16
1.2 Физические особенности ультраструйной обработки	21
1.2.1 Усталостно-волновой механизм гидроэрозии.....	21
1.2.2 Экспериментальное изучение волновой энергии ультраструи	34
1.2.3 Информационно-диагностическое обеспечение.....	39
2. Возможности математического моделирования доминирующих физических процессов ультраструйной обработки материалов.....	41
2.1 Влияние кинематического фактора на производительность	41
2.1.1 Кинематический фактор ультраструйной обработки	41
2.1.2 Обоснование результативности оптимизации	44
2.1.3 Модель влияния кинематического фактора резания	46
2.1.4. Численное решение задачи оптимизации	54
2.1.5 Экспериментальное изучение кинематического фактора.....	60
2.2. Вероятностное моделирование гидроабразивной эрозии	61
2.2.1 Модель интенсивности гидроабразивного изнашивания	61
2.2.2 Обобщенная вероятностная модель изнашивания	66
2.2.3 Моделирование гидроабразивного изнашивания сопла	71
2.2.4 Алгоритм имитационного моделирования.....	77
2.2.5 Расчетный профиль изнашивания сопла	81
2.3 Анализ кинематического фактора при гидроочистке.....	88
2.3.1 Модель влияния кинематического фактора очистки	88
2.3.2 Результаты моделирования процесса очистки.....	92

2.4	Примеры реализации оптимальной гидрообработки.....	99
2.4.1	Изготовление образцов для испытаний	99
2.4.2	Гидрорезание неметаллических материалов.....	106
3	Технико-экономический анализ и оптимизация технологических параметров гидроабразивной обработки.....	109
3.1	Решаемые оптимизационно-технологические задачи.....	109
3.1.1	Цели и задачи стоимостной оптимизации	109
3.1.2	Обоснование значимости проблемы оптимизации.....	112
3.1.3	Общая постановка задач оптимизации	120
3.2	Функционально-стоимостные параметры обработки	124
3.2.1	Гидронасосы высокого давления.....	124
3.2.2	Расходные материалы	127
3.2.3	Затраты на обслуживание оборудования	130
3.2.4	Общая структура затрат на процесс обработки	132
3.3	Методическое обеспечение процедуры оптимизации	136
3.3.1	Физическое обоснование технологического оптимума	136
3.3.2	Связь технологических и экономических показателей.....	141
3.3.3	Структурные схемы оптимизации.....	143
3.3.4	Математическая формализация задач оптимизации	146
3.4	Экономическая модель гидроабразивного резания	151
3.4.1	Построение стоимостной оптимизационной модели	151
3.4.2	Функциональные возможности моделей оптимизации	156
3.4.3	Алгоритм оптимизации технологических параметров	165
3.5	Модель производительности гидроабразивного резания	171
3.5.1	Линеаризация оптимизационной модели	171
3.5.2	Теоретическая оценка коэффициентов влияния	176
3.5.3	Анализ нестационарности условий обработки	180
3.5.4	Программное обеспечение процедуры оптимизации.....	183
4.	Функционально-технологические возможности ультразвуковой диагностики параметров качества материалов и изделий	187

4.1 Физико-технологические предпосылки гидродиагностики.....	187
4.1.1 Технология и области применения.....	187
4.1.2 Обоснование эффективности методом экспертных оценок.....	190
4.1.3 Информационно-диагностические параметры.....	194
4.2 Технологические особенности ультразвуковой диагностики	198
4.2.1 Структура процедуры диагностирования	198
4.2.2 Варианты диагностического применения ультразвуку	206
4.3 Динамическая модель гидроусталостного разрушения	214
4.3.1 Алгоритм определения концентрации дефектов.....	214
4.3.2 Результаты моделирования и их анализ	219
4.4 Реализация возможностей ультразвуковой диагностики.....	222
4.4.1 Контроль технологических параметров деталей.....	222
4.4.2 Оценка эксплуатационных свойств изделий	224
4.5 Перспективы развития ультразвуковой диагностики.....	233
4.5.1 Экспресс-контроль качества защитных покрытий.....	233
4.5.2 Диагностика потенциально опасных объектов	235
Заключение	241
Список литературы	243