

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы Базенова Габита Максutowича на тему «Исследование точности и повышение производительности гидроабразивной обработки» на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 8D07101 – Машиностроение.

Актуальность исследования В настоящее время в промышленности преобладает мелкосерийное производство, а иногда и единичное. С целью уменьшения производственных затрат, а также расширения производственных возможностей ведётся модернизация оборудования, а также внедрение прогрессивных технологий производства деталей. В единичном производстве изготовление штампованных и литейных заготовок не является рентабельным, в виду дороговизны изготовления технологической оснастки. Поэтому все чаще используют заготовки путем вырезки приближенных по контуру деталей из толстолистовых плит. Одним из наиболее современных и перспективным методом раскроя и получения готовых деталей является метод гидроабразивной обработки (гидроабразивная резка).

Гидроабразивная обработка является актуальным и важным методом производства, обеспечивая точность и качество обработки, широкий спектр обработки материалов, минимальное воздействие на материал, отсутствие влияния на окружающую среду, автоматизацию и роботизацию с разработкой новых технологий.

В настоящее время в промышленности преобладает мелкосерийное производство, а иногда и единичное. С целью уменьшения производственных затрат, а также расширения производственных возможностей ведётся модернизация оборудования, а также внедрение прогрессивных технологий производства деталей. В единичном производстве изготовление штампованных и литейных заготовок не является рентабельным, в виду дороговизны изготовления технологической оснастки. Поэтому все чаще используют заготовки путем вырезки приближенных по контуру деталей из толстолистовых плит. Одним из наиболее современных и перспективным методом раскроя и получения готовых деталей является метод гидроабразивной обработки (гидроабразивная резка).

Гидроабразивная обработка является актуальным и важным методом производства, обеспечивая точность и качество обработки, широкий спектр обработки материалов, минимальное воздействие на материал, отсутствие влияния на окружающую среду, автоматизацию и роботизацию с разработкой новых технологий.

Целью работы является повышение производительности процесса гидроабразивной обработки путём оптимизации режимов обработки.

Идея работы заключается в том, что повышение производительности и энергоэффективности гидроабразивных станков достигается за счет обоснования рациональных технологических и геометрических параметров и оптимальных режимов резания.

Основные задачи исследования:

- анализ и обоснование области применения гидроабразивной обработки;
- теоретические исследования процесса гидроабразивной обработки;
- теоретические и экспериментальные исследования формирования шероховатости поверхности реза в зависимости от технологических параметров;
- разработка рекомендации по выбору рациональных режимов обработки в зависимости от условия эксплуатации, обеспечивающих наилучшее качество поверхности и повышение производительности с технико-экономическим обоснованием.

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Повышение качества реза и шероховатости до R_a 1.6 мкм за счёт оптимизации параметров процесса, а именно повышение скорости до 30000 мм/мин, что повышает эффективность работы оборудования и снижает расход материала и энергии на 20–30%.

2. Влияние технологических факторов (подачи; глубины резания, расхода абразивного материала; толщины обрабатываемого материала) на шероховатость обработанной поверхности получены на основе экспериментальных исследований;

3. Рекомендации путём оптимизации режимов гидроабразивной обработки для практического применения, основанные на технико-экономических расчетах, которые способствуют снижению производственных затрат и увеличению рентабельности процессов.

Научная новизна работы:

1. Получены эмпирические зависимости влияния режимов обработки на качество реза и шероховатость обработанной поверхности и установлено, что при увеличении подачи и глубины шероховатость поверхности увеличивается в 1,6 раза, а при увеличении расхода абразивного материала повышается шероховатость поверхности в 1,5 раза;

2. Впервые установлено влияние технологических факторов (подачи; глубины резания, расхода абразивного материала; толщины обрабатываемого материала) на шероховатость обработанной поверхности;

3. Установлены технико-экономические показатели оптимизации режимов обработки, что позволит сократить производственные затраты и повысить рентабельность процесса гидроабразивной обработки.

Реализация результатов исследований

1) Результаты исследований приняты к внедрению в ТОО «REDCUBE» г. Алматы и ООО «Гидроджет» г. Москва для практической реализации при разработке технологических процессов изготовления деталей (Акт внедрения);

2) Основные положения и рекомендации внедрены в учебный процесс МГТУ им. Н.Э. Баумана и Торайгыров университета. Материалы диссертации включены в содержание лекций по дисциплине «Технологии ракетно-космической техники», «Обработка неметаллических материалов», читаемых для студентов гр. СМ-1, МТ-2 и СМ-12, а также в 2022 году на кафедре СМ-12 «Технологии ракетно-космического машиностроения» внедрено учебное пособие для обучающихся технических специальностей (для внутри кафедрального пользования) «Гидроабразивное резание материалов», куда включены отдельные результаты данного диссертационного исследования. (Акт внедрения).

Материалы диссертационного исследования в Торайгыров университете включены в лекционные, практические занятия по дисциплинам: «Инновационные технологии в машиностроении», «Современные аспекты развития машиностроения», «Прогрессивные методы обработки материалов» по образовательной программе докторантуры 8D07101 – Машиностроение. (Акт внедрения).

Практическая ценность работы

В результате проведённой апробации были выбраны режимы работы технологического оборудования, соответствующие обеспечению точности и повышения производительности производимых работ.

В результате апробации было установлено, что предложенные технологические параметры обеспечивают минимальное тепловыделение и точный срез материалов сложной формы; отсутствие термического воздействия на материал и отсутствие его оплавления и пригорания, а также повышение производительности производимых работ.

Сделаны положительные выводы о практической значимости, экономической эффективности и перспективности внедрения оптимизационной методики и целесообразности применения технологии гидроабразивной резки.

Предложенные технологические параметры: скорость струи, зернистость абразива, угол наклона струи, расстояние от сопла до обрабатываемой поверхности значительно повышают скорость до 30000 мм/мин и качество реза материала с шероховатостью кромки до $Ra=1,6$ мкм.

С экономической точки зрения расход материала и энергии понижается на 20 – 30%.

Методология и методы исследований Использованы методология теоретического, математического анализа и методы теории надежности и обработки статистических и экспериментальных данных исследований в лабораторных условиях.

Теоретические исследования проводились с использованием основных положений теории резания, теории механики материалов, динамики потоков и процессов абразивной резки.

При проведении экспериментальных исследований использовались методы планирования эксперимента, математической статистики и теории оптимизации параметров. Обработка результатов эксперимента и необходимые расчёты осуществлялись с помощью компьютерной программы EXCEL, для построения графиков математических зависимостей и аппроксимации экспериментальных данных.

Личный вклад соискателя состоит в анализе и обобщении результатов выполненных исследований, формулировании цели и задач исследований; разработке эмпирических зависимостей влияния режимов обработки на шероховатость получаемых поверхностей; проведении, обработки и анализе результатов; разработке рекомендации.

Обработка результатов исследований Экспериментальные исследования проводились:

1) на базе лаборатории Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана и ООО «Гидроджет» г. Москва. В проводимых экспериментах использовались установки для гидроабразивной резки производства фирмы MultiCam WaterJet Systems, а также фирмы Flow Mach 3 1313b с насосными системами мультипликаторного типа производства фирмы КМТ.

2) Обработка экспериментальных данных проводилась в соответствии с методами планирования эксперимента, математической статистики и теории оптимизации параметров. Обработка результатов эксперимента и необходимые расчёты осуществлялись при помощи компьютерной программы для построения графиков эмпирических зависимостей и аппроксимации экспериментальных данных.

Для получения количественной оценки влияния технологических факторов гидроабразивной резки на исследуемые показатели применялось математическое и компьютерное моделирование на основе двухфакторного эксперимента.

3) На основании обработки и анализа экспериментальных данных получены следующие результаты:

- Определены значения коэффициентов, отражающие влияние каждого технологического параметра на качество обработки;

- Доказано, проверка гипотезы и значимости регрессионной модели, которые позволят более точно управлять процессом гидроабразивной обработки и оптимизировать технологические параметры для достижения наилучших результатов.

Апробация работы. Основные положения и научные результаты обсуждались на международных научно-технических конференциях:

1) Базенов Г.М., Итыбаева Г.Т., Касенов А.Ж., Янюшкин А.С. Гидроабразивная технология резки листового стекла / СТИН. Ежемесячный научно-технический журнал – 2022 - №8 - С. 17-21;

2) Itybayeva G.T, Bazenov G.M., Kasenov A.Zh., Yanushkin A.S., Abishev K.K. Processing of flat glass / ВЕСТНИК ЕНУ имени Л.Н. Гумилева. Серия технические науки и технологии. 2022 - № 1(138) - С. 34-43 (КОКСОН МОН РК), ISSN: 2616-7263;

3) Bazenov G.M. On the issue of the use of waterjet treatment in modern mechanical engineering / НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА. ISSN 2788-8770. № 2, 2021, С. 39-47;

4) Bazenov G.M., Itybayeva G.T., Kussainov R.B., Galinovskiy A.L., Mussina Zh.K. Stress-deformable state Of glass during waterjet cutting / НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА. ISSN 2788-8770. № 3, 2023, С. 93-101;

5) Базенов Г.М., Итыбаева Г.Т., Мусина Ж. К., Деревягин С.И., Галиновский А.Л. Экспериментальные исследования процесса Гидроабразивной резки / НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА. ISSN 2788-8770. № 4, 2023, С. 24-40.

6) 1) Bazenov G.M., Itybayeva G.T, Kasenov A.Zh., Yanushkin A.S. Water-Jet Cutting of Glass Sheet // Russian Engineering Research, 2022, Vol. 42, No. 10, pp. 1045–1048.

7) Базенов Г.М., Итыбаева Г.Т. Анализ эффективности гидроабразивной обработки материалов // МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «I юбилейные чтения Бойко Ф. К.», посвященной 100-летию Бойко Ф. К том 2, 2020, стр 319-324;

8) Базенов Г.М., Итыбаева Г.Т., Баидильдин Н. Материалдарды гидроабразивті кесумен өндеу технологиясы / МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «XXIV САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ», ПОСВЯЩЕННОЙ 125-ЛЕТИЮ АКАДЕМИКА КАНЫША САТПАЕВА, том 13, секция 14, 2024, стр 86-93.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 8 научных трудов, из них 5 в изданиях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки Министерства Республики Казахстан, 1 статья в изданиях, входящих в международную базу Scopus и 2 в материалах международных конференций и Торайгыров университета.

По материалам диссертации опубликовано 1 статья в изданиях, рецензируемых международными реферативными базами данных Scopus и Web of Science, 5 статьи в журналах, включенных в перечень изданий, рекомендованным Комитетом по контролю МН РК, 2 доклада на международных конференциях.