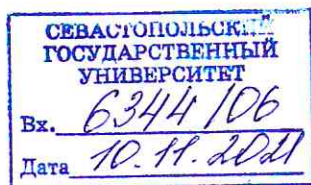


В диссертационный совет Д 900.007.01

ФГАОУ ВО «СевГУ»

299053, Россия, г. Севастополь, ул. Университетская, 33



ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Умерова Эрвина Джеватовича «Повышение производительности процесса сверления отверстий в деталях из стали 12Х18Н10Т спиральными сверлами из быстрорежущих сталей», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

Актуальность темы диссертации

Развитие отечественного машиностроения в настоящее время является одной из важнейших задач. Особенно отчётливо это становится злободневно в условиях текущей внешнеполитической ситуации. В этом контексте поиск технологических решений, обеспечивающих совмещение высокого качества и высокой производительности, является особенно актуальным. Внедрение данных решений является определяющим для обеспечения конкурентоспособности выпускаемой продукции.

На сегодняшний день для заводов, занимающихся производством изделий машиностроения, актуальной задачей является совершенствование технологических процессов, позволяющих повысить производительность и сократить долю ручного труда.

Одной из наиболее часто встречающихся, и в то же время наиболее трудоёмкой операцией при механической обработке является операция сверления. Требования к точности отверстий относительно невелики и не превышают, как правило, 10-12 квалитета, параметры шероховатости обработанных поверхностей отверстий должны соответствовать $Rz \leq 20$ мкм. При таких требованиях к точности и шероховатости поверхности в большинстве случаев удовлетворительные результаты даёт сверление твердосплавными свёрлами или свёрлами из быстрорежущих сталей. Но стоит отметить, что трудоёмкость сверлильных операций на некоторых изделиях достигает 70-80% от

С отзывом ознакомлен 15.11.2021

общей трудоёмкости процесса механической обработки. Естественно, что в этих условиях неправильный выбор режущего инструмента и режимов резания приводит к значительным издержкам на производстве.

С учётом сказанного выше, повышение производительности обработки деталей машиностроения, является актуальной задачей, а их технические решения ценными для отечественной промышленности.

Результаты, полученные автором и выносимые на защиту:

1. Структурная модель формирования оптимальной системы процесса сверления с учетом установления взаимосвязей между входными и выходными параметрами, и алгоритм повышения производительности процесса сверления.

2. Динамическая математическая модель сверления отверстий спиральными сверлами, учитывающая: смещения сжато-закрученного сверла и их производные в двух плоскостях при изгибе, составляющие силы резания, температуру в зоне контакта, износ инструмента, его стойкость, влияние присадки к СОТС на производительность операции и показатели качества при сверлении отверстий в деталях из стали 12Х18Н10Т.

3. Результаты оптимизации технологической операции, позволяющие, повысить производительность сверления и увеличить стойкость инструмента в 1,4-2,9 раза в сравнении с традиционными технологиями.

Научная новизна

Научная новизна диссертационной работы Умерова Э.Д. определяется совокупностью полученных научных результатов, обеспечивающих решение технологической проблемы повышения производительности операции сверления отверстий в деталях из стали 12Х18Н10Т.

К научным результатам можно отнести:

1. Установление связей между входными и выходными параметрами процесса сверления отверстий в деталях из стали 12Х18Н10Т, с учетом изменения состояния технологической системы с течением времени вследствие износа инструмента. Значимость для науки представляет прогнозирование поведения технологической системы, при изменении режимов резания и др. условий обработки.

2. Построение методологии определения предельных граничных циклов, реализующих максимально возможную производительность сверления отверстий в деталях спиральными сверлами из быстрорежущих сталей.

Практическая значимость

Практически значимые результаты работы автором изложены в четвертой главе и приложениях, где приведен алгоритм расчета циклов программного управления для процесса сверления.

Предложен новый состав масляной СОТС с улучшенными триботехническими свойствами (патент UA №82068 U), снижающий энергозатраты и шероховатость обработанных поверхностей и повышающий стойкость сверла.

Предложена конструкция устройства для определения коэффициента трения смазочных материалов (патент на полезную модель RU №192398 U1).

Предложена конструкция устройства для подачи смазывающих технологических сред (патент на полезную модель RU №202898 U1) в зону резания, одновременно позволяющая барботировать подаваемую СОТС.

Достоверность полученных результатов

Научные положения, выводы и рекомендации диссертационной работы Умерова Э.Д. являются достоверными, что обеспечивается использованием фундаментальных положений сопротивления материалов, теории резания, математической статистики, технологии машиностроения. Для проведения экспериментов использована современная измерительная аппаратура, исследования проведены в лабораторных условиях.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Автором работы выделены шесть основных выводов и научных результатов. Все выводы обоснованы результатами исследований, представленными в соответствующих главах диссертации.

Первый вывод представляет результаты разработанной динамической математической модели сверления отверстий спиральными сверлами, учитывающая поперечные смещения сжато-закрученного сверла и их производные в двух плоскостях при продольно-поперечном изгибе. Показано, что деформация сверла оказывает значительное влияние на точность обработки отверстий, поэтому разработанная модель, учитывает изменение состояния технологической системы с течением времени, что в свою очередь позволяет спрогнозировать формирование показателей качества деталей машин (точности и шероховатости).

Второй вывод устанавливает полученные аналитические зависимости расчёта составляющих сил резания, с учётом упругих деформаций и износа

режущих кромок сверла. Кроме этого, установлена теплофизическая модель для расчёта температур в зоне контакта, с учётом влияния СОТС.

Третий вывод свидетельствует о проверке адекватности математических моделей. Отклонения экспериментальных значений от расчетных составили не более 10%, что говорит о высокой степени сходимости результатов.

Четвертый вывод устанавливает повышение эффективности механической обработки, в частности сверления, за счет разработанных способов управления процессом сверления (с установлением связи между величиной износа инструмента и режимами обработки).

Пятый вывод указывает, что получена аналитическая зависимость определения периода стойкости режущего инструмента с учетом предложенных циклов обработки, величины подачи и скорость резания до достижения сверлом предельной величины износа.

Шестой вывод информирует о том, что производственные испытания показали, что при обработке изделий по предложенной методике на операциях сверления по сравнению с традиционными методами наблюдается более высокое качество обработанных поверхностей. При сверлении отверстий дисперсия по округлости сечения уменьшается в 1,75 раза, а по погрешности диаметра поверхности в 1,47 раза. При этом повышается производительность операции сверления в среднем на 20%.

Анализ и оценка содержания диссертации. Автореферат.

Структурно работа состоит из введения, четырех глав с выводами по каждой главе, общих выводов, списка литературы и Приложений (А-Б-В). Общий объём диссертационной работы 189 страниц, список литературы из 126 источников, работа включает 63 рисунка, 12 таблиц (не считая рисунков в Приложениях).

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследования, представлены основные результаты, выносимые на защиту, отмечены их научная новизна и практическая ценность диссертационной работы. Приведен личный вклад соискателя.

В первой главе проанализированы, существующие в настоящее время, технологические методы получения точных отверстий в деталях машиностроения. Рассмотрены факторы, влияющие на качество обработанной поверхности. Рассмотрены методы назначения параметров режима обработки. Приведен обширный аналитический обзор математических моделей процесса сверления. В конце первой главы сформулированы цель и задачи исследования.

Вторая глава посвящена математическому моделированию процесса взаимодействия формообразующих элементов спиральных сверл с материалом заготовки, с учётом податливости технологической системы инструмент-заготовка-элементы станка (ИЗЭС), т.е. с учётом упругих деформаций инструмента. Во второй главе также приводится математическая модель для рас-

чёта силовой составляющей процесса сверления. И в отдельном параграфе представлена теплофизическая модель при резании с учётом СОТС.

В третьей главе приведена разработанная методика экспериментальных исследований и результаты экспериментов с интерпретацией.

В ходе экспериментальных работ получены коэффициенты трения при работе пар трения по принципу «конус по конусу» с разной подаваемой СОТС (подсолнечное масло, масло И-20А, а также в комбинации подсолнечного масла с добавкой НГМП, масла И-20А с НГМП) и без СОТС. Полученные результаты коэффициентов трения согласуются с результатами стойкостных испытаний экспериментальной СОТС. Сравнение экспериментально полученных и расчетных значений предельного износа инструмента показало хорошее их совпадение. Экспериментально подтверждена эффективность добавки наноглинистой минеральной присадки НГМП.

Отдельными сериями экспериментов исследованы значения температур в зоне резания. При подаче масляной СОТС с НГМП наблюдалось снижение температуры, и снижение значений параметра шероховатости Ra обработанных поверхностей при сверлении стали 12Х18Н10Т.

Относительная погрешность расчетных и экспериментальных данных не превышала 15%, что указывает на достаточную степень адекватности разработанных моделей реальному процессу.

Четвертая глава посвящена обобщению полученных данных и оптимизации процесса сверления заготовок из стали 12Х18Н10Т.

В целях разработки единой математической модели сверления, было составлено 21 техническое ограничение режимов сверления и выбрана функция оптимизации.

На основе модели сверления построены граничные циклы управления операций сверления, при которых обеспечивается минимально возможное машинное время или минимальная себестоимость обработки деталей при заданном качестве поверхности изделия.

Выполненные в производственных условиях экспериментальные исследования подтверждают достаточно высокую эффективность управления циклом и возможность применения разработанной методики в автоматизированном производстве.

В завершении автором сформулированы основные выводы по работе.

Аннотация в краткой форме отражает основное содержание диссертации.

Публикации и апробация работы. Основные результаты и положения диссертационной работы опубликованы в 17 научных печатных работах, из них 6 публикаций в журналах, из перечня ВАК; 4 – в международных изданиях, входящих в реферативные базы данных Scopus и Web of Science, остальные в материалах конференций различного уровня и патентах (в т.ч. получено три патента на полезную модель).

Результаты работы докладывались и обсуждались на: XVI-XXI науч.-теорет. конф. ГБОУВО РК КИПУ (г. Симферополь, в 2010 – 2019 гг.), Междунар. науч.-техн. конф. «Прогрессивные направления развития машиноприборостроительных отраслей и транспорта» (г. Севастополь, 2012, 2014 гг.); Междунар. науч.-техн. конф. «Инновационные материалы и технологии: Достижения. Проблемы. Решения» КНАГТУ, (г. Комсомольский-на-Амуре, 2013 г.; 7 конф. «Сверхтвердые, композиционные материалы и покрытия: получение, свойства, применение» (пгт. Морское, 2013 г.); Междунар. науч.-методич. конф. «Проблемы подготовки кадров автомобильной отрасли и пути их решения» (г. Харьков, 2013 г.); XXI Междунар. науч.-техн. семинаре «Высокие технологии: тенденции развития» (г. Харьков, НТУ «ХПИ» 2013 г.); Междунар. науч.-техн. конф. «Современные направления и перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении» (СевГУ, г. Севастополь, в 2015-2020 гг.).

Замечания и пожелания

1. В самом названии темы диссертации нет новизны, т.е. не отражено, за счёт чего основано повышение производительности сверления.

2. Не понятна необходимость вынесения марки стали 12X18H10T в название диссертации, может лучше было в тему вынести класс коррозионно-стойких сталей?

3. В работе практически не уделено значение механике процесса стружкообразования. Между тем, природа процесса резания, для управления этим процессом, требует учёта всех явлений в зоне стружкообразования и микроявлений на площадках контакта стружки и инструмента.

4. В обзорной главе нет постановки вопроса геометрии сверл. Например, в первой главе не проанализирована фундаментальная монография А.А. Виноградова «Физические основы процесса сверления труднообрабатываемых металлов твердосплавными свёрлами» (Киев, 1985). В монографии А.А. Виноградова весьма глубоко проработаны и раскрыты вопросы статических, кинематических и рабочих углов режущих кромок сверл, а также разработаны аналитические зависимости взаимосвязей основных параметров процесса стружкообразования и стойкости инструмента от скорости резания, и другие зависимости и модели сверления, справедливые в основе своей, как для твердосплавных сверл, так для свёрл из быстрорежущих сталей.

5. В работе слабо отражены последние достижения техники, в частности, быстрорежущие стали в настоящее время без покрытия практически не применяются. В работе нет ничего про покрытия.

6. В работе у объекта исследования выбрана коррозионностойкая сталь 12X18H10T, в первой главе приводится хим. состав 12X18H10T без указания ГОСТа. Приведенный хим. состав стали 12X18H10T в табл. 1.1. не содержит в (%) титан (?). Между тем, в обозначении «Т» – титан (что означает его содержание 1,0%–1,5%, которое влияет на обрабатываемость).

7. Из диссертации не совсем понятен выбор режущего инструмента из быстрорежущих сталей, слабое обоснование этого выбора, почему не твердосплавный инструмент (стр. 18)? Ведь появление твердых сплавов предвещало повышение производительности, и экономию в долгосрочной перспективе, так как превышение содержания вольфрама в среднем в 5 раз в твердых сплавах, по сравнению с быстрорежущими сталями, зато даёт десятикратное повышение стойкости.

8. Спорным является пункт о том, что самыми прогрессивными технологиями для моделирования процессов резания являются высокоуровневые языки программирования, такие как Delphi, C++, Fortran, Java, описание которых является трудоемким процессом (стр. 27 Диссертации). Ведь для моделирования резания более приемлем, и представляет научный интерес применение метода конечных элементов (МКЭ), позволяющий решать широкий круг инженерных задач, в том числе контактные задачи при сверлении, на базе употребления таких инженерных пакетов, как: Abaqus, LS-Dyna, Deform, AdvantEdge – Third Wave Systems, Comsol Multiphysics и др.

9. Что понимает автор диссертации под стабилизацией? Исходя из текста (стр. 147) «Выполненные расчеты позволили определить программное управление, относительно которого необходимо осуществлять стабилизацию параметров технологического процесса» это не понятно.

10. При описании экспериментов отсутствует представление данных о толщине заготовок из стали марки 12X18H10T, что не дает возможности примерить соотношение l/d (т.е. оценить глубину отверстия с диаметром).

11. В работе были экспериментально исследованы силовые факторы, более уместным было бы представление результатов замеров осевой силы (P_0), крутящего момента ($M_{кр}$) в абсолютных величинах (Н), а не тангенциальной и радиальной составляющей силы резания при сверлении: так как замеры, полученные с указанного динамометра М-30-3-6к представляют огромный научно-практический интерес для конкретных диаметров.

12. Из автореферата (стр. 15) следует, что за критерий износа сверла принята величина $h_3 = 0,35$ мм, а также в диссертации (стр. 84) эта же цифра принята за критерий износа по задней поверхности (согласно ГОСТ 2034-80). Однако, на стр. 144 диссертации видим: «Обработку завершают, когда предельный износ достигает значения ($h_{пр7} = 2,4$ мм), провоцирующий высокие

скорости износа инструмента V_n и процесс сверления становится не рациональным». Не является ли тут явным перебором значение износа 2,4 мм? (с превышением почти на порядок принятого критерия).

13. Автор в своей диссертации пункт 1.5 назвал «Математическое моделирование процесса сверления», в то время как в обзоре перечислены лишь разноплановые аналитические зависимости процесса сверления.

14. Для исследования коэффициентов трения при работе пар трения по принципу «конус по конусу», с разной подаваемой СОТС, применяли установку из чертежа (на рис. 3.6). Не понятно, из какого материала состоит контртело установки?

15. При написании текста диссертации имеются неточности в формулировках, например: на стр. 18 диссертации «...необходимость применения сверл из твердого сплава отпадает»; на стр. 10 автореферата «...При сверлении на поверхности зубьев...» (у сверла уместнее - режущая кромка).

16. В тексте автореферата имеются опечатки, например: на стр. 7 «...в рразработанном...», на стр. 13 «Для опрееделения».

Заключение

Диссертационная работа Умерова Эрвина Джеватовича является самостоятельной научной квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная задача повышения производительности процесса сверления на базе построения предельных граничных циклов, работа содержит новые научно-обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Предложенные автором решения аргументированы, работа содержит новые научные результаты и положения, свидетельствующие о личном вкладе соискателя в науку. Содержание опубликованных работ и автореферат раскрывают основные положения и выводы диссертационного исследования.

Работа соответствует формуле специальности 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки». С учетом приведённых выше замечаний представленная работа по значимости полученных результатов, их новизне и практической ценности соответствует критериям п. 9 раздела II Положения о присуждении ученых степеней, утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 01.10.2018, "О порядке присуждения ученых степеней"), предъявляемым к диссертациям по техническим наукам, а её автор Умеров Эрвин Джеватович

заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки».

Официальный оппонент:

Доцент кафедры «Инновационные технологии машиностроения»
Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ), кандидат технических наук (05.02.08 – «Технология машиностроения»), доцент

Дударев Александр Сергеевич

Почтовый адрес: 614990, РФ,
г. Пермь, Комсомольский проспект, 29,
ПНИПУ, ИТМ
Тел.: +7(342) 239-15-08
E-mail: dudarev@pstu.ru; fanta88@mail.ru

Подпись кандидата технических наук,
доцента Дударева А.С. заверяю
учёный секретарь Учёного совета ПНИПУ,
кандидат исторических наук, доцент



Макаревич Владимир Иванович