

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента
Кирилла Павловича ПОМПЕЕВА на диссертационную работу
Дмитрия Александровича ОСМИНКО на тему «Совершенствование
технологии изготовления внутренних цилиндрических поверхностей сварных
деталей из разнородных сталей», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности
05.02.08 – Технология машиностроения

На отзыв представлена рукопись диссертационной работы и ее автореферата. Представленная диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Содержание диссертационной работы изложено на 182 страницах машинописного текста, в том числе на 16 таблицах, 69 рисунках и библиографического списка из 122 наименований. Автореферат диссертационной работы изложен на 20 страницах машинописного текста, в том числе на 10 рисунках.

1. Актуальность темы диссертационной работы

За последнее время в машиностроительную отрасль активно внедряются новые прогрессивные конструкторские разработки, которые реализуются на практике и позволяют повысить эксплуатационные свойства изготавливаемого изделия, а также продлить его срок службы. В связи с этим инновационные технические решения в области машиностроения приводят к разработке новых конструкций, созданию и использованию новых материалов, а также использованию разнообразных сочетаний уже имеющихся материалов. Примером этого, как было изложено автором в диссертационной работе, могут служить сложные многокомпонентные сварные конструкции. Одним из главных преимуществ таких сложных конструкций является обеспечение особых физико-механических свойств,

позволяющих в совокупности решать конструкторские, технологические и эксплуатационные задачи.

Согласно этому критерию, изделие «2-ходовой электромагнитный запорный клапан», приведенное автором в диссертации, можно отнести к данной категории. Основной функцией изделия служит регулировка и управление потоками агрессивных жидких сред в трубопроводных системах нефтегазового сектора. Многокомпонентная конструкция изделия изготовлена из двух разнородных сталей, которые соединены между собой посредством электродуговой сварки. Сваренные стали отличаются по своим физико-механическим свойствам. В конструкции сварного изделия использованы Сталь 45 (ГОСТ 1050-2013) и нержавеющая аустенитная сталь 12Х18Н10Т (ГОСТ 5949-2018)

Опыт изготовления подобных изделий на машиностроительных предприятиях показал, что требуемые параметры качества внутренней поверхности не достигаются из-за определенных трудностей, сопровождающих процесс растачивания. Как показывает практика, снижение качества технологических параметров является следствием вибраций, которые генерируются в замкнутой технологической системе станка с ЧПУ при продольном растачивании с вылетом инструментальной оправки около 0,5 м.

В связи с указанными выше проблемами, тему диссертационной работы Д.А. Осминко «Совершенствование технологии изготовления внутренних цилиндрических поверхностей сварных деталей из разнородных сталей» следует считать актуальной, представляющей теоретический и практический интерес.

2. Научная новизна

Соискателем предложена методика выбора рациональных режимов механической обработки глухих и сквозных отверстий в деталях, сваренных из разнородных сталей, с учетом определенного фиксированного

напряженно-деформированного состояния инновационной оправки для обеспечения наилучшей шероховатости растачиваемых отверстий, проверенная на примере обработки центрального отверстия детали «Труба».

Разработанная и предложенная автором двухконтурная математическая модель технологической системы учитывает не только взаимосвязь между движущимися подсистемами «инструмент» и «заготовка» через процесс стружкообразования, но и механизм напряженно-деформированного состояния антивибрационной расточной оправки. Предлагаемая модель позволяет на ранних стадиях разработки технологического процесса спрогнозировать устойчивость процесса растачивания отверстий в разнородных конструкциях и в последующем оценить их качественные показатели.

3. Теоретическая и практическая значимость работы

Значение результатов исследований, полученных соискателем, подтверждается следующим:

- разработан способ технологического обеспечения параметров шероховатости и точности внутренних поверхностей при механической обработке отверстий в деталях, в которых ее части из разнородных сталей соединены сваркой, за счет применения инновационного инструмента, обладающего диссипативными свойствами;

- разработана и технически реализована конструкция расточной оправки, которая находится в определенном фиксированном напряженно-деформированном состоянии, для уменьшения амплитуды колебаний, возникающих в процессе растачивания отверстий в деталях из разнородных сталей и обеспечения качественных показателей этих поверхностей;

- построена двухконтурная математическая модель на основе дифференциальных уравнений Лагранжа 2-го рода, которая описывает процесс движения в нормальном и касательном контуре расточной оправки с

учетом ее жесткости, приведенной массы и диссипативных сил, возникающих в процессе растачивания отверстий;

– предложен механизм учета напряженно-деформированного состояния антивибрационной расточной оправки в системе линейных дифференциальных уравнений, который осуществляется за счет изменения динамических параметров: демпфирования; жесткости; приведенной массы;

– предложен цифровой двойник в графической среде программирования LabVIEW 2019 для моделирования автоколебательного процесса при растачивании разнородных материалов;

– разработан и на практике с помощью макропрограммирования в системе CNC типа Fanuc 21i-TD реализован алгоритм осуществления технологической операции на станке с ЧПУ, включающей два технологических перехода: полусточной и чистовой при общем исходном припуске на обработку $z_{\text{общ}} = 0,7$ мм, который позволяет обеспечить диаметральные размеры отверстий каждого участка сварной детали в пределах требуемой точности по IT8-9;

– результаты исследования усовершенствованной технологии растачивания точных отверстий в детали «Труба» апробированы на перспективных предприятиях ООО «НПП Орион» и ООО «НПО «Надежный», что подтверждено соответствующими актами внедрения.

4. Обоснованность и достоверность выносимых на защиту положений, выводов и рекомендаций сформулированных в диссертации

Основная идея представленной работы заключается в технологическом обеспечении шероховатости и высокой точности отверстий деталей, сваренных из разнородных сталей, на основе использования расточной оправки, которая с целью снижения интенсивности колебательных процессов находится в предварительно-напряженном состоянии.

Как было отмечено в диссертации, применяемый на практике инструмент Silent Tools компании Sandvik для растачивания сварной конструкции, выполненной из разнородных сталей, обладает хорошей демпфирующей способностью. Однако он слабо адаптируется к переходным процессам, возникающим при обработке высокоточных отверстий с вылетом расточной оправки около 0,5 м.

Для решения данной проблемы автором была разработана антивибрационная расточная оправка, которая по отношению к рассматриваемому инструменту обладает улучшенными динамическими параметрами. Добиться необходимого напряженно-деформированного состояния позволило применение автором конструктивного демпфирования, реализованного за счет подвижного разжимного конуса в полости расточной оправки. Такое предварительное натяжение разжимного конуса, посредством затягивания, позволяет изменять динамические параметры оправки: скорость демпфирования, жесткость и приведенную массу. Демпфирующие свойства антивибрационной расточной оправки и инструмента аналога определялись методом, основанным на нахождении логарифмического декремента через собственные затухающие колебания.

Соискатель, доказывая первое защищаемое положение, на основе приведенных в диссертационной работе результатов исследований обосновал, что предложенный расточной инструмент лучше справляется с демпфированием вибраций в направлении оси x при моменте затяжки в диапазоне 60 и 90 Н·м, чем антивибрационная расточная оправка Silent Tools.

Последующее компьютерное моделирование процесса растачивания с использованием виртуального осциллографа по расчету автоколебательного процесса при растачивании разнородных материалов, показал снижение амплитуды возмущений примерно на 69 % при моменте затяжки разжимного конуса $M_{кр} = 90 \text{ Н} \cdot \text{м}$, по сравнению с амплитудами колебаний, возникающих при работе зарубежной оправки.

Второе положение, вынесенное на защиту, доказывается на основе разработанного и программно реализованного алгоритма выполнения на станке с ЧПУ технологической операции растачивания высокоточного отверстия детали, сваренной из разнородных сталей, включающей полустачивкой и чистовой переход. Для этого автор предложил управляющую программу, осуществляющую управление основными органами станка с ЧПУ с учетом значений переменных, снятых оператором станка с характерных точек (предварительный диаметр) и записываемых в область ввода данных стойки Fanuc 21i-TD. Она позволяет с одной стороны на этапах безусловного останова легко контролировать оставшийся на обработку отверстия припуск, а с другой – исключить человеческий фактор при обработке отверстий сварной детали «Труба» резцом, установленным на предложенной расточной оправке, предварительно получившей необходимое напряженно-деформированное состояние, на выявленных рациональных режимах обработки, тем самым обеспечить точность отверстий по 8-9 качеству со средним арифметическим отклонением профиля до 1 мкм.

Диссертантом предложено оригинальное решение, защищенное патентом на изобретение, РФ №191536 «Оправка для растачивания ступенчатых глубоких отверстий в труднообрабатываемых деталях, сваренных из разнородных материалов».

Положения, выносимые на защиту, полностью соответствуют названию диссертации, целям исследования и являются достаточно обоснованными, так как опираются на результаты теоретических и эмпирических исследований выполненных автором. Результаты, полученные соискателем, являются новыми и могут быть использованы на современных машиностроительных предприятиях страны.

5. Оценка содержания диссертации и автореферата

Выполненная Д.А. Осминко диссертационная работа имеет логичную структуру, в ней последовательно изложены разделы, посвященные раскрытию поставленных целей исследования. Материалы автореферата и диссертации изложено лаконично, в целом с корректным использованием научно-технической терминологии. Содержание автореферата полностью

соответствует идее и выводам, полученным в диссертации. В диссертации присутствует достаточное количество иллюстраций, таблиц, графиков, что позволяет понять в нужной мере изложенный материал.

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 6 печатных работах, из них 2 статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ. Получен 1 патент.

6. Замечания по диссертационной работе

1. На странице 11 диссертации соискателя указано, что «Предложенная технология снизит высокочастотный колебательный процесс, который возникает при растачивании глубоких отверстий, тем самым обеспечив требуемые параметры качества и точности внутренней поверхности сварной детали». Данное утверждение неверно, т.к. технологический процесс растачивания проходит в области низких частот.

2. На рисунке 2.12 представлена подкладка (поз. 3) для токарного инструмента. Чем обоснован данный элемент в конструкции antivибрационной расточной оправки?

3. Из рисунка 2.15 неясно, как определяли демпфирующие свойства стандартной и antivибрационной расточной оправки.

4. На с. 87 представлены требования: «обеспечить следующую точность позиционирования инструмента: прогиб инструмента не более 0,05 мм; угол поворота инструмента относительно плоскости резания не более 3° ; положение относительно оси центров не более 0,03 мм». Чем обоснованы такие жесткие требования к позиционированию инструмента?

5. Из текста диссертации неясно, каким образом получены показатели степеней обрабатываемого металла для определения отклонения профиля по параметру Ra.

6. Чем обоснована выбранная схема установки датчиков вибродиагностического прибора «Prüftechnik MT GmbH»?

7. Каким методом был определен износ режущей кромки лезвийного инструмента?

8. Неясно, почему для определения рациональной скорости резания автор взял подачу, равную 0,12 мм/об, а не 0,17 мм/об, которая соответствует точке пересечения двух графических зависимостей, представленных на рисунке 4.12, используемых для определения рациональной подачи на оборот

9. Из работы неясно, каким образом были получены круглограммы, если для контроля точности изготовления отверстия использовался индикатор часового типа с магнитной стойкой, установленный на торцовой поверхности блока револьверной головки, и как фиксировалась точность поворота на углы 1°, 31°, 61°, 91° и т.д до 331°.

10. Некорректно сравнивать производительность операций по обработке глубокого отверстия с использованием базовой и предлагаемой расточных оправок, работающих на разных режимах резания.

Высказанные замечания не снижают научной и практической значимости работы, так как не влияют на обоснованность проведенных исследований и не снижают актуальность работы

7. Заключение

Осминко Дмитрий Александрович выполнил работу на актуальную тему «Совершенствование технологии изготовления внутренних цилиндрических поверхностей сварных деталей из разнородных сталей», подтвердил свой широкий кругозор, хорошее знание проблемы, умение самостоятельно планировать и вести теоретические и экспериментальные исследования. Диссертационная работа представляет собой решение важной научной задачи оценки технологического решения при разработке перспективных мероприятий по растачиванию внутренних цилиндрических поверхностей сварных деталей из разнородных сталей, на основе анализа проблем стабильности в существующих технологических процессах обработки отверстий, не обеспечивающих высокую точность и качество глухих и сквозных отверстий.

Работа выполнена автором самостоятельно на высоком научном уровне. Тема диссертации соответствует пунктам 4 и 7 области исследования паспорта специальности 05.02.08 – Технология машиностроения.

Полученные результаты полностью достоверны и обоснованны. Приведенные в отзыве замечания не снижают научной и практической ценности диссертации, а имеют, главным образом, значения пожеланий по дальнейшему развитию данного исследования.

Диссертационная работа **Осминко** **Дмитрия Александровича** соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 26.06.2019 № 839адм, а ее автор – Осминко Дмитрий Александрович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения.

Официальный оппонент, к.т.н.,
доцент, федеральное
государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский
университет ИТМО», факультет
«Систем управления и
робототехники», доцент



Помпеев
Кирилл Павлович

27.11.2020г.

Даю согласие на внесение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.
Помпеев Кирилл Павлович

Адрес: 197101, г. Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49, литер А
Телефон: тел.: +7(921)337-04-94
e-mail: kir-pom@mail.ru

Подпись официального оппонента, к.т.н., доцента, доцента факультета
«Систем управления и робототехники» Университета ИТМО
Помпеева Кирилла Павловича заверяю



Помпеева К.П.

Е. Корсакина
Е. Пин