

УТВЕРЖДАЮ



Директор ИФПМ СО РАН, чл.-к. РАН

/ Псахье С.Г. /

2018 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института физики прочности и материаловедения
Сибирского отделения Российской академии наук

Диссертация «**Управление остаточными напряжениями при дорновании отверстий в толстостенных цилиндрах**», представляемая на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.07 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки», выполнена в лаборатории компьютерного конструирования материалов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук (ИФПМ СО РАН).

В 2014 г. **Бознак Алексей Олегович** (дата рождения 23 августа 1990 г.) с отличием окончил магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ФГАОУ ВО НИ ТПУ) по направлению «Машиностроение».

В период подготовки диссертации Бознак А.О. обучается в очной аспирантуре ФГАОУ ВО НИ ТПУ (сроки обучения: 01.09.2014 г. – 31.08.2018 г.) по специальности 05.02.07 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» и работает в лаборатории компьютерного конструирования материалов ИФПМ СО РАН с сентября 2017 г., в настоящее время – в должности инженера.

Научный консультант: Дмитриев Андрей Иванович – доктор физико-математических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории компьютерного конструирования материалов ИФПМ СО РАН (основное место работы), профессор кафедры физики металлов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (совместитель).

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Актуальность темы диссертации

Дорнование отверстий малого диаметра твердосплавными дорнами является простым и производительным методом отделочно-упрочняющей обработки, способным обеспечить высокую точность и качество поверхностного слоя этих отверстий. Необходимо отметить, что большинство отверстий с указанными параметрами принадлежат к деталям типа толстостенных цилиндров, которые имеют толщину стенки больше или равную диаметру отверстия. Детали указанного типа составляют многочисленную группу, при этом к точности их отверстий зачастую предъявляются высокие требования. Дорнование отверстий в деталях данного типа сопровождается формированием в них высоких остаточных напряжений, которые могут негативно сказываться на точности отверстий при последующей термической или механической обработке этих деталей либо при их эксплуатации, что ограничивает область применения такой обработки.

В связи с изложенным поиск путей управления остаточными напряжениями при дорновании отверстий в деталях типа толстостенных цилиндров является актуальным.

Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация Бознака А.О. является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, а именно, способы управления остаточными напряжениями при дорновании отверстий в толстостенных цилиндрах, имеющие существенное значение для машиностроения и приборостроения.

Научная новизна диссертационной работы

1. Установлены закономерности формирования остаточных напряжений при дорновании отверстий в деталях типа толстостенных цилиндров для различных режимов обработки и геометрических параметров этих деталей.

2. Выявлена возможность уменьшения неравномерности распределения окружных остаточных напряжений вдоль оси отверстий толстостенных цилиндров, обрабатываемых дорнованием, путем осуществления процесса дорнования в реверсивном режиме.

3. Выявлена возможность управления остаточными напряжениями, сформированными при дорновании отверстий в толстостенных цилиндрах, путем наложения на цилиндры малых пластических деформаций сжатия или растяжения.

4. Установлены зависимости остаточных напряжений в толстостенных цилиндрах, обработанных дорнованием, от величины их деформации сжатия или растяжения после дорнования.

Теоретическая и практическая значимость работы

Диссертационная работа вносит вклад в развитие представлений о закономерностях формирования остаточных напряжений при обработке отверстий в деталях типа толстостенных цилиндров. Результаты проведенных исследований легли в основу разработанных способов управления этими напряжениями и рекомендаций к их использованию.

Разработанные способы управления остаточными напряжениями могут быть применены при обработке дорнованием точных отверстий в толстостенных цилиндрах. В частности, способ снижения остаточных напряжений в обработанных дорнованием толстостенных цилиндрах пластическим сжатием с малыми деформациями используется в ЗАО «Центр точной механообработки» (г. Томск) при изготовлении деталей «Корпус коллиматора». Результаты диссертационной работы используются в учебном процессе – при чтении лекций и проведении лабораторных работ у студентов, обучающихся по направлению 15.03.01 «Машиностроение», по дисциплине «Основы технологии машиностроения» в ФГАОУ ВО НИ ТПУ.

Достоверность результатов и обоснованность выводов

Достоверность полученных результатов обеспечена использованием признанных классических методов экспериментального исследования остаточных напряжений, применением современных измерительных приборов, обеспечивающих необходимую точность измерений и необходимым количеством экспериментальных данных для корректной статистической обработки.

Личный вклад соискателя

Результаты, изложенные в диссертационной работе, получены автором в сотрудничестве с коллегами отделения материаловедения ФГАОУ ВО НИ ТПУ и лаборатории компьютерного конструирования ИФПМ СО РАН. Участие в работе отражено в совместных публикациях. Личный вклад автора включает проведение экспериментальных и теоретических исследований, обработку и представление полученных результатов.

Основное содержание работы

Основное содержание работы изложено в 11 публикациях, из них 4 статьи в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, 4 статьи в изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, 3 патента.

В рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК РФ:

1. Скворцов, В. Ф. Влияние длины толстостенных цилиндров на остаточные напряжения, возникающие при одноцикловом дорновании отверстий / В. Ф. Скворцов, **А. О. Бознак** // *Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты)*. – 2015. – № 1. – С. 20-26.

2. Скворцов, В. Ф. Остаточные напряжения при дорновании отверстий в толстостенных цилиндрах по схемам сжатия и растяжения / В. Ф. Скворцов, Р. С. Цыганков, **А. О. Бознак**, В. С. Федотов // *Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты)*. – 2014. – № 3. – С. 45-50.

3. Скворцов, В. Ф. Применение метода Н. Н. Давиденкова для оценки окружных остаточных напряжений в обработанных дорнованием полых цилиндрах / В. Ф. Скворцов, А. Ю. Арляпов, **А. О. Бознак**, И. И. Оголь // *Системы. Методы. Технологии*. – 2016. – № 4. – С. 65-70.

4. Скворцов, В. Ф. Снижение остаточных напряжений в обрабатываемых дорнованием толстостенных цилиндрах с использованием их пластического сжатия / В. Ф. Скворцов, **А. О. Бознак** // *Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты)*. – 2016. – № 2. – С. 6-11.

В изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus:

5. Skvortsov, V. F. Feasibility of the Davidenkov method for investigation of hoop residual stresses in cold expanded cylinders / V. F. Skvortsov, A. Yu. Arlyapov, **A. O. Boznak**, I. I. Ogol, A. B. Kim // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2017 – Т. 177. – № 012018. – С. 1-6.

6. Skvortsov, V. F. Influence of thick-walled cylinders length on the residual stresses generated during the single-cycle mandrelling / V. F. Skvortsov, **A. O. Boznak**, A. B. Kim, A. Yu. Arlyapov // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2015. – Т. 91. – № 12054. – С. 1-5.

7. Skvortsov, V. F. Reduction of the residual stresses in cold expanded thick-walled cylinders by plastic compression / V. F. Skvortsov, **A. O. Boznak**, A. B. Kim, A. Yu. Arlyapov, A. I. Dmitriev // *Defence Technology*. – 2016. – Т. 12. – № 6. – С. 473-479.

8. Skvortsov, V. F. Residual stresses in compression and tension mandrelling thick-walled cylinders / V. F. Skvortsov, A. Yu. Arlyapov, **A. O. Boznak**, A. B. Kim // *International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems*. – IEEE, 2014. – С. 1-4.

Патенты:

9. Способ дорнования со сжатием : пат. 2620227 Рос. Федерация : МПК В 23 D 43/02, В 24 В 39/02 / Скворцов В. Ф., **Бознак А. О.**, Арляпов А. Ю.,

Пергунов В. И. ; заявитель и патентообладатель Томский политехнический ун-т. – № 2015122832 ; заявл. 15.06.15 ; опубл. 23.05.2017, Бюл. №15.

10. Способ обработки полых цилиндров : пат. 2573165 Рос. Федерация : МПК В 24 В 39/02, В 23 Р 15/22 / Скворцов В. Ф., Арляпов А. Ю., **Бознак А. О.**, Федотов В. С. ; заявитель и патентообладатель Томский политехнический ун-т. – № 2014139643/02 ; заявл. 30.09.14 ; опубл. 20.01.16, Бюл. № 2.

11. Способ обработки полых цилиндров : пат. 2606145 Рос. Федерация : МПК В 24 В 39/02, В 23 Р 15/22 / Скворцов В. Ф., **Бознак А. О.**, Арляпов А. Ю. ; заявитель и патентообладатель Томский политехнический ун-т. – № 2015137378 ; заявл. 01.09.15 ; опубл. 10.01.17, Бюл. № 1.

Апробация работы

Основные результаты диссертационной работы обсуждались и получили одобрение на научных семинарах отделения материаловедения ФГАОУ ВО НИ ТПУ в период с 2014 г. по 2018 г., а также были доложены на следующих конференциях: XIII Международной научно-технической конференции «Современные проблемы машиностроения» (г. Томск, 2014); IV Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии и экономика в машиностроении» (г. Юрга, 2015); XIV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии» (г. Томск, 2016); X Международной научно-технической конференции «Современные проблемы машиностроения» (г. Томск, 2016); XXI Международной научно-практической конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М.Ф. Решетнева (г. Красноярск, 2017); XII Международной конференции «Механика, ресурс и диагностика материалов и конструкций» (Екатеринбург, 2018).

Научная специальность диссертации

Анализ диссертационной работы Бознака А.О. «Управление остаточными напряжениями при дорновании отверстий в толстостенных цилиндрах» показал, что по содержанию и полноте изложения материала она соответствует специальности 05.02.07 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» (паспорт специальности, п. 2 «Теоретические основы, моделирование и методы экспериментального исследования процессов механической и физико-технической обработки, включая процессы комбинированной обработки с наложением различных физических и химических воздействий») и всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней.

Заключение обсуждено и принято на совместном заседании лаборатории компьютерного конструирования материалов, лаборатории механики структурно-неоднородных сред, лаборатории физики упрочнения поверхности и лаборатории физики наноструктурных функциональных материалов ИФПМ СО РАН. На заседании присутствовало 25 человек, в том числе 12 докторов и 4 кандидата наук. Результаты голосования: «за» – 25 чел., «против» – нет, «воздержалось» – нет, протокол №72 от 21.06.2018 г.

Председатель семинара:

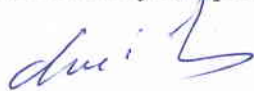
Заведующий лабораторией физики наноструктурных функциональных материалов ИФПМ СО РАН
доктор физико-математических наук, профессор



Кульков Сергей Николаевич

Секретарь семинара:

Главный научный сотрудник лаборатории физики прочности ИФПМ СО РАН
доктор физико-математических наук, профессор



Данилов Владимир Иванович