

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д999.003.02

Повестка дня

**ЗАЩИТА ДИССЕРТАЦИИ Лэ Хонг Куангом НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

**«ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВЫПРАВЛЕННЫХ
НЕЖЕСТКИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ
ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ
ДЕФОРМИРОВАНИЕМ»**

Специальность:

05.02.08 –Технология машиностроения

Официальные оппоненты:

Тамаркин Михаил Аркадьевич, д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», кафедра «Технология машиностроения», заведующий кафедрой ;

Кропоткина Елена Юрьевна, д-р техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»», кафедра «Высокоэффективные технологии обработки», профессор.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования **«Новосибирский государственный технический университет»**, г. Новосибирск.

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 999.003.02

25 декабря 2020 г.

На заседании присутствовали 16 членов Совета, из них 7 очно,
9 дистанционно, в том числе 6 докторов наук по специальности 05.02.08

1.	Табаков В.П.	д-р техн. наук, профессор	05.02.07 – технические науки Очный режим
2.	Бобровский Н.М.	д-р техн. наук, профессор	05.02.08 – технические науки Дистанционный режим
3.	Булыжев Е.М.	д-р техн. наук, доцент	05.02.08 – технические науки Очный режим
4.	Веткасов Н.И.	д-р техн. наук, доцент	05.02.07 – технические науки Очный режим
5.	Денисенко А.Ф.	д-р техн. наук, профессор	05.02.07 – технические науки Дистанционный режим
6.	Драчёв О.И.	д-р техн. наук, профессор	05.02.07 – технические науки Дистанционный режим
7.	Захаров О.В.	д-р техн. наук, доцент	05.02.07 – технические науки Дистанционный режим
8.	Зибров П.Ф.	д-р техн. наук, профессор	05.02.08 – технические науки Дистанционный режим
9.	Епифанов В.В.	д-р техн. наук, доцент	05.02.07 – технические науки Очный режим
10.	Клячкин В.Н.	д-р техн. наук, профессор	05.02.07 – технические науки Очный режим
11.	Ковальногов В.Н.	д-р техн. наук, доцент	05.02.07 – технические науки Очный режим
12.	Лобанов Д.В.	д-р техн. наук, доцент	05.02.08 – технические науки Дистанционный режим
13.	Носов Н.В.	д-р техн. наук, профессор	05.02.08 – технические науки Дистанционный режим
14.	Унянин А.Н.	д-р техн. наук, доцент	05.02.07 – технические науки Очный режим
15.	Худобин Л.В.	д-р техн. наук, профессор	05.02.08 – технические науки Дистанционный режим
16.	Янюшкин А.С.	д-р техн. наук, профессор	05.02.07 – технические науки Дистанционный режим

Председатель диссертационного совета
д-р техн. наук, профессор



В.П. Табаков

Ученый секретарь диссертационного совета
д-р техн. наук, доцент

Н.И. Веткасов

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Табаков В.П.

Уважаемые коллеги! Начинаем наше заседание. Еще раз регистрируем всех присутствующих членов диссертационного совета. В очном режиме работают 7 членов Совета – д-р техн. наук Табаков В.П., д-р техн. наук Веткасов Н.И., д-р техн. наук Булыжев Е.В., д-р техн. наук Клячкин В.Н., д-р техн. наук Ковальногов В.Н., д-р техн. наук Унянин А.Н., д-р техн. наук Епифанов В.В., в дистанционном режиме – д-р техн. наук Худобин Л.В., д-р техн. наук Зибров П.Ф., д-р техн. наук Драчев О.И., д-р техн. наук Бобровский Н.М., д-р техн. наук Лобанов Д.В., д-р техн. наук Денисенко А.Ф., д-р техн. наук Захаров О.В., д-р техн. наук Янюшкин А.С., д-р техн. наук Носов Н.В.. Всего в удаленном интерактивном режиме работают 9 членов Совета, что не превышает $\frac{2}{3}$ членов Совета, присутствующих на заседании Совета и соответствует требованиям, предъявляемым к работе советов в удаленном интерактивном режиме. Заявления от членов Совета на участие в дистанционном режиме своевременно получены. Всего присутствующих 16 членов Совета, таким образом, необходимый кворум имеется.

По специальности защищаемой диссертации 05.02.08 – Технология машиностроения (технические науки) на заседании присутствуют 6 докторов наук. Таким образом, наше заседание правомочно.

Теперь по повестке дня. Членам Совета повестка дня известна, какие будут предложения, замечания по повестке дня. Утвердить? Голосуем. Принято единогласно.

Объявляется защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Лэ Хонг Куанг на соискание ученой степени кандидата технических наук, тема диссертации «Повышение качества выправленных нежестких цилиндрических деталей поверхностным пластическим деформированием», специальность 05.02.08 – Технология машиностроения.

Работа выполнена на кафедре «Машиностроительные технологии и материалы» ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет».

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор, Зайдес Семен Азикович заведующий кафедрой «Машиностроительные технологии и материалы» ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет».

Официальные оппоненты:

– **Тамаркин Михаил Аркадьевич**, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»;

– **Кропоткина Елена Юрьевна**, д-р техн. наук, профессор кафедры «Высокоэффективные технологии обработки» ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»».

Официальный оппонент Тамаркин М.А. не сможет, к сожалению, участвовать в диссертационном совете по причине болезни, о чем он своевременно сообщил в своем письме. Официальный оппонент Кропоткина Е.Ю. участвует в работе Совета в дистанционном формате, заявление от нее, своевременно получено. Письменные согласия на оппонирование данной работы от них были своевременно получены.

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет»

Слово предоставляется ученому секретарю – доктору технических наук Веткасову Н.И. для оглашения личного дела соискателя. Пожалуйста.

Ученый секретарь – д-р техн. наук, доцент Веткасов Н.И.

Уважаемые коллеги! В деле соискателя имеются следующие документы, представленные к защите: личная карточка работника, из которой следует, что Лэ Хонг Куанг, 1991 года рождения, окончил ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» по направлению

15.04.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств в 2017 г. В этом же году поступил в аспирантуру по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения при Иркутском национальном исследовательском техническом университете. В настоящее время продолжает обучение в аспирантуре.

Имеется заключение ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» принятое на расширенном заседании кафедры «Машиностроительные технологии и материалы». На этом заседании было принято заключение, в котором отмечается личное участие автора, степень обоснованности научных положений, степень научной ценности и, как итог, дается рекомендация о том, что данная работа может быть представлена к защите по специальности 05.02.08 - Технология машиностроения. Имеется нотариально заверенная копия диплома об окончании ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет». Имеется удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов со следующими оценками: английский язык – «отлично», история и философия науки – «хорошо» и специальная дисциплина – «отлично». Соискатель имеет 24 опубликованных работы по теме диссертации, в том числе 7 статей в изданиях из перечня ВАК, 8 статей в изданиях из базы цитирования Scopus, 3 патента на изобретения. Имеется заявление, которое было представлено при подаче документов в диссертационный совет, протокол заседания о приеме диссертации к предварительному рассмотрению, заключение экспертной комиссии в составе: Киселева Е.С, Клячкина В.Н. и Худобина Л.В. о возможности защиты диссертации в нашем диссертационном совете в соответствии с требованиями ВАК по изложению материалов в автореферате в соответствии с данной специальностью. Имеются отзыв научного руководителя; протокол заседания диссертационного совета о приеме диссертации к защите. Имеется список рассылки автореферата, включающий в себя 68 адресов, по которым были направлены авторефераты. Содержатся также сведения о ведущей организации, отзывы ведущей

организации и официальных оппонентов. Кроме того, представлены отзывы, пришедшие на автореферат. Все необходимые документы были опубликованы на сайте университета и в Интернете, соответствуют требованиям процедуры заседания и рассмотрения диссертации.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Табаков В.П.

Спасибо. Вопросы есть к Николаю Ивановичу? К соискателю? Тоже нет? Спасибо. Так, пожалуйста, Лэ Хонг Куанг Вам предоставляется слово для доклада основных положений Вашей диссертации. Время на доклад 20 минут.

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Уважаемый председатель, уважаемые члены диссертационного совета. Вашему вниманию представляется диссертационная работа «Повышение качества выправленных нежестких цилиндрических деталей поверхностным пластическим деформированием», выполненная под руководством профессора Зайдеса С.А.

Актуальность научного исследования. В технике всего мире используют нежесткие детали типа валов и осей, которые позволяют экономить металл, уменьшать габариты изделий и передавать нагрузки на большие расстояния в пределах конструкции. На слайде 2 показаны примеры таких деталей, которые применяют в автомобильной, авиационной промышленности, в станко- и приборостроении, в нефтяном и энергетическом машиностроении.

Проблема: При изготовлении, ремонте, эксплуатации, а в некоторых случаях и при хранении нежестких деталей образуются неравномерные остаточные напряжения, которые влияют на изменение формы и геометрические параметры, то есть детали искривляются, а в некоторых случаях сложно обеспечить после правки необходимое качество поверхностного слоя.

Путь решения: необходимо изменить неравномерное распределение остаточных напряжений в деталях на равномерное, используя поверхностное пластическое деформирование.

Целью работы является разработка технологии поверхностного пластического деформирования, обеспечивающей геометрическую стабильность и качество поверхностного слоя нежестких цилиндрических деталей после правки поперечным изгибом.

Научная новизна работы и практическая значимость показаны на слайдах 3 и 4 соответственно.

Схема процесса ППД показана на слайде 5 и осуществляется следующим образом:

- Заготовку кладут на нижнюю плиту, вогнутость при этом направлена в направлении упоров 4.

- Верхняя плита опускается вниз до контакта с заготовкой 5, затем перемещается вправо на величину общего прогиба. Таким образом, реализуется перегиб заготовки, необходимый для её выправления.

- Далее верхняя плита перемещается влево, заготовка принимает прямолинейную форму, верхняя плита перемещается вниз для обеспечения необходимого обжатия.

- После этого верхняя плита перемещается влево, клиновой частью захватывает заготовку, которая поворачивается вокруг своей оси и получает пластическую деформацию по всей поверхности.

Выполненную работу можно разделить на несколько этапов.

Первый этап посвящён аналитическому расчёту основных параметров процесса ППД и напряжённого состояния цилиндрических деталей при ППД

На слайде 6 показана схема захвата заготовки. Получен предельный угол подъёма заходной части, максимальное значение абсолютного обжатия, расстояние (b) от точки касания заготовки с плитой в начальный момент до рабочей части плиты, расстояние (a) от упоров нижней плиты до рабочей части плиты.

На слайде 7 показана эпюра остаточных напряжений вала после правки поперечным изгибом. Кривая АБВД для аналитических расчётов осевых остаточных напряжений по текущему значению координаты y рассчитывается по

формуле (1). Максимальное остаточное напряжение по текущей длине заготовки рассчитывается по формуле (2) и текущее значение исходного прогиба по формуле (3).

Схема усилий при поперечной обкатке гладкими плитами показана на слайде 8.

Напряжённые состояния в деталях при поперечной обкатке рассчитываются по формулам (4) и (5), по которым построено распределение напряжений в деталях при поперечной обкатке гладкими плитами.

Аналитические расчёты остаточных напряжений в деталях после поперечной обкатки, выполнены по формулам (6) и (7), по которым построено распределение остаточных напряжений по сечению цилиндра после поперечной обкатки гладкими плитами (при $Q = 2\%$).

При использовании аналитического расчёта, трудно решать сложные трёхмерные задачи.

Поэтому, чтобы упростить решение объёмных задач и получить результаты большей точности, использован метод конечных элементов в программном комплексе ANSYS Workbench для моделирования процесса правки и последующего ППД.

Для моделирования использован цилиндр диаметром 10 мм, длиной 200 мм с максимальным прогибом 0,5 мм из стали 45.

Параметры моделирования представлены на слайде 11.

На слайде 12 показаны остаточные напряжения после выправления деталей поперечным изгибом при воздействии распределённой нагрузки ($l/L = 0,75$). Видно, что после правки поперечным изгибом формируются неравновесные напряжения по всему объёму заготовки и с течением времени форма детали может снова исказиться. Для выравнивания напряжённого состояния маложестких цилиндрических деталей предлагается дополнительно обрабатывать заготовки способом ППД, основанным на поперечной обкатке гладкими плитами.

На слайде 13 показаны остаточные напряжения после поперечной обкатки при величине абсолютного обжатия $\Delta H = 0,15$ мм. В результате расчётов установлено, что после поперечной обкатки гладкими плитами формируются равновесные остаточные напряжения, как по длине, так и по поперечному сечению заготовки. Это положительно сказывается на стабильности цилиндрических деталей малой жёсткости.

На слайде 14 показаны некоторые результаты распределения интенсивности остаточных напряжений при разных значениях абсолютных обжатий после поперечной обкатки гладкими плитами выправленных деталей. Видно, что при величине абсолютного обжатия меньше 0,05 мм, получена неравномерная интенсивность остаточных напряжений (рис. а). При значениях абсолютных обжатий, находящихся в диапазоне 0,07-0,2 мм получено равномерное распределение остаточных напряжений. При значении абсолютного обжатия больше 0,25 мм, на поверхности заготовки происходит разрушение материала (см. рис. ж); з)). Поэтому, рациональное значение абсолютного обжатия находится в диапазоне $\Delta H = 0,07-0,25$ мм.

На слайде 15 показано распределение компонентов остаточных напряжений по сечению цилиндра после ППД с рациональными значениями относительных обжатий в интервале $Q = 0,7-2,5\%$.

Следующим этапом работы было определение показателей качества деталей после ППД выправленных деталей

Для определения показателей качества выправленных деталей после поперечной обкатки гладкими плитами выполнены эксперименты на правильно-обкатном станке. Конструкция правильно-обкатного станка представлена на слайде 16.

На слайде 17 показано видео моделирования процесса работы правильно-обкатного станка.

Остаточные напряжения на поверхности упрочнённых деталей определяли рентгеновском методом (см. слайд 18). Замеры выполняли в трёх

сечениях детали по четырём точкам и вычисляли средние арифметические значения.

На слайде 19 показаны результаты измерений остаточных напряжений. В таблице 1 приведены остаточные напряжения после правки поперечным изгибом, а в таблице 2 – после поперечной обкатки гладкими плитами. Видно, что после ППД поперечной обкаткой гладкими плитами получены равновесные остаточные напряжения на поверхности детали, а в поверхностном слое заготовки формируются сжимающие остаточные напряжения, которые повышают его износостойкость, прочность и другие эксплуатационные характеристики деталей машин.

Далее представлены результаты оценки геометрической точности деталей после ППД. Так, при выправлении цилиндра ($D = 10$ мм, $L = 200$ мм, мм, $\Delta H = 0,15$ мм) из стали 45 максимальное отклонение от круглости уменьшается на 39%, максимальный остаточный прогиб практически полностью устраняется (на 98,8%).

ППД гладкими плитами позволяет существенно снизить шероховатость поверхности деталей. После ППД цилиндра из стали 45 с исходной шероховатостью $Ra = 5$ мкм с абсолютным обжатием $\Delta H = 0,25$ мм, получена шероховатость $Ra = 0,19$ мкм.

Результаты исследования показали, что при обкатке гладкими плитами происходит дробление исходной структуры материала, повышается однородность структуры, формируется более равномерная текстура материала поверхностного слоя, причём в поверхностном слое деталей существенно повышается микротвёрдость.

Для оценки геометрической стабильности деталей, изготовленных по предлагаемой технологии, использовали образцы, полученные правкой изгибом и растяжением. Геометрическая стабильность деталей, упрочнённых ППД почти в 20 раз выше, чем деталей, выправленных поперечным изгибом.

На слайде 24 показаны результаты исследования износостойкости выправленных деталей. Видно, что максимальная износостойкость

наблюдается у деталей, после правки поперечной обкаткой гладкими плитами, а минимальная – у деталей, после правки упругопластическим изгибом. Износостойкость деталей после правки поперечной обкаткой гладкими плитами, увеличивается почти в 2 раза.

По результатам моделирования и экспериментальных исследований получены рациональные параметры процесса ППД, рекомендуемые для использования на производстве (слайд 25).

Для повышения производительности процесса ППД выправленных нежестких деталей, основанного на использовании поперечного изгиба и последующей обработки цилиндрической поверхности поперечной обкаткой гладкими плитами в ИРНИТУ спроектирован и запатентован автоматизированный комплекс для ППД нежестких цилиндрических деталей.

На слайдах 27-28 представлено заключение по работе. Позвольте его не зачитывать. На этом доклад закончен. Спасибо за внимание.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Табаков В.П.

Пожалуйста, задавайте вопросы соискателю.

Д-р техн. наук, профессор Булыжев Е.М.

Лэ Хонг Куанг, скажите, пожалуйста, у Вас деталь после термообработки правится? Есть ли в технологическом процессе операция закалки?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Мы рассматривали детали, которые не подвергаются закалке.

Д-р техн. наук, профессор Булыжев Е.М.

Т.е. все, что Вы сказали, относится к сырой детали, без закалки? В противном случае результаты ППД потеряются. Нужно это учесть на будущее.

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Да. С вами полностью согласен.

Д-р техн. наук, профессор Булыжев Е.М.

Как давно этот метод обработки используют? В чем заключается Ваш личный вклад в этот метод?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Этот метод повышения качества выправленных деталей был разработан и запатентован в ИРНИТУ. Я предложил метод обработки, выполнил расчеты технологических параметров, спроектировал и изготовил установку, провел экспериментальные исследования.

Д-р техн. наук, профессор Булыжев Е.М.

Скажите, как вы сформировали идею этой технологии?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Идея работы основана на создании технологии, обеспечивающей равномерное распределение остаточных напряжений в объеме заготовки.

Д-р техн. наук, профессор Булыжев Е.М.

И структуры ?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Да, при этом формируется и измельченная структура в поверхностном слое заготовки.

Д-р техн. наук, доцент Елифанов В.В.

В заголовке диссертации написано – «повышение качества деталей». О каких показателях качества идет речь, и на сколько процентов они повышаются в результате использования предлагаемой технологии?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

К качеству деталей мы относим геометрические характеристики и состояние поверхностного слоя. При упрочняющей обработке происходит улучшение геометрических характеристик деталей, микроструктуры, микротвёрдости и формирование остаточных напряжений сжатия. Например, при поперечной обкатке отклонение от круглости заготовки снижается на 39%, микротвердость на поверхностной детали повышается на 34%.

Д-р техн. наук, доцент Елифанов В.В.

На сколько процентов изменяется отклонение от прямолинейной оси при использовании вашей технологии?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

При использовании поперечной обкатки гладкими плитами после правки изгибом начальный прогиб заготовки уменьшается на 98%.

Д-р техн. наук, профессор Клячкин В.Н.

На плакате 7 написано – «уравнение кривой АБВД». Но там изображена ломаная линия. На этом же слайде представлены уравнения (1), (2), (3), где они были взяты?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Да, действительно линия АБВД является ломаной прямой. Она была получена по результатам компьютерного моделирования процесса правки изгибом с распределенной нагрузкой. Уравнения (1), (2), (3) получены после обработки результатов компьютерного моделирования.

Д-р техн. наук, профессор Клячкин В.Н.

У вас определены остаточные напряжения тремя способами - аналитическим, конечно-элементным способом и опытным путем. Для чего вы это делали?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Для определения достоверности аналитического и конечно-элементного расчетов были проведены экспериментальные исследования остаточных напряжений, что позволило оценить достоверность каждого из них.

Д-р техн. наук, профессор Клячкин В.Н.

Лэ Хонг Куанг, скажите, где вы применяете конечно-элементный метод расчета?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Конечно-элементный метод расчета был использован в программе Ansys workbench.

Д-р техн. наук, доцент Епифанов В.В.

Вы использовали в работе понятие «выправленные нежесткие детали». Что значит выправленные? Сколько процентов составляет количество нежесткие деталей?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Термин «выправленные детали» означает детали, которые подверглись правке поперечным изгибом.

Количество нежестких деталей среди цилиндрических, составляет, примерно, от 2 до 10%.

Д-р техн. наук, доцент Епифанов В.В.

Во второй главе представлены аналитические расчеты. Где вы использовали результаты второй главы?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Аналитические расчеты во второй главе были использованы для проектирования рабочего инструмента.

Д-р техн. наук, доцент Епифанов В.В.

Скажите, пожалуйста, что нужно знать для использования вашего технологического процесса?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Для использования предлагаемого технологического процесса необходимо знать: габариты и форму детали, механические свойства материала, конечную шероховатость и твердость деталей.

Д-р техн. наук, доцент Унянин А.Н.

На какие материалы можно распространить результаты вашей работы?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Предлагаемый способ обкатки гладкими плитами позволяет использовать любые пластические конструкционные материалы, твердость которых не превышает твердости рабочего инструмента.

Д-р техн. наук, профессор Носов Н.В.

Что такое абсолютное обжатие?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Абсолютное обжатие определяется как разница между начальным и конечным диаметром заготовки.

Д-р техн. наук, профессор Носов Н.В.

Есть ли какие-либо ограничения по величине предварительной деформации валов, чтобы можно было их затем выправлять? Вы нашли эти ограничения? Можно ли выправить детали, имеющие отклонение от прямолинейности, например, 2 мм?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Рациональное относительное обжатие при поперечной обкатке гладкими плитами находится в интервале (0,7-2,5) %. При большей величине относительного обжатия возможно разрушение поверхностного слоя материала.

Ответ на второй вопрос: Да, можно выправить такие детали с начальным прогибом 2 мм, если при этом не будет значительного повреждения поверхности.

Д-р техн. наук, профессор Носов Н.В.

Как загружается деталь в эту установку на производстве?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Если производство единичное и мелкосерийное, то детали загружают вручную, а если крупносерийное, то для загрузки деталей предлагаем использовать разработанное автоматизированное устройство для ориентации деталей перед поперечной правкой.

Д-р техн. наук, профессор Носов Н.В.

Вы проводили компьютерное моделирование остаточных напряжений. На слайде 15 показали распределение остаточных напряжений по сечению деталей. Поясните, почему на рисунках «а» и «г» остаточные напряжения одного знака?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

На рисунке а) показано распределение по сечению заготовки радиальных остаточных напряжений, а на рисунке г) представлено распределение интенсивности остаточных напряжений, которые всегда положительные.

Д-р техн. наук, профессор Носов Н.В.

Лэ Хонг Куанг, использовали ли Вы в предлагаемой технологии СОЖ?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

В данной технологии смазочно-охлаждающую жидкость не рекомендуется использовать, т.к. при ее наличии возможно проскальзывание заготовки при обкатке.

Д-р техн. наук, профессор Зибров П.Ф.

На слайде 21 на профилограммах отражены параметры шероховатости. Как были получены Ra, Rz расчетным или экспериментальным способом?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Параметры шероховатости определены экспериментально с использованием профилометра Taylor Hobson Form Talysurf i200.

Д-р техн. наук, доцент Захаров О.В.

Из геометрических характеристик вы назвали отклонение от круглости и от прямолинейности. Объясните, пожалуйста, каким образом, и какими приборами вы измеряете эти параметры?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Отклонение от круглости и от прямолинейности цилиндрических деталей определяли на координатно-измерительной машине (КИМ Carl Zeiss Contura G2 Aktiv). Отклонение формы определяется методом сканирования точек контура вдоль и поперёк оси цилиндра.

Д-р техн. наук, профессор Янющкин А.С.

Лэ Хонг Куанг. У меня к вам два вопроса. Первый вопрос: Сохраняется ли допуск на диаметральный размер детали при использовании вашей технологии?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Эту технологию предлагается использовать в основном для изготовления нежестких заготовок, когда припуск на обработку ППД задается заранее и можно получить необходимую точность. При обкатке готовых деталей их диаметр конечно немного уменьшается. Поэтому данный способ можно использовать для обкатки только определенных деталей при ремонте.

Д-р техн. наук, профессор Янюшкин А.С.

Второй вопрос: На каком предприятии прошла апробирование Ваша технология?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

К сожалению, внедрить предлагаемую технологию мне не удалось, т.к. допуск иностранных граждан на Российские предприятия запрещен.

Д-р техн. наук, профессор Денисенко А.Ф.

На 13 слайде показан результат распределения остаточных напряжений по сечению заготовки. Поперечный изгиб был при этом симметричный. Подходит ли ваша теория и технология, если изгиб будет не симметричный?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Прилагаемые теория и технология повышения качества нежестких деталей не зависят от формы их исходного изгиба, т.к. мы обкатываем уже выправленные заготовки.

Д-р техн. наук, доцент Веткасов Н.И.

Что вам известно о подобных технологиях правки за рубежом?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

При подготовке заявки на получение патента на данный способ ППД мы провели обширный поиск литературных источников и не обнаружили аналогичных способов. Видимо, подобная информация за рубежом является закрытой.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Табаков В.П.

На слайде 25 представлены рекомендуемые параметры ППД. Поясните, как вы определяли величины этих параметров?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

По результатам моделирования и экспериментальных исследований были установлены рациональные режимы обработки, которые обеспечивают достижение наилучшего качества деталей после правки поперечным изгибом.

Д-р техн. наук, доцент Лобанов Д.В.

Вопрос по 11 слайду. Первый вопрос: чем вы руководствовались, подбирая размер ячейки для метода конечно-элементного моделирования?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Количество конечных элементов и их размеры влияют на достоверность результатов расчета. Мы принимали такое количество конечных элементов, чтобы гарантировано получать устойчивые конечные результаты расчета.

Д-р техн. наук, доцент Лобанов Д.В.

Второй вопрос: Вы составили конечно-элементную модель для обработки деталей из стали 45. А насколько будет верна эта модель, если поменять материал?

Соискатель Лэ Хонг Куанг

При обработке ППД других материалов изменяются физико-механические характеристики материала, которые влияют на число конечных элементов и их размеры, а сама конечно-элементная модель при этом не изменяется.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Табаков В.П.

Еще есть вопросы? Нет.

Слово предоставляется научному руководителю, профессору Зайдесу Семену Азиковичу.

Д-р техн. наук, профессор Зайдес С.А.

Уважаемые коллеги, благодарю вас за то, что вы смогли собраться в это не простое время и обсудить нашу работу. Куанг, гражданин Вьетнама окончил с отличием среднюю школу, прошел конкурсный отбор, и приехал учиться к нам, в Иркутский политех. Он закончил с отличием бакалавриат и магистратуру по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». В 2017 году поступил в очную аспирантуру по специальности «Технология машиностроения». Могу высказать о нем только положительные эмоции: трудолюбивый, целеустремленный, добросовестный, настойчивый, сам решает технические задачи, которые я ему ставлю. При поступлении в аспирантуру я предложил

ему тему для работы. Он получил патент на предлагаемый способ обработки, но дальше от него отказался. Затем предложил свой способ, который сегодня защищает. На эту технологию обработки он выиграл грант РФФИ для молодых ученых, получал стипендию ректора ИРНИТУ, а недавно выиграл стипендию губернатора Иркутской области. Результаты его работы широко опубликованы в Российских и международных изданиях. Им подготовлена и издана монография в соавторстве по теме диссертации. Недавно мы выпустили энциклопедию докторов наук-машиностроителей России, которая была оформлена при его непосредственном участии. Диссертационная работа Лэ Хонг Куанг посвящена повышению качества цилиндрических деталей после правки поперечным изгибом. Поставленная в работе цель соискателем достигнута. Детали после правки имеют высокое качество поверхностного слоя, а главное, не искажаются со временем. Т.е. стабильность формы деталей с течением времени гарантирована. Все это говорит о том, что Лэ Хонг Куанг созрел как профессиональный исследователь, и, приехав к себе на родину, надеюсь, он будет специалистом высокого уровня, способным решать поставленные задачи. С моей точки зрения, он заслуживает присуждения ученой степени кандидата наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Табаков В.П.

Спасибо, Семен Азикович.

Слово предоставляется Ученому секретарю ученого Совета Веткасову Николаю Ивановичу для оглашения заключения организации, где соискатель учится, и отзыва ведущей организации.

Ученый секретарь – д-р техн. наук, доцент Веткасов Н.И.

Заключение федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» утвержден ректором ИРНИТУ Корняковым М.В.

Диссертация «Повышение качества выправленных нежестких цилиндрических деталей поверхностным пластическим деформированием» выполнена на кафедре машиностроительных технологий и материалов, ИРНИТУ.

В 2015 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» Министерства науки и высшего образования РФ, по направлению 220700 «Автоматизированное управление жизненным циклом продукции». В 2017 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». В 2017 году поступил в очную аспирантуру Иркутского национального исследовательского технического университета по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения» со сроком ее окончания в 2021 году.

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2020 г.

По итогам обсуждения принято следующее заключение: Тема, выбранная аспирантом для исследования, является актуальной, так как направлена на повышения качества выправленных нежестких цилиндрических деталей типа валов и осей поверхностным пластическим деформированием (ППД), основанным на поперечной обкатке заготовок гладкими плитами.

При изготовлении, ремонте, эксплуатации, а в некоторых случаях и при хранении таких деталей образуются разные виды остаточных напряжений. Поэтому геометрические параметры и формы цилиндрических деталей изменяются, то есть они искривляются. Особенно это касается нежестких деталей, у которых длина превышает диаметр в 20 и более раз. До настоящего времени не существует общего решения этой проблемы и продолжают поиски эффективных технологических методов для стабилизации геометрических параметров и одновременного снятия остаточных напряжений

или формирования равновесных остаточных напряжений в процессе изготовления нежестких цилиндрических деталей. При проведении восстановительных операций во время ремонта (например, при наплавке шеек) из-за значительных термических напряжений происходит коробление валов. Поэтому при ремонте и восстановлении нежестких деталей применяют неоднократные операции правки для достижения их заданной геометрической формы.

Вторым важным моментом технологии правки деталей является обеспечение стабильности геометрических размеров и формы. При нарушении равновесия технологических остаточных напряжений детали искривляются и после операций правки. Холодная правка валов на прессах, которая достаточно давно применяется на практике, не дает должного эффекта, так как внутренние напряжения не удается полностью устранить, и они заново распределяются, причем временно, и последующее искривление таких изделий неизбежно. Холодная правка на прессах отрицательно влияет на эксплуатационные показатели качества деталей машин. Поэтому для ответственных деталей холодная правка на прессах категорически запрещена, о чем делается соответствующая запись в технических условиях на изготовление деталей.

И третьим немаловажным вопросом технологии изготовления и ремонта деталей является обеспечение качественного состояния поверхностного слоя. Именно внешний слой деталей находится в контакте с ответной деталью или в контакте с окружающей средой, именно в этом слое возникает концентрация напряжений, происходят процессы усталостного нагружения, контактного разрушения и другие виды повреждений. Для решения указанных задач наиболее перспективными являются методы правки деталей поверхностным пластическим деформированием (ППД). Они позволяют решить одновременно ряд задач: провести собственно правку детали, снизить шероховатость поверхности и упрочнить поверхностный слой.

Достоверность результатов обеспечена обоснованным изучением достаточного объема научной литературы, использованием современных средств и методик проведения исследований, и подтверждается согласованностью теоретических выводов и данными моделирования с результатами их реальной экспериментальной проверки.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Доказано, что новый способ ППД выправленных нежестких цилиндрических деталей гладкими плитами, приводит к снижению неравномерности напряженного состояния, обеспечивает геометрическую стабильность и повышает качество деталей.

2. Получены математические зависимости для аналитических расчетов основных параметров ППД выправленных цилиндрических деталей и определения напряженного состояния в очаге деформации и в готовых изделиях.

3. Разработана конечно-элементная модель процесса ППД гладкими плитами для определения напряженно-деформированного состояния выправленных цилиндрических деталей. Установлено влияние основных параметров процесса ППД на напряженное состояние деталей.

4. На основании экспериментальных исследований и численных расчетов установлено влияние основных параметров и режимов процесса ППД на качество поверхностного слоя и геометрическую стабильность цилиндрических деталей.

В качестве практических результатов диссертационной работы отмечается, что: 1. Разработана технология ППД выправленных цилиндрических деталей, обеспечивающая равномерные остаточные напряженные состояния путем поперечной обкатки гладкими плитами. Определены оптимальные режимы ППД, обеспечивающие получение стабильных по геометрии выправленных цилиндрических деталей типа валов и осей с высоким качеством поверхностного слоя. 2. Спроектирована и изготовлена экспериментальная установка для поверхностного пластического

деформирования нежестких цилиндрических деталей поперечной обкаткой гладкими плитами. 3. Результаты диссертационного исследования рекомендуются использовать в учебном процессе при проведении занятий по дисциплинам «Технология машиностроения» и «Технология конструкционных материалов», а также аспирантами и научными работниками, занимающимися вопросами ППД нежестких деталей типа валов и осей.

Основные положения диссертационной работы в достаточной мере отражены в 24 научных публикациях.

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным в п. 9 «Положение о присуждении ученых степеней».

Диссертация Лэ Хонг Куанг на тему «Повышение качества выправленных нежестких цилиндрических деталей поверхностным пластическим деформированием» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения».

Заключение принято на расширенном заседании кафедры машиностроительных технологий и материалов.

Результаты голосования: «за» – 17 чел., «против» – 0 чел, «воздержалось» – 0 чел. Протокол № 7 от 18 февраля 2020 г., подписан доктором технических наук, профессором Зайдесом С.А. и секретарем Кулаковой Л.Е. и утвержден ректором, доктором технических наук, профессором М.В. Корняковым, 20 февраля 2020 г.

Отзыв ведущей организации. Ведущая организация – Новосибирский государственный технический университет. В отзыве ведущей организации на диссертацию Лэ Хонг Куанг на тему «Повышение качества выправленных нежестких цилиндрических деталей поверхностным пластическим деформированием», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 05.02.08. Отмечается

актуальность темы диссертации, в частности, говорится, что диссертационная работа Лэ Хонг Куанг, связанная с совершенствованием технологии повышением качества выправленных нежестких цилиндрических деталей типа валов и осей поверхностным пластическим деформированием (ППД), основанным на поперечной обкатке заготовок гладкими плитами, является актуальной.

Отмечается научная новизна диссертационной работы. Научную новизну диссертационной работы Лэ Хонг Куанг представляют следующие научные результаты:

1. Доказано, что новый способ ППД выправленных нежестких цилиндрических деталей гладкими плитами, приводит к снижению неравномерности напряженного состояния, обеспечивает геометрическую стабильность и повышает качество деталей.

2. Получены математические зависимости для аналитических расчетов основных параметров ППД выправленных цилиндрических деталей и определения напряженного состояния в очаге деформации и в готовых изделиях.

3. Разработана конечно-элементная модель процесса ППД гладкими плитами для определения напряженно-деформированного состояния выправленных цилиндрических деталей. Установлено влияние основных параметров процесса ППД на напряженное состояние деталей.

4. На основании экспериментальных исследований и численных расчетов установлено влияние основных параметров и режимов процесса ППД на качество поверхностного слоя и геометрическую стабильность цилиндрических деталей.

Практическая значимость результатов диссертационной работы Лэ Хонг Куанг заключается в:

1. Разработана технология ППД выправленных цилиндрических деталей, обеспечивающая равномерные остаточные напряженные состояния путем поперечной обкаткой гладкими плитами. Определены оптимальные

режимы ППД, обеспечивающие получение стабильных по геометрии выправленных цилиндрических деталей типа валов и осей с высоким качеством поверхностного слоя.

2. Спроектирована и изготовлена экспериментальная установка для поверхностного пластического деформирования нежестких цилиндрических деталей поперечной обкаткой гладкими плитами. Для заготовительного производства предложены конструктивные решения снижающие неравномерность напряженного состояния при выправлении поперечным изгибом цилиндрических заготовок. Для механообрабатывающих производств предложена новая технология отделочно-упрочняющей обработки нежестких цилиндрических деталей выправленных поперечным изгибом. Для изготовления деталей в условиях крупносерийного производства предложен автоматизированный комплекс, обеспечивающий сортировку, поверхностное пластическое деформирование и контроль геометрических параметров цилиндрических деталей.

3. Результаты диссертационного исследования рекомендуются использовать в учебном процессе при проведении занятий по дисциплинам «Технология машиностроения» и «Технология конструкционных материалов», а также аспирантами и научными работниками, занимающиеся вопросами ППД нежестких деталей типа валов и осей.

Полнота публикаций. Результаты работы отражены в 24 публикациях. Из них в журналах рекомендуемого перечня ВАК РФ опубликовано 7 статей, в изданиях, включенных в международную базу Scopus – 8 статей, издана одна монография в соавторе, получено 3 патента РФ на изобретение.

Полнота и достоверность опубликованного материала не вызывает сомнений.

Замечания по диссертационной работе:

1. В работе не рассмотрена стойкость деформирующего инструмента. Износ рабочих плит отразится на степени деформации, а, следовательно, и на эффекте правки и качестве деталей.

2. Автор не провел исследование влияния скорости подвижной плиты на качество деталей, а также не приведены данные по влиянию температуры в зоне деформации на остаточные напряжения.

3. В диссертации представлена только непрерывного ППД выправленных нежестких цилиндрических деталей поперечной обкаткой гладкими плитами и, к сожалению, не приведена конструкция устройства для ее реализации.

4. Автор приводит в работе результаты численного расчета глубины пластической зоны при поперечной обкатке гладкими плитами. Однако в тексте отсутствует пояснения перехода от напряжений в очаге деформации к величине упрочненного слоя.

5. Качество ППД во многом зависит от упругих свойств материала. Однако вопрос об их роли в диссертации не рассмотрен, как и вопрос о материалах, для которых целесообразно рекомендовать предлагаемый метод ППД.

Заключение. Диссертация **Лэ Хонг Куанг** является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, содержащей новые научно обоснованные технологические решения, обладающие практической значимостью и имеющие существенное значение для металлообрабатывающей промышленности страны.

Теоретические и экспериментальные разделы представлены достаточно полно.

С учетом актуальности темы диссертации, научной обоснованности, оригинальности и новизны технологических разработок можно сделать вывод о том, что диссертация **Лэ Хонг Куанг** «Повышение качества выправленных нежестких цилиндрических деталей поверхностным пластическим деформированием», соответствует квалификационным требованиям пункта 9 «Положения о присуждении научных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата

технических наук по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения». Отзыв обсужден и принят на заседании научно-технического Совета Новосибирского государственного технического университета протокол № 6 от «17» ноября 2020 г. Отзыв составлен Рахимяновым Харисом Магсумановичем, доктором технических наук, профессором заведующим кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» и утвержден ректором, профессором Батаевым А.А. 18.11.2020 г. Отзыв прилагается.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Табаков В.П.

Спасибо, Николай Иванович. К нам поступило 12 отзывов, все они положительные. Каждый из членов Совета получил комплект документов, в котором подробно расписаны все отзывы, замечания и основные ответы на эти вопросы. Если у членов Совета нет возражений, то предоставим слово соискателю для ответа на замечания ведущей организации и из отзывов на автореферат. Возражений нет? Тогда слово соискателю на ответы.

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Ответ на замечания ведущей организации:

С первым, третьим и четвертым замечаниями согласен.

Ответ на второе замечание: Из литературных источников известно, что скорость в исследуемом диапазоне поперечной обкатки слабо влияет на результаты упрочнения и выбирается с учетом требуемой производительности, конструктивных особенностей деталей и оборудования. Поэтому исследование влияния скорости подвижной плиты на качество упрочненных деталей в данной работе не представляет научного интереса.

Ответ на пятое замечание: В работе рассмотрено влияние предела текучести и модуля упругости на характеристики прочности материала. Упругие деформации, при обработке тонких валов имеют небольшую величину и не представляют практического интереса. В диссертации указано что, режимы правки изгибом и ППД поперечной обкаткой гладкими плитами должны назначаться конкретно для каждого изделия.

Ответы на замечания по содержанию автореферата

Ответ на замечание профессора Матлина М.М.: Этот метод можно использовать для заготовок, когда припуск на ППД назначается заранее или для готовых деталей с невысоким качеством точности, например, для некоторых деталей сельскохозяйственной или горной техники.

Ответ на замечания профессора Тотая А.В.:

Ответ на первое замечание: При ППД гладкими плитами выправленных деталей в местах контакта с плитами нагрев незначителен. Измерения температуры деталей при ППД термокарандашом показали, что она не превышает 50 °С. Такая температура не может вызывать изменение микроструктуры и не влияет на формирование благоприятных остаточных напряжений. Поэтому в работе не рассмотрено влияние температуры на эффект упрочнения.

Со вторым замечанием согласен.

Ответ на замечания профессора Болдырева А.И.:

Ответ на первое замечание: ППД поперечной обкаткой гладкими плитами имеет основной недостаток: сложность обработки длинных деталей. Для обеспечения стабильности поперечной обкатки ширина плоских плит должна быть больше длины обрабатываемой детали. Чрезмерно большая ширина плит усложняет конструкцию правильно-обкатного станка и повышает энергоемкость поперечной обкатки. Поэтому поперечную обкатку целесообразно применять для тонких длинномерных валов, длина которых не превышает 500-600 мм.

Со вторым замечанием согласен.

Ответ на замечания профессора Чигиринского Ю.Л.:

Ответ на первое замечание: Данные о статистической значимости полученных результатов указаны в приложении Б диссертации.

Ответ на второе замечание: Износ образцов оценивали по результатам измерения диаметрального размера образца.

Ответ на третье замечание: Такие исследования мы не проводили, но получение результатов позволяют предполагать, что термическая обработка и последующая отделочно-упрочняющая обработка отдельных участков нежестких валов, выправленных ППД гладкими плитами, повышает геометрическую стабильность деталей.

С четвертым замечанием согласен.

Ответ на замечания доцентов Ятло И.И. и Букановой И.С.:

Ответ на первое замечание: Для упрочнения детали после правки достаточно одного полного оборота заготовки. При увеличении числа оборотов заготовки значительно уменьшается шероховатость и отклонение от круглости обработанной поверхности, но не приводит к дополнительному росту микротвердости поверхности и не увеличивают глубину наклепа. Поэтому рациональное число оборотов заготовки при обкатке гладкими плитами рекомендуется в пределах 3-5 оборотов.

Со вторым замечанием согласен.

Ответ на замечания профессора Попова А.Ю. и доцента Киселя А.Г.:

Ответ на первое замечание: Ответ отрицательный, т.к. различного рода макро и микронеровности скопируются при обкатке на поверхность детали.

Ответ на второе замечание: При ППД гладкими плитами наружный диаметр детали уменьшается. Если допуск на диаметр заготовок оказывается мал по сравнению с абсолютной величиной обжатия, то будет допустимый разброс качества упрочненных деталей. Если допуск на диаметр заготовок соизмерим с абсолютной величиной обжатия, то перед поперечной обкаткой необходимо отсортировать партию заготовок на несколько подгрупп таким образом, чтобы допуск на диаметр каждой подгруппы был намного меньше абсолютной величины обжатия.

С третьим замечанием согласен.

Ответ на замечания профессора Овчаренко А.Г. и доцента Фирсова А.М.:

Ответ на первое замечание: На рисунке 5 – это равновесные остаточные напряжения сечением, а по длине равномерные и производилась оценка остаточных напряжений экспериментально.

Ответ на второе замечание: Отклонения измерялись на координатно-измерительной машине.

С замечаниями профессоров Мокрицкого Б.Я., Ковенского И.М., Моргунова А.П., Артамонова Е.В., Семенова А.Н. согласен.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Табаков В.П.

Спасибо, Лэ Хонг Куанг. Переходим к отзывам официальных оппонентов. Учитывая, что официальный оппонент, д-р техн. наук Тамаркин М.А., заболел, слово для зачитания отзыва профессора М.А. Тамаркина предоставляется ученому секретарю, Веткасову Николаю Ивановичу.

Ученый секретарь – д-р техн. наук, доцент Веткасов Н.И.

Отзыв официального оппонента проф. М.А. Тамаркина на диссертацию Лэ Хонг Куанг «Повышение качества выправленных нежестких цилиндрических деталей поверхностным пластическим деформированием», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения.

Структура и объем диссертации: Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, общих выводов, библиографического списка, включающего 115 наименований источников. Работа изложена на 186 страницах машинописного текста, содержит 90 рисунков, 10 таблиц и 5 приложений. Приложения включают в себя Акт внедрения результатов работы, список сокращений и условных обозначений, а также статистическую обработку экспериментальных данных.

По теме диссертации автором опубликовано 24 печатные работы. Объем публикаций и апробация результатов диссертационной работы позволяют дать положительную оценку ее значимости.

Отмечается актуальность темы, выполненной работы. Среди различных деталей машин свыше 30 % составляют тела вращения, из них наиболее

трудоемкими и сложными в изготовлении являются детали, обладающие малой жесткостью. Нежесткие цилиндрические детали типа валов и осей, у которых отношение длины к диаметру более 20 широко применяются в современном машиностроении и в различных отраслях промышленности. Такие детали применяют в сельскохозяйственной, горнорудной, автомобильной, авиационной промышленности и бытовой технике. Как правило, эти детали ответственного назначения, к которым предъявляются высокие требования по качеству. Одним из важнейших показателей качества изделия, обеспечение которого вызывает значительные трудности, является точность. Одной из проблем, возникающих при изготовлении таких деталей, является искажение их прямолинейной оси. Исследование причины искривления цилиндрических деталей показало, что при их изготовлении возникают остаточные деформации, которые в большинстве случаев превышают существующие допуски на геометрические размеры. Наибольшее распространение получили деформации изгиба (отклонение от прямолинейности оси) и коробление. Для обеспечения прямолинейности цилиндрических деталей в технологический процесс их изготовления вводят операции правки. Правка является традиционным способом восстановления геометрической формы искривлённых деталей.

Целью работы является разработка технологии поверхностного пластического деформирования обеспечивающей геометрическую стабильность и качество поверхностного слоя нежестких цилиндрических деталей после правки поперечным изгибом.

В результате исследований автор получил ряд важных научных результатов:

1. Доказано, что новый способ ППД выправленных нежестких цилиндрических деталей гладкими плитами, приводит к снижению неравномерности напряженного состояния, обеспечивает геометрическую стабильность и повышает качество деталей.

2. Получены математические зависимости для аналитических расчетов основных параметров ППД выправленных цилиндрических деталей и определения напряженного состояния в очаге деформации и в готовых изделиях.

3. Разработана конечно-элементная модель процесса ППД гладкими плитами для определения напряженно-деформированного состояния выправленных цилиндрических деталей. Установлено влияние основных параметров процесса ППД на напряженное состояние нежестких деталей.

4. На основании экспериментальных исследований и численных расчетов установлено влияние основных параметров и режимов процесса ППД на качество поверхностного слоя и геометрическую стабильность цилиндрических деталей.

Обоснованность выводов диссертационной работы подкреплена использованием современных методов и экспериментального оборудования (дифрактометра Xstress 3000 G3/G3R, профилометр Taylor Hobson Form Talysurf i200, портальная координатно-измерительная машина Carl Zeiss Contura G2 Aktiv) для исследований точности и механических свойств упрочненных деталей.

Достоверность результатов обеспечена обоснованным изучением достаточного объема научной литературы, использованием современных средств и методик проведения исследований, и подтверждается согласованностью теоретических выводов с результатами их реальной экспериментальной проверки.

Диссертационная работа **Лэ Хонг Куанг** «Повышение качества выправленных нежестких цилиндрических деталей поверхностным пластическим деформированием», по поставленной цели, задачам исследований и содержанию в целом соответствует паспорту научной специальности 05.02.08 «Технология машиностроения» по пунктам:

2 – «Технологические процессы, операции, установки, позиции, технологические переходы и рабочие ходы, обеспечивающие повышение качества изделий и снижение их себестоимости»;

3 – Математическое моделирование технологических процессов и методов изготовления деталей и сборки изделий машиностроения;

4 – «Совершенствование существующих и разработка новых методов обработки и сборки с целью повышения качества изделий машиностроения и снижения себестоимости их выпуска»;

7 – «Технологическое обеспечение и повышение качества поверхностного слоя, точности и долговечности деталей машин».

По содержанию диссертации имеется ряд замечаний:

1. Коэффициент трения качения автор взял из литературных данных при поперечной прокатке, а по- хорошему надо было проводить эксперименты для определения коэффициента трения для пары материалов плит и заготовки.

2. В работе представлены результаты ППД деталей в основном из ст. 45. Полагаем целесообразным расширение диапазона марок стали изделий, подвергаемых обработке. Дополнительные результаты исследования позволили бы сформировать более полные рекомендации по оптимизации процесса ППД поперечной обкаткой гладкими плитами после изгиба.

3. ППД поперечной обкаткой гладкими плитами обеспечивает высокое качество поверхности деталей машин. К, сожалению, автор не провел исследование динамики изменения микропрофиля при обкатке гладкими плитами.

4. В реальных технологических процессах нежесткие детали часто искривляются после термических операций, например, закалки. В этой связи возникает вопрос – возможно ли выправить детали способом, который предлагает автор.

Оценивая диссертацию в целом, следует отметить, что сделанные замечания ни в коей степени не снижают ценности работы, выполненной соискателем.

Диссертация **Лэ Хонг Куанг** написана технически грамотным языком, стиль изложения - научный. Иллюстративный материал выполнен на высоком оформительском уровне и дает наглядное представление об использованных методах измерений и обработки данных, установленных закономерностях. Содержание работы, ее основные результаты и научные положения в достаточной степени отражены в публикациях соискателя, включая 3 патента РФ и издания, рекомендованные ВАК РФ (7 статей), в международной базе Scopus – 8 статей, издана одна монография в соавторе, а результаты исследования также прошли широкую апробацию на научных форумах различного уровня. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации и дает достаточно полное представление о структуре, научной новизне и практической значимости работы.

Заключение. На основании вышеизложенного считаю, что диссертация **Лэ Хонг Куанг** «Повышение качества выправленных нежестких цилиндрических деталей поверхностным пластическим деформированием» отвечает п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», является научно-квалифицированной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технические разработки и технологические решения, имеющие существенное значение для развития машиностроительной отрасли России, а ее автор – **Лэ Хонг Куанг** - заслуживает присуждения искомой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения».

Отзыв подписан официальным оппонентом доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Технология машиностроения» Тамаркиным М.А.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Табаков В.П.

Спасибо Николай Иванович. **Лэ Хонг Куанг**, отвечайте, пожалуйста, на замечания оппонента.

Соискатель **Лэ Хонг Куанг**

Ответ на второе замечание: Исследование напряженно-деформированного состояния валов выполнены на стали 45, которая получила широкое распространение для изготовления нежестких валов и осей. Кроме того, в диссертации представлены исследование разных марок материала: сталь 20, алюминиевые сплавы (АК4-1, АМГ-3).

Ответ на четвертое замечание: плиты изготавливают из углеродистых и низколегированных инструментальных сталей. Эти металлы, имеющие твердость HRC 30... 35, после термообработки имеют твердость HRC 56...64. Поэтому этим способом возможно выправить закаленные детали, если их твердость не превышает HRC 56-60, например, закалённые конструкционные стали.

С первым и третьим замечаниями согласен.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Табаков В.П.

Слово для отзыва предоставляется официальному оппоненту доктору технических наук, доценту Кропоткиной Елене Юрьевне, пожалуйста.

Д-р техн. наук, доцент Кропоткина Е.Ю.

В работе Лэ Хонг Куанг представлена актуальность задачи данной работы. Она представляет проведение углубленного научного исследования по повышению качества выправленных нежестких цилиндрических деталей новым способом – поперечной обкаткой гладкими плитами.

Целью данной работы является разработка технологии поверхностного пластического деформирования обеспечивающей геометрическую стабильность и качество поверхностного слоя нежестких цилиндрических деталей после правки поперечным изгибом.

Обоснованность выводов диссертационной работы подкреплена использованием современных и спектральных методов и экспериментального оборудования для изучения состава исследуемого материала, а также методов описательной и аналитической статистики для обработки полученных результатов и новой технологической информации.

Достоверность результатов обеспечена обоснованным использованием теоретических зависимостей, допущений и ограничений, корректностью выбранных методов исследования, применением известных численных методов и подтверждается качественным и количественным согласованием результатов расчетов с экспериментальными данными.

Научная новизна работы:

1. Доказано, что новый способ ППД выправленных нежестких цилиндрических деталей гладкими плитами, приводит к снижению неравномерности напряженного состояния, обеспечивает геометрическую стабильность и повышает качество деталей (п. 2 и 7 паспорта специальности 05.02.08).

2. Получены математические зависимости для аналитических расчетов основных параметров ППД выправленных цилиндрических деталей и определения напряженного состояния в очаге деформации и в готовых изделиях (п. 3 паспорта специальности 05.02.08).

3. Разработана конечно-элементная модель процесса ППД гладкими плитами для определения напряженно-деформированного состояния выправленных цилиндрических деталей. Установлено влияние основных параметров процесса ППД на напряженное состояние нежестких деталей (п. 3 паспорта специальности 05.02.08).

4. На основании экспериментальных исследований и численных расчетов установлено влияние основных параметров и режимов процесса ППД на качество поверхностного слоя и геометрическую стабильность цилиндрических деталей (п. 4 паспорта специальности 05.02.08).

Результаты диссертационного исследования, выполненного на кафедре машиностроительных технологий и материалов, внедрены в учебный процесс по направлению 15.03.01 – Машиностроение на основании решения кафедры.

Диссертация написана технически грамотным языком, стиль изложения – научный. Иллюстративный материал выполнен на высоком оформительском уровне и дает наглядное представление об использованных методах

измерений и обработки данных, установленных закономерностях. Содержание работы, ее основные результаты и научные положения в достаточной степени отражены в публикациях соискателя, включая 3 патента РФ и издания, рекомендованные ВАК РФ (7 статьи), в международную базу Scopus – 8 статей, издана одна монография в соавторстве, а также прошли широкую апробацию на научных форумах различного уровня. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации и дает достаточно полное представление о структуре, научной новизне и практической значимости работы.

Вместе с тем при ознакомлении с текстом диссертации и ее авторефератом возникли некоторые вопросы и замечания:

1. При проведении экспериментальных исследований автор определил остаточные напряжения на поверхности обработанных деталей, а остаточные напряжения по глубине поверхностного слоя почему-то не исследованы экспериментальным путем.

2. Высота зазора между плитами является очень точной величиной, которая в основном определяет напряженно-деформированное состояние и качество обработанных деталей. Автор не рассматривает вопрос о том, как точно можно регулировать эту величину на практике.

3. Величина абсолютного обжатия при поперечной обкаткой гладкими плитами соизмерима с высотой микронеровней поверхности. В диссертации отсутствует информация о необходимой величине исходной шероховатости для ППД деталей предлагаемым способом.

4. В работе рассмотрены детали в виде гладких цилиндров. На практике известна большая номенклатура деталей с небольшой обточкой концевых участков для изготовления шейки или резьбы. Автор не рассмотрел влияние таких участков на равномерность напряженного состояния после ППД.

Оценивая работу в целом, считаю, что диссертация Лэ Хонг Куанг «Повышение качества выправленных нежестких цилиндрических деталей поверхностным пластическим деформированием», является научно-

квалифицированной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические разработки и технологические решения, имеющие существенное значение для развития технологии отделочно-упрочняющей обработки. Диссертация соответствует квалификационным требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор – Лэ Хонг Куанг – заслуживает присуждения ему искомой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения».

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Табаков В.П.

Спасибо Елена Юрьевна. Лэ Хонг Куанг, отвечайте, пожалуйста, на замечания оппонента.

Соискатель Лэ Хонг Куанг

На первое замечание хотелось ответить: При измерении остаточных напряжений методом рентгеноструктурного анализа можно определить напряжения по глубине поверхности путем травления металла. Но, к сожалению, нет надежной методики для травления цилиндрических поверхностей. Поэтому нельзя достаточно точно определить остаточные напряжения по глубине поверхностного слоя данным методом. Сопоставляя результаты определения остаточных напряжений на поверхности, полученные экспериментально, и расчетами в ANSYS, получили разницу не более 6%. Поэтому можно с уверенностью утверждать, что по глубине результаты также сходятся.

На третье замечание: При ППД гладкими плитами можно получить чистую поверхность ($Ra = 0,1-0,2$ мкм) из очень грубой поверхности ($Ra = 5$ мкм и более). Заготовку перед ППД обкаткой гладкими плитами обычно обрабатывают получистовым или чистовым точением. Поэтому поперечная обкатка деталей с шероховатостью более $Ra = 5$ мкм является маловероятной на практике, следовательно при любой шероховатости после получистового точения возможна обработка деталей ППД гладкими плитами.

С остальными замечаниями согласен.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Табаков В.П.

Переходим к дискуссии. Кто хочет выступить?

Пожалуйста, Епифанов Вячеслав Викторович.

Д-р техн. наук, доцент Епифанов В.В.

В 1993 году был создан банк данных о деталях, которые обрабатываются на предприятиях Ульяновской области. При этом стало понятно, что объем нежестких деталей составляет, примерно, 2%. Так что область применения таких деталей, на мой взгляд, ограниченная. В целом работа проделана большая, интересная, имеются и теоретические и экспериментальные исследования. По замечаниям можно сказать следующие: теоретическая вторая глава, с интересными результатами, слабо связана с остальной частью работы. Хотелось бы посоветовать на выходе работы сделать алгоритм проектирования технологического процесса вашим методом. Представить порядок обоснования материала, выбор инструмента, режимов обработки и т.д. Можно было бы составить такой алгоритм? Конечно можно. Сам соискатель оставил очень приятное впечатление, аспирантура заканчивается только через год, а он уже выполнил поставленную задачу, так что я поддерживаю данную работу и считаю, что Лэ Хонг Куанг заслуживает присуждения искомой степени кандидат технических наук.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Табаков В.П.

Кто следующий? Пожалуйста, Владимир Николаевич.

Д-р техн. наук, профессор Клячкин В.Н.

Тема представленной работы мне близка. В свое время с профессором Емельяновым Валерием Николаевичем мы занимались правкой коленчатых валов секторальной чеканкой. Поэтому я хорошо представляю технологии на основе поверхностного пластического деформирования. Несмотря на некоторые шероховатости, выполнена качественная научно-исследовательская работа, результаты, которые прошли достаточно широкую апробацию на конференциях различного уровня. Считаю, что диссертант вполне

заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 - «Технология машиностроения».

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Табаков В.П.

Кто следующий? Пожалуйста, Николай Михайлович.

Д-р техн. наук, профессор Бобровский Н.М.

Работу, которую сегодня представили к защите, мы хорошо и давно знаем. Несколько лет назад по этой теме был получен грант РФФИ молодых ученых. Это продукт научной школы, профессора Зайдеса Семена Азиковича, продукт высокого качества, и сегодня мы в этом убедились. Соискатель выполнил важную для машиностроения и интересную в научном плане диссертационную работу. С формальной точки зрения все необходимые составляющие для диссертации имеются: публикации, патенты, апробации, научная новизна, практическая ценность – все это есть в работе. В целом считаю, что диссертационная работа соответствует специальности 05.02.08. – технология машиностроения, а Соискатель Лэ Хонг Куанг, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Табаков В.П.

Кто следующий? Пожалуйста, Дмитрий Владимирович Лобанов.

Д-р техн. наук, доцент Лобанов Д.В.

Мне очень импонирует применение соискателем разных методов исследования для достижения поставленной цели. Отмечаю присутствие в диссертации теоретических моделей и цифрового прототипа, который построен с использованием конечно-элементного моделирования, и является базовым для прогнозирования поведения системы. Имеются достаточно широкие и глубокие исследования, что придает целостность этой работе, которая отвечает 4 пункту специальности 05.02.08. – совершенствование существующих и разработка новых методов обработки с целью повышения качества изделий машиностроения. Недостатки в работе есть, например, можно было бы шире представить номенклатуру материалов. Это позволит соискателю в дальнейшем использовать те предложения, которые были

высказаны сегодня на защите и реализовать то, что предлагается для дальнейших исследований. В целом работа соответствует специальности 05.02.08 – Технология машиностроения и рекомендуется для присуждения Лэ Хонг Куанг ученой степени кандидата технических наук.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Табаков В.П.

Кто следующий? Пожалуйста, профессор Булыжев Евгений Михайлович.

Д-р техн. наук, профессор Булыжев Е.М.

Формальные критерии этой работы очень хорошие – много статей, в том числе в международной базе Scopus. С другой стороны, работа имеет большой практический выход, хотя она не может стать окончательной, так как твердость и прочность поверхности – это вещи разные, поэтому, когда нужна твердость, для повышения износостойкости, то эта операция не будет последней, и многие прекрасные характеристики могут быть нарушены, и впоследствии снова могут быть восстановлены шлифованием. Поэтому ваша операция не конечная. И еще одно замечание – в одном ответе вы говорили, о 56-65 единиц твердости. Мне кажется, что тут вы переборщили. Но все сказанное не снижает ценности работы, поскольку представленная технология сама по себе ценная и полезная. Она подходит для решения разных задач. Похожий метод обработки я видел только один раз, и он не изучался так глубоко. Поэтому я буду голосовать «за» и считаю, что соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидат технических наук по специальности технологии машиностроения. Понимаю трудности в языковом барьере, но, несмотря на это, я глубоко разобрался в данном вопросе, и поддерживаю соискателя.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Табаков В.П.

Если еще желающие выступить? Нет. Хорошо, пора заканчивать. Я не хотел выступать, но вспоминая аналогичные случаи защит иностранных граждан, хотелось бы поддержать данную работу, как очень трудную, в плане

оформления ее на техническом русском языке. Поддерживаю данную работу и буду голосовать за присуждение ученой степени кандидат технических наук.

Давайте, дадим заключительное слово Лэ Хонг Куанг.

Соискатель Лэ Хонг Куанг

Уважаемые председатель, члены диссертационного совета.

В первую очередь выражаю благодарность своему научному руководителю, профессору Зайдесу С.А. за помощь на всех этапах выполнения диссертации.

Выражаю глубокую признательность официальным оппонентам профессорам Тамаркину Михаилу Аркадьевичу и Кропоткиной Елене Юрьевне за высококвалифицированные и объективные отзывы, а также за общую положительную оценку диссертации.

Благодарю ведущую организацию – Новосибирский государственный технический университет и её коллектив за положительный отзыв на данную работу.

Благодарю председателя диссертационного совета профессора Табакова Владимира Петровича и учёного секретаря Веткасова Николая Ивановича за оказанную помощь на этапах подготовки диссертации к защите.

Так же благодарю всех членов диссертационного совета за активное участие в обсуждении моей работы и за полезные замечания.

Всем большое спасибо!

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Табаков В.П.

Переходим к голосованию. Прошу членов Совета проголосовать. Напоминаю, голосование открытое и я опрошу всех членов Совета. Прошу членов Совета выражать голосование поднятием руки и ответа «за» или «против». Начнем с членов Совета, работающих дистанционно:

Петр Федорович Зибров? – За; Олег Иванович Драчев? –За; Леонид Викторович Худобин? –За; Олег Владимирович Захаров? –За; Александр Федорович Денисенко? –За; Дмитрий Владимирович Лобанов? –За; Николай

Михайлович Бобровский? –За; Александр Сергеевич Янюшкин? –За; Николай Васильевич Носов? –За.

Всех, кто присутствует в зале, прошу проголосовать.

Единогласно.

Таким образом, итоги голосования: 16 – «за», против – «нет». Диссертационный совет признает, что диссертация Лэ Хонг Куанг содержит решение актуальной научно-технической задачи, направленной на обеспечение геометрической стабильности и повышение качества нежестких цилиндрических деталей типа валов и осей, имеющую существенное практическое значение для повышения конкурентоспособности продукции, выпускаемой машиностроительными предприятиями, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям п.9 -14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденном Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 и присуждает Лэ Хонг Куанг ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.02.08 - Технология машиностроения.

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Табаков В.П.

У членов Совета имеется проект заключения по диссертации Лэ Хонг Куанг. Предложения есть? Есть предложение принять его за основу. Нет возражений? Нет. Принимается.

Обсуждение заключения

Председатель заседания – д-р техн. наук, профессор Табаков В.П.

Есть предложение принять проект заключения в целом с учетом высказанных замечаний. Если нет возражений, прошу голосовать. Принимается единогласно.

Заключение диссертационного совета объявляется соискателю

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
Д999.003.02, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УЛЬЯНОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» И
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТОЛЬЯТТИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 25 декабря 2020 г. № _____

О присуждении **Лэ Хонг Куанг**, гражданину Вьетнама, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение качества выправленных нежестких цилиндрических деталей поверхностным пластическим деформированием» по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения» принята к защите 22 октября 2020 г., протокол № 61, объединенным диссертационным советом Д999.003.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения (ФГБОУ) высшего образования (ВО) «Ульяновский государственный технический университет», ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет», Министерства науки и высшего образования РФ, по адресу 432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32, действующим на основе приказа №123/нк от 17.02.2015 г.

Соискатель Лэ Хонг Куанг, 1991 года рождения.

В 2015 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» Министерства науки и высшего образования РФ по направлению 220700 «Автоматизированное управление

жизненным циклом продукции». В 2017 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет» по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». В 2017 году поступил в очную аспирантуру Иркутского национального исследовательского технического университета по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения» со сроком ее окончания в 2021 году.

Диссертация выполнена на кафедре «Машиностроительные технологии и материалы» ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» Министерства науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор **Зайдес Семен Азикович**, заслуженный работник высшей школы РФ, ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», профессор, заведующий кафедрой «Машиностроительные технологии и материалы».

Официальные оппоненты:

– **Тамаркин Михаил Аркадьевич**, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» Министерства науки и высшего образования РФ, кафедра «Технология машиностроения», заведующий кафедрой;

– **Кропоткина Елена Юрьевна**, д-р техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»» Министерства науки и высшего образования РФ, кафедра «Высокоэффективные технологии обработки», профессор.

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «**Новосибирский государственный технический университет**», г. Новосибирск, в своем положительном заключении, рассмотренном на заседании кафедры «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный

технический университет», подписанном д-ром техн. наук, профессором, заведующим кафедрой «Технология машиностроения» Х.М. Рахимьяновым и утвержденном ректором ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», д-ром техн. наук А.А. Батаевым, указала, что диссертация Лэ Хонг Куанг является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, содержащей новые научно-обоснованные технологические решения, обладающие практической значимостью и имеющие существенное значение для металлообрабатывающей промышленности страны. Теоретические и экспериментальные разделы представлены достаточно полно. С учетом актуальности темы диссертации, научной обоснованности, оригинальности и новизны технологических разработок можно сделать вывод о том, что диссертация **Лэ Хонг Куанга «Повышение качества выправленных нежестких цилиндрических деталей поверхностным пластическим деформированием»**, соответствует квалификационным требованиям пункта 9 «Положения о присуждении научных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения».

Соискатель имеет 24 опубликованные работы по теме диссертации, в том числе 7 статей в изданиях из перечня ВАК РФ, 8 статей в изданиях из базы цитирования Scopus, 5 статей в других изданиях, 3 патента РФ на изобретения, издана одна монография в соавторстве.

В опубликованных работах представлены результаты исследования технологии ППД выправленных нежестких цилиндрических деталей поперечной обкаткой гладкими плитами, обеспечивающей повышение качества цилиндрических деталей типа валов и осей. Разработана технология ППД выправленных нежестких цилиндрических деталей с обеспечением равномерного напряженного состояния деталей поперечной обкаткой

гладкими плитами. Авторский вклад составляет 10,95 п.л., в общем объеме научных изданий 14,69 п.л.

Научные работы соискателя отражают результаты проведенного исследования и раскрывают основные положения, выносимые на защиту. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах. Научные труды представлены статьями в рецензируемых изданиях из перечня ВАК, из базы цитирования Scopus, материалах научных конференций и патентами на изобретения. Наиболее значимые научные работы соискателя из числа опубликованных в рецензируемых научных изданиях:

1. **Лэ Хонг Куанг**, Зайдес С.А. Аналитическое определение напряженного состояния цилиндрических деталей при поперечной обкатке плоскими плитами // Вестник ИрГТУ. – 2018. – Т. 22. – № 9. – С. 50-66. – 1,06 п.л. / авт. 0,64 п.л.

2. Зайдес С.А., **Лэ Хонг Куанг**. Стабилизированная правка цилиндрических деталей поперечной обкаткой плоскими плитами. Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2019. – №8. – С. 3-9. – 0,44 п.л. / авт. 0,26 п.л.

3. Зайдес С.А., **Лэ Хонг Куанг**. Определение качества поверхностного слоя маложестких цилиндрических изделий после правки поперечной обкаткой гладкими плитами. Известия Вузов. Машиностроение. – 2019. – №12. – С. 5-13. – 0,56 п.л. / авт. 0,34 п.л.

4. Зайдес С.А., **Лэ Хонг Куанг**. Влияние основных параметров процесса правки поперечной обкаткой гладкими плитами на качество цилиндрических деталей. Технология металлов. – 2020. – №2. – С. 37-44. – 0,50 п.л. / авт. 0,30 п.л.

5. Зайдес С.А., **Лэ Хонг Куанг**. Оценка качества правки цилиндрических деталей поперечной обкаткой гладкими плитами. Вестник машиностроения. – 2020. – №6. – С. 72-76. – 0,31 п.л. / авт. 0,23 п.л.

6. S. A. Zaides and **Le Hong Quang**. Straightening of Relatively Flexible Cylindrical Parts. Part I. Establishing the Loading Conditions in Transverse Straightening. Steel in Translation. – 2019. – Vol. 49. – No. 7. – Pp. 440-446. – 0,50 п.л. / авт. 0,35 п.л.

7. S. A. Zaides and **Le Hong Quang**. Straightening of Relatively Flexible Cylindrical Parts. Part II. Stress State of the Cylinder Workpiece in Transverse Rolling between Flat Plates. Steel in Translation. – 2019. – Vol. 49. – No. 9. – Pp. 581-586. – 0,38 п.л. / авт. 0,28 п.л.

8. S. A. Zaides and **Le Hong Quang**. State of Stress in Cylindrical Parts during Transverse Straightening. Russian Metallurgy (Metally). – Vol. 2019. – No. 13. – Pp. 1487-1491. – 0,31 п.л. / авт. 0,23 п.л.

9. Semen Zaides, **Le Hong Quang**, Nikolai Bobrovskij and Pavel Melnikov. Automated complex for stabilized straightening of low-stiff cylindrical parts. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 537 (2019) 022078 – 0,31 п.л. / авт. 0,19 п.л.

10. S A Zaides and **L Kh Kuang**. Improving the quality of aircraft fasteners by transverse running with flat plates. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 632 (2019) 012115 – 0,62 п.л. / авт. 0,47 п.л.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Отзыв ведущей организации – ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», подписанный д-ром техн. наук, профессором, заведующим кафедрой «Технология машиностроения» Х.М. Рахимьяновым и утвержденный ректором ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», д-ром техн. наук А.А. Батаевым. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. В работе не рассмотрена стойкость деформирующего инструмента. Износ рабочих плит отразится на степени деформации, а, следовательно, и на эффекте правки и качестве деталей. 2. Автор не провел исследование влияния скорости подвижной плиты на качество деталей, а также не приведены данные по влиянию температуры в зоне деформации на остаточные напряжения. 3. В

диссертации представлена только схема непрерывного ППД выправленных нежестких цилиндрических деталей поперечной обкаткой гладкими плитами и, к сожалению, не приведена конструкция устройства для ее реализации. 4. Автор приводит в работе результаты численного расчета глубины пластической зоны при поперечной обкатке гладкими плитами. Однако в тексте отсутствует пояснения перехода от напряжений в очаге деформации к величине упрочненного слоя. 5. Качество ППД во многом зависит от упругих свойств материала. Однако вопрос об их роли в диссертации не рассмотрен, как и вопрос о материалах, для которых целесообразно рекомендовать предлагаемый метод ППД.

2. Отзыв официального оппонента – Тамаркина Михаила Аркадьевича, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Технология машиностроения» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет». Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Коэффициент трения качения автор взял из литературных данных при поперечной прокатке, а по-хорошему надо было проводить эксперименты для определения коэффициента трения для пары материалов плит и заготовки. 2. В работе представлены результаты ППД деталей в основном из ст. 45. Полагаем целесообразным расширение диапазона марок стали изделий, подвергаемых обработке. Дополнительные результаты исследования позволили бы сформировать более полные рекомендации по оптимизации процесса ППД поперечной обкаткой гладкими плитами после изгиба. 3. ППД поперечной обкаткой гладкими плитами обеспечивает высокое качество поверхности деталей машин. К, сожалению, автор не провел исследование динамики изменения микропрофиля при обкатке гладкими плитами. 4. В реальных технологических процессах нежесткие детали часто искривляются после термических операций, например, закалки. В этой связи возникает вопрос – возможно ли выправить детали способом, который предлагает автор.

3. Отзыв официального оппонента – Кропоткиной Елены Юрьевны, доктора технических наук, профессора кафедры «Высокоэффективные технологии обработки» ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет «СТАНКИН»». Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. При проведении экспериментальных исследований автор определил остаточные напряжения на поверхности обработанных деталей, а остаточные напряжения по глубине поверхностного слоя почему-то не исследованы экспериментальным путем. 2. Высота зазора между плитами является очень точной величиной, которая в основном определяет напряженно-деформированное состояние и качество обработанных деталей. Автор не рассматривает вопрос о том, как точно можно регулировать эту величину на практике. 3. Величина абсолютного обжатия при поперечной обкатке гладкими плитами соизмерима с высотой микронеровностей поверхности. В диссертации отсутствует информация о необходимой величине исходной шероховатости для ППД деталей предлагаемым способом. 4. В работе рассмотрены детали в виде гладких цилиндров. На практике известна большая номенклатура деталей с небольшой обточкой концевых участков для изготовления шейки или резьбы. Автор не рассмотрел влияние таких участков на равномерность напряженного состояния после ППД.

4. Отзыв из ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград, подписанный д-ром техн. наук, профессором, заведующим кафедрой «Детали машин и подъемно-транспортные устройства» Матлиным Михаилом Марковичем. Отзыв положительный со следующим замечанием: В работе не представлены ограничения предлагаемого способа ППД. Например, ППД деталей после правки поперечным изгибом при ремонте изменит диаметральный размер, который может повлиять на работоспособность механизма или узла в которые они входят.

5. Отзыв из ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», г. Брянск, подписанный д-ром техн. наук, профессором,

заведующим кафедрой «Безопасность жизнедеятельности и химия» Тотаем Анатолием Васильевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. При ППД деталей поперечной обкаткой гладкими плитами после правки изгибом совершается механическая работа, при которой происходит выделение тепла. Термические процессы могут существенно влиять на напряженно-деформированное состояние при ППД, однако информации об этом явлении в автореферате не обнаружено. 2. Моделирование и экспериментальное исследование выполнены на гладких образцах. В автореферате отсутствует информация о возможности использования результатов работы для ППД ступенчатых валов.

6. Отзыв из ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», г. Комсомольск-на-Амуре, подписанный д-ром техн. наук, профессором, главным научным сотрудником ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» Мокрицким Борисом Яковлевичем. Отзыв положительный со следующим замечанием: По работе есть непринципиальное замечание по цели диссертации. Она сформулировано узко. На мой взгляд цель работы могла бы быть сформулирована так: Целью работы является повышение качества или точности обработки поверхностей деталей машин и снижение затрат на такую обработку за счёт создания новой технологии поверхностного пластического деформирования.

7. Отзыв из ФГБОУ ВО «Воронежский государственной технический университет», г. Воронеж, подписанный д-ром техн. наук, заслуженным работником ВШ РФ, профессором кафедры «Технология машиностроения» Болдыревым Александром Ивановичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. В работе не рассмотрены недостатки и ограничения предлагаемого способа правки изгибом и поперечной обкаткой гладкими плитами. 2. В автореферате отсутствует информация о физико-механических свойствах материала, из которого изготовлен рабочий инструмент.

8. Отзыв из ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень, подписанные д-ром техн. наук, профессором, заслуженным деятелем науки РФ, заведующим кафедрой «МиТКМ» Ковенским Ильёй Моисеевичем и кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Технология машиностроения» Некрасовым Романом Юрьевичем. Отзыв положительный со следующим замечанием: в автореферате отсутствует информация об изменении диаметра после ППД, что представляет интерес для ремонтных технологий.

9. Отзыв из ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», г. Волгоград, подписанный д-ром техн. наук, профессором, заведующим кафедрой «Технология машиностроения» Чигиринским Юлием Львовичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. В тексте автореферата при описании экспериментальных исследований (стр. 12...14, рис. 10) не приведены данные о статистической значимости полученных результатов (оценка погрешности, количество повторений опытов и т. п.). 2. Из текста автореферата не ясно, как оценивалась износостойкость (стр. 15, содержание главы 5) деталей, обработанных ППД гладкими плитами. 3. Каким образом термическая обработка и последующая отделочная обработка отдельных участков нежестких валов, выправленных ППД гладкими плитами, влияет на геометрическую стабильность деталей? 4. В автореферате встречаются незначительные стилистические погрешности, например, на стр. 3 – «детали гладкой номенклатуры», «гладко используют» (часто используют), «передавать мощности на большие расстояния» и др., что можно объяснить неродным для автора языком.

10. Отзыв из ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Барнаул, подписанный канд. техн. наук, доцентом Ятло Иваном Ивановичем и канд. техн. наук, доцентом Букановой Ириной Сергеевной кафедры «Технология машиностроения». Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Из автореферата не ясно, что

является критерием окончания процесса упрочнения после правки (достаточно ли одного полного оборота детали?). 2. Не ясно также, учитывалась ли зависимость коэффициента трения μ от коэффициента линейного проскальзывания, т.е. насколько медленнее движутся материальные частицы детали в приконтактном слое относительно правящего инструмента.

11. Отзыв из ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет», г. Омск, подписанные д-ром техн. наук, профессором кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» Поповым Андреем Юрьевичем и канд. техн. наук, доцентом кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» Киселем Антоном Геннадьевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. Нет ли целесообразности выполнить поверхности обкатывающих гладких плит неплоскими или прерывистыми? Возможно, что нанесение на плиты наклонных пазов может привести к такому же результату при существенном снижении сил. 2. При выправлении стальных цилиндрических деталей применялось ППД с величиной абсолютного обжата $\Delta H = 0,07 \dots 0,25$ мм. Как ППД сказывается на наружном диаметре выправленной детали? Соответствует ли в результате деталь требованиям по точности наружного диаметра? 3. В тексте автореферата имеется незначительное количество грамматических и пунктуационных ошибок.

12. Отзыв из ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет», г. Омск, подписанный д-ром техн. наук, профессором кафедры «Технология машиностроения» Моргуновым Анатолием Павловичем. Отзыв положительный со следующим замечанием: К сожалению, автор не упомянул работы по правке валов, выполненные под руководством В.С. Корсакова в 1960-1970 годы.

13. Отзыв из ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень, подписанный д-ром техн. наук, профессором, заслуженным работником высшей школы РФ, заведующим кафедрой «Станки инструменты» Артамоновым Евгением Владимировичем. Отзыв

положительный со следующим замечанием: К замечаниям следует отнести, мелкие и плохо читаемые обозначения на графиках и рисунках автореферата. Однако, данные замечания не носят критического характера и не снижают значимость проделанной работы.

14. Отзыв из Бийского технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Бийск, подписанный д-ром техн. наук, профессором, заведующим кафедрой «Технология машиностроения и качество» Овчаренко Александром Григорьевичем и канд. техн. наук, доцентом кафедры «Технология машиностроения и качество» Фирсовым Александром Максимовичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. На рисунке 5 б, в, г видно, что остаточные напряжения по сечениям неравномерные и это при идеализированных условиях моделирования процесса, производилась ли оценка остаточных напряжений экспериментально? 2. Не понятно, как учитывалось отклонение формы заготовки в продольном и поперечном сечениях?

15. Отзыв из ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный университет им. П.А. Соловьева», г. Рыбинск, подписанный д-ром техн. наук, профессором, деканом авиатехнологического факультета Семеновым Александром Николаевичем. Отзыв положительный со следующими замечаниями: 1. В автореферате не приведены данные по возможному диапазону геометрических параметров деталей и необходимой мощности оборудования для их правки. 2. В автореферате не приведены результаты исследований на износостойкость, по какой схеме и при каких условиях они проводились.

В отзывах отмечены актуальность выбранной темы исследования, научная новизна работы, а также практическая значимость разработанной технологии.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается широкой известностью их достижений в области

поверхностного пластического деформирования, наличием научных разработок, публикаций в рецензируемых журналах и вкладом в развитие данного направления исследований, обладают достаточной квалификацией, позволяющей оценить новизну представленных на защиту результатов, их научную и практическую значимость, обоснованность и достоверность полученных выводов. В ведущей организации и организациях, в которых осуществляют свою деятельность официальные оппоненты, выполнен значительный объем научных исследований, связанных с изучением процессов, рассматриваемых соискателем в диссертационной работе.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан новый метод поверхностного пластического деформирования нежестких цилиндрических деталей, обеспечивающий формирование в них равновесных остаточных напряжений и повышение их качества,

предложен способ сохранения прямолинейности оси нежестких цилиндрических деталей на основе формирования равномерных и равновесных полей распределения остаточных напряжений поперечной обкаткой гладкими плитами,

доказана высокая эффективность применения ППД выправленных нежестких цилиндрических деталей типа валов и осей поперечной обкаткой гладкими плитами, обеспечивающее их геометрическую стабильность и качество поверхностного слоя,

введен новый термин «коэффициент перегиба».

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано решающее влияние характера распределения остаточных напряжений в объеме тела на стабильность прямолинейной оси нежестких цилиндрических деталей,

применительно к проблематике диссертации результативно использован лицензионный программный комплекс «Ansys» для определения

напряжено-деформированного состояния цилиндрических деталей после правки поперечным изгибом и поперечной обкатки гладкими плитами, а также элементы статистического анализа и компьютерного моделирования,

изложены экспериментальные и расчетные доказательства:

- формирования остаточных напряжений сжатия в поверхностном слое цилиндрических деталей при их поперечной обкатке гладкими плитами;
- более равномерного распределения остаточных напряжений в цилиндрических заготовках после поперечного изгиба при воздействии распределённой нагрузки,

раскрыты особенности выбора основных параметров ППД, обеспечивающих высокое качество нежестких цилиндрических деталей после правки поперечным изгибом, на основе конечно-элементного моделирования,

изучены связи между степенью относительного обжатия, основного параметра процесса ППД поперечной обкаткой гладкими плитами, и характеристиками качества выправленных нежестких деталей,

проведена модернизация существующей математической модели процесса ППД, позволяющая определить напряженное состояние в очаге деформации и остаточные напряжения в цилиндрических деталях.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана и внедрена в образовательный процесс в ФГБОУ ВО ИРНИТУ и испытана в производственных условиях опытно-промышленная технология ППД гладкими плитами после правки поперечным изгибом, обеспечивающая повышение качества выправленных нежестких цилиндрических деталей типа валов и осей,

определены режимы процесса ППД после правки деталей поперечным изгибом, обеспечивающие высокую геометрическую стабильность и качество поверхностного слоя нежестких цилиндрических деталей типа валов и осей,

создана оригинальная опытно-промышленная установка для правки поперечным изгибом и последующим поверхностным пластическим деформированием нежестких цилиндрических деталей,

представлены научно-обоснованные рекомендации по ППД поперечной обкаткой гладкими плитами для получения цилиндрических деталей высокого качества, которые могут быть использованы в машиностроении.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ – результаты получены с использованием сертифицированного и поверенного оборудования, применением современных средств измерений. Обработка результатов натурных исследований проведена с использованием методов и компьютерных программ статистического анализа,

теория построена на использовании основ технологии машиностроения, на известных законах упругопластических деформаций цилиндрических тел и теории метода конечных элементов,

идея базируется на анализе практики и обобщении передового опыта по совершенствованию технологии поверхностного пластического деформирования нежестких цилиндрических деталей,

использованы современные информационные базы и научно-техническая литература по технологическому обеспечению необходимых эксплуатационных характеристик нежестких цилиндрических деталей и выполнен сравнительный анализ совпадений известных данных с результатами, полученными соискателем,

установлено качественное совпадение авторских результатов исследования с результатами, представленными в научной литературе по данной тематике,

использованы современные методики обработки исходных и экспериментальных данных, полученных в результате проведенных исследований.

Личный вклад соискателя состоит в:

- включенном участии на всех этапах процесса, определении цели, задач, непосредственном выполнении научных исследований, как теоретического, так и экспериментального характера, необходимых для решения поставленных задач и достижения цели диссертационной работы: **разработке математической модели** для аналитических расчетов основных параметров ППД выправленных цилиндрических деталей и определения напряженного состояния в очаге деформации и в готовых изделиях, **разработке конечно-элементной модели** процесса ППД гладкими плитами для определения напряженно-деформированного состояния выправленных цилиндрических деталей и определение влияния основных параметров процесса ППД на остаточные напряжения в нежестких деталях, **разработке плана экспериментальных работ** для определения влияния основных параметров и режимов процесса ППД на качество поверхностного слоя и геометрическую стабильность цилиндрических деталей;

- интерпретации и обобщении полученных данных,
- апробации и внедрении результатов исследования в ИРНИТУ;
- подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Результаты исследований рекомендуется использовать:

на предприятиях машиностроительной отрасли, занимающихся отделочно-упрочняющей обработкой поверхностным пластическим деформированием нежестких цилиндрических деталей;

в проектно-конструкторских и научно-исследовательских институтах, занимающихся разработкой технологий ППД, направленных на обеспечение геометрической точности и повышение качества деталей типа валов и осей;

в высших учебных заведениях при подготовке специалистов, бакалавров и магистров направления «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительного производства».

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи, что подтверждается непротиворечивостью методологической платформы; основной идейной линией; концептуальностью и взаимосвязью выводов. Публикации автора полностью отражают защищаемые научные положения.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены научные результаты.

Диссертационное исследование соответствует паспорту научной специальности 05.02.08 – Технология машиностроения, по пунктам: 2 – «Технологические процессы, операции, установовы, позиции, технологические переходы и рабочие хода, обеспечивающие повышение качества изделий и снижение их себестоимости»; 3 – «Математическое моделирование технологических процессов и методов изготовления деталей и сборки изделий машиностроения»; 4 – «Совершенствование существующих и разработка новых методов обработки и сборки с целью повышения качества изделий машиностроения и снижения себестоимости их выпуска»; 7 – «Технологическое обеспечение и повышение качества поверхностного слоя, точности и долговечности деталей машин».

На заседании 25 декабря 2020 г., проходившем в удаленном интерактивном режиме, диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая содержит решение актуальной научно-технической задачи, направленной на обеспечение геометрической стабильности и повышение качества нежестких цилиндрических деталей типа валов и осей, имеющую существенное практическое значение для повышения конкурентоспособности продукции, выпускаемой машиностроительными предприятиями.

Диссертационный совет подтвердил, что диссертационная работа Лэ Хонг Куанга соответствует критериям, установленным п. 9-14 Положения о присуждения учёных степеней, утверждённого Постановлением

