

АННОТАЦИЯ

к диссертационной работе на соискание ученой степени доктора философии (PhD)

6D071200 – Машиностроение

АБЫЛҚАЙЫР ЖАСТАЛАП НАУРЫЗГАЛИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ВОЗНИКАЮЩИХ ПОСЛЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ПРОЧНОСТЬ ПЕРЕХОДНЫХ ПОСАДОК

Оценка современного состояния решаемой научно-технической проблемы (задачи)

Проблемы прочности и износостойкости являются центральными в обеспечении ресурса в машиностроении. Поэтому необходимы глубокие знания в области современных методов расчетов на прочность, долговечность, износостойкость и надежность. Условия прочности и надежности изделия закладываются на стадии проектирования. Конструкция, технология изготовления, проведение ТО и используемые материалы должны быть взаимосвязаны и обусловлены. Это является основой создания всей цепочки процесса изготовления новых деталей и машин. При модернизации машин недопустимо произвольное изменение только материала, конструкции или технологии. Невыполнение этих условий автоматически делает бессмысленными все другие требования и критерии качества машин. Решающее влияние на эксплуатационные свойства деталей изделия оказывают характеристики поверхностного слоя материалов деталей.

Основным аспектом работы являются остаточные напряжения. Остаточные напряжения (ОН) — упругая деформация и соответствующее ей напряжения, уравновешенные внутри тела при отсутствии внешних сил. ОН сохраняются во времени. Основной причиной возникновения ОН является неоднородность деформированного состояния ввиду различного изменения длины (объема) в разных зонах тела. Возможны следующие последствия воздействия остаточных напряжений: коробление, изменение размеров и даже разрушение. Остаточные напряжения должны быть взаимно уравновешены, а вызванные ими деформации допустимыми.

Актуальность темы исследования. Проблемы формирования, управления и контроля поверхностных остаточных напряжений в деталях являются одними из важнейших задач, успешное решение которых позволит в значительной степени повысить стабильность характеристик прочности деталей двигателя при их изготовлении, что будет способствовать обеспечению требуемой надежности двигателей. При изготовлении деталей машин и механизмов используются различные технологии обработки давлением, литье, сварка, термообработка, шлифование, обработка резанием и другие, что сопровождается возникновением в изделии внутренних и

поверхностных напряжений. В большинстве случаев напряжения полностью или частично сохраняются в металле после окончания технологического процесса и поэтому называются остаточными напряжениями.

Остаточные напряжения возникают по причине неодинаковой пластической деформации или разного изменения удельного объема в различных точках тела. Снижение уровня неблагоприятных остаточных напряжений обеспечивается различными технологическими приемами, например, проведением термической обработки. В подавляющем большинстве случаев величина, знак и распределение остаточных напряжений по объему изделия неизвестны. Для определения этих характеристик требуется нарушить целостность изделия или использовать методы неразрушающего контроля, которые позволяют оценить уровень поверхностных остаточных напряжений (ПОН). Наиболее значимыми и научно-методологическими проблемами являются отсутствие методов неразрушающего контроля для наиболее критических и сложных зон деталей редукторов; отсутствие неразрушающих методов определения эпюр напряжений по глубине поверхностного слоя детали; отсутствие методов моделирования остаточных напряжений при механической обработке и операциях упрочнения различными методами.

Цели и задачи работы. Целью работы является исследование остаточных напряжений после механической обработки их влияние на прочность элементов конструкций с учетом конструктивно-технологических факторов.

Для достижения данной цели были сформулированы следующие основные задачи:

- проанализировать причины и общие закономерности формирования остаточных напряжений в элементах конструкций.
- конструкций с концентраторами напряжений при упругом и упругопластическом деформировании с учетом конструктивных и технологических факторов;
- путем разработки схемы расчета остаточных напряжений в типовых элементах;
- исследовать влияние НДС и остаточных напряжений в элементах конструкций на их прочность с учетом технологической наследственности.

Научные положения, выносимые на защиту:

- снижение остаточных напряжений за счет подбора оптимальных режимов резания обработки заготовок деталей машин и механизмов;
- схема расчета напряженно-деформированного состояния в типовых элементах машиностроительных конструкций с напряжениями с учетом конструктивно-технологических факторов в заготовке и плана нагружения;
- результаты расчета напряженно-деформированного состояния соединений с переходными посадками.
- факторы, влияющие на происхождение и величину остаточных напряжений после механической обработки заготовок.
- методы моделирования остаточных напряжений и его результаты в

виде
расчетов напряженно-деформированного состояния заготовок и деталей.

- компьютерная 3D модель заготовки и соединения с переходными посадками.

- оценка влияния растягивающих остаточных напряжений на изгибную прочность деталей цилиндрического редуктора сложной конфигураций.

Научная новизна результатов исследований:

- разработана схема расчета НДС и остаточных напряжений в элементах конструкций, отличающаяся учетом конструктивно-технологических факторов и истории нагружения;

- выявлены общие закономерности формирования остаточных напряжений с учетом технологической наследственности в деталях с концентраторами напряжений;

- установлено влияние конструктивных факторов и различных технологических операций при изготовлении деталей с учетом эксплуатационных характеристик;

- определены критические нагрузки в соединении с переходными посадками;

- предложены методы определения остаточных напряжений в тонкостенных изделиях.

Практическая значимость работы:

- разработанные модели, учитывающие влияние остаточных напряжений, обеспечивают уточнение прочностных характеристик на стадии проектирования и разработки технологического процесса изготовления деталей сложных механизмов;

- результаты исследования внедрены на предприятии АО «Жакен-Калша», ТОО «Алматинский завод Электроцит» г.Алматы для анализа и корректировки серийных технологических процессов изготовления различных деталей производства;

- результаты научных исследований данной работы могут быть использованы при проектировании элементов конструкций с учетом технологической наследственности.

Методология и методы исследований

Использованы методология теоретического, математического анализа, методы исследования, методы теории надежности и обработки статистических и экспериментальных данных исследований в лабораторных условиях, методы исследований в технологии машиностроения, математическое моделирование, методы исследований в теории механизмов и машин, основы конструирования деталей и теории упруго-пластического деформирования. Численный расчет осуществлен на базе метода конечных элементов с применением программно-вычислительных комплексов ANSYS, DEFORM-3D.

Обработка результатов исследований

Экспериментальные исследования проводились:

- 1) С использованием лабораторных стендов кафедры «Машиностроение»

КазНИТУ имени К.И.Сатпаева были экспериментальные исследования;

- 2) С использованием лабораторных приборов, средств измерений и стендов

кафедры «Технология машиностроения» Ташкентского политехнического университета имени Беруни (г. Ташкент, Узбекистан) были экспериментальные исследования;

- 3) Обработка экспериментальных данных проводились в соответствии с алгоритмом обработки детерминированных и стохастических данных с учетом предельной абсолютной погрешности.

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

- 1) На технических семинарах кафедры «Машиностроение» КазНИТУ имени

К.И.Сатпаева, кафедры «Технология машиностроения» Ташкентского политехнического университета имени Беруни (г. Ташкент, Узбекистан), кафедры «Транспортная техника, машиностроение и стандартизация» Казахского университета путей сообщения.

- 2) Промышленный транспорт Казахстана № 2 (63) - Алматы КУПС, 2019, стр. 32-36 ISSN 1814-5787.

- 3) Теоретические основы надежности механических систем транспортных машин. Промышленный транспорт Казахстана № 3 (64) - Алматы КУПС, 2019, стр. 190-194 ISSN 1814-5787.

- 4) Труды международной научно-практической конференции "Современное материаловедение: опыт, проблемы и перспективы развития" – Алматы: Изд-во КазНТУ 2015. - С. 164-166. ISBN 962-603-324-294-1.

- 5) Труды международной научно-практической конференции «САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2022. ТРЕНДЫ СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ». Том-1. Satbayev University, Казахстан, г. Алматы 2022, стр. 1000-1003. ISBN 978-601-323-291-1.

- 6) Journal of Applied and Computational Mechanics. Volume 8, Issue 4, 2022, Pages 2383-4536. Shahid Chamran University of Ahvaz. ISSN: 2383-4536 процентиль 92,322%

- 7) Engineering for Rural Development Volume 16, 2017, Pages 36-41 ISSN: 16913043 процентиль 84,767%.

Публикации. Основные результаты диссертации отражены в 7 печатных работах, включая 1 статей в журналах, рекомендованных ВАК, 3 статьи в журналах, индексируемых Scopus, 3 в сборниках Международных научных конференций.

Вклад диссертанта в подготовку публикаций

1. «Теоретические основы надежности механических систем

транспортных машин». Поиск публикаций для обзора и его написание, написание разделов: методика исследований, результаты исследований, оформление графиков, ответы на замечания.

2. «Расчет на прочность сцепления переходной посадки и посадки с натягом соединения вал-кольцо». Подбор материалов для обзора, написание обзора и введения, обработка и описание результатов экспериментов, написание заключения.

3. «Computational and Experimental Study of the Composite Material for the Centrifugal Pump Impellers Manufacturing». Написание разделов: введение, методика исследований, математическая обработка и обсуждение результатов экспериментов, оформление статьи.

4. «NEW TYPE CAM-SCREW MECHANICAL PRESS». Составление плана статьи, написание разделов, обсуждение результатов исследований и заключения, оформление статьи.

5. «Влияние обработки поверхностно-пластическим деформированием на остаточные напряжения поверхностного литейного диска». Разработка плана доклада, подбор и систематизация материалов, написание двух разделов, выступление на конференции.

6. «Сандық бағдарламалық басқаруы бар станоктарда біліктердің механикалық өңдеуінің тиімділігін зерттеу және талдау». Разработка плана доклада, подбор и систематизация материалов, написание двух разделов, выступление на конференции.

7. «Влияние режимов точения на шероховатость поверхности литейного диска». Разработка плана доклада, подбор и систематизация материалов, написание двух разделов, выступление на конференции.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, основных выводов, списка литературы и приложения. Работа содержит 116 страниц машинописного текста, включающего 52 рисунка, списка литературы из 107 наименований, 3 приложений.