

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

Белорусского национального

технического университета,

доктор экономических наук, доцент



К.В. Якушенко

2023 г.

ОТЗЫВ

ОППОНИРУЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ –
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

на диссертационную работу

Кутепова Алеся Юрьевича

**«Контроль механических напряжений в никелевых гальванических
покрытиях магнитным пондеромоторным методом»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды,
веществ, материалов и изделий

1. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки

Диссертация посвящена изучению влияния механических напряжений в гальванических никелевых покрытиях на магнитные характеристики покрытий, а также взаимодействия магнитных элементов с никелевыми покрытиями с различными величинами механических напряжений, установлению параметров этого взаимодействия, и разработке на этой основе первичных измерительных преобразователей, а также методов и средств контроля.

При проведении диссертационных исследований соискателем Кутеповым А.Ю. изучено влияние механических напряжений в гальванических никелевых покрытиях на силу отрыва магнитных элементов. На основе полученных данных выбрана оптимальная конструкция чувствительного элемента датчика. Разработан портативный прибор «НТ-800», предназначенный для контроля качества нанесения никелевых покрытий как в условиях производства, так и на протяжении жизненного цикла изделий с ними. Разработана методика измерения механических напряжений. Проведен анализ явлений, происходящих в датчике под воздействием мешающих факторов:

краевой эффект, шероховатость поверхности, радиус кривизны поверхности и остаточная намагниченность.

Анализ показал, что область исследований диссертационной работы, ее цель и полученные научно-практические результаты, полностью соответствуют отрасли «Технические науки» а также разделу III «Области исследования» паспорта специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» по п. 1 «Изучение физических эффектов в природной среде, веществах, материалах и изделиях, проявляемых при внешних воздействиях различной природы, для развития теории и принципов создания и проектирования первичных преобразователей средств контроля», п.2 «Разработка приборов, систем контроля и автоматизированных контрольно-измерительных комплексов, в том числе с применением комбинированных методов и средств контроля и технической диагностики», п.3 «Методики и программные средства идентификации исследуемых объектов и процессов» и п.4 «Эффекты и явления, происходящие в преобразователях под воздействием окружающей среды и определяющие чувствительность и помехоустойчивость измерений».

2. Научный вклад соискателя в решение научной задачи с оценкой его значимости

Соискатель, несомненно, внес существенный вклад в решение поставленных в диссертационной работе научных задач. Экспериментальные исследования распределения магнитной индукции в пространстве над конструкцией из магнита и никелевой пластины позволило разработать магнитный элемент с оптимальными геометрическими параметрами, обеспечивающий высокую чувствительность магнитоотрывного усилия к величине внутренних напряжений. На основании проведенных исследований зависимости магнитоотрывного усилия от величин макро- и микронапряжений, толщины покрытия была разработана методика определения механических напряжений в никелевых покрытиях. Показана возможность использования магнитного пондеромоторного метода для оценки степени приближения к критическим величинам напряжений и сравнительные испытания между методом рентгеновской дифракции и магнитным пондеромоторным методом.

В целом, значимость полученных научных результатов не вызывает сомнений и заключается в теоретическом развитии основ магнитного пондеромоторного метода и его адаптации применительно к контролю механических напряжений в никелевых покрытиях, а также разработку

приборной техники, обеспечивающей проведение неразрушающего контроля качества нанесения никелевых покрытий.

3. Конкретные научные результаты, за которые соискателю может быть присуждена искомая ученая степень

Диссертационная работа содержит следующие научные результаты, за которые соискателю может быть присуждена ученая степень кандидата технических наук:

– **метод измерения механических напряжений** в никелевых гальванических покрытиях, **основанный** на установлении зависимости магнитноотрывного усилия от величины механического напряжения в покрытиях, **позволяющий** определять величину механических напряжений в никелевых гальванических покрытиях толщиной от 200 до 800 мкм;

– **методику измерения приложенных и остаточных механических напряжений** в никелевых гальванических покрытиях, основанную на предложенном аналитическом выражении, учитывающем величину магнитоотрывного усилия и толщину покрытия, **позволяющую** определять соотношение приложенных и остаточных напряжений в диапазонах до 450 МПа и до 150 МПа соответственно;

– **измерительный комплекс «НТ-800»**, реализующий метод контроля макро- и микронапряжений в никелевых гальванических покрытиях магнитным пондеромоторным методом в соответствии с разработанной методикой, **характеризующийся** обоснованным выбором конструкции чувствительного элемента и прошедший сравнительные испытания приборов, реализующих метод рентгеновской дифракции и магнитный пондеромоторный метод, **позволяющий** измерять механическое напряжение в никелевых гальванических покрытиях в диапазоне от 0 до 450 Мпа для толщин от 200 до 800 мкм, производящий статистическую обработку результатов измерений и позволяющий строить карты распределения напряжений и толщин по области измерений;

что в совокупности позволило расширить область применения магнитного пондеромоторного метода и создать на его основе уникальное средство измерения для решения задачи контроля механических напряжений в никелевых гальванических покрытиях, а также разработать метрологическое обеспечение прибора, реализующего магнитный пондеромоторный метод.

Разработанный информационно-измерительный комплекс «НТ-800» внесен в Реестр средств измерений Республики Беларусь и внедрен в предприятие АО «НПО «Энергомаш им. академ. В.П. Глушко».

4. Замечания по диссертации

При положительной общей оценке диссертации следует отметить следующие замечания:

1. при определении оптимальных параметров магнитных элементов автором не были указаны уровни внутренних напряжений, а лишь степень прокатки (раздел 2.2);

2. в диссертации встречаются выводы опирающиеся на неверно приведенные таблицы и рисунки, что затрудняет восприятие текста (стр. 45 «Как видно из таблицы 4, влияние внутренних напряжений на величину поля, создаваемого постоянным магнитом, максимально при внесении в него пластинки с толщиной 400 мкм со степенью прокатки 40%» – в данной таблице нет величины характеризующей «влияние». Для приведения подобного комментария следует ссылаться на последующий рисунок 2.8, а «влияние» высчитывать читателю самостоятельно);

3. при оценке влияния кривизны поверхности (раздел 4.2) неясен механизм изменения радиуса кривизны поверхности, ни рисунок 4.10, ни дальнейший текст не вносят ясности в этот вопрос.

4. в диссертации имеются ошибки, касающиеся оформления работы, в частности, на стр. 53 рис. 2.19 приведена «лишняя» кривая, на стр. 66 в тексте приведено значение силы без единиц измерения, в списке библиографических источников не для всех источников указано количество страниц.

5. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Анализ содержания диссертационной работы Кутепова А.Ю. и большой объем проведенных теоретических и экспериментальных исследований, результаты которых опубликованы в рецензируемых научных журналах и апробированы на международных научных конференциях (4 статьи в журналах из перечня ВАК, 7 тезисов докладов, 2 патента), свидетельствуют о том, что научная квалификация соискателя соответствует искомой ученой степени кандидата технических наук.

6. Рекомендации по практическому применению результатов работы

Работа Кутепова А.Ю. соответствует актуальным потребностям предприятий, занимающихся нанесением гальванических никелевых покрытий, поскольку посвящена оценке механических напряжений данного класса материалов.

Информационно-измерительный комплекс «НТ-800», разработанный на основе результатов диссертационной работы и прошедший Государственные приемочные испытания, может быть использован на всех предприятиях, заинтересованных в контроле качества нанесения никелевых покрытий, и оценки текущего технического состояния деталей и сборочных единиц, находящихся в эксплуатации.

Разработанная методика оценки приложенных макронапряжений и остаточных микронапряжений можно рекомендовать для неразрушающего контроля механических напряжений в никелевых покрытиях.

Предложенная методика отбраковки некачественно изготовленных пондеромоторных датчиков с использованием характеристик прецизионности может быть использована для контроля качества оборудования при производстве комплексов НТ-800 и других приборов, в основе которых лежит пондеромоторный метод.

Заключение

Диссертация Кутепова Алеся Юрьевича «Контроль механических напряжений в никелевых гальванических покрытиях магнитным пондеромоторным методом», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий» полностью соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь, предъявляемым к кандидатским диссертациям, содержит новые научно-обоснованные результаты исследований в области контроля механических напряжений магнитным пондеромоторным методом и разработанные на их основе методики и технические средства неразрушающего контроля механических напряжений в никелевых гальванических покрытиях, а Кутепов А.Ю. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Доклад Кутепова А.Ю. по диссертационной работе и проект отзыва оппонировавшей организации, подготовленный экспертом кандидатом технических наук, доцентом, доцентом кафедры «Информационно-измерительная техника и технологии» Ризноокой Н.Н., назначенным приказом БНТУ от 29.09.2023 № 745, заслушаны и обсуждены на научном собрании кафедры «Информационно-измерительная техника и технологии», протокол № 3 от 12 октября 2023 года.

На заседании присутствовало 14 человек, в том числе: 1 доктор и 10 кандидатов наук.

Отзыв оппонировавшей организации утвержден открытым голосованием.

В голосовании принимало участие 11 человек, имеющих ученые степени.

Результаты открытого голосования:

«за» – 11, «против» – нет, «воздержалось» – нет.

Председатель
заведующий кафедрой «Информационно-
измерительная техника и технологии»
приборостроительного факультета БНТУ,
к.т.н., доцент

 Р.И. Воробей

Эксперт
доцент кафедры «Информационно-
измерительная техника и технологии»
приборостроительного факультета БНТУ,
к.т.н., доцент

 Н.Н. Ризноокая

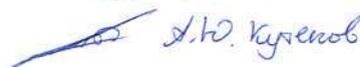
Секретарь
доцент кафедры «Информационно-
измерительная техника и технологии»
приборостроительного факультета БНТУ,
к.т.н., доцент

 А.К. Тявловский

Отзыв поступил в совет 17.10.2023г.

 М.В. Журав

С отзывом ознакомлен 18.10.2023г.

 А.К. Тявловский