



УДК 539.2 + 539.3

Поступила 19.04.2016

## ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ МАГИСТЕРСКОЙ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ В ОБЛАСТИ МЕТАЛЛОВЕДЕНИЯ

## EXPERIENCE AND PROSPECTS OF MASTER'S DEGREE TRAINING OF ENGINEERING STAFF IN THE FIELD OF METALLURGICAL SCIENCE

*В. М. КОНСТАНТИНОВ, Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь, пр. Независимости, 65, тел. (+375 17) 292 81 85, e-mail: v\_m\_konst@mail.ru*

*V. M. KONSTANTINOV, Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus, 65, Nezavisimosti ave., tel. (+375 17) 292 81 85, e-mail: v\_m\_konst@mail.ru*

*В статье проанализирован опыт подготовки магистров техники и технологий на кафедре «Материаловедение в машиностроении». Подчеркнута эффективность практико-ориентированной магистратуры для инженерных кадров машиностроительных и металлургических предприятий. Предложены некоторые пути повышения эффективности магистерской подготовки инженерных специалистов в области металловедения и термической обработки. Обоснована необходимость более активного взаимодействия в период выполнения магистерской диссертации с инженерными службами предприятия. Особо подчеркнута необходимость доминирования потребностей предприятия при магистерской подготовке.*

*Предложен алгоритм взаимодействия кафедры и инженерно-технической службы предприятия при обучении заводского специалиста в заочной практико-ориентированной магистратуре.*

*The experience of training for MBA in engineering and technologies for specialties "Materials Science in Mechanical Engineering" at the department was analyzed. Efficiency of the practical-focused Master's degree program for engineering staff of the machine-building and metallurgical enterprises was emphasized. Some ways to increase efficiency of master training of engineering experts in the field of metallurgical science and heat treatment are offered. Need of more active interaction with engineering services of the production enterprise during implementation of the master thesis was proved. Need of domination of requirements of the production enterprise is highlighted in master preparation program.*

*The algorithm of interaction of department and technical service of the production enterprise during training of the factory expert in the correspondence practical-focused Master's degree program is offered.*

**Ключевые слова.** *Магистерская подготовка, инженерные кадры, металловедение.*

**Keywords.** *Master's degree program, engineering staff, metallurgical science.*

В современном конкурентном, динамично развивающемся мире технические знания устаревают чрезвычайно быстро. Вчерашний высокий технический уровень продукции сегодня становится уже не актуален. Повышение конкурентоспособности, снижение себестоимости и улучшение качества выпускаемой продукции во многом определяются наличием высококвалифицированных, постоянно повышающих свою квалификацию, инженерных кадров. Традиционная подготовка таких кадров на уровне ВУЗа сегодня – это только первая ступень в подготовке эффективных инженерных кадров высокой квалификации. Для подготовки специалистов такого уровня широко используют различные формы повышения квалификации, том числе магистратуру.

Магистратура традиционно является эффективной формой подготовки научно-педагогических кадров для системы высшего образования и научных учреждений Беларуси. Речь идет о научно-педагогической магистратуре. Обучение в магистратуре позволяет выполнить своеобразную подготовительную работу для последующего успешного обучения в аспирантуре и защите кандидатской диссертации. На кафедре «Материаловедение в машиностроении» БНТУ более 10 лет ведется подготовка по следующим специальностям научно-педагогической магистратуры: 1-42 80 01 «Металлургия» и 1-36 80 04 «Обработка конструкционных материалов в машиностроении» (табл. 1). Обучение проводится по очной (1 год) и заочной (1,5 года) формам обучения. Современный уровень развития материаловедения, бурное

Таблица 1. Тематика ряда магистерских диссертационных работ, выполненных на кафедре в 2009–2014 гг. по специальностям научно-педагогической магистратуры

Тема диссертации	Научный руководитель, магистрант	Срок выполнения	Базовая организация
Исследование особенностей структурообразования и окисления поверхности в процессе изготовления поковок при печном и индукционном нагреве	Проф. П. С. Гурченко, А. С. Гуринович	2009–2010 гг.	ОАО «МАЗ»
Влияние термической обработки на структурное состояние углеродистой стали после плазменного воздействия	Проф. Ю. В. Соколов, О. И. Назарова	2009–2010 гг.	ФТИ НАН Беларуси
Исследование влияния химико-термической обработки на показатели стойкости инструмента в условиях МТЗ	Проф. М. В. Ситкевич, Н. Н. Минаковская	2010–2011 гг.	ОАО «МТЗ»
Формирование структуры и свойств низкоуглеродистых сталей при скоростном нагреве	Проф. Ю. В. Соколов, А. А. Кирильчик	2010–2011 гг.	ФТИ НАН Беларуси
Поиск путей повышения эффективности диффузионного цинкования стальных деталей в порошковых насыщающих средах	Проф. В. М. Константинов, И. А. Булойчик	2010–2011 гг.	БНТУ
Структурные превращения в высокоуглеродистой стали в процессе непрерывной термической обработки проволоки	Доц. В. А. Стефанович, А. Ю. Серегин	2010–2011 гг.	ОАО «БМЗ»
Исследование прокаливаемости цементованных слоев конструкционных низколегированных сталей	Проф. В. М. Константинов, Н. П. Тимошенко	2010–2011 гг.	ОИМ НАН Беларуси
Исследование оксидных пленок алюминия с высокой теплопроводностью, полученных методом высоковольтного электрохимического оксидирования	Проф. Ю. В. Соколов, А. А. Паршуту	2010–2011 гг.	ФТИ НАН Беларуси
Исследование влияния ультразвукового воздействия на структуру и свойства термообработанных конструкционных сталей	Проф. В. М. Константинов, М. В. Медведева	2010–2011 гг.	БНТУ
Исследование путей понижения порога хладноломкости горячекатаных труб для условий БМЗ	Проф. В. М. Константинов, А. И. Галимский	2011–2012 гг.	ОАО «БМЗ»
Исследование путей повышения стойкости прошивных оправок производства ОАО «Завод Легмаш»	Проф. В. М. Константинов, А. И. Удот	2011–2012 гг.	ОАО «БМЗ»
Исследование и разработка технологических приемов индукционной термической обработки длинномерных деталей	Проф. В. М. Константинов, А. И. Рысенков	2011–2012 гг.	ОАО «САЗ»
Исследование процессов диффузионного насыщения через жидко-металлическую среду коррозионно-стойких сталей	Доц. В. А. Стефанович, О. С. Белько	2011–2012 гг.	БНТУ
Исследование процессов индукционной термообработки тел вращения из конструкционных низколегированных сталей в условиях ОАО «Амкор»	Проф. В. М. Константинов, О. В. Зданович	2012–2013 гг.	ОАО «Амкор»
Исследование дефектов бесшовных горячекатаных труб производства ОАО «БМЗ»	Проф. В. М. Константинов, Н. А. Ходосовская	2012–2013 гг.	ОАО «БМЗ»
Повышение качества вакуумных покрытий упрочнением стальной подложки	Проф. В. М. Константинов, А. В. Ковальчук	2012–2013 гг.	БНТУ
Изучение процессов ионно-плазменного азотирования стальных элементов ходовой части самосвалов «БелАЗ»	Проф. В. М. Константинов, В. В. Былицкий	2012–2013 гг.	ОАО «БелАЗ»
Повышение износостойкости деталей технологического тракта кормоуборочного комбайна	Доц. В. Г. Дашкевич, А. А. Серафимович	2012–2013 гг.	ОАО «Гомсельмаш»
Повышение качества цинковых покрытий методом горячего цинкования в условиях ГП «Конус»	Ст. н. с. Л. А. Астреко, А. А. Конон	2012–2013 гг.	ГП «Конус», г. Лида
Исследование влияния добавок терморасширенного графита на свойства пластичных смазок	Проф. В. И. Жорник, А. В. Крыжнев	2013–2014 гг.	ОИМ НАН Беларуси
Исследование химико-термической обработки сталей в кипящем слое	Проф. В. М. Константинов, А. Н. Дробов	2013–2014 гг.	БНТУ
Исследование влияния структуры и свойств диффузионно-легированных слоев на фрикционную искробезопасность	Доц. В. Г. Дашкевич, А. А. Бакиновский	2013–2014 гг.	НИИ пожарной безопасности МЧС
Изучение ионно-плазменного азотирования тяжелонагруженных деталей карьерной техники	Проф. В. М. Константинов, К. Б. Перейра	2013–2014 гг.	ОАО «БелАЗ»

развитие нанотехнологий и материалов настоятельно потребовало расширения глубины понимания магистрантами физической и химической сути процессов, имеющих место при получении, обработке и использовании новых материалов. Речь идет в первую очередь о более глубоком понимании как механизмов превращений в сталях и сплавах, так и связей между получаемой структурой и конечными свойствами. Для этого были разработаны интерактивные спецкурсы. В конечном итоге, магистранты и аспиранты получают новые систематизированные знания как о механизмах структурообразования в современных материалах при их синтезе и обработке, так и о механизмах формирования свойств [1]. Опыт обучения и подготовки более 25 диссертаций (2007–2015 гг.) свидетельствует об эффективности обсуждаемой магистратуры. Ряд магистрантов, почувствовав «вкус» к научной работе в магистратуре, впоследствии связали свою судьбу с научно-технической деятельностью. Они активно занимаются научно-исследовательскими работами, обучаются в аспирантуре БНТУ или аспирантуре институтов НАН Беларуси [2].

В процессе этой работы однако были установлены некоторые проблемные моменты. В ряде случаев специфика производственной деятельности магистранта диктовала необходимость решения утилитарных производственных задач, при этом традиционная исследовательская компонента сводилась к минимуму. Кроме того, необходимость обязательной сдачи кандидатских экзаменов в научно-педагогической магистратуре для заводского инженерно-технического работника не всегда является оправданной, но затраты на эту работу велики. Стало очевидно, что магистерская подготовка производственного специалиста имеет несколько иные цели, чем будущего научно-педагогического работника. Поэтому и содержание этой подготовки должно быть соответственно скорректировано для решения научно-производственных задач и подготовки специалиста для фирменной заводской науки. Речь идет о двух различных магистратурах: научно-педагогической и практико-ориентированной [3]. Результатом этого понимания стала острая необходимость организации подготовки в рамках практико-ориентированной магистратуры.

За последние годы совместными усилиями кафедр механико-технологического факультета БНТУ (руководитель: д-р техн. наук, проф. Б. М. Немененок) открыта подготовка в магистратуре с углубленной подготовкой специалистов (практико-ориентированная магистратура) по специальности 1-42 81 01 «Металлургические технологии повышения конкурентоспособности продукции» [4]. Базовыми специальностями для магистерской подготовки по специальности 1-42 81 01 являются следующие:

1-36 01 01 – Технология машиностроения.

1-36 01 02 – Материаловедение в машиностроении.

1-36 01 04 – Оборудование и технологии высокоэффективных процессов обработки материалов.

1-36 01 05 – Машины и технология обработки материалов давлением.

1-36 01 06 – Оборудование и технология сварочного производства.

1-36 02 01 – Машины и технология литейного производства.

Группа специальностей 42 01 «Металлургия» и др.

Если специальность поступающих не соответствует перечисленным выше, то они сдают дополнительный экзамен по общей металлургии в объеме программы университетского курса. Зачисление проводится по результатам сдачи вступительного экзамена по специальности. Экзамен в 2016 г. будет проходить ориентировочно в первой половине июля.

Обучение в магистратуре по специальности 1-42 81 01 проводится по очной (1 год) и заочной (1,0–1,5 года) формам обучения. Как правило, тематика магистерской диссертации тесно связана с профессиональной деятельностью обучающегося (инженера) и направлена на совершенствование действующих и разработку новых энерго- и ресурсосберегающих упрочняющих технологий. Ежегодно 5–10 производственных специалистов повышают свою квалификацию в рамках магистратуры кафедры. За последние годы таким образом повысили свою квалификацию специалисты МАЗ, МПЗ, МТЗ, БМЗ, БелАЗ и ряда других организаций (табл. 2). Развитие этой магистратуры привело к пониманию, что наиболее эффективной является заочная форма обсуждаемой магистратуры. В настоящее время девять выпускников кафедры работают над магистерскими диссертациями в рамках заочной практико-ориентированной магистратуры (табл. 3).

Существенно не только приобретение современных знаний, но и решение конкретных технических задач предприятия или организации. Магистрант, не только и не столько изучает техническую информацию, но разрабатывает нужные предприятию технические решения и при этом повышает свою инженерную квалификацию. В этот период, являясь по сути сотрудником кафедры, магистрант имеет возможность эффективно консультироваться с профессорами и доцентами кафедры по различным техническим

**Таблица 2. Тематика ряда магистерских диссертационных работ, выполненных на кафедре в 2013–2015 гг. по специальности с углубленной подготовкой специалистов (практико-ориентированная магистратура) 1-42 81 01 «Металлургические технологии повышения конкурентоспособности продукции»**

Тема диссертации	Научный руководитель, магистрант	Срок выполнения	Базовое предприятие
Исследование и испытания пластичной смазки МС-1000 в условиях ОАО «МАЗ»	Проф. П. С. Гурченко, С. А. Таран	2013–2014 гг.	ОАО «МАЗ»
Влияние режима газового азотирования на структуру и работоспособность штамповой оснастки, используемой для экструзии литейных алюминиевых сплавов	Проф. В. А. Кукареко, М. Г. Сафонов	2013–2014 гг.	СООО «АлюминТехно»
Исследование металловедческих аспектов освоения производства бесшовных горячекатаных труб нефтегазового сортамента с повышенной стойкостью к сероводородной и бактериальной коррозии в условиях ОАО «БМЗ	Проф. В. М. Константинов, И. А. Ковалева	2013–2014 гг.	ОАО «БМЗ»
Исследование причин хрупкого разрушения термоупрочненного проката в условиях ОАО «БМЗ».	Доц. Э. П. Пучков, Е. С. Овчинников	2013–2014 гг.	ОАО «БМЗ»
Исследование процессов роста аустенитного зерна при цементации зубчатых колес в условиях ОАО «МТЗ»	Доц. В. А. Стефанович, М. С. Галах	2013–2014 гг.	ОАО «МТЗ»
Разработка импортозамещающей насыщающей смеси для термодиффузионного цинкования	Проф. В. М. Константинов, М. И. Богданчик	2014–2015 гг.	ОАО «Завод Ветразь»
Исследование процессов термодиффузионного цинкования на изменение механических свойств деталей машиностроения	Проф. П. С. Гурченко, И. А. Ковшик	2014–2015 гг.	ОАО «МАЗ»
Исследование возможности изготовления шестерен из углеродистых сталей с упрочнением объемно-поверхностной закалкой с индукционного нагрева в условиях ОАО «МПЗ»	Проф. П. С. Гурченко, А. И. Сосинович	2014–2015 гг.	ОАО «МПЗ»
Исследование и производственное апробирование процессов ХТО для повышения стойкости инструмента заводской номенклатуры	Проф. М. В. Ситкевич, А. В. Ильеня	2014–2015 гг.	Гомельский завод «СИИТО»
Теоретические и экспериментальные исследования особенностей изменения структуры и свойств в металлоизделии при эксплуатации промышленных объектов	Доц. В. Г. Дашкевич, О. Л. Синкевич	2014–2015 гг.	ОАО «Белэнергогормет-наладка»
Анализ эффективности термоупрочняющих технологий при изготовлении деталей зубчатых передач с использованием различных видов термического оборудования	Проф. М. В. Ситкевич, С. С. Швед	2014–2015 гг.	ОАО «МТЗ»
Исследование структурообразования наплавленных покрытий, полученных из композиционных электродов с гальваническими покрытиями	Доц. В. А. Стефанович, Ю. А. Гарнашевич	2014–2015 гг.	БНТУ
Исследование возможности изготовления деталей подшипника из углеродистой стали с упрочнением объемно-поверхностной закалкой с индукционного нагрева в условиях ОАО «МПЗ»	Проф. П. С. Гурченко, Д. М. Жириков	2014–2015 гг.	ОАО «МПЗ»
Исследование процесса нагрева проволоочной заготовки с покрытиями различной степени черноты	Доц. В. А. Стефанович, Ю. А. Роговая	2014–2015 гг.	ОАО «БМЗ»

**Таблица 3. Тематика ряда магистерских диссертационных работ, выполняемых на кафедре в 2016 г. по специальности 1-42 81 01**

Тема диссертации	Научный руководитель, магистрант	Место работы магистранта
Совершенствование термических процессов упрочнения деталей большегрузных автомобилей	Доц. В. А. Стефанович, А. А. Лайко	ОАО «БелАЗ», г. Жодино
Повышение качества сварных соединений из специальных сталей	Доц. В. Г. Дашкевич, М. Э. Лушик	ОАО «Союзпромонтаж», г. Гродно
Исследование и разработка технологии поверхностной закалки внутренних поверхностей деталей автотехники	Проф. П. С. Гурченко, А. Ю. Савич	ОАО «МЗКТ», г. Минск
Разработка технологических рекомендаций для повышения качества метизной продукции	Проф. В. М. Константинов, Ю. И. Чепаченко	ОАО «РМЗ», г. Речица
Повышение долговечности инструментальной оснастки методами ХТО	Проф. М. В. Ситкевич, А. С. Коротков	ОАО «МТЗ», г. Минск
Совершенствование технологических процессов упрочнения деталей авиатехники из титановых сплавов	Проф. В. А. Кукареко, А. Ю. Шевцов	ОАО «558 АРЗ», г. Барановичи
Исследование и разработка технологии упрочнения деталей авиатехники из цветных сплавов	Проф. В. А. Кукареко, А. И. Люцкевич	
Изучение причин низкой стойкости прошивных оправок и разработка технологических рекомендаций по повышению их долговечности	Проф. Н. И. Иваницкий, Н. В. Сорокин	ОАО «Завод Легмаш», г. Орша



Рис. 1. Декабрь 2014 г. По итогам защиты степень магистра техники и технологий была присвоена: слева направо: инженеру-конструктору УГК Минского автомобильного завода С. А. Тарану, заместителю начальника термического цеха Минского подшипникового завода А. В. Крыжневу, магистранту кафедры «Материаловедение в машиностроении» БНТУ гражданину Перу Перейра Куакиру Бенджамину, инженеру-технологу Минского тракторного завода М. С. Галаху, инженеру-технологу Белорусского металлургического комбината Е. С. Овчинникову, инженеру ЗАО «Алюмотех» РБ М. Г. Сафонову

вопросам. Интересен опережающий карьерный рост ряда магистрантов еще до защиты диссертации. Острый дефицит на предприятиях квалифицированных инженеров-материаловедов этому способствует (рис. 1).

За последние годы на кафедре отработан определенный алгоритм организации работы над магистерской диссертацией:

1. Подбор профессионально пригодного выпускника кафедры и мотивация его для выполнения магистерской диссертации. Ежегодно 20–30% выпускников кафедры поступают в магистратуру.

2. Подбор тематики диссертации по возможному профилю работы, часто по научному профилю руководителя.

3. Формирование плана приема в магистратуру проводится под конкретных выпускников кафедры. В настоящее время преимущественно практикуется бюджетная форма обучения.

4. Выполнение и защита диссертации на кафедре с практическим внедрением или элементами практической направленности. Авторитетная Государственная экзаменационная комиссия внимательно анализирует результаты выполнения диссертации (рис. 2).

Наряду с положительным опытом подготовки научно-технических кадров следует отметить ряд проблемных вопросов. Степень взаимодействия с предприятиями по подбору специалистов для магистерской подготовки и последующего выполнения работы недостаточна. Отсутствует согласованный механизм выделения бюджетных мест для производственных работников в магистратуру заочной формы обучения. Наличие госзаказа на магистерскую подготовку производственных специалистов позволит существенно расширить возможности эффективного совместного решения научно-технических проблем и активно использовать вузовские возможности для индивидуального повышения квалификации конкретных заводских специалистов. Вышеуказанный алгоритм организации работы над магистерской диссертацией должен быть существенно скорректирован. Оптимальной представляется следующая последовательность работы:

1. Подбор инженерно-технического сотрудника предприятия **заводской кадровой службой**. Далеко не всегда это должен быть молодой, только что распределенный специалист. Видимо, более эффективным будет вариант выполнения диссертации специалистом, имеющим определенный производственный опыт.

2. Формирование тематики диссертационной работы по **научно-производственной потребности** завода. Согласование тематики с профилирующей кафедрой университета. Потребности предприятия должны доминировать над научным направлением кафедры.

3. Формирование плана приема в **магистратуру по заявкам предприятий**.

4. Выполнение диссертации при **двойном руководстве**: от предприятия и университета.

5. Защита диссертации при **участии ведущих специалистов предприятия или на предприятии**.



Рис. 2. Члены Государственной экзаменационной комиссии по защите диссертаций на соискание степени магистра техники и технологий. На первом плане: справа – председатель комиссии академик НАН Беларуси А. И. Гордиенко, профессор В. В. Кукареко, профессор А. А. Шипко, профессор В. М. Константинов, профессор П. С. Гурченко, на втором плане: слева – профессор Н. И. Иваницкий, секретарь комиссии Л. Н. Филатова

Результатом реализации предложенного алгоритма должно стать повышение практической эффективности выполнения диссертации и управляемый карьерный рост выпускника магистратуры.

Недостаточной является производственная и экономическая мотивация повышения квалификации через магистратуру. Статус магистра в производственных условиях до конца не определен. Между тем, конкурентное научно-техническое развитие белорусских предприятий в условиях жесткой глобальной конкуренции предполагает широкое использование именно таких специалистов.

Таким образом, существует острая необходимость в высококвалифицированных инженерных кадрах на фоне снижения престижа инженерного труда и старения инженерного корпуса. Привычная вузовская подготовка таких кадров недостаточна. Выпускник вуза должен самостоятельно специализироваться в профессии длительное время, повышая свой инженерно-технический уровень. В целом институт магистратуры может и должен стать эффективным инструментом решения научно-технических проблем и подготовки высококвалифицированных научно-производственных сотрудников, способных успешно конкурировать на внутреннем и внешних рынках. Развитие магистратуры является существенным резервом повышения квалификации инженерного корпуса и обеспечения инженерной безопасности машиностроительного комплекса. Представляется целесообразным сохранение разделения магистратуры на научно-педагогическую и магистратуру с углубленной подготовкой специалистов (практико-ориентированная магистратура). Они выполняют различные задачи и одинаково нужны реальному сектору экономики. Практико-ориентированная магистратура доказала свою эффективность для решения задач машиностроения и имеет потенциал дальнейшего развития.

### Литература

1. Хина Б. Б., Константинов В. М. Опыт повышения научной квалификации магистрантов и аспирантов-материаловедов в вопросах диффузионных процессов и дислокационных взаимодействий в металлах и сплавах // *Металлургия: республиканский межведом. сб. науч. тр.* Мн.: БНТУ, 2015. Вып. 36. С. 300–310.
2. Ковалева И. А., Ходосовская Н. А., Гузова И. А., Глазунова Н. А., Рожкова О. В. Разработка и издание «Классификатора дефектов бесшовных горячекатаных труб производства ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» // *Литье и металлургия.* 2013. № 3. Спецвыпуск. С. 184–187.
3. Константинов В. М., Гурченко П. С., Михлюк А. И. Опыт и проблемы магистерской подготовки научно-производственных кадров в области металловедения для ОАО «МАЗ» // *Материалы МНПК «Подготовка научных кадров высшей квалификации в условиях инновационного развития общества»* / под ред. И. В. Войтова. Мн.: ГУ «БелИСА», 2009. С. 138–140.
4. **Образовательный** стандарт Республики Беларусь. Высшее образование. Вторая ступень (магистратура). Специальность 1-42 81 01 «Металлургические технологии повышения конкурентоспособности продукции». Мн.: РИВШ, 2013. 15 с.