

## Трибуна международного открытого форума

УДК: 378.12, 621.78

DOI: 10.12737/article\_59353e2a443f89.85307386

С.А. Пахомова, С.Ю. Шевченко, О.И. Манаев

### СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ВЫПОЛНЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ МАГИСТРА

Представлены рекомендации для выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР) магистра по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов». Обоснована важность способности студента к самостоятельной ра-

боте.

**Ключевые слова:** выпускная квалификационная работа, исследование, выбор материала, технология, термическая обработка, конструкция.

S.A. Pakhomova, S.Yu. Shevchenko, O.I. Manaev

### CURRENT APPROACHES TO FULFILLMENT OF MASTER'S FINAL QUALIFICATION WORK

This paper reports the recommendations for the fulfillment of master's final qualification work (FQW) on direction 22.04.01 "Material Science and Material Techniques". The significance of student's abilities for a self-dependent work is substantiated. A current approach to a work consists in that it is carried out on the basis of a system analysis of the research theme specified. A FQW is to be carried out in a complex way taking into account technological, economic and ecological factors.

A scientific adviser's role in a MFQW consists in the formation in a master student capacities to carry out a scientific search, specify and solve professional problems self-dependently, to state special information

in a professional way, to argue scientifically and defend the own point of view relying upon concepts formed. In the course of the work the following educational problems are under solution: there are formed skills in planning and carrying out a scientific research, in processing scientific information, in the interpretation and argumentation of results of the investigation carried out; an ability develops in use of knowledge obtained at the solution of applied problems according to the direction of training, at the development of recommendations and offers scientifically substantiated.

**Key words:** final qualification work, investigation, material choice, technology, thermal treatment, design.

#### Введение

Магистр-металловед при завершении обучения в МГТУ им. Н.Э. Баумана должен иметь прочные знания по фундаментальным дисциплинам, обладать достаточной общетеоретической, общеинженерной подготовкой и умением использовать полученные знания в практической работе [1; 2].

Работа над выпускной квалификационной работой магистра (ВКРМ) ведется на протяжении всего срока обучения в магистратуре. ВКРМ представляет собой комплексную работу, в которой проводятся исследования зависимостей свойств от структуры и химического состава материалов с использованием металлографии, рентгеноструктурного анализа, электрон-

ной микроскопии, определения физических свойств и других методов исследования; разработка новых технологических процессов и материалов [3-6].

Руководитель ВКРМ помогает магистранту в выборе темы работы и в дальнейшем осуществляет общее руководство и систематическое наблюдение за ходом выполнения работы, корректируя при необходимости ее план. Долг каждого руководителя - создание таких условий работы магистранта, в которых тот смог бы максимально проявить свою самостоятельность, инициативу и творческие возможности.

В процессе выполнения ВКРМ магистрант должен продемонстрировать спо-

способность самостоятельно вести научный поиск, ставить и решать профессиональные задачи, профессионально излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения, опираясь на сформированные компетенции. В ходе работы решаются следующие образовательные задачи:

– происходит углубление, систематизация и интеграция теоретических знаний и практических навыков по направлению магистерской подготовки и специализации;

– развивается умение критически оценивать и обобщать теоретические положения, использовать современные методы и подходы при решении проблем в ис-

следуемой области;

– формируются навыки планирования и проведения научного исследования, обработки научной информации, анализа, интерпретации и аргументации результатов проведенного исследования;

– развивается умение применять полученные знания при решении прикладных задач по направлению подготовки, разрабатывать научно обоснованные рекомендации и предложения;

– закрепляются навыки презентации, публичной дискуссии и защиты полученных научных результатов, разработанных предложений и рекомендаций.

### **Организация выполнения ВКРМ**

Выполнение ВКРМ в установленные сроки на уровне требований ГЭК возможно при четкой организации работы. Руководитель назначается кафедрой и следит за выполнением работы в срок. В помощь магистранту назначаются консультанты, в обязанности которых входит руководство работой по отдельным разделам проекта (технико-экономическое обоснование конструкции, технология термической обработки и т.д.). Консультантами являются преподаватели других кафедр, специалисты предприятий и НИИ. Допускается участие в консультациях научных со-

трудников, аспирантов и инженеров кафедры.

ВКРМ выполняются на предприятиях, в НИИ, в лабораториях кафедры. Магистранту предоставляется рабочее место, причем он должен соблюдать правила безопасности и внутреннего распорядка организации, где выполняет работу.

За время преддипломной практики магистранты обязаны хорошо уяснить смысл задания на ВКРМ, подобрать необходимые исходные материалы, освоить методы исследования, которые потребуются для выполнения задания.

### **Литературный обзор**

Литературный обзор занимает 15...20 % объема расчетно-пояснительной записки. Составление обзора представляет собой трудоемкую задачу, к решению которой нужно приступать сразу после ознакомления с темой ВКРМ.

Главная цель обзора – найти и критически проанализировать материалы по теме работы, с тем чтобы на основе анализа выбрать путь и методы выполнения задания ВКРМ. Обзор следует признать удач-

ным, если в заключении содержатся логически обоснованные ответы на следующие вопросы: что определенно известно по теме обзора, чем это подтверждается и объясняется, какие проблемы не решены и какими путями их можно решить, почему выбран этот объект и данные методы исследования [7-9]. В заключение обзора формулируют цель выпускной работы и задачи, которые необходимо решить.

### **Исследовательский раздел**

В зависимости от темы экспериментальные и теоретические исследования занимают 25...40 % рабочего времени, кото-

рое отводится на ВКРМ. При выполнении исследований магистрант подробно знакомится с методами изучения структуры и

свойств материалов, самостоятельно получает экспериментальные данные и учится их анализировать [8-11]. Результаты исследований должны быть отражены в расчетно-пояснительной записке и графическом материале ВКРМ.

Первое необходимое условие успешного выполнения этого раздела проекта — правильная постановка задачи исследования. Руководитель при формулировании задания должен придать работе характер законченного исследования, т.е. поставить перед магистрантом конкретную задачу, показать возможные пути ее решения и наметить предполагаемые результаты.

Выполнение исследовательского раздела начинается с разработки рабочего плана. Этот план магистрант составляет совместно с руководителем. На стадии планирования важно обсудить задачу исследования и выбрать соотношение между объемами теоретических и экспериментальных исследований. Умение исследователя проявляется также в разумном ограничении количества экспериментов. Во многих случаях теоретический анализ процесса с использованием математических моделей (найденных в литературных источниках или разработанных самостоя-

### **Технологический раздел**

Технологический раздел содержит необходимые данные для разработки технологии термической обработки: чертежи деталей, технические условия, программу выпуска. На основании исходных данных и результатов исследования дают техническое обоснование новой технологии, определяют параметры нового технологического процесса, выбирают оборудование для термической обработки деталей, составляют маршрутные технологические карты.

ВКРМ может быть посвящена разработке полного технологического процесса

### **Конструкторский раздел (проектирование)**

В период практики необходимо ознакомиться с базовым вариантом технологии термической обработки деталей и применяемым оборудованием, собрать технические характеристики процесса, паспортные

данные на оборудование, копии чертежей общих видов и сборочных единиц оборудования, его технические характеристики и описание. Эти сведения необходимы для разработки исходных данных, проектиро-

тельно) значительно облегчает экспериментальную работу.

Когда определен примерный объем экспериментов и выбраны методы исследования, уточняют методику исследования и решают вопрос, какие образцы и в каком количестве потребуются для экспериментов. Для определения свойств материала на разных стадиях обработки предпочтение отдается стандартным образцам. Нужно ознакомиться с соответствующими ГОСТами и обратить внимание на условия изготовления образцов. Проведение экспериментов требует тщательной подготовки и аккуратной, подробной, систематической записи информации.

Первичные данные обрабатывают и анализируют. Полезно первую оценку получить на основе графиков, чтобы установить характер корреляции между величинами, выяснить, какие экспериментальные точки выпадают, и т.д.

Экспериментальные результаты искажаются из-за систематических и случайных ошибок. Для корректировки полученных результатов следует использовать методы учета ошибок, содержащиеся в ГОСТах.

или отдельных технологических операций производства того или иного изделия, материала.

Для разработанного технологического процесса обосновывают возможность осуществления и надежность, после чего делают сравнение предлагаемой технологии с существующей. Преимущества новой технологии обосновывают улучшением качества обработки деталей, уменьшением расхода энергии, стоимости оборудования, увеличением производительности, степени механизации и автоматизации.

данные на оборудование, копии чертежей общих видов и сборочных единиц оборудования, его технические характеристики и описание. Эти сведения необходимы для разработки исходных данных, проектиро-

вания новой установки или модернизации существующего оборудования.

Перед началом проектирования определяют количество параметров технологического процесса, границы их изменения и средства обеспечения точности параметров в проектируемой установке, определяют производительность оборудования и средства, нужные для обеспечения необходимого качества изделий, а также температурный режим их работы и рабочую среду. Объектом проектирования являются печи и агрегаты термической обработки, специализированные установки, средства механизации и автоматизации, приспособления. При разработке оборудования следует стремиться к уменьшению энергетических затрат, габаритов и массы оборудования при сохранении заданных технических характеристик. При разработке конструкции целесообразно найти оптимальное сочетание между оригинальными

и известными конструктивными решениями. Предпочтение отдается тому варианту, в котором надежность работы сочетается с минимальными затратами.

Правильность разработки конструкции проверяют расчетами. Тепловой расчет оборудования — основа для определения энергетических показателей и подтверждения осуществимости заданного технологического процесса. Расчеты на прочность, жесткость и долговечность гарантируют работоспособность оборудования.

В записку кроме расчетов должно входить техническое описание спроектированного оборудования с указанием габаритов, массы, установленной мощности, КПД, расхода воды, масла, воздуха. Следует отметить меры по охране окружающей среды, реализованные в спроектированном оборудовании.

### Защита ВКРМ

*Предзащита.* Руководитель проверяет ВКРМ, организует ее предзащиту. К предварительной защите студент представляет: РПЗ; доклад о результатах ВКРМ; графический материал, презентацию и/или иной иллюстративный материал.

Предзащита ВКРМ проводится не позднее чем за 7 дней до даты защиты ВКРМ. На предзащите ВКРМ проводится проверка соответствия содержания ВКРМ заявленной теме, заданию руководителя, структуры ВКРМ в соответствии с требованиями настоящего Положения. После проведения предзащиты руководитель ВКРМ составляет письменное заключение руководителя квалификационной работы.

В случае отрицательного результата предзащиты заведующий выпускающей кафедрой имеет право не допускать студента к защите ВКРМ в установленный графиком срок.

*Рецензирование.* Выпускные квалификационные работы по программам магистратуры подлежат рецензированию. Для проведения рецензирования ВКРМ направляется кафедрой одному или не-

скольким рецензентам из числа лиц, не являющихся сотрудниками кафедры, не позднее чем за 5 календарных дней до дня защиты ВКРМ. Рецензентами выпускной квалификационной работы могут выступать высококвалифицированные специалисты предприятий или научно-исследовательских учреждений, специфика деятельности которых соответствует теме ВКРМ, преподаватели вузов, осуществляющих обучение по соответствующему направлению подготовки магистратуры, а также преподаватели смежных кафедр университета.

ВКРМ может быть представлена к защите и в случае отрицательного отзыва рецензента. Защита такой работы может состояться лишь в присутствии рецензента.

*Направление на защиту.* Не позднее чем за 3 календарных дня до защиты РПЗ к ВКРМ, оформленная в соответствии с установленными требованиями, должна быть подписана студентом, руководителем, консультантом (при наличии) и представлена студентом на электронном и бумажном носителях вместе с отзывом руководителя

и рецензией заведующему кафедрой. Рассмотрев все представленные документы, он подписывает заключение о возможности допуска студента к защите в Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК).

Студент, получивший отрицательное заключение кафедры о ВКРМ или не пред-

### Заключение

Результаты защиты ВКРМ определяются путем открытого голосования членов ГЭК на основе следующих оценок:

– степень соответствия работы уровню квалификационных требований, предъявляемых к подготовке магистров, а также требованиям, предъявляемым к ВКРМ;

– соответствие темы ВКРМ профилю магистерской программы, актуальность, степень разработанности темы;

– качество и самостоятельность проведенного исследования;

– новизна и практическая значимость полученных автором научных результатов, их достоверность;

– грамотность и логика изложения материала в представленном исследовании;

– соблюдение требований к оформ-

ставивший ВКРМ с отзывом руководителя и рецензией в установленный срок, к защите не допускается и по представлению выпускающей кафедры на имя декана факультета подлежит отчислению из университета как не прошедший государственную итоговую аттестацию.

лению ВКРМ;

– качество доклада на защите ВКРМ;

– правильность и полнота ответов на вопросы, заданные во время защиты, и на замечания рецензента;

– наличие публикаций, выступлений магистранта на научных конференциях.

Результат защиты ВКРМ студента оценивается по пятибалльной системе оценки знаний. После защиты комиссия может принять решение о выдаче диплома с отличием и рекомендации к поступлению в аспирантуру. Диплом магистра с отличием выдается выпускникам, сдавшим с оценкой «отлично» не менее 75 % всех дисциплин (остальные - с оценкой «хорошо»).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Материаловедение: учеб. для вузов / Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин [и др.]; под общ. ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 655 с.
2. Афанасьев, Б.А. Методические указания по подготовке и защите выпускных работ (бакалавр, инженер, магистр) / Б.А. Афанасьев, А.А. Полунгян. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 28 с.
3. Справочник по конструкционным материалам / Б.Н. Арзамасов, Т.В. Соловьева, С.А. Герасимов [и др.]; под ред. Б.Н. Арзамасова, Т.В. Соловьевой. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. - 640 с.
4. Марочник сталей и сплавов / под ред. В.Г. Сорокина. - М.: Интернет Инжиниринг, 2003. - 608 с.
5. Металловедение и термическая обработка стали и чугуна: справ. изд.: в 3 т. / М.Л. Бернштейн, Т.В. Курдюмов, В.С. Меськин [и др.]; под общ. ред. А.Г. Рахштадта, Л.М. Капуткиной, С.Д. Прокошкина, А.В. Супова. - М.: Интернет Инжиниринг, 2004-2007. - Т. 1-3.
6. Сайт кафедры МТ8 МГТУ им. Н.Э. Баумана. - Режим доступа: <http://mt8.bmstu.ru/> (дата обращения: 01.03.2016).
7. Сайт по тематике материаловедения и термической обработки. Образовательный ресурс. - Режим доступа: <http://www.materialscience.ru/>.
8. Модифицирование сплавов: разработка, внедрение, технический аудит. Металловедение. Металлургия / Исследовательский центр «Модификатор». - Режим доступа: <http://www.modificator.ru/>.
9. The Minerals, Metals & Materials Society (TMS) - Accessed March 2007. - Режим доступа: <http://www.materialmoments.org/top100.html/>.
10. Materials science at DMOZ. - Режим доступа: <https://www.dmoz.org/Science/Technology/Materials>.
11. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. - М.: Стандартинформ, 2008. - URL: <http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=173511> (дата обращения: 05.10.2015).

1. *Material Science: textbook for colleges* / B.N. Arzamasov, V.I. Makarova, G.G. Mukhin [et al.]; under the general editorship of B.N. Arzamasov, G.G. Mukhin. - M.: Publishing House of Bauman STU of Moscow, 2008. - pp. 655.
2. Afanasiev, B.A. *Methodical Instructions on Training and Presentation of Final Works (Bachelor, Engineer, Master)* / B.A. Afanasiev, A.A. Polungyan. - M.: Publishing House of Bauman STU of Moscow, 2008. - pp. 28.
3. *Reference Book on Constructional Materials* / B.N. Arzamasov, T.V. Soloviyova, S.A. Gerasimov [et al.]; under the editorship of B.N. Arzamasov, T.V. Soloviyova. - M.: Publishing House of Bauman STU of Moscow, 2005. - pp. 640.
4. *Reference Book of Steel and Alloy Grades* / under the editorship of V.G. Sorokin. - M.: Intermet Engineering, 2003. - pp. 608.
5. *Metal Science and Steel and Cast Iron Thermal Treatment: Reference Book: in 3 Vol.* / M.L. Bernstein, T.V. Kurdyumov, V.S. Meskin [et al.]; under the editorship of A.G. Rachstadt, L.M. Kaputkina, S.D. Prokoshin, A.V. Supov. - M.: Intermet Engineering, 2004-2007. - Vol. 1-3.
6. *Site of Chair MT8 of Bauman STU of Moscow.* - Access mode: [http:// mt8.bmstu.ru/](http://mt8.bmstu.ru/) (address date: 01.03.2016).
7. *Site on Themes of Material Science and Thermal Treatment. Educational resource.* - Access mode: <http://www.materialscience.ru/>.
8. *Alloy Modification: Development, Introduction, Engineering Audit. Metal Science. Metallurgy* / Investigation center "Modifier". - Access mode: <http://www.modificator.ru/>.
9. The Minerals, Metals & Materials Society (TMS) - Accessed March 2007. - Access mode: <http://www.materialmoments.org/top100.html/>.
10. *Materials science* at *DMOZ*. - Access mode: <https://www.dmoz.org/Science/Technology/Materials>.
11. *References. General Requirements and Regulations for Compilation.* - M.: Standardinform, 2008. - URL: <http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=173511> (address date: 05.10.2015).

Статья поступила в редколлегию 25.01.17.

Рецензент: д.т.н., профессор МИСИС

Петелин А.Л.

#### Сведения об авторах:

**Пахомова Светлана Альбертовна**, к.т.н., доцент кафедры «Материаловедение» МГТУ им. Н.Э. Баумана, e-mail: [mgtu2013@yandex.ru](mailto:mgtu2013@yandex.ru).

**Шевченко Светлана Юрьевна**, к.т.н., доцент кафедры «Материаловедение» МГТУ им. Н.Э. Баумана,

**Pakhomova Svetlana Albertovna**, Can. Eng., Assistant Prof. of the Dep. "Material Science", Bauman STU of Moscow, e-mail: [mgtu2013@yandex.ru](mailto:mgtu2013@yandex.ru).

**Shevchenko Svetlana Yurievna**, Can. Eng., Assistant Prof. of the Dep. "Material Science", Bauman STU of Moscow,

на, e-mail: [mgtu-mt8@yandex.ru](mailto:mgtu-mt8@yandex.ru).

**Манаев Олег Иванович**, к.т.н., доцент кафедры «Материаловедение» МГТУ им. Н.Э. Баумана, e-mail: [mgtu-gvi@yandex.ru](mailto:mgtu-gvi@yandex.ru).

e-mail: [mgtu-mt8@yandex.ru](mailto:mgtu-mt8@yandex.ru).

**Manaiev Oleg Ivanovich**, Can. Eng., Assistant Prof. of the Dep. "Material Science", Bauman STU of Moscow,

e-mail: [mgtu-gvi@yandex.ru](mailto:mgtu-gvi@yandex.ru).