

DOI: 10.15593/2224-9877/2017.1.12

УДК 378.12, 621.78

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

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
Москва, Россия

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ВЫПОЛНЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ МАГИСТРА

В работе представлены рекомендации для выполнения выпускной квалификационной работы магистра (ВКРМ) по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов». Обоснована важность способности студента к самостоятельной работе. Современный подход к работе заключается в том, что она выполняется на основе системного анализа поставленной темы исследования. ВКРМ должна быть выполнена комплексно с учетом технологических, экономических и экологических факторов.

Роль научного руководителя ВКРМ заключается в формировании у магистранта способностей 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: 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.

Руководитель студента назначается кафедрой и следит за выполнением работы в срок. Магистранту назначаются в помощь консультанты, в обязанности которых входит руководство работой по отдельным разделам проекта (исследования, разработка технологии, проектирование, технико-экономическое обоснование конструкции, технология термической обработки и т.д.).

Консультантами являются преподаватели других кафедр, специалисты разных предприятий и научных институтов, аспиранты кафедры. Выпускная работа выполняется на заводах, в НИИ или лабораториях кафедры. Причем выпускник должен соблюдать правила безопасности и внутреннего распорядка организации, где выполняет работу.

Ключевые слова: материаловедение, анализ, выпускная квалификационная работа, компетенции, знания, исследования, выбор материала, технология, термическая обработка, конструкция, научный поиск, рекомендации.

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

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

MODERN APPROACHES TO THE IMPLEMENTATION OF FINAL QUALIFYING WORK MASTER

The paper presents recommendations for the implementation of final qualifying work towards a Master 22.04.01 "Materials Science and Technology of Materials". It substantiates the importance of the student's ability to work independently. Modern approach to the work is that it is carried out on the basis

of a systematic analysis of the set of research topics. And it must be done comprehensively, taking into account technological, economic and environmental factors.

The role of the scientific director is in education a student abilities, based on the formed competences. These are: to conduct independent scientific research, formulate and solve professional problems, professionally express the specific information, to argue and defend their science point of view.

The work addresses the following learning objectives: a) forming the skills of planning and carrying out scientific research; b) forming the skills of scientific information processing, analysis, interpretation and argumentation of the results of the study; c) develop the ability to apply the acquired knowledge in solving of tasks in the direction of the preparation; d) develop the ability to develop scientific recommendations and suggestions.

The scientific director of the student is assigned from the department and oversees the work were done in time. To students are assigned counselors, who supervise the work on individual parts of the project (research, technology development, design, feasibility study for construction, heat treatment technology, etc.).

The consultants are teachers of other departments, specialists of different enterprises and research institutes, post-graduate students. Final work is done in factories, research institutes or laboratories of the department. And he must comply with safety regulations and internal regulations of the organization, where does the job.

Keywords: materials science, analysis, graduation qualification work, competences, knowledge, study, choice of material, technology, thermal processing, construction, scientific research, recommendations.

Введение

Магистр-металловед при завершении обучения в Московском государственном техническом университете 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].

Выпускная квалификационная работа магистра (ВКРМ) выполняется 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, электронной 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 – создать такие условия работы магистранта, в которых тот смог бы максимально проявить свою самостоятельность, инициативу и творческие возможности.

В процессе выполнения ВКРМ магистрант должен продемонстрировать 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 [7–9]. 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 исследуемой 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 (техно-экономическое обоснование конструкции, технология термической обработки и т.д.). Консультантами являются преподаватели других кафедр, специалисты предприятий и НИИ. Допускается участие в консультациях научных сотрудников, 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 [10, 11].

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 удачным, 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 [13, 14]. 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, которое отводится на ВКРМ. При выполнении исследований магистрант подробно знакомится с методами изучения структуры и свойств материалов, самостоятельно получает экспериментальные данные и учится их анализировать [15–17]. 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 объемов теоретических и экспериментальных исследований. Умение исследователя проявляется так-

же в разумном ограничении количества экспериментов. Во многих случаях теоретический анализ процесса с использованием математических моделей (найденных в литературных источниках или разработанных самостоятельно) 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 получать 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.

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

Для разработанного технологического процесса обосновывают возможность осуществления и надежность, после чего сравнивают предлагаемую технологию с существующей. Преимущества новой технологии обосновывают улучшением качества обработки деталей,

уменьшением расхода энергии, стоимости оборудования, увеличением производительности, степени механизации и автоматизации.

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, проектирования 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; производительность оборудования и средства, нужные для обеспечения необходимого качества изделий, а также температурный режим их работы и рабочую среду [12, 13]. 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: расчетно-пояснительную записку (РПЗ); доклад о результатах ВКРМ; графический материал, презентацию и/или иной иллюстративный материал.

Предзащита ВКРМ проводится не позднее чем за семь дней до даты защиты работы. На предзащите ВКРМ проводится проверка соответствия содержания ВКРМ заявленной теме, заданию руководителя, соответствие структуры работы требованиям. 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 нескольким рецензентам из числа лиц, не являющихся сотрудниками кафедры, не позднее чем за пять 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 три календарных дня до защиты РПЗ к ВКРМ, оформленные в соответствии с установленными требованиями, должны быть подписаны студентом, руководителем, консультантом (при наличии) и представлены заведующему кафедрой на электронном и бумажном носителях вместе с отзывом руководителя и рецензией. Рассмотрев все представленные документы, заведующий кафедрой подписывает заключение о возможности допуска студента к защите в Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК).

Студент, получивший отрицательное заключение кафедры о ВКРМ или не представивший 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.

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 оформлению 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: учебник 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., Полунгян А.А. Методические указания по подготовке и защите выпускных работ (бакалавр, инженер, магистр). – 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.: Интермет Инжиниринг, 2003. – 608 с.
5. Пахомова С.А. Особенности преподавания курса «инженерия поверхности» студентам по направлению «материаловедение и технологии материалов» // Инженерный вестник. – 2015. – № 9. – С. 19.
6. Фахуртдинов Р.С., Рыжова М.Ю., Пахомова С.А. Преимущества вакуумной цементации и проблемы ее промышленного применения // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2016. – № 8. – С. 37–43.
7. Кафедра МТ8 МГТУ им. Н.Э. Баумана: сайт. – URL: [http:// mt8.bmstu.ru](http://mt8.bmstu.ru) (дата обращения: 01.03.2016).
8. Материаловедение и термическая обработка. Образовательный ресурс: сайт. – URL: <http://www.materialscience.ru> (дата обращения: 01.03.2016).
9. Pakhomova S.A., Ryzhov N.M., Vasilev V.R. Changes in the structure of martensite of iron-nickel alloys under the action of thermal shotblast treatment // Metal Science and Heat Treatment. – 2001. – Т. 43, № 11–12. – С. 438–439.
10. The Top One Hundred Candidates / Metals & Materials Society (TMS). – URL: <http://www.materialmoments.org/top100.html> (дата обращения: 01.03.2016).
11. Materials science // DMOZ. – URL: <https://www.dmoz.org/Science/Technology/Materials> (дата обращения: 01.03.2016).
12. Быков Ю.А., Пахомова С.А., Помельникова А.С. Методика выбора материала и технологии термической обработки деталей машиностроения // Заготовительные производства в машиностроении. – 2015. – № 8. – С. 43–47.
13. Pakhomova S.A., Unchikova M.V., Fakhurtdinov R.S. Gear wheels surface engineering by deformation hardening and carburization // Solid State Phenomena. – 2016. – Т. 870. – С. 383–391.
14. Пахомова С.А., Иванченко В.В. Изготовление конструкционных деталей из металлических отходов // Заготовительные производства в машиностроении. – 2014. – № 4. – С. 36–40.
15. Зябрев А.А., Пахомова С.А. Формирование покрытий на электротехнических сталях // Наука и образование: науч. изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2014. – № 11. – С. 780–789.
16. Пахомова С.А. Совершенствование технологии поверхностного упрочнения шестерен из высокопрочных сталей // Тяжелое машиностроение. – 2009. – № 10. – С. 35–38.
17. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления [Электронный ресурс]. – М.: Стандартинформ, 2008. – URL: <http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=173511> (дата обращения: 05.10.2015).

References

1. Arzamasov B.N., Makarova V.I., Mukhin G.G. *Materialovedenie: uchebnik dlia vuzov* [Materials science: the textbook for higher education institutions]. Eds. B.N. Arzamasova, G.G. Mukhina. Moscow, Izdatel'stvo Moskovskogo Gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta imeni. N.E. Baumana, 2008, 655 p.
2. Afanas'ev B.A., Polungian A.A. *Metodicheskie ukazaniia po podgotovke i zashchite vypusnykh rabot (bakalavr, inzhener, magistr)* [Methodical instructions on preparation and protection of final works (the bachelor, the engineer, the master)]. Moscow, Izdatel'stvo Moskovskogo Gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta imeni N.E. Baumana, 2008, 28 p.
3. Arzamasov B.N., Solov'eva T.V., Gerasimov S.A. *Spravochnik po konstruktsionnym materialam* [Reference book on constructional materials]. Eds. B.N. Arzamasova, T.V. Solov'evoi. Moscow, Izdatel'stvo Moskovskogo Gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta imeni. N.E. Baumana, 2005, 640 p.
4. *Marochnik stalei i splavov* [Marochnik staly and alloys]. Ed. V.G. Sorokina. Moscow, Intermet Inzhiniring, 2003, 608 p.
5. Pakhomova S.A. *Osobennosti prepodavaniia kursa «inzheneriia poverkhnosti» studentam po napravleniiu «materialovedenie i tekhnologii materialov»* [Features of teaching the course "surface engineering" to students in the "materials science and technologies of materials" direction]. *Inzhenernyi vestnik*, 2015, no. 9, pp. 19.
6. Fakhurtdinov R.S., Ryzhova M.Iu., Pakhomova S.A. *Preimushche-stva vakuumnoi tsementatsii i problemy ee promyshlennogo primeneniia* [Benefits of vacuum cementation and problem of its industrial application]. *Vse materialy. Entsiklopedicheskii spravochnik*, 2016, no. 8, pp. 37–43.
7. Kafedra MT8 MGTU im. N.E. Baumana: sait [MT8 department of Bauman Moscow State Technical University], available at: <http://mt8.bmstu.ru> (accessed: 01 march 2016).
8. *Materialovedenie i termicheskaia obrabotka. Obrazovatel'-nyi resurs: sait* [Materials science and heat treatment. Educational resource: website], available at: <http://www.materialscience.ru> (accessed: 01 march 2016).
9. Pakhomova S.A., Ryzhov N.M., Vasilev V.R. *Changes in the structure of martensite of iron-nickel alloys under the action of thermal shotblast treatment*. *Metal Science and Heat Treatment*, 2001, vol. 43, no. 11–12, pp. 438–439.
10. The Top One Hundred Candidates. Metals & Materials Society (TMS), available at: <http://www.materialmoments.org/top100.html> (accessed: 01 march 2016).
11. Materials science. DMOZ, available at: <https://www.dmoz.org/Science/Technology/Materials> (accessed: 01 march 2016).
12. Bykov Iu.A., Pakhomova S.A., Pomel'nikova A.S. *Metodika vybora materiala i tekhnologii termicheskoi obrabotki detalei ma-shinostroeniia* [Technique of the choice of material and technology of heat treatment of details of mechanical engineering]. *Zagotovitel'nye proizvodstva v mashinostroenii*, 2015, no. 8. pp. 43–47.
13. Pakhomova S.A., Unchikova M.V., Fakhurtdinov R.S. *Gear wheels surface engineering by deformation hardening and carburization*. *Solid State Phenomena*, 2016, vol. 870, pp. 383–391.

14. Pakhomova S.A., Ivanchenko V.V. Izgotovlenie konstruktivnykh detalei iz metallicheskiy otkhodov [Production of constructional details from metal scraps]. *Zagotovitel'nye proizvodstva v mashinostroenii*, 2014, no. 4, pp. 36–40.

15. Ziabrev A.A., Pakhomova S.A. Formirovanie pokrytii na elektrotekhnicheskikh staliakh [Formation of coverings on electrotechnical the steels]. *Nauka i obrazovanie: nauchnoe izdanie Moskovskogo Gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta imeni N.E. Baumana*, 2014, no. 11, pp. 780–789.

16. Pakhomova S.A. Sovershenstvovanie tekhnologii poverkhnostnogo uprochneniia shesteren iz vysokoprochnykh staley [Improvement of technology of superficial hardening of gear wheels from high-strength staly]. *Tiazheloe mashinostroenie*, 2009, no. 10, pp. 35–38.

17. Bibliograficheskaya ssylka. Obshchie trebovaniia i pravila so-stavleniia [Bibliographic reference. General requirements and rules of drawing up]. Moscow, Standartinform, 2008, available at: <http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=173511> (accessed 05 october 2015).

Получено 20.01.2017

Об авторах

Пахомова Светлана Альбертовна (Москва, Россия) – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры материаловедения МГТУ им. Н.Э. Баумана; e-mail: mgtu2013@yandex.ru.

Шевченко Светлана Юрьевна (Москва, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры материаловедения МГТУ им. Н.Э. Баумана; e-mail: mgtu-mt8@yandex.ru.

Манаев Олег Иванович (Москва, Россия) – кандидат технических наук, доцент кафедры материаловедения МГТУ им. Н.Э. Баумана; e-mail: mgtu-gvi@yandex.ru.

About the authors

Svetlana A. Pakhomova (Moscow, Russian Federation) – Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Material Sciences, Bauman Moscow State Technical University; e-mail: mgtu2013@yandex.ru.

Svetlana Yu. Shevchenko (Moscow, Russian Federation) – Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Material Sciences, Bauman Moscow State Technical University; e-mail: mgtu-mt8@yandex.ru.

Oleg I. Manayev (Moscow, Russian Federation) – Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Material Sciences, Bauman Moscow State Technical University; e-mail: mgtu-gvi@yandex.ru.