

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

№ 740

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ИНСТИТУТ СТАЛИ и СПЛАВОВ
Технологический университет



Кафедра порошковой металлургии и функциональных покрытий

Э.И. Андреев

В.В. Басов

В.Ю. Лопатин

Технология изготовления тепловыделяющих элементов

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано редакционно-издательским
советом института

УДК 621.039.56
А65

Рецензент
ст. преподаватель *Р.Т. Хайруллина*

Андреев Э.И., Басов В.В., Лопатин В.Ю.

А65 Технология изготовления тепловыделяющих элементов:
Учеб.-метод. пособие. – М.: МИСиС, 2006. – 112 с.

В учебно-методическом пособии изложен порядок выполнения курсового проекта по технологии изготовления тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ). Рассмотрены основные требования к выполнению пояснительной записки и графической части проекта. Приведены примеры изложения разделов по технике безопасности, охране труда, экологии и ядерной безопасности, по технологии и технологическим схемам производства, по расчету материального баланса, выбору и расчету потребного количества оборудования, проведению специальных расчетов. Даны образцы титульного листа, технического задания, технологических схем и описания технологических процессов и операций по изготовлению топливных таблеток и ТВЭЛ, планы проектируемых участков и др.

Содержание соответствует программе курсов «Технология и свойства порошковых материалов и изделий из них для различных отраслей техники» и «Технология изготовления тепловыделяющих элементов».

Пособие предназначено для студентов специальности 150108, а также может быть полезно студентам энергофизических специальностей МГТУ им. Н.Э. Баумана, МИФИ и других вузов.

Пособие подготовлено кафедрой металлургии Электростальского политехнического института (Э.И. Андреев и В.В. Басов) и кафедрой порошковой металлургии и функциональных покрытий (В.Ю. Лопатин).

© Московский государственный институт
стали и сплавов (технологический
университет) (МИСиС), 2006

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1 Тематика и структура курсовых проектов	6
2 Оформление курсового проекта	25
2.1 Оформление пояснительной записки	25
2.2 Оформление графической части	38
2.3 Нумерация курсовых проектов	42
Список использованных источников	43
Приложение А. Титульный лист пояснительной записки курсового проекта.....	46
Приложение Б. Техническое задание на курсовой проект	47
Приложение В. Пример оформления содержания проекта	48
Приложение Г. Требования ядерной безопасности при проведении работ с делящимися материалами.....	49
Приложение Д. Требования охраны труда, техники безопасности и промышленной санитарии при работе с делящимися материалами	56
Приложение Е. Технологические схемы производства топливных таблеток и ТВЭЛов	68
Приложение Ж. Описание технологических схем производства топливных таблеток и ТВЭЛов	73
Приложение И. Расчет материального баланса для технологической схемы получения топливных таблеток типа ВВЭР-440 производительностью 250 т/год.....	97
Приложение К. Расчет потребности в оборудовании при получении топливных таблеток типа ВВЭР-440.....	102
Приложение Л. План участка изготовления таблеток ВВЭР-440.....	104
Приложение М. Расчет защитного заземления установки приготовления пресс-порошка типа ППШ.....	105
Приложение Н. Пример заполнения страницы.....	107
Приложение П. Коды документов по ГОСТ 2.102–68	108
Приложение Р. Пример спецификации к сборочному чертежу	109
Приложение С. Примеры основной надписи (штампа) на чертежах	110

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших элементов процесса обучения в высшей школе является курсовое проектирование.

В общем случае основными целями и задачами курсовых проектов по техническим дисциплинам являются систематизация, обобщение, углубление и закрепление знаний, приобретенных студентами в процессе теоретического и практического обучения, применение этих знаний к комплексному решению конкретных задач и развитие навыков самостоятельной творческой работы при решении конструкторских, технологических и экономических задач, более глубокое знакомство со своей специальностью на примере темы проекта, развитие расчетно-графических навыков, овладение методикой и техникой специальных технических и экономических расчетов, необходимых для самостоятельного решения инженерных задач, использование ЭВМ при курсовом проектировании.

В частности, в соответствии с квалификационной характеристикой по специальности 150108 «Порошковая металлургия, композиционные материалы, покрытия» курсовое проектирование промышленного участка по изготовлению топливных таблеток из диоксида урана или тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ) имеет следующие цели:

- расширение, углубление и закрепление знаний в решении конкретных инженерных задач при проектировании промышленных участков изготовления керамического ядерного топлива или ТВЭЛов для различного типа реакторов АЭС;

- закрепление и развитие навыков самостоятельной творческой работы в области технологического проектирования, в частности, при выборе и инженерных расчетах промышленного оборудования предприятий по изготовлению керамического ядерного топлива или ТВЭЛов, при расчете материальных балансов производства того или иного вида топливных таблеток или ТВЭЛов;

- формирование технологической базы для дипломного проектирования.

В результате курсового проектирования (как завершающей части курса «Технология изготовления тепловыделяющих элементов») студент должен уметь:

- на основании исходных данных разрабатывать аппаратурно-технологические схемы производства керамического ядерного топлива или ТВЭЛов для различного типа реакторов АЭС;

- рассчитывать производительность оборудования и определять потребность в оборудовании для проектируемого производства того или иного вида топливных таблеток или ТВЭЛов;
- планировать производственные помещения;
- оформлять проект;
- рассчитывать материальный баланс производства того или иного вида топливных таблеток или ТВЭЛов с использованием современной вычислительной техники и требований единой системы конструкторской документации (ЕСКД);
- выполнять расчеты оборудования, используемого в производстве топливных таблеток или ТВЭЛов: мельниц, смесителей, грануляторов, прессов, печей сушки и спекания, шлифовальных станков, установок снаряжения, сварки, их мощности, заземления и др.;
- пользоваться научно-технической, специальной и справочной литературой по технологии производства того или иного вида топливных таблеток или ТВЭЛов и проектированию соответствующих производств и оборудования;
- выступать перед аудиторией с целью защиты своей курсовой работы.

Курсовой проект должен быть выполнен с учетом применяемых на практике решений, а также возможных усовершенствований в технологии, оборудовании, организации производства и труда на основании новейших достижений науки, техники и практики передовых предприятий, достижений новаторов производства и т.д.

1 ТЕМАТИКА И СТРУКТУРА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

По своему содержанию курсовые проекты можно классифицировать следующим образом:

- проектно-конструкторские;
- технологические;
- исследовательские;
- комплексные.

Качественно курсовые проекты можно разделить на типовые и изобретательские. Типовые проекты выполняются на базе известных решений с самостоятельной разработкой исполнителем отдельных конкретных вопросов. Изобретательские проекты носят принципиально новый характер и могут содержать решения на уровне новшеств и изобретений (ноу-хау). Их содержание может составлять основу докладов на студенческих научно-технических конференциях.

Выбор тематики курсового проекта определяется рамками дисциплины «Технология изготовления тепловыделяющих элементов» и актуальностью выполнения того или иного проекта для промышленного производства топливных таблеток и тепловыделяющих элементов для различного типа реакторов атомных станций.

По возможности темы проектов должны охватывать весь спектр теоретических вопросов, рассматриваемых в рамках курса «Технология изготовления тепловыделяющих элементов», в том числе вопросы проектирования опытных, опытно-промышленных и промышленных участков по изготовлению основных видов топливных таблеток и ТВЭЛов для отечественных (типа ВВЭР, БН, РБМК) и зарубежных (типа BWR и PHWR) реакторов АЭС.

При этом наиболее предпочтительными являются темы проектов, связанные с задачами, решаемыми на тех предприятиях, где студенты проходят ознакомительную и преддипломную практику, и на соответствующих кафедрах МИСиС.

После предварительного выбора тем курсовых проектов преподавателем, они согласовываются в соответствующих цехах предприятий и утверждаются на заседании кафедры. Затем студенту выдается техническое задание (в течение первых десяти дней семестра, в котором выполняется проект).

Техническое задание на курсовой проект содержит:

- название темы проекта;
- исходные данные, необходимые для выполнения проекта;

- расшифровку конкретных вопросов, которые студент должен самостоятельно и творчески разработать;
- требуемый объем пояснительной записки и графической части проекта;
- дату выдачи технического задания;
- дату защиты проекта;
- должность, фамилию, имя, отчество руководителя проекта, его подпись;
- фамилию, имя, отчество студента с его подписью о получении технического задания на курсовой проект.

Возможны следующие темы курсовых проектов.

1 Проект участка* (опытного, опытно-промышленного, промышленного) производства топливных таблеток для реакторов типа ВВЭР-440.

2 Проект участка (опытного, опытно-промышленного, промышленного) производства топливных таблеток для реакторов типа ВВЭР-1000.

3 Проект участка (опытного, опытно-промышленного, промышленного) производства топливных таблеток для реакторов типа РБМК.

4 Проект участка (опытного, опытно-промышленного, промышленного) производства топливных таблеток для реакторов типа ВWR.

5 Проект участка (опытного, опытно-промышленного, промышленного) производства топливных таблеток для реакторов типа РНWR.

6 Проект участка (опытного, опытно-промышленного, промышленного) производства топливных таблеток для реакторов типа БН.

7 Проект участка* (опытного, опытно-промышленного, промышленного) производства топливных таблеток с введением в их состав выгорающих поглотителей нейтронов (эрбий, гадолиний).

8 Проект участка* (опытного, опытно-промышленного, промышленного) производства топливных таблеток с регулируемой микроструктурой.

9 Проект участка* (опытного, опытно-промышленного, промышленного) производства топливных таблеток со специальными требованиями к их форме и размерам.

10 Проект участка* (опытного, опытно-промышленного, промышленного) производства ТВЭЛов для различного типа отечественных (ВВЭР, БН, РБМК) и зарубежных (ВWR, РНWR) реакторов.

* Тип участка, тип таблеток, ТВЭЛов и реактора, тип выгорающего поглотителя, способ регулирования микроструктуры таблеток, требования к форме и размерам таблеток и другие данные указываются руководителем проекта в момент выдачи задания на курсовое проектирование.

Основными данными для разработки проекта участка производства топливных таблеток или тепловыделяющих элементов в соответствии с темой проекта являются:

- тип участка;
- тип таблеток;
- тип ТВЭЛа;
- производительность участка;
- принципиальная технологическая схема изготовления конкретного типа таблеток и ТВЭЛов;
- эскиз таблетки или ТВЭЛа с основными требованиями к ним;
- производительность оборудования;
- выход годной продукции (в случае необходимости – потери на отдельных операциях);
- параметры работы оборудования;
- вид исходного сырья (в случае необходимости – его обогащение);
- тип выгорающего поглотителя;
- способ регулирования микроструктуры таблеток;
- особые требования к характеру производства;
- в ряде случаев, в зависимости от темы, другие данные, необходимые для проектирования участка.

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части (чертежей, схем, диаграмм, таблиц и т. п.).

Объем пояснительной записки 25 – 35 страниц формата А4 (210 x 297 мм); объем графической части 2 – 4 листа формата А1 (594 x 841 мм).

Наиболее предпочтительным является следующий порядок расположения и оформления материалов (разделов) в пояснительной записке курсового проекта:

- 1 Титульный лист (приложение А);
- 2 Техническое задание на курсовой проект (приложение Б);
- 3 Оглавление пояснительной записки с указанием соответствующих разделов и номеров страниц (приложение В);
- 4 Введение;
- 5 Охрана труда и техника безопасности (приложения Г и Д);
- 6 Технологическая схема производства и ее описание (с данными по потерям) (приложения Е и Ж);
- 7 Расчет материального баланса (приложение И);
- 8 Обоснование выбора, описание и расчет количества оборудования (приложения К и Л);

9 Описание и расчет одного из аппаратов (спецагрегата), отдельных его частей, заземления, вентиляции и т.д. (приложение М);

10 Список использованных источников литературы;

11 Приложения.

Содержание основных разделов **пояснительной записки** курсового проекта должно быть следующим:

Во **введении** формулируются цели и задачи проекта, области применения выпускаемого продукта (полуфабриката), его общие и специальные свойства, специфические особенности его производства, связанные, в том числе, с вопросами техники безопасности, производственной санитарии, защиты окружающей среды и промышленной эстетики.

В разделе **«Охрана труда и техника безопасности»** рассматривается комплекс вопросов, связанных с особенностями работы с радиоактивными материалами, соблюдением требований ядерной безопасности, техники безопасности, экологии и охраны окружающей среды при работе с радиоактивным пылящим продуктом, горючими веществами и жидкостями, возможными источниками производственного травматизма и профессиональных заболеваний по каждой операции технологического процесса, обеспечением нормальных санитарно-бытовых условий работы и охраны окружающей среды на конкретных рабочих местах.

Особое внимание при этом должно быть обращено на:

- 1) меры по ядерной безопасности, охране труда и технике безопасности при работе с радиоактивными веществами и материалами;
- 2) меры по исключению возникновения самопроизвольной цепной реакции (СЦР) при работе с радиоактивными веществами;
- 3) меры по охране труда и технике безопасности при эксплуатации машин, механизмов и трансмиссий;
- 4) выбор вентиляционного оборудования и системы вентиляции;
- 5) мероприятия по охране труда при воздействии тепловой и лучистой энергии, резких перепадов температур, шума и вибраций;
- 6) защиту от поражения током при эксплуатации агрегатов, питаемых током;
- 7) санитарно-гигиенические устройства, их расположение и необходимые размеры по площади и кубатуре;
- 8) общие и местные противопожарные мероприятия, предотвращающие возможность возникновения пожаров на проектируемом участке или предусматривающие быструю их ликвидацию;

9) степень совершенства выбранных технологических процессов и конструкций агрегатов, уровень их механизации, автоматизации, безопасности;

10) решения по охране окружающей среды: способы и средства улавливания, очистки, нейтрализации пыли, газов, растворов и т.д., а также утилизации отходов производства.

Особое внимание необходимо уделить условиям охраны труда персонала участка. При этом безопасность работы складывается из безопасности на рабочем месте, индивидуальных мер защиты самого рабочего и профилактических мер.

Охрана труда на рабочем месте включает местную вентиляцию, ограждение движущихся частей и агрегатов, ограждение источников тока высокого напряжения, правильное расположение оборудования в цехе и др.

Индивидуальные меры защиты включают в себя спецодежду, очки, приборы для контроля (например дозиметры), спецпитание и др.

Профилактические меры предусматривают регулярный осмотр работников, врачебный контроль, оздоровительные мероприятия и т.д.

В пояснительной записке по возможности должны описываться не только меры по охране труда, которые следует принимать, но и возможный ущерб при несоблюдении мер по технике безопасности. При написании пояснительной записки необходимо использовать материал из курса по охране труда и технике безопасности, материалы методических указаний по выполнению курсовых проектов по курсу «Технология изготовления тепловыделяющих элементов», инструкций по ядерной, специальной безопасности, технике безопасности и охране труда при работе с радиоактивными веществами и материалами (приложения Г и Д).

В разделе **«Технологическая схема производства и ее описание»** в соответствии с техническим заданием на курсовой проект целесообразно сначала описать ряд существующих или возможных технологических решений, включая сравнительное критическое рассмотрение достоинств и недостатков отдельных схем производства. На проектируемом участке (в отделении) можно предусмотреть усовершенствование технологии с учетом прогресса техники и достижений науки не для всей схемы, а для отдельных ее операций. Достоинства и недостатки вариантов технологии определяются в первую очередь качеством выпускаемой продукции и производительностью. Выбор технологической схемы целесообразно обосновать также технико-экономической оценкой ее возможных вариантов.

Варианты, не обеспечивающие требуемых условий охраны труда и техники безопасности, не могут быть приняты к исполнению и исключаются из сравнения. На основе анализа возможных вариантов процесса, заданной производительности, установленных заданием номенклатуры и ассортимента продукции выбирают оптимальную схему технологического процесса проектируемого производства, которая должна учитывать как техническую целесообразность, так и экономическую рентабельность при высоком качестве продукции и максимальной производительности труда. После описания выбранной схемы следует ее начертить, обычно на отдельном листе, помещаемом в пояснительную записку к проекту. Технологическая схема выполняется в соответствии с требованиями ЕСКД, ГОСТ и требованиями, изложенными в приложениях Е и Ж. Описание технологической схемы по операциям сводится к освещению следующих основных вопросов:

- цель технологической операции;
- физико-химические основы технологического процесса;
- оборудование для выполнения данной операции с обоснованием целесообразности его применения и режимов (температура, давление, продолжительность операции, скорость подачи газа и т.д.);
- методы и способы контроля технологических режимов и получаемой продукции.

Особо выделяются проектные решения по усовершенствованию аппаратуры, режимов технологического процесса, улучшению условий труда по сравнению с существующими на производстве.

При выполнении некоторых курсовых проектов могут быть использованы конкретные технологические схемы и описание технологических операций, приведенные в приложениях Е и Ж. При этом большинство приведенных в приложениях Е и Ж примеров описания технологических процессов предназначено для проектирования производственных участков (цехов) по изготовлению таблетированного ядерного топлива на основе керамической двуокиси урана.

Следует отметить, что независимо от типа технологического процесса в пояснительной записке необходимо отметить, что к работе по каждому из них допускаются работники, обученные и проинструктированные по конкретному технологическому процессу, ознакомленные с инструкциями по технике безопасности, инструкциями по эксплуатации оборудования, специальной безопасности, пожарной безопасности, правилам промышленной санитарии. При этом работу с продукцией необходимо производить только при включенной и