

Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

ТЕХНОЛОГІЇ І ОБЛАДНАННЯ ЗВАРЮВАННЯ

**Методичні вказівки
до переддипломної практики
і дипломного проектування**

**для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка»,
132 «Матеріалознавство»
рівня вищої освіти «Магістр»**

Затверджено
на засіданні вченої ради
Протокол № ___ від _____

Краматорськ
ДДМА
2019

Технології і обладнання зварювання : методичні вказівки до переддипломної практики і дипломного проектування для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», 132 «Матеріалознавство» рівня вищої освіти «Магістр» / укл. : О. Г. Гринь, Н. О. Макаренко, С. В. Жаріков. – Краматорськ : ДДМА, 2019. – 44 с.

Розглянуто методичні аспекти переддипломної практики магістрів і дипломного проектування, що включають порядок проходження переддипломної практики, а також надано рекомендації до виконання і захисту випускної кваліфікаційної роботи магістра.

Наведені рекомендації відносно порядку роботи, виконання окремих розділів і оформлення випускної кваліфікаційної роботи.

Рекомендовано студентам усіх форм навчання спеціалізації «Технології і обладнання зварювання» спеціальності «Прикладна механіка» рівня вищої освіти «Магістр».

Укладачі:

О. Г. Гринь, канд.техн.наук, професор
Н. О. Макаренко, докт. техн. наук, професор
С. В. Жаріков, канд.техн.наук, доцент

Відп. за випуск

О. Г. Гринь, канд.техн.наук, професор

З М І С Т

ВСТУП	4
1 ПЕРЕДДИПЛОМНА ПРАКТИКА	5
1.1 Мета і задачі практики	5
1.2 Організація практики	6
1.3 Зміст звіту про практику.....	8
1.4. Вимоги до оформлення звіту.....	11
2 ДИПЛОМНЕ ПРОЕКТУВАННЯ.....	11
2.1 Мета і завдання випускної кваліфікаційної роботи (ВКР) магістра.....	11
2.2 Тематика випускних кваліфікаційних робіт	13
2.3 Вимоги до завдань на проектування	14
2.4 Структура і обсяг випускної кваліфікаційної роботи (ВКР)	15
2.5 Зміст технологічних проектів.....	16
2.6 Зміст ВКР конструкторського напрямку, пов'язаного з розробленням і модернізацією зварювального устаткування і оснащення	21
2.7 Зміст ВКР конструкторського напрямку, пов'язаного з проектуванням та виготовленням зварної конструкції	23
2.8 Зміст ВКР науково-дослідного напрямку.....	24
2.9 Вимоги до оформлення пояснювальної записки.....	25
2.10 Вимоги до оформлення графічної частини	27
2.11 Порядок роботи над ВКР магістра і подання її до захисту.....	29
2.12 Порядок захисту ВКР магістра.....	31
3 ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИКОНАННІ ВКР	32
3.1 Дослідницька частина дипломного проекту.....	32
3.2 Конструкторська частина ВКР	35
3.3 Технологічна частина ВКР	35
3.4 Оформлення ВКР за допомогою комп'ютерних технологій	36
4 ПРИКЛАДИ ОФОРМЛЕННЯ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ, ЩО НАВОДЯТЬСЯ В БІБЛІОГРАФІЧНОМУ СПИСКУ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ	37
ЛІТЕРАТУРА.....	39
ДОДАТКИ.....	40

ВСТУП

Магістр – це освітній ступінь, що здобувається на другому рівні вищої освіти та присуджується вищим навчальним закладом у результаті успішного виконання здобувачем вищої освіти відповідної освітньої програми.

Назва випускної кваліфікаційної роботи (ВКР) магістра має бути, по можливості, короткою, відповідати вибраним спеціальності і спеціалізації та суті вирішеної задачі.

Тема роботи повинна бути спрямованою на удосконалення технологій, обладнання і оснастки через матеріали дослідницького розділу (спецчастини) теоретичного, експериментального, проектно-технологічного або проектно-конструкторського характеру.

Відповідно до закону України «Про вищу освіту» магістерський (другий) рівень вищої освіти відповідає сьомому кваліфікаційному рівню Національної рамки кваліфікацій і передбачає здобуття особою поглиблених теоретичних та/або практичних знань, умінь, навичок за вибраною спеціальністю (чи спеціалізацією), загальних засад методології наукової та/або професійної діяльності, інших компетентностей, достатніх для ефективного виконання завдань інноваційного характеру відповідного рівня професійної діяльності.

Ступінь магістра здобувається за освітньо-професійною або за освітньо-науковою програмою. Обсяг освітньо-професійної програми підготовки магістра в ДДМА становить 90 кредитів ЄКТС, обсяг освітньо-наукової програми – 120 кредитів ЄКТС. Освітньо-наукова програма магістра обов'язково включає дослідницьку (наукову) компоненту обсягом не менше 30 % загальної кількості кредитів. Виконання випускної кваліфікаційної роботи є складовою підсумкової державної атестації й завершальним етапом навчання студентів в Академії, цьому передуює переддипломна практика.

Атестація осіб, які здобувають ступінь магістра, здійснюється екзаменаційною комісією, до складу якої можуть включатися представники роботодавців та їх об'єднань, відповідно до положення про екзаменаційну комісію, затвердженого вченою радою Донбаської державної машинобудівної академії.

1 ПЕРЕДДИПЛОМНА ПРАКТИКА

1.1 Мета і задачі практики

Переддипломна практика є одним із завершальних етапів навчання. Вона проводиться після закінчення теоретичного навчання і має на меті закріплення і поглиблення теоретичних знань на основі практичного вивчення виробництва зварних конструкцій, участі у вирішенні актуальних завдань технічного прогресу в галузі зварювального виробництва, проведенні експериментальних і теоретичних досліджень (у тому числі і в рамках підготовки до виконання випускної кваліфікаційної роботи магістра) відповідно до характеристик майбутньої діяльності магістрів.

Мета практики – поглиблення отриманих в Академії знань, поповнення їх новими, відносно прогресивних технологій і обладнання, що застосовуються при виготовленні зварних конструкцій, наплавленні, нанесенні покриттів та інших процесах, організації зварювального виробництва в умовах ринкових відносин; підготовка студента до виконання випускної кваліфікаційної роботи шляхом вивчення і підбору необхідних матеріалів і документації за тематикою дипломного проекту, участі в конструкторських, технологічних і дослідницьких розробках підприємства; ознайомлення з виробничою діяльністю підприємства і окремих його підрозділів.

Відповідно до цього основними завданнями переддипломної практики за освітньо-професійною програмою є:

- ✓ вивчення виробу, заданого темою проекту;
- ✓ вивчення заводського технологічного процесу виготовлення виробу і обладнання, що застосовується;
- ✓ аналізування заводської технології, виявлення її недоліків у світлі сучасних досягнень зварювальної науки і техніки та попереднє розроблення заходів щодо їх усунення;
- ✓ закріплення навичок проектування і розроблення технологічних процесів виготовлення продукції;
- ✓ закріплення і поглиблення навичок конструювання складально-зварювального устаткування і пристосувань, розроблення гнучких систем механізації та автоматизації зварювальних процесів, використання обчислювальної техніки для вирішення інженерних задач;
- ✓ вивчення і отримання практичних навичок з організації та економіки зварювального виробництва, управління колективом;
- ✓ збір матеріалів з економічної частини і з питань безпеки та екологічності проекту;
- ✓ аналізування питань енергозбереження, застосування обчислювальної техніки при розробленні технологій складально-зварювальних операцій і конструювання пристосувань;

✓ аналізування матеріалів патентного пошуку і літературного огляду за темою завдання на практику.

У відповідності до освітньо-наукової програми підготовки магістра зміст науково-дослідної практики повинен формувати компетентності пов'язані зі здатністю:

- ✓ критично оцінювати результати, отримані в результаті літературно-патентного пошуку;
- ✓ обґрунтування актуальності, теоретичного і практичного значення теми заданого наукового дослідження;
- ✓ проводити самостійні дослідження відповідно до розробленого плану;
- ✓ подавати результати проведеного дослідження у формі наукового звіту, статті або доповіді.

Відповідно до цього основною метою науково-дослідної практики є підготування магістрів до самостійного проведення наукових досліджень і подання результатів досліджень, розроблення і обґрунтування нових наукових ідей, для підготування випускної кваліфікаційної роботи.

Основними завданнями практики є:

- ✓ придбання магістрами навичок проведення наукових досліджень;
- ✓ розроблення плану наукових досліджень і розробок та організація їх виконання;
- ✓ пошук і розроблення методик проведення дослідів і аналізування отриманих результатів;
- ✓ пошук, оброблення, аналізування та систематизація інформації за темою досліджень;
- ✓ практична участь науково дослідній роботі дослідників;
- ✓ підготовка наукових оглядів, звітів, публікацій.

1.2 Організація практики

Переддипломна практика організовується відповідно до навчального плану спеціалізації «Технології і обладнання зварювання». На підставі цього плану кафедра складає наказ про направлення студентів на практику, в якому вказуються прізвища студентів, терміни і місце проведення практики, прізвища керівників практики від Академії. Практика може проводитися як у ДДМА, так і в сторонніх організаціях (промислові підприємства, наукові організації, конструкторські бюро, лабораторії організацій), причому в цьому випадку призначається також керівник практики від підприємства.

За два тижні до початку практики кафедрою «ОіТЗВ» проводяться організаційні збори студентів з питань проведення переддипломної практики

з запрошенням представників кафедр: «Економіка промисловості» «Менеджмент» і «Хімія і охорона праці». До відома студентів доводиться наказ ректора про направлення їх на практику і видається відповідне завдання. Студенти також отримують рекомендації з питань збору матеріалів для виконання організаційно-економічної частини, розділів техніки безпеки і забезпечення екології дипломного проекту. Крім того, роз'яснюється зміст практики, зміст звіту, терміни і порядок його захисту. Призначаються консультації на період проходження практики.

Таким чином, перед проходженням практики студенти зобов'язані:

1. Пройти на кафедрі груповий інструктаж щодо організації і загальних методичних питань практики.
2. Отримати індивідуальний інструктаж у керівника.
3. Отримати завдання на практику і тему дипломного проекту.
4. Отримати програму з переддипломної практики.
5. Отримати завдання з організаційно-економічної частини і питань безпеки та екологічності.
6. Отримати індивідуальне завдання на практику (на розсуд керівника).

Студенти, які проходять практику в ДДМА, працюють на кафедрі «Обладнання і технологій зварювального виробництва». Студенти, що направлені на підприємства, після прибуття на місце зобов'язані з'явитися до відділу технічного навчання (або інший відділ, який замінює його) і пройти в короткий термін оформлення.

Керівник практики від підприємства підбирає конкретний виріб за темою випускної роботи і погоджує його з керівником практики від Академії, організовує і контролює виконання студентом програми практики та індивідуального завдання, надає допомогу в зборі матеріалів, необхідних для проектування: креслень виробу, обладнання і пристосувань, технічних умов та ін., організовує проведення необхідних за програмою практики досліджень.

Під час практики студент систематично веде щоденник, а за зібраними матеріалами та проведеними дослідженнями складає звіт. Після закінчення практики керівник практики від підприємства (закладу освіти, лабораторії) надає відгук про виконану студентом роботу і підготовлений звіт. Щоденник і звіт про практику повинні бути підписані керівником та завірені печаткою. За результатами проходження переддипломної практики студент захищає звіт перед комісією, до складу якої входять керівник практики від кафедри і керівник дипломного проекту. Для цього необхідно мати при собі щоденник і звіт про практику, а також весь зібраний матеріал. Оцінка за практику проставляється в залікову книжку в тому випадку, якщо зібраний матеріал і його розуміння забезпечать студенту успішне виконання випускної кваліфікаційної роботи. Захист звіту про практику проводиться у два останні дні практики, але не пізніше п'яти днів після її закінчення. Оцінка з

практики враховується при призначенні стипендії, якщо звіт зданий в указані терміни.

1.3 Зміст звіту про практику

Зміст звіту про практику має відповідати одержаному завданню і включати в себе такий перелік питань, що підлягають вивченню та розробленню в період переддипломної практики:

1.3.1 Характеристика виробу. Призначення. Якщо виріб є частиною конструкції, то і призначення всієї конструкції.

Умови експлуатації. Вивченню підлягають у першу чергу ті з них, які визначають працездатність даного виробу, наприклад: температура експлуатації, характер навантаження (статичне, змінне і ін.), зовнішнє середовище (агресивне, нейтральне), характер зносу і ін.

Властивості основного матеріалу: хімічний склад, стан поставки, структура, механічні властивості та інші службові характеристики, зварюваність.

Конструктивні особливості виробу. Можливість його розчленування на складальні одиниці. Передбачені кресленням способи з'єднання деталей і складальних одиниць і їх критичний аналіз.

Зварні з'єднання і їх основні характеристики. Ступінь відповідальності виробу і окремих його елементів.

Вимоги до точності виготовлення деталей, складальних одиниць і всього виробу.

Технічні умови виготовлення виробу. Технічні умови приймання, випробування і контролю якості.

1.3.2 Заводська технологія виготовлення виробу. Послідовність операцій технологічного процесу виготовлення виробу: заготівельних, складальних, зварювальних, технічного контролю, транспортних. Устаткування для заготівельних операцій: правки, згинання, різання і ін. Його призначення, конструктивні особливості, принцип роботи, технічна характеристика.

Обладнання, пристрої та оснащення для складання виробу: кондуктори, стенди, установки і ін. Їх призначення, технічні характеристики і конструктивне виконання. Установчі елементи, що входять до складу складального обладнання: упори, опори, фіксатори і ін. Закріплюючі елементи (притиски): гвинтові, важільні, пневматичні, гідравлічні і ін. Принцип дії складального обладнання. Послідовність складання виробу або складальних одиниць.

Способи зварювання і споріднених процесів: наплавлення, напилення, паяння, термічного різання. Зварювальне обладнання: напівавтомати, автомати і т. д. Їх призначення, конструкція, технічні характеристики. Джерела живлення для зварювання: призначення, конструкція, технічні характеристики, способи регулювання параметрів режиму зварювання.

Допоміжне обладнання для зварювання виробів: кантувачі, позиціонери, маніпулятори, обертачі, підйомні майданчики і ін. Їх призначення, технічні характеристики, принцип роботи. Установки для зварювання

(наплавлення) виробу. Їх склад, технічні характеристики, послідовність роботи. При вивченні обладнання особливо докладно слід зупинитися на розгляді не стандартизованого обладнання. Основні особливості процесів зварювання виробів або споріднених процесів і властивості зварних з'єднань.

Зварювальні матеріали, які використовуються при зварюванні виробу та їх характеристика. Організація зберігання і підготовки зварювальних матеріалів перед зварюванням. Технологія зварювання: параметри режимів зварювання, організація контролю за їх дотриманням, підготовка виробів під зварювання, прийоми формування кореня шва, заходи щодо усунення дефектів на початку і кінці зварювання, послідовність накладення шарів при багат шаровому зварюванні і ін.

Властивості зварних з'єднань. Перелік властивостей, що підлягають вивченню, залежить від призначення виробу, умов його експлуатації, властивостей основного матеріалу і ін. і може включати в себе таке:

- ✓ хімічний склад металу шва;
- ✓ макро– і мікроструктуру зварного з'єднання;
- ✓ механічні властивості металу шва, біля шовної зони і всього зварного з'єднання в цілому: межа міцності, межа текучості, відносне подовження і звуження, ударна в'язкість, твердість, мікротвердість, межа витривалості;
- ✓ стійкість зварного з'єднання проти різного виду корозійних руйнувань;
- ✓ зносостійкість і ін.

Вивчення властивостей зварних з'єднань повинно проводитися за матеріалами заводських випробувань. При необхідності слід організувати відповідні випробування під час проходження практики. Зібраний матеріал, по можливості, повинен підтверджуватися документально, наприклад: опис мікроструктури зварного з'єднання супроводжуватися фотографіями мікроструктури шва і окремих характерних зон термічного впливу. Дефекти зварних з'єднань при виготовленні виробу, аналізування причин їх виникнення та технологічні заходи, яких вживають на заводі, для їх усунення. При вивченні цього питання слід використовувати матеріали відділу технічного контролю.

Деформації і переміщення при зварюванні виробу. Їх вплив на працездатність. Технологічні заходи щодо зменшення деформацій: до зварювання, під час зварювання, після зварювання.

План цеху (ділянки) з виготовлення виробу: розміщення обладнання, робочих і складських місць, основні розміри, організація виробничого потоку.

1.3.3 Аналізування заводської технології з метою виявлення її недоліків у світлі сучасного рівня розвитку і вимог до зварювального виробництва.

1.3.4 Матеріали патентного пошуку і літературного огляду за темою завдання на практику і його аналізування.

1.3.5 Розроблення заходів щодо усунення виявлених недоліків. При цьому слід використовувати наявні на заводі матеріали: нові проекти, розробки, раціоналізаторські пропозиції і ін., а також літературні дані. Зібраний матеріал повинен послужити надалі основою розробок випускної кваліфікаційної роботи.

1.3.6 Матеріали з безпеки і екологічності проекту.

1.3.7 Матеріали з економічної частини проекту. Виробнича потужність, виробнича програма цеху (ділянки). Обсяг виробництва основних видів продукції, що випускається. Трудомісткість виготовлення одиниці продукції. Штучно-калькуляційний час (норма часу) на кожну операцію і його складові елементи: основний час, допоміжний час, час обслуговування робочого місця, час перерв на відпочинок. Якщо на ділянці виконуються заготівельні операції, то необхідно вказати всі дані для нормування заготівельних операцій: основний час, швидкість правки, кількість заготовок, які одночасно випрямляються, кількість пропусків заготовок через валки і ін. Календарний, номінальний і дійсний фонди часу роботи обладнання. Для складально-зварювальних ділянок вказується виробнича площа, а також площа, зайнята складанням-зварюванням одного виробу, час на складання-зварювання одного виробу. Коефіцієнт виконання діючих норм. Коефіцієнт завантаження всіх видів обладнання. Ціна (за цінником) кожного виду обладнання та норми амортизації. Вартість основних фондів за видами. Для нестандартного обладнання: сумарна вага одиниці нестандартизованого і стандартного устаткування, аналогічного нестандартизованого; продуктивність і виробнича потужність нестандартизованого і аналогічного стандартного устаткування; ціна 1т обладнання; вартість універсального інструменту і оснащення, що включається до основних фондів. Для розрахунку чисельності робітників і фондів заробітної плати необхідні такі дані: номінальний і дійсний фонди часу роботи робітників; тривалість відпустки; чисельність робітників за кожною спеціальністю, за розрядами і за робочими місцями; чисельність допоміжних робітників і ІТП; годинні тарифні ставки; фонди заробітної плати; відсоток на премії. Потреба в основних матеріалах для виготовлення деталей зварного виробу і зварювальних матеріалів: чиста вага виробу, вага відходів, вага наплавленого металу при виконанні шва даного типорозміру, коефіцієнт витрати електродів і зварювального дроту, витрата флюсів і захисних газів. Вартість матеріалів і відходів. Витрати на технологічну електроенергію і необхідні для їх розрахунку складові. Калькуляція цехової собівартості одиниці продукції або погонного метра зварного шва, порядок розрахунку всіх статей калькуляції.

Зміст звіту про науково-дослідну практику має відповідати одержаному завданню і включати в себе перелік питань, що підлягають вивченню та розробленню в період переддипломної практики. У звіті повинна міститись інформація відносно:

- ✓ мети наукової роботи;
- ✓ об'єкта і предмету досліджень;

- ✓ методів і методик досліджень;
- ✓ аналізування отриманих результатів;
- ✓ висновків і пропозицій з роботи;
- ✓ списку використаних джерел інформації та літератури.

1.4 Вимоги до оформлення звіту

Звіт про практику складається кожним студентом індивідуально і включає в себе короткий виклад зібраних на базі практики матеріалів відповідно до наведеного вище переліку. Обсяг звіту – 35–40 сторінок друкованого тексту, включаючи таблиці і рисунки. Звіт повинен містити титульний лист, зміст, завдання на практику, перелік виконаних робіт, висновки і додатки з зібраними вихідними даними і технологічною документацією для розроблення дипломного проекту. Загальними вимогами до звіту є:

- ✓ чіткість і логічна послідовність викладу матеріалів;
- ✓ переконливість аргументації;
- ✓ стислість і точність формулювань, що виключають можливість неоднозначного тлумачення;
- ✓ конкретність викладу;
- ✓ обґрунтованість рекомендацій і пропозицій;
- ✓ розташування тексту на одному боці аркуша паперу формату А4.

2 ДИПЛОМНЕ ПРОЕКТУВАННЯ

2.1 Мета і завдання випускної кваліфікаційної роботи (ВКР) магістра

ВКР магістра є самостійною закінченою роботою, у якій вирішується актуальне завдання з розроблення технології виготовлення зварного виробу, з вибором і розрахунком його раціональних параметрів, оптимізацією структури, що забезпечує випуск виробів відповідної якості з опрацюванням соціальних і правових питань, з економічним і екологічним обґрунтуванням пропонованого рішення. У роботі випускник повинен показати вміння використовувати методи проектування зварних виробів, сучасні системи автоматизованого проектування його елементів, застосовувати задані або розробляти в складі творчого колективу нові методики, планувати експериментальні дослідження, вибирати технічні засоби і методи досліджень, використовувати комп'ютерні методи збору, зберігання і оброблення інформації, що застосовуються у сфері професійної діяльності. Дипломне проектування є

заключним етапом навчання студентів у ВНЗ, мета якого систематизація, закріплення і розширення теоретичних знань студентів, поглиблене вивчення ними однієї з галузей зварювальної техніки і технології відповідно до теми проекту, розвиток навичок виконання розрахунково-технологічних, дослідницьких і графічних робіт, оволодіння навичками самостійного вирішення інженерних завдань.

Відповідно до цього при дипломному проектуванні вирішуються такі завдання:

- ✓ систематизація, закріплення і розширення теоретичних і практичних знань за фахом, набуття досвіду застосування цих знань при вирішенні конкретних наукових, технічних і виробничих завдань;

- ✓ розвиток навичок ведення самостійної інженерної роботи, вивчення спеціальної літератури, проведення досліджень і експериментів, використання засобів обчислювальної техніки;

- ✓ удосконалення навичок графічного оформлення результатів проектування, виконаних розрахунків і проведених експериментів;

- ✓ поглиблення навичок у проведенні техніко-економічного аналізування, вибору умов, що відповідають вимогам промислової безпеки, захисту навколишнього середовища, технічної естетики, ергономіки і ін. Автор проекту повинен проявити максимум самостійності у вирішенні всіх питань, пов'язаних з виконанням ВКР магістра.

У процесі виконання дипломного проекту дипломник повинен показати:

- ✓ ерудицію у сфері проектування і виготовлення зварних конструкцій;

- ✓ здатність аналізувати значну за обсягом і різнобічну за змістом інформацію при вирішенні завдань як у сфері спеціальності, так і в суміжних сферах;

- ✓ технічну підготовленість при виборі найбільш ефективних варіантів технології виготовлення і конструкції виробу;

- ✓ знання для вирішення різних завдань у рамках спеціальності на стадіях дослідження, проектування, виготовлення і експлуатації конструкції.

Крім того, студент у процесі проектування повинен освоїти такі важливі і необхідні навички для раціональної роботи фахівця, як сувору систематичну організованість і постійний самоконтроль. ВКР магістра повинна відповідати сучасним вимогам розвитку і вдосконалення зварювального виробництва. Вирішуючи технічні та організаційні питання, необхідно враховувати вимоги оптимізації процесів зварювання, максимальної механізації та автоматизації виробництва, зниження металоємності і трудомісткості виготовлення зварних конструкцій. Разом з тим, поряд з використанням відомих технічних рішень фахівців (авторів статей, монографій, винаходів і патентів) проект повинен відображати особистий внесок дипломника у вирішення питання – у вигляді розроблення нових або вдосконалення відомих конструкцій, технологій і методів розрахунку, на основі патентного пошуку і літературного огляду за заданою темою.

2.2 Тематика випускних кваліфікаційних робіт

Тематика ВКР магістра визначається науковим керівником і затверджується на засіданні випускної кафедри і вченій раді факультету не пізніше ніж за рік до державної атестації. Тема повинна відповідати сучасному стану і перспективам розвитку науки і техніки та бути пов'язана, як правило, з характером майбутньої роботи згідно з цільовою підготовкою студента. Тема ВКР магістра вибирається студентом у процесі навчання, виконання НДРС, проходження виробничих практик, за пропозицією випускаючої кафедри або підприємства. Можливе застосування наскрізного проектування, при якому тема або частина її розглядалася в курсових проектах, а потім у ВКР з поступовим її розширенням і поглибленням. Вибрана тема закріплюється за студентом наказом ректора ДДМА. При розробленні комплексного проекту можливе створення колективу студентів, у якому кожен студент виконує відповідно до спільного завдання своє конкретне завдання. Пояснювальна записка і креслення оформляються окремо кожним студентом зі своєї частини. Бажано, щоб ВКР виконувалися за запитом підприємств, які оформляються листом за підписом головного інженера підприємства або головного спеціаліста (головний зварювальник, головний технолог) з обґрунтуванням техніко-економічної доцільності виконання даної роботи.

Тематика ВКР магістра може бути такою:

1) Технологічні проекти, пов'язані:

✓ з розробленням технологічного процесу складання і зварювання складної зварної конструкції, де необхідна розробка спеціальних прийомів збирання, зварювання і спеціальних пристосувань;

✓ з технологічним процесом виготовлення і монтажу складних зварних конструкцій на місці їх спорудження;

✓ з плануванням ділянки цеху, відділку, навчальної лабораторії – розроблення нової або удосконалення відомої технології, на основі якої проектується нове технологічне планування;

✓ розроблення технологічного планування на основі відомої і чинної на базовому підприємстві технології.

2) Конструкторські проекти, пов'язані:

✓ з розробленням зварювального устаткування або окремих його вузлів, складної зварювальної оснастки (прилади, автомати, напіваавтомати, інші агрегати і установки для дугового зварювання під флюсом, газоелектричного, електрошлакового, контактного зварювання, різання і газополум'яного оброблення металів, для наплавкових робіт та інших спеціальних видів зварювання);

3) з розробленням зварної конструкції і загального технологічного процесу її складання і зварювання.

4) Комплексні проекти.

Комплексний дипломний проект може бути технологічним, конструкторським чи науково-дослідним, або містити всі ці частини, що розробляються як етапи проекту, логічно пов'язані між собою. Комплексна тема повинна мати одне загальне формулювання, а кожна частина свою назву, що відповідає її змісту («Частина 1», «Частина 2», «Частина 3» і ін.).

Обов'язковим розділом (спецчастина) всіх ВКР є науково-дослідна частина, яка пов'язана:

- ✓ з дослідженням нової технології або нового способу зварювання з розробленням необхідного обладнання або без нього;
- ✓ з дослідження нових електродних матеріалів, способів зварювання і наплавлення;
- ✓ з розробленням методів оцінювання і способів підвищення терміну експлуатації зварних з'єднань, конструкцій і відновлених деталей;
- ✓ з розробленням елементів САПР у галузі зварювального виробництва;
- ✓ з математичним моделюванням досліджень зварювальних процесів;
- ✓ з вивченням властивостей зварювального обладнання;
- ✓ з дослідженням у сфері організації зварювального виробництва і наукової організації праці.

Можливо виконання дипломних проектів з науково-методичної тематики, яка пов'язана з розробленням або вдосконаленням: лабораторної бази кафедри, програмних продуктів для використання на виробництві, у навчальному процесі, при підвищенні кваліфікації та атестації зварників і фахівців зварювального виробництва. Зміст науково-методичних проектів, як правило, індивідуальний і має встановлюватися керівником ВКР у завданні. При необхідності завдання обговорюється на засіданні кафедри і затверджується завідувачем.

2.3 Вимоги до завдань на проектування

Починаючи виконувати ВКР, магістрант зобов'язаний уточнити вихідні дані, необхідні для технічного завдання:

- ✓ найменування розробки і область її застосування;
- ✓ функціональні характеристики об'єкта такі, як принцип дії (механічний, електричний і ін.) і область функціонування, наприклад, діапазони зміни параметрів процесу;
- ✓ вимоги до готової розробки (точність, потужність, продуктивність і ін.);

- ✓ робочі умови, тобто вплив зовнішніх умов (механічних, теплових, електромагнітних і ін.) на розробку, тривалість і частоту роботи, надаються до сприймання навантаження, умови прив'язки і установки, наявність транспортних засобів, коефіцієнти завантаження і використання і ін.;

- ✓ вимоги до експлуатації (автоматизація, стійкість до кліматичних впливів, безпеку обслуговування, рівень шумів і вібрацій, ремонтпридатність і ін.);

- ✓ економічні питання (вартість, терміни служби і окупності, економічність і ін.);

- ✓ вимоги до зовнішнього вигляду;

- ✓ виробничі вимоги (серійність, простота, переналагодження, складання і ін.);

- ✓ вимоги щодо безпеки та екології виробництва;

- ✓ спеціальні вимоги і умови.

2.4 Структура і обсяг випускної кваліфікаційної роботи (ВКР)

ВКР магістра складається з пояснювальної записки обсягом 90–100 аркушів машинописного тексту формату А4 і графічної частини, поданої у вигляді презентації у форматі Power Point, та роздавального матеріалу для членів ДЕК на не менше ніж 12 аркушах формату А4 або у вигляді креслень і плакатів формату А1 (10–12 аркушів). Креслення і пояснювальна записка виконуються відповідно до вимог ЄСКД, ЄСТД. Пояснювальна записка повинна містити:

- ✓ титульні листи (дод. А);

- ✓ завдання на дипломне проектування (дод. Б);

- ✓ календарний графік роботи над проектом (див. дод. Б);

- ✓ реферат на 3 мовах (укр., рос., англ.);

- ✓ зміст;

- ✓ вступ;

- ✓ глави, що містять результати роботи над проектом (технологічний, конструкторський, дослідний розділи);

- ✓ організаційно-економічний розділ;

- ✓ розділ з охорони праці та екології виробництва;

- ✓ висновки;

- ✓ перелік посилань;

- ✓ додатки до дипломного проекту.

Графічна частина ВКР магістра включає креслення, ескізи, схеми, ілюстрації до розрахунків, фотографії вузлів і установок. За наявності в роботі дослідницького розділу, кількість креслень зменшується, замість них наводяться графіки і таблиці, що ілюструють результати досліджень.

2.5 Зміст технологічних проектів

2.5.1 Пояснювальна записка. Реферат. Реферат призначений для ознайомлення з ВКР. Обсяг реферату не повинен перевищувати однієї сторінки машинописного тексту. Реферат повинен бути розміщений на окремій сторінці безпосередньо після завдання на роботу (українською, англійською, російською).

Реферат повинен містити:

- відомості про обсяг роботи: кількість сторінок, ілюстрацій (таблиць, графіків і ін.), додатків, джерел використаної літератури (відомості наводять з урахуванням даних додатків). Саме тому реферат оформлюється найостаннішим;

- текст реферату;

- перелік ключових слів.

Текст реферату повинен відображати таку інформацію:

- об'єкт дослідження або розроблення;

- мета (цілі) роботи;

- завдання роботи;

- методи дослідження та математичний апарат (якщо використовувалися якісь формули і розрахунки);

- результати та їх новизна;

- економічна ефективність;

- значущість роботи та висновки (коротко, максимум дві-три позиції);

- рекомендації щодо використання результатів роботи (теж дві-три позиції);

Ключові слова, які є визначальними для розкриття суті дипломної (випускної) роботи, розміщують після тексту реферату. Перелік ключових слів включає від 5 до 15 слів (словосполучень), надрукованих великими літерами в називному відмінку в рядок через коми і розташованих в алфавітному порядку.

Вступ. У вступі вказують мету проекту, обґрунтовують його актуальність для даного виробництва; дають огляд і аналіз близьких технологій, конструкцій та результатів вітчизняних і зарубіжних розробок і досліджень; вибирають прототип, якщо він є, і обґрунтовують технологічні і конструктивні особливості. Вступ розкриває сутність і основу наукової задачі, її значущість, передумови і вихідні дані для розроблення теми, обґрунтування необхідності проведення досліджень. У вступі зазначаються актуальність теми, зв'язок роботи з планами і темами кафедри (за наявності), мета і завдання роботи, об'єкт і предмет дослідження, прийняті методи дослідження, новизна роботи, практична цінність, публікації.

Мета і завдання роботи. Формулюють мету роботи і завдання, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети. Не слід формулювати мету як «Дослідження ...», «Вивчення ...».

Об'єкт дослідження – процес або явище, яке ставить проблемну ситуацію і вибране для вивчення.

Предмет вивчення знаходиться в межах об'єкта. В об'єкті виділяється та його частина, яка є предметом дослідження.

Методи дослідження. Наводиться перерахування використаних методів дослідження для досягнення поставленої в роботі мети. Перерахувати їх необхідно коротко і змістовно, визначаючи, що саме досліджувалось тим чи іншим методом. Це надає змоги переконатися в логічності та прийнятності вибору саме цих методів.

Наукова новизна роботи. Наводять коротку анотацію нових наукових положень, технічних рішень, запропонованих здобувачем особисто. Необхідно показати відмінність одержаних результатів від відомих раніше, описати ступінь новизни. Кожне наукове положення чітко формулюють, відокремлюючи його основну сутність і загострюючи увагу на рівні досягнутої при цьому новизни. Не можна подавати наукові положення у вигляді анотацій, коли просто констатують, що у випускній магістерській роботі зроблено, а сутності і новизни положення із написаного виявити не можна. До цього пункту не можна включати опис нових прикладних (практичних) результатів, отриманих у вигляді способів, пристроїв, методик, схем, алгоритмів і ін. Необхідно відокремлювати отримані наукові положення і нові прикладні результати, що випливають з теоретичного доопрацювання магістранта.

Практична цінність роботи. У випускній магістерській роботі, яка має теоретичне значення, необхідно подати відомість про наукове використання результатів досліджень, або рекомендації щодо їх використання. А у ВКР, що має прикладне значення – відомість про практичне використання отриманих результатів або рекомендації щодо їх використання. Необхідно дати короткі відомості про впровадження результатів досліджень.

Наукова апробація роботи. Вказується, на яких наукових конференціях, симпозіумах, опубліковані результати досліджень, які включені до магістерської роботи. Особистий внесок здобувача. У разі використання в дисертації ідей або розробок, що належать співавторам, разом з якими були опубліковані наукові праці, здобувач повинен позначити цей факт у магістерській випускній роботі.

Публікації. Вказується в скількох статтях у наукових журналах, збірниках наукових праць, матеріалах і тезах конференцій, патентах опубліковані результати магістерської випускної роботи.

Патентно-інформаційні дослідження. Патентно-інформаційні дослідження є частиною дослідно-проектно-конструкторських, технологічних та дослідницьких робіт зі створення нової техніки і технології. Оформляються у вигляді підрозділу, що включає завдання на проведення патентного пошуку, складання патентного огляду і довідок про патентні дослідження.

Технологічний розділ. До складу технологічного розділу входить таке:

- ✓ критичний аналіз існуючого (базового) технологічного процесу і обґрунтування запропонованого варіанта виготовлення;
- ✓ розроблення технічних умов на матеріали;
- ✓ розроблення технічних умов на виготовлення виробу;
- ✓ поділ виробу на вузли, підвузли і деталі, визначення послідовності його виготовлення;
- ✓ техніко-економічне обґрунтування вибраних способів зварювання, складання та інших способів оброблення матеріалів виробу, а також вибраного обладнання, їх коротка характеристика;
- ✓ розрахунок режимів зварювання;
- ✓ розроблення технологічного процесу виготовлення виробу, опис цього процесу;
- ✓ визначення методів і засобів технічного контролю, що застосовуються в проектованому технологічному процесі, їх короткий опис, визначення порядку виправлення браку.

Конструкторський розділ. Опис і розрахунки конструкцій складально-зварювальних пристосувань та іншого обладнання, розроблених для проектованого технологічного процесу.

Дослідний розділ. До складу розділу входить таке:

- ✓ аналізування стану досліджуваного питання;
- ✓ методи досліджень;
- ✓ теоретичні та експериментальні дослідження;
- ✓ оброблення експериментальних даних, практичні рекомендації.

Організаційно-економічний розділ. До складу організаційно-економічного розділу входить таке:

- ✓ вибір режиму роботи, визначення фондів часу роботи устаткування, робочих, характеристика проектованого виробництва (масове, серійне, індивідуальне);
- ✓ розрахунок необхідної кількості обладнання, робочих місць і робітників у відповідності до технологічного процесу виробництва;
- ✓ поділ технологічного процесу на виробничі потоки, визначення необхідної кількості прольотів, їх ширини і висоти (вибирається відповідно до існуючих норм проектування виробничих будівель);
- ✓ визначення розмірів допоміжних площ і їх планування (склад матеріалів, проміжні склади заготовок, склад готової продукції, інструментальні та інші комори, побутові та адміністративно-конторські приміщення);
- ✓ транспортне обладнання. Складання відомості про транспортні операції. Визначення виду і кількості транспортного обладнання. Транспортні засоби вказуються на технологічному плані;
- ✓ необхідні розрахунки постачання робочих місць електроенергією, горючими і захисними газами, стисненим повітрям, водою;

✓ складання кошторису капітальних витрат, річного кошторису виробництва, визначення собівартості одиниці виробу; техніко-економічні показники; розрахунок економічної ефективності впровадження проектової технології.

Безпека і екологічність виробництва. Наводяться необхідні розрахунки заходів і засобів (індивідуальних, місцевих, загальних) з безпеки та екології виробництва, вентиляції, освітлення, опалення, протипожежної безпеки; передбачаються в проекті стаціонарні засоби і вказуються на плануванні.

Охорона природи і навколишнього середовища. Викладаються заходи, спрямовані на попередження шкідливого впливу проектового виробництва на природу і навколишнє середовище:

✓ способи знешкодження промислових відходів, їх характеристика;
✓ шляхи вдосконалення технологічного процесу і розвитку безвідходного виробництва як основного напрямку, що забезпечує збереження навколишнього середовища;

- ✓ способи перероблення неминучих відходів виробництва;
- ✓ заходи щодо контролю за станом навколишнього середовища.

Висновки. Аналізуються техніко-економічні показники спроектованого і базового виробництва; вказуються специфічні особливості проекту, те нове, що внесено автором до проекту; аналізуються фактори, за рахунок зміни яких досягаються зниження собівартості, підвищення продуктивності, поліпшення умов праці, економія енергоносіїв.

Перелік посилань. Оформляється, як зазначено в п 2.9 цих вказівок.

Додатки до ВКР. Додатки розташовують у кінці пояснювальної записки з відповідними заголовками, що відображають їх зміст. Усі додатки нумерують українськими буквами, наприклад: «Додаток А». Тему розміщують на окремому аркуші, в правому верхньому кутку якого пишуть слово «Додаток» з відповідною буквою, якщо додатків декілька. У тексті пояснювальної записки на додатки у відповідних місцях роблять посилання. Для цього після відомостей, які ілюструють додатком, поміщають у круглих дужках слово «дод.» і букву відповідного додатку, наприклад: (дод. Б). У додатках рекомендується наводити:

- ✓ опис технологічного процесу;
- ✓ технологічні рекомендації;
- ✓ технічне завдання на проектування обладнання або оснащення; копії заявок на винаходи та авторських свідоцтв на винаходи, зроблених при дипломному проектуванні;
- ✓ акти впровадження результатів дипломного проекту у виробництво;
- ✓ акти випробувань;
- ✓ копії відісланих до видавництва або опублікованих статей за матеріалами дипломного проекту;
- ✓ отримані при розрахунках або експериментах довідкові таблиці, які через їх великий обсяг недоцільно включати до тексту пояснювальної записки;
- ✓ відгуки про дипломну роботу (крім відгуків керівника і рецензента).

При оформленні технологічних процесів слід керуватися державними стандартами ЄСКД: ГОСТ 3.1401-74, ГОСТ 3.1424-75. Текст опису переходів складають у наказовій формі. Для пояснення окремих переходів в технологічному процесі розміщують ескізи. Усі ескізи в межах даного технологічного процесу нумерують цифрами, наприклад: «Ескіз 2». У відповідних місцях тексту роблять посилання на ескізи, наприклад: (див. «Ескіз 2»). Ілюстрації до технологічного процесу починаються з титульного листа.

Технологічні рекомендації оформляються своїм титульним листом на чистих аркушах формату А4 так само, як і текст пояснювальної записки. Технологічні рекомендації включають такі розділи:

- ✓ призначення;
- ✓ підготовка деталей до зварювання;
- ✓ вимоги до обладнання, оснащення і інструменту;
- ✓ вимоги до допоміжних матеріалів;
- ✓ зварювання; після зварювальне оброблення;
- ✓ контроль якості зварних з'єднань.

Технічне завдання на проектування обладнання, оснащення, зварної конструкції, технологічного планування цеху тощо являє собою перелік вимог, яким повинні відповідати об'єкт проектування і умови його експлуатації. Технічне завдання включає три основні розділи:

- ✓ призначення об'єкта проектування;
- ✓ вимоги до технічних характеристик;
- ✓ умови експлуатації об'єкта проектування.

У *першому* вказується, для чого призначений об'єкт проектування, дається короткий опис конструкцій і характеристик (габарити, маса, довжина зварних швів, типи з'єднання деталей і ін.) виробу, для оброблення або виготовлення якого він призначений.

У *другому* наводяться всі вихідні дані, які необхідні для проектування, наприклад: програма випуску виробів, режим роботи цеху, технічні умови на підготовку, складання та зварювання виробу, особливості технологічного процесу, методи контролю якості і ін.; номінальні значення, діапазони регулювання і точність параметрів, які повинен забезпечити спроектований об'єкт (сила струму, швидкість переміщення і ін.), режим його роботи, а також вимоги до органів управління сигналізацією і блокуваннями.

У *третьому* викладаються дані про навколишнє середовище (польові умови або закриті приміщення, вологість, запиленість, наявність корозійних середовищ і ін.), про наявність комунікацій (електричних, водопровідних, пневматичних та інших мереж) і їх параметрів.

У технічному завданні на проектування ділянки цеху зазначаються відомості про будівлю, у якій буде розташовано цех. Якщо до проектного об'єкта необхідно висунути вимоги, які не можуть бути включені до перелічених розділів, то до технічного завдання вводиться розділ «Особливі умови». Цифрові дані або конкретні терміни оформлюються в три

колонки: у першій наводиться формулювання вимоги, у другій – розмірність даних, у третій – цифрові дані або терміни. Технічне завдання на проектування оформляється титульним листом, як і текст пояснювальної записки.

2.5.2 Графічна частина:

- ✓ креслення виробу як складальної одиниці – 1 аркуш (формату А1);
- ✓ графічне зображення технологічного процесу складання і зварювання – 1 аркуш;
- ✓ вибір і обґрунтування виду і способу зварювання – 1–2 аркуші;
- ✓ результати досліджень – 2–4 аркуші;
- ✓ креслення складального, зварювального, складально-зварювального оснащення, вузлів зварювального обладнання – 3–4 аркуші;
- ✓ графічне зображення комплексу: оснащення, зварювальна машина, джерело живлення і інші елементи, – 1 аркуш (рекомендується у разі обґрунтованої необхідності як виняток);
- ✓ креслення електричних, гідравлічних або пневматичних схем – 1–2 аркуші;
- ✓ графічне зображення планування розміщення виробничого процесу, планування електропостачання вантажопотоків, планування і завантаження окремих робочих місць – 1–2 аркуші.

2.6 Зміст ВКР конструкторського напрямку, пов'язаного з розробленням, модернізацією зварювального устаткування і оснащення

2.6.1 Пояснювальна записка: 1. Реферат, вступ і патентно-інформаційні дослідження оформляються згідно з п. 2.5.1 цих вказівок.

2. Технологічний розділ.

До технологічного розділу входить опис загального технологічного процесу:

- ✓ техніко-економічне обґрунтування вибору способу зварювання, наплавлення, різання за операціями, для виконання яких проектується обладнання. Порівняння різних варіантів технологічного процесу за цими операціями;
- ✓ складання операційних карт на операції, для виконання яких призначається проектоване обладнання (карти оформляються у вигляді додатку до записці, а в тексті записки наводиться розрахунок і обґрунтування режимів зварювання, наплавлення, різання, технічних норм часу, витрати матеріалів і енергії);
- ✓ технічний контроль за операціями, для яких призначене проектоване обладнання (методи і засоби контролю, аналізування можливих причин браку, заходи щодо їх усунення та виправлення).

3. Конструкторський розділ.

У конструкторському розділі подаються:

- ✓ детальні описи спроектованого обладнання, його вузлів, розрахунки елементів, обґрунтування раціональності вузлів і елементів конструкції і вибору матеріалів для їх виготовлення. Опис роботи обладнання, взаємодії його функціональних вузлів, управління, налаштування на необхідні вихідні параметри, стійкості цих параметрів, опис кінематичної, електричної та інших схем;

- ✓ вимоги стандартизації та уніфікації до спроектованого обладнання, використання стандартних і серійних деталей і елементів конструкції;

- ✓ рекомендації щодо виготовлення деталей, вузлів і всієї конструкції;

- ✓ рекомендації щодо обслуговування спроектованого обладнання.

Види технічного обслуговування, ремонту, його періодичність. Визначення терміну служби обладнання і його основних елементів.

4. Організаційно-економічний розділ:

- ✓ організація робочого місця, на якому використовується спроектоване обладнання, і робота на ньому, забезпечення робочого місця матеріалами, енергією, функції робочого, планування робочого місця (може бути подана в записці);

- ✓ визначення вартості спроектованого обладнання, включаючи вартість проектування (з урахуванням серійності його виготовлення);

- ✓ розрахунок і порівняння вартості виконання технологічних операцій на спроектованому устаткуванні і для іншого можливого технологічного процесу, наприклад, з використанням аналогічного обладнання старого зразка або вручну;

- ✓ визначення економічної ефективності застосування спроектованого обладнання при його експлуатації протягом року, визначення терміну окупності.

5. Питання охорони праці, техніки безпеки, охорони природи та навколишнього середовища, висновок, перелік посилань і додатки оформлюються, як зазначено в п. 2.5.1 цих вказівок.

2.6.2 Графічна частина:

- ✓ вибір і обґрунтування виду і способу зварювання – 1–2 аркуші;

- ✓ креслення спроектованого обладнання та його вузлів (складальні одиниці) – 5–6 аркушів;

- ✓ креслення деталей оригінальних вузлів – 1–2 аркушів;

- ✓ креслення схем (кінематична, електрична, гідравлічна, пневматична) – 1–3 аркушів;

- ✓ графічне зображення результатів виконання спеціальних завдань (дослідницького характеру) – 2–3 аркушів.

2.7 Зміст ВКР конструкторського напрямку, пов'язаного з проектуванням та виготовленням зварної конструкції

2.7.1 Пояснювальна записка: 1. Реферат, вступ і патентно-інформаційні дослідження оформлюються згідно з п. 2.5.1 цих вказівок.

2. Конструкторський розділ:

- ✓ призначення і умови експлуатації конструкції;
- ✓ вибір матеріалів для виготовлення спроектованої конструкції (обґрунтування вибору матеріалів, опис їх фізико-механічних властивостей);
- ✓ визначення схеми і характеру діючих на конструкцію і її елементів навантажень, визначення величини розрахункових зусиль;
- ✓ обґрунтування вибору раціональних конструкцій вузлів, варіантів сполучень і сортаменту матеріалів;
- ✓ розрахунки елементів конструкції, визначення необхідних розмірів елементів, сортамент матеріалів;
- ✓ виконання вимог стандартизації та уніфікації спроектованої конструкції, використання стандартних і серійних матеріалів, сортаменту, заготовок.

3. Технологічний розділ:

- ✓ технічні вимоги до виготовлення спроектованої конструкції. Визначення та обґрунтування допустимих відхилень від заданих розмірів і форми;
- ✓ остаточний контроль і випробування конструкції;
- ✓ розроблення та опис загального технологічного процесу складання і зварювання спроектованої конструкції, обґрунтування прийнятих способів складання і зварювання;
- ✓ визначення залишкових напружень і деформацій, які утворюються в процесі зварювання конструкції. Розроблення і опис заходів щодо зменшення залишкових напруг і деформацій, відображення цих заходів у технологічному процесі;
- ✓ складання детального операційного опису технологічного процесу (карт на дві-три операції за вказівкою керівника роботи). Карти оформлюються у вигляді додатку до пояснювальної записки, а в тексті записки наводяться розрахунок і обґрунтування режимів зварювання, технічних норм часу, витрати матеріалів і енергії;
- ✓ опис і розрахунки конструкцій пристосувань, розроблених у проекті, для виконання двох-трьох операцій технологічного процесу;
- ✓ технічний контроль. Контроль основних матеріалів, методи та засоби контролю, щоб забезпечити виконання вимог технічних умов на спроектовану конструкцію, методи і засоби технічного контролю операцій, які детально розробляються.

4. Організаційно-економічний розділ:

- ✓ визначення потреб в основних матеріалах для виготовлення конструкції, підбір розмірів одиниць матеріалу, визначення кількості наплавленого металу, визначення потреби в технологічних матеріалах і енергії (укрупнено), складання відповідних відомостей;

- ✓ організація робочого місця на 1–2 операції технологічного процесу виготовлення виробу, забезпечення робочого місця матеріалами, енергією, функції робочого, планування робочого місця (може бути подана в записці);
- ✓ визначення собівартості одиниці спроектованої конструкції за укрупненими даними і даними проекту шляхом складання калькуляції собівартості (основні і допоміжні технологічні матеріали, основна заробітна плата, накладні цехові і заводські витрати);
- ✓ порівняння економічних даних у цілому або за окремими елементами для одиниці спроектованої конструкції з аналогічними даними про виготовлення раніше застосовуваних конструкцій і технологічних процесів їх виготовлення;
- ✓ визначення техніко-економічної ефективності спроектованої конструкції і технологічного процесу її виготовлення.

5. Розділ з безпеки і екології виробництва.

Включає інструктаж з охорони праці та техніки безпеки при експлуатації спроектованої зварної конструкції, опис заходів та засобів з охорони праці та техніки безпеки при виготовленні і монтажі конструкції.

Розділ охорони природи і навколишнього середовища, висновок, перелік посилань і додатки оформлюються згідно з п. 2.5.1 цих вказівок.

2.7.2 Графічна частина:

- ✓ креслення спроектованої конструкції і її вузлів (складальні одиниці) – 4–5 аркушів;
- ✓ графічне зображення розрахункових схем, матеріалів графічного і графоаналітичного розрахунків – 1–2 аркуші;
- ✓ вибір і обґрунтування виду і способу зварювання – 1–2 аркуші;
- ✓ графічне зображення технологічного процесу складання і зварювання спроектованої конструкції – 1–2 аркуші;
- ✓ креслення пристосувань для складання і зварювання (складальні одиниці) – 2–3 аркуші;
- ✓ графічне зображення результатів виконання спеціальних завдань – 1–2 аркуші.

2.8 Зміст ВКР науково-дослідного напрямку

У науково-дослідній частині проекту можуть міститися такі розділи.

2.8.1 Розділ пояснювальної записки:

1. Патентно-інформаційні дослідження (оформлюються згідно з п. 2.5.1 цих вказівок).
2. Науково-дослідний розділ:
 - ✓ методика виконання роботи, загальні і локальні задачі, об'єкти та експериментальні засоби, їх характеристики;
 - ✓ опис і розрахунок спроектованих експериментальних установок і пристосувань;

- ✓ опис виконаних розрахунків, експериментів, отриманих даних, їх аналіз та висновки.

3. Технологічний розділ:

- ✓ виробничі конструкції щодо застосування та впровадження результатів роботи у виробництво, рекомендації з проектування нового обладнання, технологічного процесу з використанням результатів роботи;

- ✓ вибір зварних виробів, при виготовленні яких доцільно використовувати результати роботи, опис розробленого на цій основі нового технологічного процесу. Розроблення та опис пристосування, оформлення операційних карт з обґрунтуванням режимів, технічних норм часу і витрати матеріалів для операцій, де використовуються результати роботи; дані про практичне впровадження результатів роботи;

- ✓ опис методів і засобів технічного контролю на операціях, де використовуються результати роботи.

2.8.2 Графічна частина:

- ✓ вибір і обґрунтування виду і способу зварювання – 1–2 аркуші;

- ✓ креслення виробу;

- ✓ графічне зображення результатів розрахунків і експериментів (графіки, таблиці, макро- і мікрошліфи, фотографії, осцилограми і ін.) – 5–6 аркушів;

- ✓ креслення, схеми експериментальних установок, пристосувань – 2–3 аркуші;

- ✓ графічне зображення технологічного процесу – 1 аркуш;

- ✓ креслення пристосувань, вузлів нового обладнання, при проектуванні яких використані результати роботи – 2–3 аркуші.

2.9 Вимоги до оформлення пояснювальної записки

Текст пояснювальної записки викладається чітко, послідовно, переконливо, коротко. Виклад відомих положень і формулювань неприпустимий. Магістерська випускна робота складається з розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів. Кожен розділ починають з нової сторінки. Перед основним текстом кожного розділу може стояти передмова з коротким описом вибраного напрямку та обґрунтуванням використаних методів дослідження. Наприкінці кожного розділу формулюють висновки із стислим викладенням наведених у розділі наукових і практичних результатів. Оформлення пояснювальної записки ведеться в такому порядку:

- ✓ коротке формулювання мети проекту;

- ✓ розрахунки проведених експериментів, їх аналізування і висновки, опис базової технології;

- ✓ опис методів дослідження і прийнятих методів розрахунку;

- ✓ техніко-економічне порівняння варіантів (якщо необхідно, їх потрібно супроводжувати ілюстраціями, графіками, ескізами, схемами і ін.);

- ✓ безпека та екологія виробництва.

Матеріали до розрахунків, виконаних на ПК (алгоритм, програма, результати машинного рахунку), рекомендується давати в додатках. Пояснювальну записку оформлюють в одному екземплярі з дотриманням вимог ДСТУ 3008-95, на білому папері формату А4. ВКР магістра друкують машинописним способом або за допомогою комп'ютера на аркуші формату А4 (210x297 мм) через півтора міжрядкових інтервали, шрифт – Times New Roman, вирівнювання по ширині, курсив не допускається. Таблиці та ілюстрації можна навести на аркуші формату А3 (420x297 мм).

Текст магістерської роботи необхідно друкувати, залишаючи поля таких розмірів: лівий, верхній, нижній – не менше ніж 20 мм, правий – не менше ніж 10 мм. Шрифт друку повинен бути чітким, рядок – чорного кольору середньої жирності. Щільність тексту випускної магістерської роботи повинна бути однаковою. Розмір шрифту – 14 пунктів. Роздруковані на ЕОМ програмні документи повинні відповідати формату А4 (мають бути розрізаними), їх включають до загальної нумерації сторінок записки і розміщують у додатку.

Аркуші пояснювальної записки нумерують: першим листом є титульний аркуш, на якому номер не ставиться, на наступних сторінках номер проставляють у правому верхньому куті сторінки без крапки в кінці. Пояснювальна записка складається з розділів. Розділи і підрозділи повинні мати порядкові номери, позначені арабськими цифрами. Номери підрозділів складаються з номерів розділів і підрозділів, між якими ставиться крапка. Заголовки розділів повинні бути короткими, їх пишуть прописними літерами з нового рядка, а заголовки підрозділів – малими літерами (крім першої великої). Перенесення слів у заголовках не допускаються. Крапку в кінці заголовка не ставлять. Відстань між заголовком і подальшим текстом має бути 10 мм, а відстань між останнім рядком тексту і подальшим заголовком – 15 мм. Умовні літерні позначення механічних та інших величин, а так самі умовні графічні позначення повинні відповідати встановленим стандартам.

У тексті записки перед позначенням параметра надають йому пояснення. Значення символів і числових коефіцієнтів, що входять до формули, повинні бути наведені безпосередньо під формулою. Значення кожного символу дають з нового рядка в тій послідовності, у якій вони наведені у формулі. Перший рядок розшифрування повинен починатися зі слова «де» без двокрапки після нього, наприклад:

$$R = \sqrt{\text{const} / G \cdot V_K}, \quad (1)$$

де R – радіус кристалічного зерна в затверділому шві, мкм;

G – градієнт температури, К/м;

V_K – швидкість кристалізації, м/с.

Значення всіх величин наводяться в Міжнародній системі одиниць (СІ). Розрахункові формули записуються в загальному вигляді, потім підставляють значення параметрів, які входять до формули, в тій послідовності, в якій вони наведені в формулах, і наводять результат обчислення. Формули повинні розміщуватися в розривах тексту. Нумерацію формул пояснювальної записки роблять наскрізну арабськими цифрами або за розділами. Номер формули ставлять з правого боку аркуша в круглих дужках на рівні формули. Посилання в тексті на порядковий номер формули роблять у дужках.

Цифровий матеріал оформлюють, як правило, у вигляді таблиць, керуючись вимогами ДСТУ. Ілюстративний матеріал виконують акуратно. Ескізи, схеми, графіки виконують із застосуванням креслярських інструментів олівцем або програмних продуктів ПК. Допускається вклейка ескізів, схем, графіків, рисунків, виконаних на принтері або отриманих в процесі виконання проекту з виходів вимірювально-контролюючих приладів та ін., а також фотографій. Ілюстрації розміщуються по тексту пояснювальної записки як можливо ближче до відповідних частин тексту. Нумерацію ілюстрацій виконують наскрізну арабськими цифрами або за розділами. Посилання на ілюстрації роблять у дужках, наприклад: (рис. 4). Посилання на раніше згадані ілюстрації роблять зі скороченням слова «дивись», наприклад: (див. рис. 7). Рекомендується використовувати фотознімки з природи. Ілюстрації повинні мати підписи, а якщо необхідно – пояснювальні дані (підрисунковий текст), які відповідають змісту ілюстрації. Скорочення слів у тексті записки і підписах під ілюстраціями не допускаються. На електричних схемах (біля кожного елемента) має бути наведене його позиційне позначення відповідно до вимог ГОСТ 2.702-75. Список використаної літератури складають відповідно до вимог ДСТУ ГОСТ 7.1-2006 «Бібліографічний запис, бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання». Джерела слід розташовувати в порядку появи посилання в тексті пояснювальної записки. Посилання на літературні джерела слід давати арабськими цифрами, вказуючи порядковий номер за списком джерел, а в необхідних випадках і сторінку, виділені двома косими рисками.

2.10 Вимоги до оформлення графічної частини

2.10.1 Графічна частина ВКР магістра може містити плакати, на яких відображаються результати аналізування стану питання, методика і результати аналітичних і експериментальних досліджень, графічні схеми розробленої технології, результати аналізування економічної ефективності проекту, циклограми, алгоритми моделювання і ін. Плакати повинні мати заголовок, що розміщується у верхній частині плаката. Заголовок повинен бути коротким і відповідати змісту плаката. Якщо на плакаті розміщено де-

кілька графіків, діаграм і ін., то крім загального заголовка кожне з цих зображень оформлюється окремим заголовком. Заголовки виконують креслярським шрифтом за ГОСТ 2.304-81 з висотою букв для загального заголовка 30 мм і для заголовків звичайних зображень – 10 мм. Фотографії та первинні елементи досліджень (оригінали осцилограм, записів самописців, висновки графіків з принтерів ЕОМ і ін.) дозволяється наклеювати на плакати. Розміри зображень і товщина ліній на плакатах повинні бути достатніми для розуміння змісту плаката при його спостереженні з відстані 2–3 м. Основний напис і рамка на плакатах не виконуються. Формат і кількість плакатів визначають магістрант спільно з керівником роботи, виходячи з ілюстративної достатності доповіді при захисті магістерської ВКР.

2.10.2 Для ВКР, що являють собою проектне розроблення, крім зазначених матеріалів, графічна частина ВКР може містити складальні креслення і креслення основних складальних одиниць і деталей, креслення обладнання, оснащення, приладів, технологічні планування, електричні, пневматичні, гідравлічні і інші схеми, інші документи (залежно від специфіки роботи і напряму підготовки магістрів). Формат і кількість обов'язкових кваліфікаційних креслень і схем за кожним напрямом визначає випускаюча кафедра.

2.10.3 Для ВКР науково-дослідного характеру, графічна частина яких не містить кваліфікаційних креслень і схем, графічний матеріал може бути поданий у вигляді комп'ютерної презентації (презентації на слайдах). Дозвіл на використання даного способу подання графічного матеріалу дає кафедра. У разі, якщо цей спосіб подання графічного матеріалу дозволяється, то кафедра зобов'язана забезпечити необхідне для цього обладнання.

2.10.4 У разі подання графічної частини ВКР у вигляді комп'ютерної презентації (презентації на слайдах), магістрант при захисті роботи зобов'язаний надати роздавальний матеріал, що містить роздруковку всіх слайдів, що входять до презентації в кількості примірників, не меншому ніж кількість членів ДАК. Усі слайди одного з примірників роздавального матеріалу повинні бути підписані магістрантом. Цей екземпляр повинен бути прикладений до пояснювальної записки.

2.10.5. Після завершення роботи над ВКР магістрант і керівник роботи підписують усі листи графічних матеріалів.

Складальні креслення, креслення основних складальних одиниць і деталей, креслення обладнання, оснащення, приладів, технологічні планування, електричні, пневматичні, гідравлічні і інші схеми, інші документи, що входять до графічних матеріалів, виконують відповідно до вимог чинних стандартів ЕСКД. Усі креслення ВКР виконують згідно з ГОСТ 2.301-68 з основним написом за ГОСТ 2.104-68 у правому нижньому кутку. Креслення складальних одиниць поділяються на зони відповідно до ГОСТ 2.104-68 для швидкого знаходження на кресленні складової частини виробу або його елемента.

Специфікацію складають на окремих аркушах на кожен складальну одиницю за ГОСТ 2.108-68. Складальні креслення виконують з дотриманням ГОСТ 2.109-68. Робоче креслення деталі виконують з дотриманням ГОСТ 2.307-68 і ГОСТ 2.309-73.

Для експонування дипломного проекту на виставках і конкурсах графічна частина може бути подана планшетом. На планшеті показують основні результати проекту, що відображають новизну і ефективність отриманих технічних рішень з мінімальною кількістю написів. Планшет виконують на білому аркуші щільного паперу формату А4 за ГОСТ 2.301-68, натягнутому у зволоженому вигляді на дерев'яну раму.

Найбільш поширені помилки, яких припускаються студенти при оформленні дипломних проектів, такі:

- ✓ невідповідність розмірів листів вимогам ЕСКД;
- ✓ неповне заповнення основного напису;
- ✓ позначення зварних швів і графічних елементів (штрихування, розрізів, перетинів і ін.) відповідно до застарілих стандартів;
- ✓ неправильне структурне позначення креслень і пояснювальної записки.

2.11 Порядок роботи над ВКР магістра і подання її до захисту

Терміни дипломного проектування встановлюються відповідно до навчального плану спеціальності 131 «Прикладна механіка», 132 «Матеріалознавство». Керівник дипломного проекту видає студенту завдання на дипломне проектування, разом зі студентом складає календарний графік роботи над проектом (який необхідно подати на затвердження завідувача кафедри), у призначений час проводить консультації і оцінює відсоток виконання завдання з повідомленням секретарю кафедри у встановлені терміни (зазвичай першого і п'ятнадцятого числа кожного місяця), перевіряє і підписує закінчений дипломний проект, а також складає відгук про ВКР магістра. Необхідно приділити увагу виконанню спеціальних завдань для базового підприємства або ДДМА. У процесі виконання проекту студент консультується з керівником проекту у встановлені ним строки. Прийняті в дипломному проекті рішення повинні ґрунтуватися відповідними розрахунками. Це можуть бути: технологічні (режими зварювання, термообробки і ін.), конструкторські (кінематичні, міцності, електричні, магнітні, теплові), а також інші види розрахунків. Чим більше таких розрахунків буде виконано (стосовно розробленої теми дипломного проекту), тим краще студент зможе показати свою підготовку як фахівця. Розрахунок у загальному випадку включає:

- ✓ ескіз або схему розрахунку;

- ✓ завдання;
- ✓ дані для розрахунку;
- ✓ умови розрахунку;
- ✓ розрахунок;
- ✓ висновок.

Відповідальність за всі прийняті в ВКР рішення, правильність і точність розрахунків, оформлення пояснювальної записки та графічної частини проекту покладається на студента-дипломника, як автора проекту. Студент зобов'язаний не рідше одного разу на тиждень подавати своєму керівнику виконану роботу відповідно до завдання попередньої консультації і звітувати перед ним про виконані етапи згідно з календарним планом. У разі неявки студента на планові консультації (дві) без поважних причин керівник проекту доводить до відома зав. кафедрою. Якщо студент не відвідує консультації, але надає на огляди проектів матеріали з роботи, то керівник зобов'язаний переконатися в самостійності їх виконання. Про результати повідомити на засіданні кафедри. Для визначення готовності проекту і студента-дипломника до захисту ВКР перед ДЕК може проводитися попередній захист. Його здійснює призначена завідувачем кафедри комісія, до якої входить керівник проекту. Комісія призначає терміни захисту роботи. Закінчена ВКР з урахуванням виправлень і доповнень, рекомендованих консультантами, керівником проекту і комісією кафедри з попереднього захисту, підписується автором, консультантами, візується нормоконтролером та подається на відгук і підпис керівнику, а потім завідувачу кафедри за 10 днів до захисту (записка подається в палітурці). Студент-дипломник не повинен вносити ніяких виправлень і доповнень після підписання проекту.

У відгуку наводиться характеристика всієї виконаної роботи і самого автора, йдеться про підготовленість студента до фахової діяльності та надається оцінка проекту за стобальною системою. Завідувач кафедри вирішує питання про допуск студента до захисту, підписує титульний лист пояснювальної записки, графічний матеріал і направляє роботу на рецензування. Рецензенти ВКР магістра призначаються серед висококваліфікованих фахівців підприємств, науково-дослідних організацій та вищих навчальних закладів. Рецензент надає рецензію безпосередньо на кафедру або пересилає її зі студентом у запечатаному конверті. Після цього студент отримує право на захист проекту. Перед захистом студенту-дипломникові рекомендується скласти свою доповідь, у якій потрібно зазначити все принципово важливе, вказати елементи своєї творчої роботи. Матеріал доцільно викладати в такому порядку: тема проекту і завдання, вирішення цих завдань, отримані результати і техніко-економічні показники. Матеріал для доповіді повинен бути підготовлений з розрахунком його викладу протягом 10–12 хвилин.

2.12 Порядок захисту ВКР магістра

Порядок захисту ВКР визначається Положенням про підсумкову державну атестацію випускників ДДМА. До ДЕК до захисту дипломного проекту подаються такі документи:

- ✓ затверджену ВКР магістра;
- ✓ відгук керівника ВКР магістра;
- ✓ рецензія на ВКР;
- ✓ матеріали, що характеризують наукову і практичну цінність проекту – друквані статті, авторські свідоцтва, тези доповідей, довідки про впровадження та економічної ефективності, макети, зразки тощо.

Захист дипломних проектів проводиться на відкритому засіданні ДЕК публічно в Академії або на підприємстві, в організації, для яких тематика проектів викликає науковий або практичний інтерес. Проекти захищаються в такому порядку:

- ✓ доповідь автора;
- ✓ відповіді студента-дипломника на запитання членів ДЕК та осіб, присутніх на захисті;
- ✓ виступ рецензента, при його відсутності – читання рецензії;
- ✓ відповіді дипломника на зауваження рецензента;
- ✓ читання відгуку керівника проекту;
- ✓ повідомлення про результати навчання студента-дипломника;
- ✓ рішення ДЕК (повідомляється головою ДЕК у день захисту після оформлення протоколів засідання ДЕК).

При оцінюванні проекту та виявлених знань береться до уваги рівень теоретичної, наукової та практичної підготовки студента. Студенту, що захистив дипломний проект, рішенням ДЕК присвоюється кваліфікація магістра за фахом «Обладнання та технології зварювання». Студенту, що має не менше ніж 75 % оцінки «відмінно» від загальної кількості дисциплін навчального плану, а по інших дисциплінах – оцінку «добре» і захистив дипломний проект з оцінкою «відмінно», може бути видано диплом з відзнакою за умови участі його в НДРС та наявності публікацій у наукових виданнях.

Якщо захист ВКР визнано незадовільним, ДЕК вирішує, чи може студент подати до повторного захисту той самий проект з доопрацюванням або ж він повинен розробити нову тему, яку призначить кафедра. Студент, що не подав ВКР або отримав на захисті незадовільну оцінку, відраховується зі студентів Академії. У цьому випадку студенту видається академічна довідка встановленого зразка. Допускається повторний захист дипломного проекту протягом трьох років після закінчення навчання за поданням позитивної характеристики з місця роботи, що відповідає профілю підготовки. Студентам, які не захистили дипломний проект з поважної причини, підтвердженої документально, ректор ДДМА може збільшити термін навчання, але не більше ніж на один рік. Дипломний проект після захисту зберігається в архіві Академії.

3 ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИКОНАННІ ВКР

У цій частині методичних вказівок розглянуті деякі найбільш ймовірні і поширені області застосування комп'ютерних технологій студентами при виконанні дипломних проектів. Указівки і приклади, наведені тут, можуть бути корисні також при виконанні курсових проектів, розрахунково-графічних завдань і ін. Области застосування комп'ютерних технологій, освітлені в цьому розділі, умовно поділені за етапами розроблення ВКР, хоча деякі з них, наприклад пошук інформації, вимір і реєстрація параметрів зварювальних процесів, відносяться і до інших частин дипломного проекту.

3.1 Дослідницька частина дипломного проекту

3.1.1 Пошук інформації. Будь-яке дослідження зазвичай починається з пошуку і аналізування існуючої інформації за темою дослідження. Традиційний спосіб пошуку інформації починається з вивчення в бібліотеці вторинних документів (реферативні журнали, сигнальні збірники і ін.) з метою складання списку джерел первинної інформації (підручники, монографії, статті в науково-технічних журналах і ін.). Подальший пошук часто буває утруднений тим, що в бібліотеках регіону відсутні потрібні джерела. Останнім часом набувають все більшого поширення автоматизовані системи пошуку інформації. Така система являє собою комп'ютерну базу даних документів, що знаходяться в бібліотеці. Пошук, як і в звичайних бібліотечних каталогах, може проводитися за різними критеріями: назвою теми, ключовими словами, прізвищами авторів. Досить ввести потрібне слово, і ПК видасть список знайдених документів. Подібні системи можуть бути зав'язані в локальну мережу. Зараз у бібліотеці ДДМА введена автоматизована система пошуку. Для цього в локальній мережі Академії необхідно зайти на електронний каталог бібліотеки. Комп'ютерні мережі є видом зв'язку та інформаційного сервісу, що перетворює комп'ютер на потужний пошуковий інструмент. Найвідомішою глобальною мережею є Internet. Основними функціями Internet є електронна пошта і передача файлів. Наприклад, за електронною адресою <http://svarka-24.info/periodika/zhurnal-avtomaticheskaya-svarka/>, а також <http://patonpublishinghouse.com/rus/journals/as/years> можна переглянути журнал «Автоматическая сварка»; <http://www.rusmet.ru/rusweld> можна дізнатися зміст журналу «Сварочное производство». На сайті американської асоціації зварників <http://www.amweld.org> (<http://www.aws.org>) можна дізнатися не тільки зміст "Welding Journal", але і прочитати самі статті. Там також можна вступити до американської асоціації зварників. Крім цього, Internet можна використовувати для отримання інформації іншого

роду. Зараз більшість великих компаній мають в Internet власні сторінки – web-сайти, де зазвичай розміщується інформація рекламного та довідкового характеру, перелік номенклатури устаткування, що випускається з його короткою технічною характеристикою, відомості про фірму і ін. Приклади таких сайтів: <http://www.esab.org>, <http://www.lincoln-electric.com>, <http://www.melcon.ru>.

У мережі пошук забезпечують спеціальні пошукові системи. Найвідоміші з них – Google, Alta Vista і Yahoo. Серед вітчизняних систем відомі Атрус, Апорт, Rambler, Yandex. Звертаючись до пошукової служби, ми формуємо запит, у якому формально описуємо те, що хочемо знайти. Провівши потрібні операції, служба формує web-документ, що складається з гіперпосилань, які ведуть до ресурсів www, відповідних нашому запиту.

3.1.2 Вимірювання і реєстрація параметрів зварювальних процесів (вимір і реєстрація сигналів). Експериментальне дослідження фізичних і технологічних зварювальних процесів вимагає контролю і реєстрації великої кількості параметрів зварювання в процесі її виконання. У навчальному посібнику «Комплексное исследование характеристик порошковых проволок» наведені методики досліджень, у тому числі, з використанням ПК.

3.1.3 Оброблення і візуалізація експериментальних даних. Для подання даних у зручному вигляді часто використовують таблиці. Комп'ютер дозволяє подати їх в електронній формі, а це надає змоги не тільки відображати, але й обробляти дані. Клас програм, що використовуються для цієї мети, називається «електронними таблицями». Застосування електронних таблиць спрощує роботу з даними і дозволяє отримувати результати без проведення розрахунків вручну або без спеціального програмування. Найбільш ефективно таблиці можна використовувати для:

- ✓ проведення однотипних розрахунків над великими наборами даних;
- ✓ автоматизації підсумкових обчислень;
- ✓ вирішення завдань шляхом підбору значень параметрів, табулювання формул;
- ✓ оброблення результатів експериментів;
- ✓ проведення пошуку оптимальних значень параметрів; підготовки табличних документів;
- ✓ побудови діаграм і графіків за наявними даними.

Найпоширенішим засобом роботи з документами, що мають табличну структуру, є програма Microsoft Excel, яка надає велику змогу розрахунків і побудови графіків для візуалізації і управління табличними даними, і є корисною також для зберігання списків даних. Другий за популярністю табличний процесор – Calc з офісного пакету OpenOffice.org. Використання цих програм припустимо в тих випадках, якщо необхідно виконати найпростіші операції на зразок сортування даних, обчислення описових статистик, побудови деяких видів графіків, а також просто для того, щоб зберегти первинні дані свого експерименту і вести лабораторний журнал.

Для створення і роботи зі складними списками використовується програма Microsoft Office Access, яка надає більш потужні засоби для введення, упорядкування, підтримки і отримання даних.

3.1.4 Автоматизація науково-дослідних робіт. У науковій роботі зустрічається широкий спектр завдань, для вирішення яких можна використовувати універсальні засоби. До такого роду завдань відносяться, наприклад, такі:

- ✓ підготовка науково-технічних документів, що містять текст і формули, записані у звичній для фахівців формі;
- ✓ обчислення результатів математичних операцій, у яких беруть участь числові константи, змінні і розмірні фізичні величини;
- ✓ операції з векторами і матрицями;
- ✓ рішення рівнянь і систем рівнянь (нерівностей);
- ✓ статистичні розрахунки і аналізування даних;
- ✓ побудова двовимірних і тривимірних графіків;
- ✓ тотожні перетворення виразів (у тому числі спрощення), аналітичне рішення рівнянь і систем;
- ✓ диференціювання та інтегрування, аналітичне та чисельне;
- ✓ рішення диференціальних рівнянь;
- ✓ проведення серій розрахунків з різними значеннями початкових умов і інших параметрів.

До універсальних програм, придатних для вирішення таких завдань, відноситься, наприклад, програма MathCad, яка являє собою автоматизовану систему, що дозволяє динамічно обробляти дані в числовому і аналітичному (формульному) вигляді. Інші подібні програми – Matlab, Mathematica і т.інш.

Для аналізування результатів досліджень і побудови математичних моделей широко використовується програма Statistica 6, що є програмним пакетом для статистичного аналізу, розробленим компанією StatSoft, який реалізує функції аналізування даних, управління даними, видобутку даних, візуалізації даних з залученням статистичних методів. Програма забезпечена чудовим графічним інтерфейсом, а також має вбудовану мову програмування і можливість інтеграції з мовою статистичних обчислень.

Робота в програмі починається з введення даних. Інтегрований табличний процесор дозволяє оформляти таблиці за допомогою звичних для кожного користувача офісних додатків. Збережені таблиці, а також результати розрахунків, графіки і звіти в Statistica можна зручно розташувати в одному файлі, який називається «Робочою книгою». У програмі є всі найбільш затребувані статистичні методи: частотний аналіз, розрахунок статистичних характеристик, таблиць спряженості, кореляцій, побудови графіків, t-тести і велика кількість непараметричних критеріїв, багатовимірний лінійний регресійний аналіз, дискримінантний аналіз, факторний аналіз, кластерний аналіз, дисперсійний аналіз, аналіз надійності, багатовимірне шкалювання і ряд інших. Виклик цих статистичних процедур робиться за допомогою вибору з меню відповідних вікон і внесення в них необхідних налаштувань. Усі

типи аналізування поділені на групи, що допомагає швидко орієнтуватися в інтерфейсі додатків.

Системи STATISTICA має широкі графічні можливості. Вона включає в себе велику кількість різноманітних категорій і типів графіків, у тому числі наукові, тривимірні і двомірні графіки в різних системах координат, спеціалізовані статистичні графіки – гістограми, матричні, категоризовані графіки та інш.

Для статистичного аналізу використовуються також такі програми, як: Minitab, Octave, GenStat, JMP, Analyse-it, STADIA і ін.

3.2 Конструкторська частина ВКР

Зазвичай у конструкторській частині проекту описується розрахунок, пристрій і принцип дії того чи іншого обладнання. Найчастіше студент модернізує універсальне обладнання для свого виробу, виходячи з проведених технологічних розрахунків. Сучасним рівнем в області автоматизованого проектування вважається використання систем «3D-проективання». Найпопулярніші системи «3D-проективання» – Solid Works, Solid Edge, Pro-Engineer. З вітчизняних виділяються «КОМПАС 3D» і «Т-FLEX». Їх основні можливості схожі, це:

- твердотільне моделювання деталей;
- складання вузлів конструкції;
- оформлення конструкторської документації (отримання креслень і специфікацій);
- можливість створення сімейства деталей або механізмів на базі одного;
- віртуальна оцінка функціональності майбутнього виробу;
- отримання деякої довідкової інформації (маси, положення центра ваги і ін.).

3.3 Технологічна частина ВКР

Застосування комп'ютерних технологій студентами при виконанні даної частини дипломного проекту може мати місце при проведенні різних технологічних розрахунків. Для вирішення завдань обмеженої складності можна використовувати універсальні засоби програм Microsoft Excel і Math Cad, про можливості яких сказано вище. Не можна не згадати завдання особливого роду – завдання оптимізації. Завдання цього типу можуть бути як технологічними (наприклад, вибір оптимального режиму зварювання з бага-

тьох можливих), так і конструкторськими (вибір оптимальної конструкції виробу або розрахунок його розмірів, виходячи з умов роботи). Вони вирішуються за допомогою програм автоматизації інженерного аналізу (CAE-програм). На сьогодні найбільш доступною для студентів є програма Cosmos Works з пакету Solid Works, яка здатна оптимізувати конструкцію на основі міцності і теплових розрахунків.

3.4 Оформлення ВКР за допомогою комп'ютерних технологій

З кожним роком все більше і більше проектів оформлюються із застосуванням комп'ютерів. У цьому проявляється не тільки веління часу, а й очевидні переваги такого підходу.

3.4.1 Оформлення графічної частини. Найпоширенішою програмою проектування є «AutoCAD» компанії AutoDesk. Ця програма разом зі своїми додатками забезпечує практично весь спектр робіт зі створення креслення будь-якої складності.

Аналогом програми AutoCAD є програма nanoCAD – базова система автоматизованого проектування під Windows, призначена для розроблення і випуску робочої документації (креслень), розробки російської компанії «Нанософт». Існує як комерційна версія (nanoCAD Plus), так і безкоштовна (nanoCAD). AutoCAD має подібний інтерфейс і безпосередньо підтримує формат DWG (за допомогою бібліотек Teigha). Відноситься до класу САПР-платформ, тому що має тільки базові функції, але на її основі можуть створюватися спеціалізовані додатки для виконання різних вузькоспеціалізованих проектних завдань.

Найвідомішою програмою проектування можна вважати «Компас-графік» компанії «Аскон». Вона краще зарубіжного аналога тим, що простіше у використанні і створена з урахуванням вимог ГОСТ і ЕСКД.

3.4.2 Оформлення пояснювальної записки. Текстових редакторів існує досить багато, проте один з них – Microsoft Word – отримав загальне поширення. Його основні можливості: складання всіляких текстових документів, їх редагування і форматування, вставка об'єктів (у тому числі формул і графіків), створення простих схем і рисунків, створення фігурного тексту, створення таблиць і вставка електронних таблиць, перевірка граматики та орфографії. Незважаючи на широкі можливості Microsoft Word, краще використовувати спеціалізовані програми для створення графічного зображення. Однією з таких програм є Visio. Це простий і, водночас, потужний інструмент для створення блок-схем, технічних ескізів, різних діаграм. Схеми і технічні ескізи також можна виконувати в згаданих вище програмах AutoCAD, nanoCAD і Компас-графік з подальшою вставкою їх в текстовий документ.

Часто виникає завдання оброблення зображення. Існує безліч

програм для оброблення графіків, що поділяються на дві категорії: для оброблення векторної графіки і для растрової графіки. До програмних засобів створення та оброблення векторної графіки відносяться графічні редактори (наприклад, Adobe Illustrator, Adobe Photoshop, Macromedia Freehand, CorelDraw) і векторизатор (трасувальники) – спеціалізовані пакети перетворення растрових зображень на векторні (наприклад, Adobe Streamline, CorelTrace). Найбільш потужними з них є CorelDraw і Adobe Photoshop. Грамотне використання ЕОМ підвищує привабливість диплома і збільшує шанс отримання гарної оцінки дипломником.

4 ПРИКЛАДИ ОФОРМЛЕННЯ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ, ЩО НАВОДЯТЬСЯ В БІБЛЮГРАФІЧНОМУ СПИСКУ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Таблиця 4.1

Характеристика джерела	Приклад оформлення
<i>1</i>	<i>2</i>
Монографії (один, два або три автори)	Геллер, Ю. А. Инструментальные стали / Ю. А. Геллер. – М. : Metallurgiya, 1975. – 584 с. Николаев, Г. А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование / Г. А. Николаев, В. А. Винокуров. – М. : Высшая школа, 1990. – 446 с. Гринь, А. Г. Комплексное исследование характеристик порошковых проволок : учебное пособие / А. Г. Гринь, С. В. Жариков, А. А. Богуцкий. – Краматорск : ДГМА, 2016. – 128 с. – ISSN 978-966-379-776-2.
Чотири автори	Смит, Дж. В. Финансовое управление компаний / Дж. В. Смит [и др.]; под ред. Е. В. Кузнецовой. – М. : Фонд «Правовая культура», 1995. – 383 с.
П'ять і більше авторів	Походня, И. К. Metallurgiya дуговой сварки / И. К. Походня [и др.]; под ред. И. К. Походни. – К. : Наукова думка, 2004. – 440 с.
Багатотомні видання	Сварка в машиностроении : справочник в 4-х т. Т. 3. – М. : Машиностроение, 1979. – 567 с
Перекладні видання	Блех, Ю. Инвестиционные расчеты / Ю. Блех, У. Гетце ; пер. с нем. – Калининград : Янтар, сказання, 1997. – 438 с.

Продовження таблиці 4.1

1	2
Збірники наукових праць	Вісник Донбаської державної машинобудівної академії : зб. наук. праць. № 2 (38) / відп. ред. І. С. Алієв, наук. ред. Н. А. Макаренко. – Краматорськ : ДДМА, 2016. – 290 с.
Патенти	Патент 76217 Україна, МПК В 23 К 35/02 (2006.01). Спосіб наплавлення внутрішніх поверхонь циліндричних деталей / О. Г. Гринь, І. О. Бойко, Б. О. Трембач, І. О. Трембач; заявитель и патентообладатель Донбас. держ. машинобуд. акад. – № u201207544 ; заявл. 20.06.2012 ; опубл. 25.12.2012, Бюл. № 24. – 5 с. : ил.
Авторські свідоцтва	А. с. №1097473. Украина. Способ оценки кроющей способности сварочного шлака / В. М. Карпенко, М. Г. Лившиц, А. Г. Гринь (Украина). – Опубл.15.06.84 ; Бюл. № 22. – 3 с. : ил.
Стаття з журналу, тези доповідей	Гринь, А. Г. Методика оценки отделимости шлаковой корки / А. Г. Гринь // Автоматическая сварка. – 1996. – № 3. – С. 58-59. Гринь, О. Г. Аналіз чинників підвищення стійкості до гідроабразивного зносу сучасних економно легованих матеріалів / О. Г. Гринь, Б. О. Трембач // Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали міжнародної науково-технічної конференції. – Краматорськ : ДДМА, 2017. – С. 22.
Web-сторінки сайту	Гринь, А. Г. Условие восстановления редкоземельных металлов из оксидов при наплавке порошковой проволокой / А. Г. Гринь [Электронный ресурс] // Научный вестник Донбасской государственной машиностроительной академии. – Краматорск, 2015. – № 3 (18Е). – С. 86–92. – режим доступа : www.dgma.donetsk.ua/science_public/science_vesnik/%E2%84%963(15%D0%95)_2014/article/6.pdf

П Е Р Е Л І К РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1 **Коновалов, А. В.** Теория сварочных процессов : учебник для вузов / А. В. Коновалов и [др.]. – М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. – 752 с.

2 **Походня, И. К.** Металлургия дуговой сварки. Взаимодействие металла с газами / И. К. Походня и [др.]. – К. : Наукова думка, 2004. – 448 с.

3 **Гринь, А. Г.** Комплексное исследование характеристик порошковых проволок : учебное пособие /А. Г. Гринь, С. В. Жариков, А. А. Богущкий. – Краматорск. : ДГМА, 2016. – 128 с. – ISBN 978-966-379-776-2

4 **Макаренко, Н. О.** Менеджмент і презентація науково-освітніх результатів і методи дослідження й оброблення експериментальних даних : навчальний посібник до практичних занять і самостійної роботи для аспірантів спеціальності : 132 «Матеріалознавство», 131 «Прикладна механіка» / Н. О. Макаренко, А. Ф. Власов, О. Г. Гринь. – Краматорськ : ДДМА, 2017. – 132 с. – ISBN 978-966-379-814-1.

5 **Макаренко, Н. О.** Управління якістю продукції в інженерії поверхні : навчальний посібник до практичних занять і самостійної роботи для аспірантів спеціальності : 131 «Прикладна механіка», 132 «Матеріалознавство» / Н. О. Макаренко, О. Г. Гринь. – Краматорськ : ДДМА, 2018. – 243 с. – ISBN 978-966-379-838-7

6 **Карпенко, В. М.** Теорія процесів зварювання : навчальний посібник, Ч. 1. / В. М. Карпенко, О. А. Богущкий, О. Г. Гринь, С. В. Жаріков. – Краматорск : ДДМА, 2015. – 367 с.

7 **Кошевий, А. Д.** Проектування технологічних процесів зварювального виробництва : навчальний посібник до виконання практичних робіт / А. Д. Кошевий, и [др.]. – Краматорськ : ДДМА, 2017. – 199 с.

8 **Катренко, В. Т.** Устаткування для складання зварних металоконструкцій : навчальний посібник / В. Т. Катренко и [др.]. – Краматорськ : ДДМА, 2008. – 156 с.

Додаток А
Зразок титулу пояснювальної записки

Форма № Н-9.01

ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

Факультет інтегрованих технологій і обладнання

Кафедра «Обладнання і технології зварювального виробництва»

До захисту допускаю
Завідувач кафедри,
д.т.н., проф. Макаренко Н.О.

(підпис, дата)

Пояснювальна записка
до дипломної роботи
магістра

на тему

Виконав студент 6 курсу, групи _____
(№ групи)

спеціальності 132 «Прикладна механіка»

(прізвище та ініціали) (підпис, дата)

Керівник

(прізвище та ініціали) (підпис, дата)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали) (підпис, дата)

Краматорськ 2019

Додаток Б
Зразок завдання на дипломну роботу студента

Форма № Н-9.01

ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

Факультет інтегрованих технологій і обладнання

Кафедра Обладнання і технології зварювального виробництва

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Галузь знань 13 «Прикладна інженерія»
(шифр і назва)

Спеціальність 132 «Прикладна механіка»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
д.т.н., проф. Макаренко Н.О.
_____ 20__ року
(підпис)

ЗАВДАННЯ
на дипломну роботу студенту

у давальному відмінку
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ (із зазначенням об'єкту, за матеріалами якого виконується робота)

Керівник роботи _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора ДДМА від «_____» _____ 20__ року № _____

2. Строк подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік запитань, які потрібно розробити):

а) теоретичний розділ: _____

б) дослідницько-аналітичний розділ: _____

в) проектно-рекомендаційний розділ: _____

г) розділ з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях: _____

5. Перелік графічного матеріалу _____

6. Консультанти роботи

Розділ, підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях			
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів	Примітка

Студент

(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис) (прізвище та ініціали)

Додаток В
Приклад оформлення презентації випускної кваліфікаційної роботи
(ВКР) магістра


Назва ВКР магістра		
<i>Автор</i> Науковий керівник		
 ДДМА DSEA	Кафедра ОТЗВ Автор	Магістерська випускна робота м.Краматорськ, 25.грудня 2017 року

Рисунок В.1 – Приклад оформлення титульного аркушу презентації


Слайди основної частини ВКР		
 ДДМА DSEA	Кафедра ОТЗВ Автор	Магістерська випускна робота м.Краматорськ, 25.грудня 2017 року

Рисунок В.2 – Приклад оформлення основної частини презентації


Дякую за увагу!		
E-mail: URL:		Адрес: Телефон:
 ДДМА DSEA	Кафедра ОТЗВ Автор	Магістерська випускна робота м.Краматорськ, 25.грудня 2017 року

Рисунок В.3 – Приклад оформлення останнього аркушу презентації

Навчальне видання

ТЕХНОЛОГІЇ І ОБЛАДНАННЯ ЗВАРЮВАННЯ

Методичні вказівки до переддипломної практики і дипломного проектування

**для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка»,
132 «Матеріалознавство»
рівня вищої освіти «Магістр»**

Укладачі: **ГРИНЬ Олександр Григорович;**
МАКАРЕНКО Наталія Олексіївна;
ЖАРИКОВ Сергій Володимирович.

Редагування і комп'ютерне верстання **І. І. Дьякова**

130/2018. Формат 60 x 84/16. Ум. друк. арк. .
Обл.-вид. арк. . Тираж пр. Зам. №

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Академічна, 72.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 1633 від 24.12.2003