

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Н. В. Цикало, В. М. Перов

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
З ДИСЦИПЛІНИ
"ТЕХНОЛОГІЯ СУДНОБУДУВАННЯ
ТА АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ
ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА"

Рекомендовано Методичною радою НУК

Електронне видання на CD-ROM

Миколаїв 2010

УДК 629.5.023(075.8)

Рецензент д-р техн. наук, проф. Рашковський О.С.

Електронний аналог друкованого видання:

Цикало Н.В., Перов В.М. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни "Технологія суднобудування та автоматизовані системи технологічної підготовки виробництва". – Миколаїв: НУК, 2010. – 47 с.

Кафедра технології суднобудування

Наведено рекомендації щодо виконання та оформлення лабораторних робіт з дисципліни "Технологія суднобудування та автоматизовані системи технологічної підготовки виробництва", перелік рекомендованої літератури.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 8.080403 "Програмне забезпечення автоматизованих систем"; можуть бути використані студентами, які навчаються на факультеті заочної та дистанційної освіти.

Видавництво НУК, 2010

ВСТУП

Одним з основних шляхів підвищення продуктивності праці у корпусобудуванні є механізація та автоматизація виробничого процесу. У механізації, яка починається з моменту розробки технологічного процесу виготовлення деталей корпусу судна і закінчується його впровадженням у виробництво, основна роль належить спеціалісту, який досконало засвоїв технологію виготовлення деталей та конструкцій.

В умовах зростаючої складності суден, необхідності скорочення термінів їх побудови, розширення застосування математичних методів та ЕОМ в інженерній діяльності, створення устаткування з числовим програмним керуванням (ЧПК) все більшою стає необхідність удосконалювання й технологічної підготовки виробництва (ТПВ). Одним з основних напрямків удосконалення ТПВ є використання нових інформаційних технологій і створення на їх базі автоматизованих систем технологічної підготовки виробництва (АСТПВ).

У методичних вказівках наведені рекомендації щодо виконання лабораторних робіт, контрольні питання для перевірки знань матеріалу по кожній роботі, що дозволить не тільки практично закріпити отримані теоретичні знання студентами, але й виконати самоперевірку.

1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Лабораторні роботи з дисципліни "Технологія суднобудування та автоматизовані системи технологічної підготовки виробництва" представляють

собою взаємопов'язаний цикл з чотирнадцяти робіт, які поділені на два блоки по сім робіт, що виконуються на протязі IX та X семестрів.

Вихідним матеріалом для виконання лабораторних робіт є робочі креслення, за якими кожен студент отримує індивідуальне завдання.

Ескізи деталей слід виконувати на листах формату А4 згідно з вимогами ЄСКД. Перший лист циклу практичних робіт повинен мати основний напис, наведений на рис. 1, *а*, наступні – на рис. 1, *б*.

					ЛР. 8.080403.5151. 05. 07. 01-07			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Виготовлення деталей корпусу судна	Літ.	Арк.	Аркушів
Студент	Деркун							
Викладач	Кайдаш							
						НУК		

а

					ЛР. 8.080403.5151. 05. 07. 01		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			

б

Рис. 1. Приклад заповнювання основного напису:

а – для титульних аркушів текстових документів; *б* – для інших аркушів текстових документів; ЛР – лабораторна робота; 8.080403 – шифр спеціальності; 5151 – номер академічної групи, де навчається студент; 05 – порядковий номер студента за списком групи; 07 – загальна кількість робіт за семестр; 01-07 – номери лабораторних робіт

Текст у роботі повинен бути чітким і коротким. Скорочення слів у тексті не допускається. Якщо у тексті зустрічаються аббревіатури, вони повинні бути розшифровані. Усі ілюстрації й таблиці необхідно нумерувати та іменувати. Текст виконувати на комп'ютері у форматі MS Word шрифтом Times New Roman розміром 14 через 1,5 інтервалу.

У кінці циклу робіт необхідно навести список літератури, яка була використана, в алфавітному порядку.

2. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ. БЛОК № 1

Лабораторна робота № 1. Деталювання з використанням робочого креслення секції корпусу судна

Мета роботи:

1. Ознайомитися з конструкцією секції.
2. Одержати знання про типи зварювальних з'єднань.
3. Знайти на кресленні деталі, що вказані в завданні.

Деталювання представляє собою визначення форми та розмірів деталей корпусу судна.

Послідовність виконання роботи:

1.1. Встановити конструктивний тип секції, креслення якої отримано.

За конструктивним типом секції бувають днищеві, бортові, палубні, секції перегородок, зовнішньої обшивки надбудов і т.д.

1.2. Визначити технологічну класифікацію секції.

Головними технологічними особливостями, за якими всі секції в суднобудуванні поділяють на групи, є:

- форма поверхней, що обмежують секцію – плоска або криволінійна;
- співвідношення кількості балок набору різного напрямку;
- відношення висоти секції до її довжини та ширини.

В залежності від цих особливостей секції поділяють на дев'ять груп (дод. А, табл.1).

Балки набору головного напрямку, а саме ті, яких більше в секції, можуть бути поздовжніми або поперечними.

Для плоских секцій відношення висоти балок набору головного напрямку до меншого розміру в плані (довжини або ширини) складає не більше 7 – 8 % (1/15), а погин має бути не більшим за 1/10 меншого розміру.

Для напівоб'ємних секцій висота балок головного напрямку або гофра складає 8 – 20 % (1/15 – 1/5) від меншого розміру в плані.

Для об'ємних секцій головні розміри в усіх трьох напрямках різняться не більше ніж у 5 разів.

1.3. Знайти на кресленні деталі, які отримані згідно номеру варіанта за списком академічної групи.

До складу завдання кожного студента входять листові деталі, які можуть бути представлені листами обшивки різної форми та розмірів, бракетами, флорами, стрінгерами, вертикальним кілем, кницями, стінкою та полкою зварної таврової балки і т. ін. Деталі можуть бути з вирізами та без них.

На кресленні кожна деталь позначена номером, а її контури суцільними лініями. Якщо на кресленні не позначені розміри деталі, то їх можна знайти за специфікацією, яка представляє собою документ, що містить усю інформацію про деталі, котрі входять до складу креслення (назва і номер деталі, габаритні розміри, місце розташування, товщина, матеріал, з якого вона виготовлена, маса і т. д.).

Якщо деталь представляє собою настил другого дна, бортову обшивку, внутрішній борт, плоску частину дна, то на кресленні її контури можуть бути позначені тонкими лініями з указанням зварювання [5, 6, 7], або лініями зі спеціальними позначеннями монтажних (хххх, $\longrightarrow$) та контуровочних (///, $\longrightarrow$) стиків чи пазів. При цьому товстими лініями на суднобудівних кресленнях позначається перетин інших деталей або їх приварення до заданої деталі (рис. 2, а).

Якщо деталь представляє собою лист флора, стрінгера, вертикального кіля або бракету, тоді її контури визначаються в залежності від наявності кутових вирізів на зображенні цієї деталі на кресленні, вказання зварювання та номера деталі, який позначається в колі. На рис. 2, б заштрихована шукана деталь.

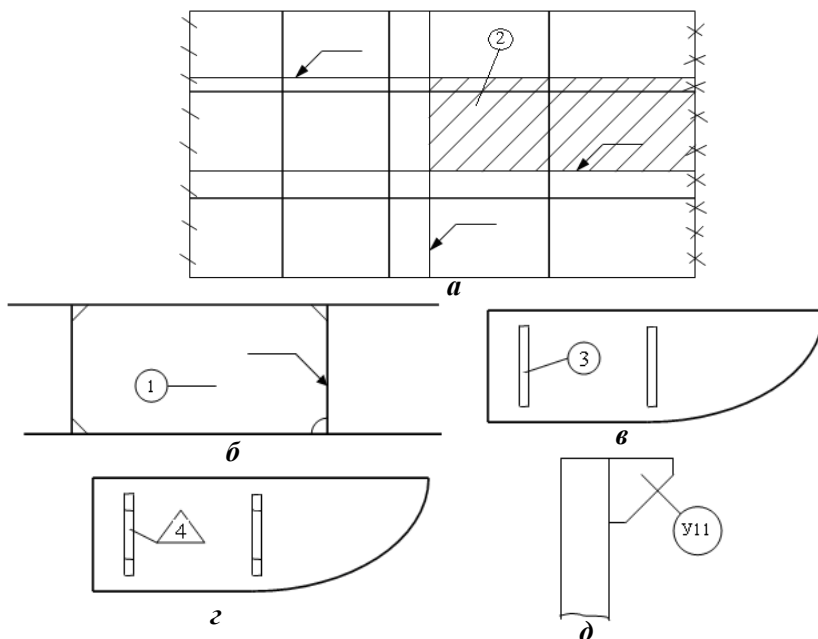


Рис. 2. Визначення заданої деталі на кресленні

Якщо деталь представляє собою ребро жорсткості, тоді її розміри визначаються зі специфікації до креслення, номер позначається в колі або на деяких кресленнях в трикутнику, а форма деталі малюється в залежності від зображення на кресленні (для рис. 2, *в* – контур деталі зображено на рис. 3, *а*; для рис. 2, *г* – на рис. 3, *б*).

Для деталей, що є загулками або кницями та представляють собою уніфіковані деталі, на кресленні можна зустріти відповідні позначення (рис. 2, *д*). Дані про такі деталі містяться в спеціальних заводських журналах, тому для визначення їх форми необхідно проконсультуватися з викладачем, а розміри заміряти на кресленні та помножити на масштаб.

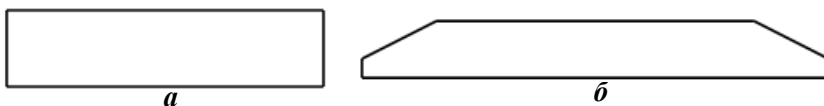


Рис. 3. Ребра жорсткості

Контрольні питання

1. Що представляє собою креслення?
2. Яка інформація міститься у специфікації до креслення?
3. Назвіть типи та способи зварювання, що використовуються в суднобудуванні.
4. Назвіть типи деталей за конструктивним призначенням.

Лабораторна робота № 2. Розробка ескізів деталей корпусу судна

Мета роботи:

1. Набути навичок графічних побудов згідно вимог ЄСКД.
2. Навчитися розробляти ескізи листових деталей.
3. Ознайомитися з оброзмірюванням деталей корпусу судна.

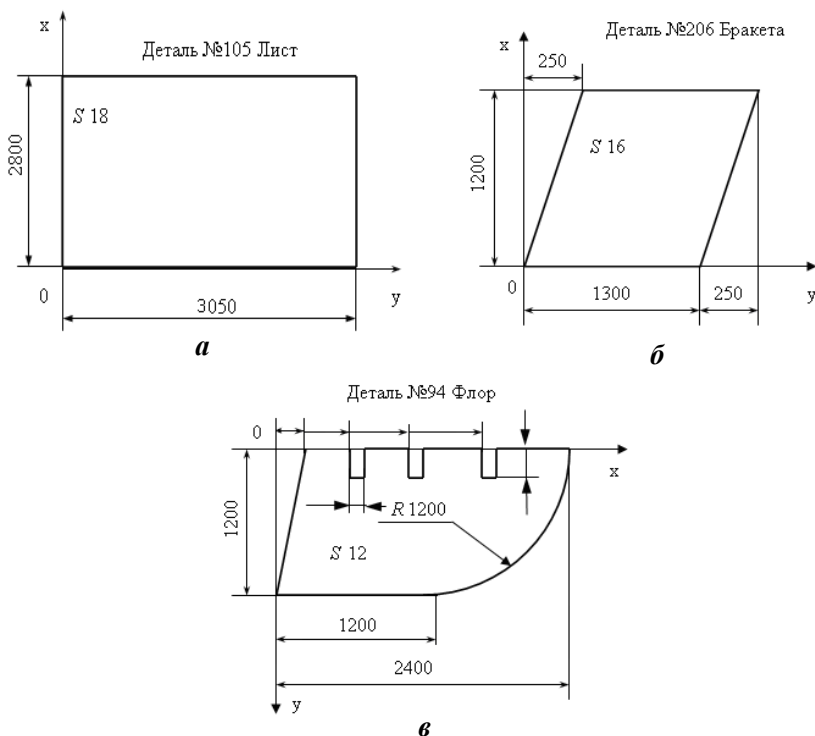
Ескізи представляють собою графічне зображення всіх деталей корпусу судна. Їх викреслюють в будь-якому масштабі, але приблизно відтворюють форму та співвідношення розмірів деталі в розгорнутому вигляді. На ескізах має бути вся інформація, що необхідна для подальшого виготовлення деталі на всіх етапах корпусообробного виробництва.

Послідовність виконання роботи:

- 2.1. Нанести основний контур деталі товстими лініями.
- 2.2. Нанести внутрішні, контурні та кутові вирізи у разі їх присутності на деталі.

2.3. Обрати оптимальне положення осей координат в залежності від конфігурації деталей та нанести їх.

На деталях, що мають кути 90° , осі координат необхідно суміщати з кромками, що утворюють прямий кут (рис. 4, *а*). Якщо деталь не має взаємноперпендикулярних кромок, тоді одну з осей координат суміщують з прямолінійною кромкою, а іншу направляють через одну з крайніх точок контуру деталі, але обов'язково слід розташовувати деталь у позитивному квадранті системи координат (рис. 4, *б*). На деталях несиметричної форми, контури яких мають вирізи для проходу набору, одну з координатних осей слід направляти перпендикулярно до осьових ліній вирізів по полю деталі або за ним, а іншу вісь суміщувати з боком деталі або його крайньою точкою (рис. 4, *в*).



2.4. Нанести додаткові осі координат, якщо це необхідно

Додаткові локальні осі координат необхідно використовувати для визначення координат точок криволінійних кромek, хорди яких розташовані під кутом до осей основної системи координат. Також ці координатні осі використовують для визначення координат точок внутрішніх вирізів (рис. 5).

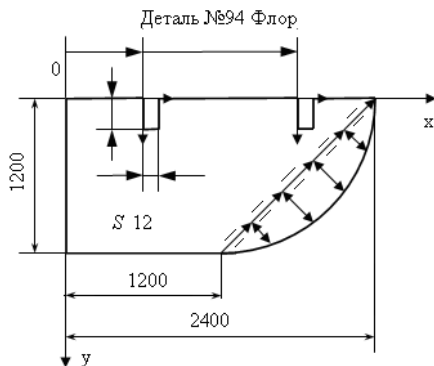


Рис. 5. Розміщення локальних осей координат на ескізі деталі

2.5. Нанести всі розміри деталі (габаритні розміри, розміри всіх вирізів, розміри розташування вирізів, відстані ділянок зміни форми контуру деталі). Слід зауважити, що під час вказання розмірів криволінійної частини контуру деталі відстань між точками не повинна перевищувати 500 мм.

В суднобудуванні дозволяється для однакових вирізів проставляти на ескізі всі необхідні розміри на одному вирізі (рис. 5) або кілька розмірів на одному вирізі, а останні – на іншому (рис. 4, в). Для прив'язки вирізів до контуру деталі дозволяється ставити стрілки від точки прив'язки в одному напрямку та в одну лінію. Приклади ескізів деталей наведені на рис. 6.

Контрольні питання

1. Що представляє собою ескіз деталі?
2. Яким чином ескіз деталі прив'язується до осей координат?
3. Для чого призначені ескізи деталей?
4. Яка інформація міститься на ескізах?

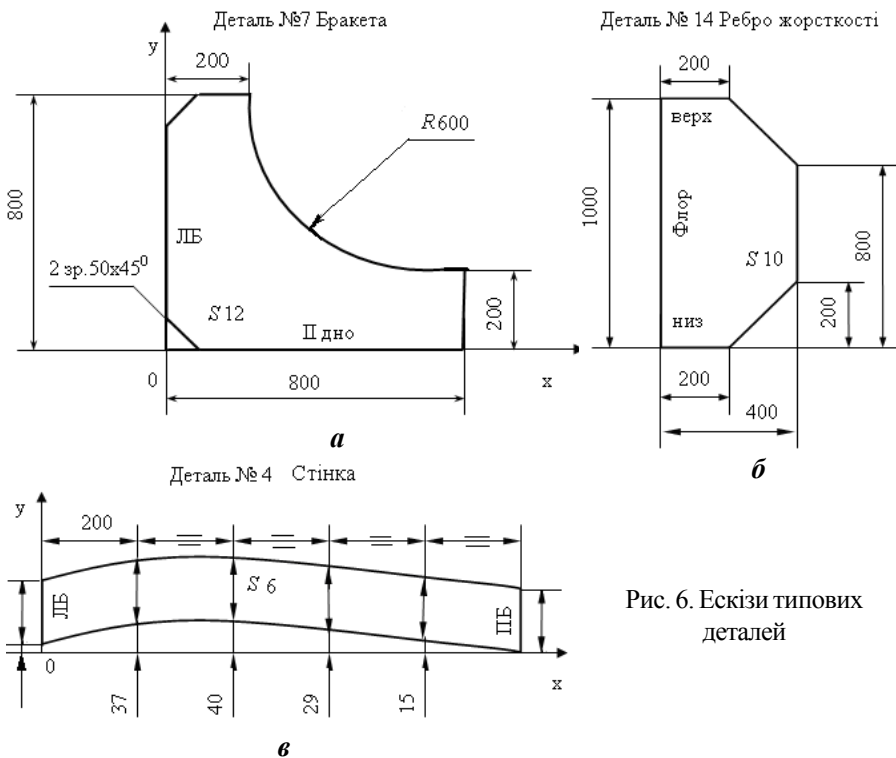


Рис. 6. Ескізи типових деталей

Лабораторна робота № 3. Маркування та призначення припусків на деталі

Мета роботи:

1. Ознайомитися з маркуванням деталей.
2. Навчитися призначати припуски на деталі.

Маркування представляє собою нанесення на деталь інформації, яка дозволяє не загубити її у великій кількості корпусних деталей, дотриматися технологічних особливостей і вимог під час її виготовлення та складання у конструкції.

У зв'язку з тим, що під час виготовлення деталей, складання і зварювання конструкцій з'являються неточності, тому в суднобудуванні використовують припуски. У процесі розробки ескізів деталей потрібно визначити необхідність призначення припусків для даної деталі, їх розташування та розміри. Припуск представляє собою надлишок металу, який призначають понад номінальні розміри деталі та видаляють з заготовки для отримання деталі в закінченому обробленому вигляді або в процесі виготовлення конструкції (вузла, секції, блока чи корпусу судна вцілому).

До основного маркування відносять:

- номер замовлення;
- номер секції;
- номер креслення;
- номер та назву деталі;
- товщину деталі.

Додаткове маркування представляє собою нанесення орієнтуючих написів ("ніс", "корма", "ДП", "верх", "низ" і т.д.), при необхідності технологічних вказівок про зняття фасок і ласок, а також умовних маршрутів обробки деталі.

Допоміжне маркування передбачає додаткові технологічні вказівки, які необхідні для виготовлення даної деталі в конкретних виробничих умовах суднобудівного підприємства.

Послідовність виконання роботи:

3.1. Нанести на ескіз елементи основного маркування. Для того, щоб не загорашувати ескізи, тудент наносить всі написи основного маркування крім позначення товщини поза контуром деталі.

3.2. Нанести на ескіз додаткове маркування.

Студент повинен нанести тільки орієнтуючі написи на ескізи деталей.

3.3. Нанести при необхідності допоміжне маркування.

3.4. Нанесення припусків на ескізи деталей.

3.4.1. Припуск на механічну обробку кромки листових деталей призначається на ті кромки деталі, які необхідно фрезерувати або виконати строжку. Розмір цього припуску дорівнює половині товщини металу, з якого виготовлена деталь, але не менше 3 і не більше 10 мм.

3.4.2. Припуск на холодне згинання листових деталей призначається на деталь складної кривизни, що гнеться у двох напрямках, по всьому її контуру. Величина припуску складає 25...50 мм в залежності від складності форми самої деталі. Для деталей простої кривизни припуск на згинання призначається по двом паралельним кромкам (рис. 7).

3.4.3. Припуски, які призначаються з урахуванням умов складання та зварювання в суднобудуванні поділяють на монтажні та контуровочні. Монтажний припуск призначається на кромки деталей, що утворюють монтажний паз або стик секції, до складу якої вони входять. Монтажними пазами та стиками є ті, що повернуті до закладної або раніше встановленої секції. Контуровочні припуски призначаються на кромки деталей, що утворюють інші монтажні стики та пази секції або ті, що утворюють

контури полотнищ поздовжніх та поперечних перегородок, настилів другого дна та ін. Для закладної секції на деталі по всіх кромках призначаються тільки контуровочні припуски.

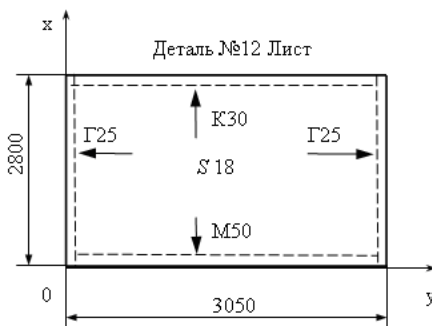


Рис. 7. Нанесення припусків на деталь

Розміри контуровочних та монтажних припусків залежать від характеру з'єднувальних поверхонь. Якщо сполучаються плоскі, конічні або циліндричні поверхні, то припуск має розмір 20 мм. Для деталей будь-якого погину, що утворюють з'єднувальні кромки, припуск призначається до 50 мм.

У роботі приймати припуски на холодне згинання розміром 40 мм, контуровочні припуски – 30 мм, монтажні – 50 мм. Слід враховувати, якщо деталь на одну кромку має кілька припусків різного призначення (наприклад, монтажний та припуск на холодне згинання), то необхідно призначати найбільший за розміром.

В роботі, щоб не захоращувати деталь написами, студент наносить на ескіз товщину деталі, орієнтовні написи та необхідні припуски, номери деталі та її назву записує над ескізом, а номери секції та креслення вказує у вихідних даних.

Контрольні питання

1. Які бувають види маркування деталей?
2. Для чого необхідне маркування?
3. Що представляє собою припуск на деталь?
4. Назвіть види припусків.
5. Чим відрізняються монтажний та контуровочний припуски?

Лабораторна робота № 4. Розрахунок маси деталей та їх класифікація

Мета роботи:

1. Навчитися розраховувати масу деталі будь-якої форми та розмірів.
2. Вивчити принципи класифікації деталей в суднобудуванні.

Масу деталей розраховують для визначення ваги секції або конструкції корпусу судна для подальшого аналізу потужностей підйомно-транспортного обладнання, що використовується на суднобудівному підприємстві.

Класифікація деталей необхідна для використання типових технологічних маршрутів їх виготовлення з урахуванням навантаження на кожну ділянку корпусообробного цеху з метою уникнення затримки у постачанні деталями складально-зварювального цеху та простоїв обладнання.

Послідовність виконання роботи:

4.1. Для розрахунку маси деталі спочатку необхідно визначити її чисту площу за формулою:

$$F_{дет} = F_{конт} - F_{вир},$$

де $F_{конт}$ – площа контуру деталі, m^2 , $F_{вир}$ – площа вирізів, m^2 .

Якщо деталь складної кривизни та всі її кромки (або одна з них) криволінійні, то для визначення площі такої деталі слід приймати, що такі кромки є прямими. Це пояснюється тим, що в суднобудуванні криволінійні кромки мають достатньо незначну кривизну, тому можна вважати їх прямолінійними.

4.2. Визначити чистий об'єм деталі за формулою:

$$V = F_{дет} \cdot S,$$

де S – товщина деталі, м.

4.3. Визначити масу деталі за формулою:

$$m = V \cdot \rho,$$

де ρ – щільність матеріалу, з якого виготовлена деталь, $т/м^3$ (для сталі $\rho = 7,85 т/м^3$).

4.4. Визначити класифікацію деталей.

В залежності від виду матеріалу, габаритних розмірів та геометричної форми всі деталі в суднобудуванні поділяють на п'ять класів та вісім груп, кожна з яких має цифрові шифри. Перша цифра вказує на клас, до якого відноситься деталь, а друга – на групу; цифри розділяються крапкою. Така класифікація охоплює всі основні геометричні ознаки деталі, що впливають на технологічний процес її виготовлення. Визначити класифікацію для кожної деталі можна за допомогою табл. 2 дод. А.

Слід зауважити, великогабаритними деталями в суднобудуванні вважаються ті, у яких хоча б один розмір перевищує 500 мм. Деталі можуть мати внутрішні, контурні та кутові вирізи. При наявності хоча б одного з них деталей відносять до груп деталей з вирізами. Під час класифікації в роботі приймати, що деталі товщиною 12 мм і більше мають розробку кромки. Великогабаритні деталі з лініями зламу хоча і є простої кривизни, їх необхідно відносити до груп деталей складної кривизни, тому що виготовлення відбувається на аналогічному обладнанні для деталей цих груп.

В роботі студент записує клас та групу деталі спочатку олівцем поряд з ескізом деталі, а після перевірки викладачем заносить до табл.1.

Таблиця 1. Класифікація деталей корпусу судна

Номер деталі за кресленням	Клас та група деталей

Контрольні питання

1. Як визначити масу деталі?
2. Чи впливає матеріал, з якого виготовлена деталь, на її масу і яким чином?
3. За якими ознаками деталі поділяють на класи?
4. Які характеристики деталі впливають на визначення групи, до якої вона належить?
5. Для чого необхідна класифікація деталей в суднобудуванні?

Лабораторна робота № 5. Розробка технологічного маршруту виготовлення корпусних деталей

Мета роботи:

1. Вивчити методику розробки технологічного маршруту виготовлення деталей.
2. Вивчити шифри основних технологічних операцій.
3. Обирати раціональне обладнання для виготовлення деталей корпусу судна.

Для того, щоб виготовити деталь, необхідно виконати кілька технологічних операцій в певній послідовності. Така послідовність має назву технологічний маршрут виготовлення деталі.

Таким чином, технологічним маршрутом виготовлення деталі називається послідовність технологічних операцій, в ході якої з предметом праці відбуваються кількісні та якісні зміни (форми, розмірів, зовнішнього вигляду, фізичних властивостей і т.п.).

Послідовність виконання роботи:

5.1. Ознайомитися з шифрами технологічних операцій (табл. 3 дод. А), з яких в певній послідовності буде складено технологічний маршрут.

5.2. Розробити технологічний маршрут виготовлення кожної деталі завдання.

В суднобудуванні для зручного користування інформацією про виготовлення деталі робітник користується технологічним маршрутом, який має вигляд послідовності шифрів. Але слід зазначити, що під час формування кожного технологічного маршруту виготовлення деталі необхідно дотримуватися певної логічної послідовності виконання технологічних операцій.

5.2.1. Розмічування деталі – нанесення всіх контурів деталі на заготовку. Спосіб розмічування залежить від способу різання деталей. Деталі, які вирізуються на механічному обладнанні, переносними газовими машинами або вручну, раціонально розмічати за шаблонами або ескізами. Якщо використовується теплове різання на машинах з програмним керуванням, то розмічування не виконується. Для даної роботи розмічування буде виконано за попередньо розробленими ескізами.

5.2.2. Маркування деталі – нанесення на деталь спеціальних символів. Маркування може виконуватися фарбою, спеціальним олівцем, кернером або автоматично на машинах з програмним керуванням. В даній роботі маркування виконувати спеціальним олівцем (маркером).

5.2.3. Вирізування деталі – може бути теплове та механічне.

Механічне вирізування виконується на гильотинних ножицях або на прес-ножицях. В роботі механічне вирізування призначати на деталі товщиною до 12 мм, з прямолінійними кромками, без вирізів та розробки кромок, розмірами не більше 2,5 м. Необхідно враховувати, що на гильотинних ножицях вирізують деталі з листового прокату, на прес-ножицях – з сортового та штабового.

Теплове вирізування виконують на машинах з числовим програмним керуванням (ЧПК) (газове та плазмове різання), на переносних машинах (газове) та вручну (газове). Теплове вирізування використовують для деталей будь-якої товщини, форми, розмірів, з вирізами та без них. Якщо в роботі для вирізування деталей обрана машина з ЧПК, то опера-

ція розмічування не призначається (вирізування відбувається за спеціально розробленою програмою, де закладені контури деталей, як зовнішні, так і внутрішні, та їх розміщення на заготовці), а маркування виконується після вирізування та розробки кромки. Для деталей, що мають довжину прямолінійних кромки більшу за 2,5 м або розробку кромки, необхідно призначати вирізування на переносних газових машинах. Якщо деталь має хоча б одну криволінійну кромку або виріз, то слід призначати вирізування на машинах з програмним керуванням.

5.2.4. Розробка кромки призначається на кромки зовнішнього контуру деталей в залежності від виду зварювання, що буде використано для них. Якщо використовується ручне зварювання, то розробка кромки призначається для деталей товщиною більше 8 мм для того, щоб отримати в подальшому якісний зварний шов. Для напівавтоматичного зварювання – при товщині деталей 12 мм і більше, для автоматичного – 18 мм і більше. В роботі прийняти напівавтоматичне зварювання для всіх деталей.

Розробку кромки слід виконувати в процесі газового вирізування на будь-якому обладнанні з газовим типом різання. Після плазмового чи механічного вирізування розробка кромки при необхідності призначається на переносних газових машинах або вручну (рідше), а для дрібних деталей – на кромко-сколювальних станках (СКС).

5.2.5. Зачищення кромки – необхідно виконувати у випадках, коли використовувалося газове вирізування, тому що по кромках відбувалося наплавлення й окислення металу та створення грату, який необхідно зняти, щоб отримати в подальшому якісне зварне з'єднання. Зачищення кромки виконують за допомогою пневматичного, електричного або ручного інструменту.

5.2.6. Виправлення після вирізування – призначається для плоских деталей. Цю операцію призначати на листоправильних вальцях для великогабаритних деталей та на пресі для дрібних деталей. Не підлягають виправленню деталі товщиною 18 мм і більше та деталі, які в подальшому піддаються згинанню, за виключенням тих, що мають злами.

5.2.7. Згинання – призначається для деталей, що мають просту та складну кривизну або лінії зламу. До таких деталей відносять деталі циліндричної та конічної форми, деталі вітрилоподібної форми, деталі з відігнутими фланцями та ін. Згинання виконують на вальцях, пресі та фланцезгинальних машинах в залежності від типу згинання. Деталі цілі-

ндричної, конічної форми, гофрування листів хвилеподібної форми згинають на листозгинальних вальцях, деталі складної кривизни та з лініями зламу – на пресі.

Після виконання лабораторної роботи для кожної деталі має бути отримано технологічний маршрут її виготовлення, наприклад:

43-48-57-73.

Спочатку студент наносить маршрут виготовлення олівцем поряд з ескізом деталі. Після перевірки викладачем заповнює табл. 2. Якщо різні деталі мають однакові клас, групу, товщину та маршрут, то до таблиці їх заносять через кому.

Таблиця 2. Технологічні маршрути виготовлення деталей корпусу судна

Номер деталі за кресленням	Технологічний маршрут виготовлення деталі

Контрольні питання

1. Що представляють собою технологічна операція та технологічний маршрут виготовлення деталі корпусу судна?

2. Назвіть види різання та обладнання, яке використовується для виконання цієї технологічної операції.

3. Що таке розробка кромки, для чого і коли вона призначається?

4. Які обмеження висувають до деталей, котрим призначають механічне вирізування?

5. Що представляють собою операції виправлення та згинання деталей та на якому обладнанні вони виконуються?

Лабораторна робота № 6. Розрахунок трудомісткості виготовлення деталей

Мета роботи:

1. Ознайомитися з нормативними документами в суднобудуванні.

2. Набути навичок користування нормами часу на технологічні операції.

3. Навчитися розраховувати трудомісткість виготовлення деталі згідно призначеного технологічного маршруту.

Для виконання даної роботи студенту необхідно розрахувати трудомісткість виготовлення кожної деталі за складеним у попередній роботі технологічним маршрутом її обробки. Під час розрахунку трудомісткості

передбачено користування нормативами часу, що містять в собі технічно обґрунтовані норми часу на виконання кожної технологічної операції з урахуванням специфічних умов виробництва, обладнання, пристосувань та оснащення, які використовуються робітником для виготовлення кожної деталі.

Послідовність виконання роботи:

- 6.1. Ознайомитися з нормативами часу та їх складовими елементами.
- 6.2. Згідно табл.4 дод. А визначити розрахункові формули для кожної технологічної операції маршруту виготовлення деталі.
- 6.3. Врахувати необхідні коефіцієнти, які змінюють значення трудомісткості в залежності від обладнання, оснащення та пристосувань, що використовуються в процесі виробництва.
- 6.4. Визначити числові значення норм часу ($T_{n,i}$) на кожну технологічну операцію з урахуванням кількості деталей у партії.
- 6.5. Знайти трудомісткість (T) виготовлення кожної деталі в кількості, що вказана в індивідуальному завданні за формулою:

$$T = \sum_{i=1}^n T_{n,i},$$

де i – порядковий номер технологічної операції, n – кількість технологічних операцій в маршруті виготовлення деталі.

Приклад. Розрахувати трудомісткість виготовлення однієї деталі (рис. 8) за наступним технологічним маршрутом:

55-48-71.

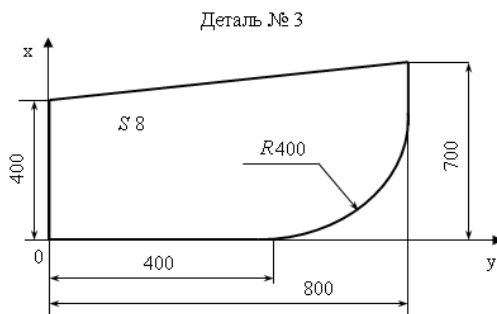


Рис. 8. Ескіз деталі

Для визначення трудомісткості спочатку визначимо за табл. 4 дод.А формули розрахунку норм часу кожної технологічної операції:

1) Норма часу для операції 55 (плазмове різання деталі на машині з ЧПК) визначається за формулою $T_{55} = (0,001S + 0,015)L$, де S – товщина деталі, мм; L – довжина різу, м. Отже для даної деталі $T_{55} = (0,001 \cdot 8 + 0,015) \cdot 2,582 = 0,059$ н-год.

2) Але для такого способу різання необхідно розробити та відлагодити програму для машини з ЧПК. Норма часу на цю роботу визначається за формулою $T_{05} = T_{05/1} + T_{05/2}$, де $T_{05/1} = 0,14N + 0,12 = 0,14 \cdot 5 + 0,12 = 0,82$ н-год (N – кількість елементів на деталі) – норма часу на розробку програми; $T_{05/2} = T_{05/1} \cdot k = 0,82 \cdot 0,3 = 0,25$ н-год (k – коефіцієнт, що враховує ступінь складності форми деталі) – норма часу на відлагодження програми. Таким чином $T_{05} = 0,82 + 0,25 = 1,07$ н-год.

3) Норма часу для операції 48 (маркування деталі) визначається за формулою $T_{48} = 0,001N + 0,0001 H - 0,005$, де N – кількість знаків на деталі, шт.; H – висота знаків, мм. Отже $T_{48} = 0,001 \cdot 10 + 0,0001 \cdot 100 - 0,005 = 0,015$ н-год.

4) Норма часу для операції 71 (виправлення на листоправильних машинах) розраховується за формулою $T_{71} = (0,012S + 0,9)(0,86L + 0,14)(0,01B + 0,04)$, де L – довжина деталі, м; B – ширина деталі, м; S – товщина деталі, мм. Одержимо $T_{71} = (0,012 \cdot 8 + 0,9)(0,86 \cdot 0,8 + 0,14)(0,01 \cdot 0,7 + 0,04) = 0,04$ н-год.

Після проведених розрахунків визначимо загальну трудомісткість виготовлення деталі за формулою

$T = T_{05} + (T_{55} + T_{48} + T_{71})N = 1,07 + (0,059 + 0,015 + 0,04) \cdot 1 = 1,18$ н-год, де $N=1$ – кількість деталей згідно завдання.

Отже трудомісткість виготовлення заданої деталі згідно технологічного маршруту складає 1,18 н-год.

Контрольні питання

1. Що таке трудомісткість виготовлення деталі?
2. Від яких параметрів залежить величина трудомісткості?
3. Чим відрізняються норма часу та трудомісткість виготовлення деталі корпусу судна?
4. Як зміниться значення трудомісткості при збільшенні (зменшенні) габаритних розмірів деталі?
5. Для чого в суднобудуванні розраховують трудомісткість виготовлення корпусних деталей?

Лабораторна робота № 7. Технологія виготовлення вузла корпусу судна

Мета роботи:

1. Ознайомитися з вузлами корпусу судна та їх особливостями.
2. Обирати раціональне оснащення для виготовлення вузлів.
3. Навчитися складати технологію виготовлення корпусних вузлів.

Типовий технологічний процес виготовлення корпусної конструкції представляє собою послідовність технологічних операцій, яка залежить від конструктивно-технологічного типу конструкції (зварна таврова балка, полотнище і т. ін.), наявності технологічного обладнання та оснастки.

Всі деталі, що поступають до складально-зварювального цеху мають бути зачищені від іржі, олії, бруду та заґрунтовані. Тільки після цього вони вважаються придатними для подальшого їх використання.

Опис технології виготовлення вузла необхідно вести наказовим способом. Під час підбору техпроцесу особливо звернути увагу на умови доцільності його використання у кожному конкретному випадку.

Послідовність виконання роботи:

7.1. Визначити тип та призначення вузла згідно [2, 3], який було отримано кожним студентом в залежності від його порядкового номеру за списком групи.

7.2. Згідно табл. 1 дод. Б обрати типову технологію виготовлення вузла з визначеними характеристиками та раціональним оснащенням для його виготовлення.

7.3. Скласти технологію виготовлення вузла з повними поясненнями до зашифрованої послідовності виконання робіт, назвами використаної оснастки та параметрами електроприхваток.

Вся необхідна інформація для виконання даної роботи міститься у табл. 1, 2, 3 дод. Б.

Контрольні питання

1. Що називається вузлом корпусу судна?
2. Назвіть види вузлів та їх конструктивне призначення?
3. До якого виду виробництва відноситься процес виготовлення вузлів?
4. Яке оснащення використовується для виготовлення вузлів?

3. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ. БЛОК № 2

Лабораторна робота № 1. Алгоритмізація процесу проектування технологічних маршрутів виготовлення деталей корпусу судна

Мета роботи:

1. Вивчити принципи технологічного проектування.
2. Одержати навички у формалізації процесу проектування.
3. Розробити алгоритм процесу технологічного проектування корпусних деталей в суднобудуванні.

Для заданої групи деталей з урахуванням існуючої в суднобудуванні класифікації в даній роботі необхідно розробити алгоритм визначення технологічного процесу виготовлення будь-якої деталі корпусу судна з даної групи, дотримуючись усіх вимог, що висуваються до складання блок-схем алгоритму.

Послідовність виконання роботи:

1.1. Визначити перелік технологічних операцій, необхідних для виготовлення деталей з характеристиками, обмеженими завданням. Методологічною основою технологічного проектування є уніфікація і типізація технологічних процесів.

Під уніфікацією об'єктів виробництва розуміється розробка ряду обмежень на застосовувані конструктивні рішення, матеріали, розміри, точність обробки поверхонь і т.п. Аналогічно, уніфікація технологічних процесів припускає вибір і обмеження розмаїтості технологічних процесів, що використовуються для виготовлення об'єктів виробництва.

Типізацією об'єктів виробництва називають групування виробів за будь-якими конструктивними ознаками, що мають у даних виробничих умовах загальний технологічний процес, також названий типовим. В основі типізації лежить система класифікації виробничих об'єктів, що розробляється для кожного виду виробництва.

1.2. Визначити склад технологічного устаткування, необхідного для виготовлення деталей даної групи, з формальним завданням параметрів. У суднобудуванні в корпусообробному виробництві склалася система класифікації деталей корпусних конструкцій, на основі якої розроблені типові технологічні процеси. Проте, у процесі технологічного проектування необхідно внести корегування в залежності від існуючого технологічного устаткування в умовах конкретного виробництва [1, 4].

1.3. Визначити вхідні дані, які необхідні для розробки технологічного процесу. Під час розгляду корпусної деталі заданого класу і групи необхідно вибрати потрібні технологічні операції виготовлення з перевіркою можливості їх виконання за заданою моделлю виробництва. Наприклад, великогабаритна деталь із прямолінійними кромками габаритними розмірами $10 \times 570 \times 7520$ мм згідно типового технологічного процесу повинна бути вирізана на гильотинних ножицях. Однак при довжині 7520 мм виконати різання на зазначеному устаткуванні неможливо, отже, таку деталь необхідно вирізувати або на переносних машинах, або на машині теплового різання з ЧПК.

1.4. Скласти алгоритм визначення технологічного процесу у вигляді блок-схеми. Алгоритмізація процесу технологічного проектування для деталей корпусу судна полягає у визначенні переліку і послідовності виконання технологічних операцій, а також підборі технологічного оснащення на основі логічних висновків у результаті аналізу всієї сукупності інформації з моделей деталей і виробництва. Логічні висновки засновані на відомих технологічних рішеннях, якими є типові технологічні процеси виготовлення деталей.

Контрольні питання

1. Що таке типізація об'єктів виробництва?
2. Що представляє собою уніфікація об'єктів виробництва?
3. В чому полягає сутність алгоритмізації процесу технологічного проектування для деталей корпусу судна?
4. Які вхідні дані необхідні для створення алгоритму проектування техпроцесу виготовлення корпусної деталі?

Лабораторна робота № 2. Програмування процесу проектування технологічних маршрутів виготовлення деталей корпусу судна

Мета роботи:

1. Вивчити методи призначення технологічного маршруту виготовлення деталей корпусу судна на основі алгоритму.
2. Практично засвоїти засоби програмування.

Сутність лабораторної роботи полягає у практичному формуванні програми для проектування технологічного маршруту виготовлення деталі корпусу судна на основі алгоритму, складеного у попередній лабораторній роботі.

Послідовність виконання роботи:

- 2.1. Для виконання роботи необхідно спочатку вибрати мову програмування, що є найбільш зручною для студента.

2.2. Надалі потрібно скласти програму, яка дозволяє під час введення вхідних даних по деталі корпусу судна з певним класифікаційним обмеженням її характеристик отримати технологічний маршрут, тобто послідовність технологічних операцій, оснащення та обладнання, які необхідні для виконання кожної з цих операцій. Послідовність операцій повинна повністю відповідати алгоритму, складеному в попередній роботі.

Контрольні питання

1. Як зручніше для користувача забезпечувати інтерфейс програми?
2. Як саме зміниться програма зі зміною вхідних даних не виходячи або виходячи за межі обмежених характеристик деталей?

Лабораторна робота № 3. Розробка інформаційної моделі деталі

Мета роботи:

1. Вивчити структуру інформаційної моделі деталі.
2. Закріпити навички роботи з технічною документацією по корпусу судна.

3. Навчитися готувати графічну інформацію на деталі для АСТПВ.

Інформаційна модель деталі (ІМД), яка представляє собою сукупність усіх даних по деталі, зберігається в базі даних автоматизованої системи. Дані з бібліотеки деталей надалі використовуються для розробки технологічного процесу виготовлення й одержання технологічної документації для корпусообробного та складально-зварювального виробництв.

Послідовність виконання роботи:

3.1. Використовуючи ескізи деталей, виконані в попередніх лабораторних роботах, за допомогою креслення та специфікації до нього визначити необхідну додаткову інформацію на деталі, яка не вказується на ескізах. До такої інформації відноситься марка матеріалу, з якого виготовлені деталі, тип прокату (листовий або профільний), технологічні особливості виготовлення деталей та ін. Цю інформацію студент отримує з креслень та специфікацій до них або консультуючись з викладачем.

3.2. Визначити реквізити деталей. Перелік потрібних реквізитних даних наведено в табл. 1 відповідного розділу ІМД.

3.3. Визначити опорні точки всіх контурів деталі та геометричні параметри ділянок між цими точками. Будь-яка деталь корпусу судна може мати як зовнішній (основний), так і внутрішні контури (найчастіше представлені вирізами будь-якої конфігурації). Опорні точки обов'язково обираються з урахуванням геометрії деталі та призначеної в ескізі системи координат для подальшого задавання їх розташування у просторі.

3.4. Скласти інформаційну модель деталі.

Інформаційну модель необхідно представити трьома розділами у вигляді наступних таблиць:

Розділ 1. Реквізити.

Таблиця 1

Найменування реквізиту	Значення реквізиту
номер креслення	
номер деталі за кресленням	
найменування деталі	
номер проекту	
номер запуску	
товщина	
марка матеріалу	
кратність деталі (парна, непарна)	
площа без урахування вирізів	
площа з урахуванням вирізів	
габаритні розміри деталі	
прізвище розробника	
дата останнього корегування деталі	

Розділ 2. Геометрія.

а) Опорні точки основного контуру;

Таблиця 2

№ точки	Абсциса, мм	Ордината, мм

б) ділянки між опорними точками основного контуру;

Таблиця 3

№ ділянки	Тип ділянки	№ опорних точок	Координати опорних точок		Геометричні параметри проміжних точок	
	Дуга		X	Y	Координати центра дуги	
					X	Y
	Сплайн		X	Y	Параметри проміжних точок	
					Відстань по хорді	Відстань від хорди

в) опорні точки вирізів та ділянки між ними представити аналогічно табл. 2, табл. 3;

г) прив'язка вирізів. Виконується згідно табл. 4.

Таблиця 4

Номер вирізу	Тип вирізу	Прив'язка вирізу
	Контурний виріз	Номер опорної точки контуру деталі
	Внутрішній виріз	Координати прив'язки вирізу в системі координат деталі

Розділ 3. Технологія.

Скласти технологічні вимоги до деталі у вигляді технологічного маршруту її виготовлення.

Контрольні питання

1. Що представляє собою інформаційна модель деталі?
2. Назвіть складові частини ІМД та інформацію, яка міститься в кожній з них.
3. Яким чином задається основний контур деталі в ІМД?
4. Де можна отримати інформацію по деталі для створення ІМД?
5. Для чого створюється ІМД і де зберігається?

Лабораторна робота № 4. Моделювання деталей корпусу судна

Мета роботи:

1. Практично засвоїти інструментальні засоби опису деталей.
2. Ознайомитися з методами автоматизованого складання ескізів деталей.
3. Одержати представлення про інформаційну базу технологічного проектування.

У даний час основними методами моделювання деталей в автоматизованих системах є метод геометричних побудов та за допомогою бібліотеки типових деталей.

Бібліотека типових деталей представляє собою сукупність процедур параметричного опису деталей, що найчастіше використовуються у складі конструкцій корпусу судна. До таких деталей відносяться книці, бракети, штаби, а також інші деталі, за формою близькою до типової. Технологу необхідно буде додати потрібні вирізи на деталі.

Якщо деталь неможливо описати за допомогою типової форми, тоді необхідно виконати геометричні побудови для формування контуру деталі з графічних елементів, до яких належать точки, прямі лінії, відрізки, окружності, дуги, сплайни. У цьому полягає використання другого методу. Технолог будує певний каркас із графічних елементів, що потім поєднує в єдиний контур.

Послідовність виконання роботи:

4.1. Визначити які деталі з завдання за попереднім оцінюванням студента є близькими за геометрією та призначенням до типових деталей.

4.2. Активізувати пункт меню "Деталь", "Типова" та вибрати відповідний тип, що найбільше підходить для розглянутої деталі.

4.3. Обрати найбільш придатну форму типової деталі з наведеного на екрані переліку зображень.

4.4. Ввести характерні розміри деталі та виконати команду "Розрахувати". Геометрія деталі буде розрахована автоматично за передбаченою процедурою.

4.5. Задати реквізити деталі в діалоговому вікні, що відкрилося.

4.6. Встановити, якщо необхідно, контурні та кутові вирізи й прив'язати їх до основного контуру.

4.7. Розмістити та прив'язати до контуру внутрішні вирізи, якщо вони є.

4.8. Задати розмірні лінії й уточнити розміри деталі.

4.9. Розмістити маркувальні написи.

4.10. Записати деталь у "Базу даних".

4.11. Якщо деталь неможливо описати за допомогою типової форми, тоді необхідно виконати геометричні побудови для формування контуру деталі за допомогою графічних елементів.

4.12. Побудований каркас із графічних елементів необхідно поєднати в єдиний контур. Для цього потрібно активізувати закладку "Створення", "Контур" та обрати метод об'єднання в контур (за допомогою точок та ліній або перетинанням ліній).

4.13. Наступні операції виконати аналогічно пп. 4.6 – 4.10.

Контрольні питання

1. Які ви знаєте методи моделювання деталей в автоматизованих системах?

2. Назвіть основні особливості кожного з відомих методів.

3. Які графічні елементи використовують для створення геометрії деталі в автоматизованих системах?

4. Яким чином в автоматизованій системі представлені основний контур деталі та контури вирізів?
5. Як задаються розміри та маркувальні написи на моделі деталі?

Лабораторна робота № 5. Автоматизація розкрою листового прокату

Мета роботи:

1. Вивчити технологічні вимоги до карт розкрою для теплового вирізування в суднобудуванні.
2. Вивчити методи розміщення деталей на листі металу для забезпечення високого коефіцієнту розкрою.
3. Засвоїти автоматизовані засоби формування та корегування карт розкрою в складі АСППВ.

З огляду на усі вимоги до карт розкрою, які є в суднобудуванні, задачу розкрою листових матеріалів відносять до розряду важкоформалізованих задач. У зв'язку з цим, автоматичний розкрій розглядається лише як попереднє розміщення деталей, а остаточний варіант розкрою досягається після оцінки і корегування розміщення деталей технологом.

Сутність лабораторної роботи полягає в практичному формуванні карт розкрою листового прокату з використанням попередньо розроблених студентом моделей деталей з бази даних АСППВ.

Послідовність виконання роботи:

5.1. Підготувати групи спільного розкрою (ГСР), тобто групи деталей однакової товщини, марки матеріалу та одного запуску. Для цього необхідно активізувати пункт меню "Розкрій", "ГСР" та додати нові групи деталей, задаючи при цьому всі необхідні параметри.

5.2. Підготувати дані по листовому прокату. Обрати пункт меню "Листовий прокат" та ввести параметри прокату (ширину, довжину та кількість), з якого буде виготовлено деталі ГСР. Листовий прокат, що користується найбільшим попитом, має розміри $2,5 \times 12$ та $2,6 \times 12$ м.

5.3. Виконати розрахунок карт розкрою.

5.4. Оцінити якість карти розкрою з погляду коефіцієнта використання металу і забезпечення технологічності.

5.5. Сформулювати рекомендації для підвищення якості карти розкрою.

5.6. Відкорегувати карти розкрою в автоматичному режимі.

Контрольні питання

1. Що представляє собою карта розкрою?
2. З яких частин складається інформаційна модель карти розкрою?

3. Яким чином формуються групи спільного розкрою?
4. Що представляє собою коефіцієнт використання металу?
5. Які прийоми використовують для підвищення коефіцієнта використання металу?

Лабораторна робота № 6. Автоматизація призначення маршруту вирізування деталей корпусу судна

Мета роботи:

1. Вивчити технологічні вимоги до маршруту вирізування деталей карт розкрою для теплового різання в суднобудуванні.
2. Вивчити методи призначення маршруту вирізування з забезпеченням технологічних вимог.
3. Засвоїти автоматизовані засоби призначення маршруту вирізування в складі АСТПВ.

Сутність лабораторної роботи полягає в практичному формуванні маршруту вирізування деталей карт розкрою листового прокату, розрахованих у попередній лабораторній роботі.

Послідовність виконання роботи:

6.1. Для виконання роботи спочатку необхідно вибрати з бази даних створену раніше карту розкрою та відкрити її.

6.2. Задати параметри маршруту різання деталей, активізувавши пункт меню "Параметри", "Розкрій", "Маршрут різання". У вікні, що з'явиться на екрані, вказати напрям різання, розміри перемичок та містків, спосіб виходу різача з контуру (по прямій, по дузі або на контурі), початкове та кінцеве положення різача. Самоперевірку можна зробити за допомогою [4].

6.3. Перевести карту розкрою в режим відображення маршруту різання. Для цього необхідно активізувати пункт меню "Вікна", "Маршрут різання". Після цього усі контури деталей карти розкрою відобразяться білим кольором.

6.4. Далі необхідно мишею вказувати порядок обробки контурів. Для цього досить підвести курсор до контуру і натиснути на ліву кнопку миші, при цьому контур включається в маршрут з попереднім розрахунком параметрів обробки. Під час призначення послідовності слід керуватися технологічними вимогами до маршруту різання, до яких належать мінімізація теплових деформацій у процесі різання, мінімізація довжини холостих переходів та мінімізація кількості пробивань металу.

6.5. Після закінчення призначення послідовності виконують розрахунок траєкторії різання вибором відповідної команди. Для цього необхідно активізувати пункт меню "Змінення", "Розрахунок траєкторії". На екрані різними кольорами відобразяться холості переходи різача, спосіб входу та виходу різача відносно контуру деталі, безпосередньо лінія різу.

6.6. По закінченні розрахунку необхідно дослідити отриманий маршрут, враховуючи технологічні вимоги до маршрутів різання, і внести необхідне корегування.

6.7. Надалі маршрут записується та експортується в базу даних.

6.8. Розраховується керуюча програма вирізування для пристрою з ЧПК. Керуюча програма виводиться в текстовий файл в одному з образних форматів (ISO, ESS1 чи який-небудь унікальний). Для цього необхідно перейти до закладки меню "База даних". Перед створенням програми задаються параметри налагоджування у закладці "Сервіс", де вказуються коди операцій та наявність додаткових технологічних умов. Після цього слід обрати у складі груп розкрою попередньо розроблену карту розкрою і маршрут різання та відкрити їх. На екрані з'явиться вікно з переліком команд. Потрібно обрати "Управляюча програма", ввести назву програми та зберегти її в базі даних (місце збереження файлу візуально надається користувачу).

6.9. Перевірити правильність розробки програми за допомогою імітатора, який активізується у пункті меню "Сервіс", "Управляюча програма". На екрані виводиться вікно з командами програми, поступова активізація яких наявно показує весь процес вирізування деталей карти розкрою.

6.10. Проаналізувати якість виконання процесу вирізування з урахуванням всіх технологічних вимог.

Контрольні питання

1. Що представляють собою маршрут та траєкторія різання деталей карти розкрою?

2. Які технологічні вимоги в суднобудуванні висуваються до маршрутів різання?

3. Назвіть способи входу та виходу різача з контуру.

4. Яким чином забезпечується мінімізація основних технологічних вимог, що висуваються до маршрутів різання?

5. Що представляє собою керуюча програма різання для машини з ЧПК?

Лабораторна робота № 7. Автоматизація складання технічної документації

Мета роботи:

1. Вивчити технологічні вимоги до складання технічної документації в суднобудуванні.
2. Ознайомитися з методами автоматизації під час формування документів.
3. Практично засвоїти автоматизовані засоби, які необхідні для складання технічної документації.

Сутність лабораторної роботи полягає в практичному формуванні специфікації до креслення, обраного в базі даних.

Послідовність виконання роботи:

7.1. Для виконання роботи необхідно спочатку активізувати закладку "Специфікація", обрати тип заповнення цього технічного документу (стандартна форма або альбомна).

7.2. Далі необхідно вказувати номер креслення, до якого складається специфікація. Після появи на екрані переліку деталей, що входять до складу секції, необхідно обрати деталі, які будуть включені до складу специфікації та формат файлу, в якому буде сформовано документ (Word, Excel).

7.3. Після формування специфікації та запису її у базу даних потрібно проаналізувати отриманий документ та внести корективи, якщо це необхідно.

Контрольні питання

1. Яку технічну документацію можна отримати в автоматизованій системі?
 2. Яка інформація міститься у специфікації до креслення?
 3. Які технологічні вимоги висуваються до складання технічної документації в суднобудуванні?
-

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Ничипоров М.Н., Пармас В.К., Фатеев Н.В.* Методические указания к лабораторным работам по курсу "Автоматизация судостроительного производства". – Николаев: НКИ, 1992. – 36 с.
 2. Основы технологии судостроения: Учебник для ВУЗов / Под общ.ред. *В.Ф. Соколова*. – СПб.: Судостроение, 1995. – 402 с.
 3. Основы механизации и автоматизации судостроительного производства / *В.Ф. Соколов* и др. – Л.: Судостроение, 1986. – 355 с.
 4. Технологія виготовлення деталей корпусу судна: Навчальний посібник / *О.С. Рашковський, С.І. Жигуліна, В.М. Перов, С.М. Сліжесвський*; Під заг. ред. проф. *О.С. Рашковського*. – Миколаїв: НУК, 2009. – 136 с.
 5. ОСТ 5.9324 – 89 Комплексная система контроля качества корпуса металлических судов. Технические требования к проверочным работам при изготовлении узлов и секций. Введен с 01.01.1991. – Л.: ЦНИИТС, 1991. – 52 с.
 6. ОСТ 5.1093 – 78 Соединения сварные стальных корпусных конструкций надводных судов. Правила контроля. Введен с 30.06.1978. – Л.: ЦНИИТС, 1978. – 33 с.
 7. РД 5.1078 – 76 Корпусные конструкции металлических судов. Исправление дефектных участков сварных соединений. Основные положения. Введен с 01.01.1978. – Л.: ЦНИИТС, 1978. – 30 с.
-

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця 1. Технологічна класифікація секцій корпусу судна.

Секції	Плоскі	Без погину або з незначним погином
		Гофровані
		Обмежені криволінійною поверхнею
	Напівоб'ємні	Обмежені тільки плоскими поверхнями
		Обмежені хоча б однією криволінійною поверхнею
	Об'ємні	Обмежені тільки плоскими поверхнями
		Обмежені хоча б однією криволінійною поверхнею
		Надбудов Великих фундаментів

Таблиця 2. Класифікація деталей в суднобудуванні

Групи	Класи				
	1	2	3	4	5
	Листові крупногабаритні		Листові дрібні		З профільного прокату
	з прямо- лінійними кром- ками	з криво- лінійними кром- ками	з прямолі- нійними кромками	з криволі- нійними кромками	
	Плоскі деталі				Прямі деталі
1. Без вирізів та без розробки кромок	1.1.	2.1.	3.1.	4.1.	5.1.
2. З вирізами без розробки кромок	1.2.	2.2.	3.2.	4.2.	5.2.
3. Без вирізів з розробкою кромок	1.3.	2.3.	3.3.	4.3.	5.3.
4. З вирізами та розробкою кромок	1.4.	2.4.	3.4.	4.4.	5.4.
	Гнуті простої кривизни		З відігнутими фланцями, без вирізів		Гнуті без вирізів
5. Без розробки кромок	1.5.	2.5.	3.5.	4.5.	5.5.
6. З розробкою кромок	1.6.	2.6.	3.6.	4.6.	5.6.
	Гнуті: з кутами зламу, зі складною кривизною		З відігнутими фланцями, з вирізами		Гнуті з вирізами
7. Без розробки кромок	1.7.	2.7.	3.7.	4.7.	5.7.
8. З розробкою кромок	1.8.	2.8.	3.8.	4.8.	5.8.

Таблиця 3. Шифри технологічних операцій в суднобудуванні

Найменування операції	Шифр	Найменування операції	Шифр
Підготовка вихідних даних для виготовлення деталей	0	Пасивірування та ґрунтування:	3
Визначення контурів та розмірів деталей за робочими кресленнями	01	у спеціальних агрегатах	31
Аналітичне визначення контуру та розмірів деталей	02	у ваннах	32
Графічне визначення контуру та розмірів деталей за допомогою плазової розбивки	03	пензлем	33
Визначення контуру та розмірів деталей за допомогою натурального плазу	04	Ґрунтування:	
Складання програми для теплового різання корпусних деталей	05	у спеціальних агрегатах	34
Креслення копій-креслень для теплового різання на машинах з програмним керуванням	06	у ваннах	35
Креслення копій-креслень вручну	07	пензлем	36
Виготовлення шаблонів та каркасів	08	розпилювачем	37
Виготовлення негативів для фотопроекційного розмічування	09	Розмічування та маркування листів	4
Обробка листової сталі		Розмічування:	
Попереднє виправлення листів:	1	за кресленнями	41
у листоправильних вальцях	11	за шаблонами та каркасами	42
у листозгинальних вальцях	12	за ескізами	43
на пресі	13	на машинах з програмним керуванням	44
на розтягувальних машинах	14	фотопроекційне	45
Зачищення листової сталі:	2	Маркування:	
дробетметне з ґрунтуванням на поточних лініях	21	на машинах з програмним керуванням	46

Продовж. табл.3

Найменування операції	Шифр	Найменування операції	Шифр
дробеструйне	22	кернером та штемпелем	47
хімічне у ваннах	23	спеціальним олівцем або маркером	48
хімічне струйне	24	Різання листової сталі	5
ручне щітками	25	Газове:	
на машинах з програмним керуванням	51	Виправлення деталей після вирізування:	7
на машинах з фотоелектронним керуванням	52	в листоправильних вальцях	71
на переносних машинах	53	у листозгинальних вальцях	72
ручне	54	на пресі	73
Плазмове на машинах:		ручне на плиті	74
з програмним керуванням	55	Згинання та витягування листових деталей	8
переносних машинах	56	Згинання холодне:	
Механічне:		у вальцях	81
на гільотинних та прес-ножицях	57	на пресі	82
газове зі скошенням кромки на машині з програмним керуванням	58	На станках ЛГС	83
на роликових та дискових ножицях	59	Відгинання фланців на пресі	84
Теплова розробка кромки	6	Витягування на пресі:	
Розробка кромки в процесі різання на машинах:		холодне	85
з програмним керуванням	61	гаряче	86
з фотоелектронним керуванням	62	Згинання:	
переносних	63	холодне з місцевим підігрівом	87
Розробка кромки після вирізування деталей:		гаряче на плиті	88
на переносних машинах	64	холодне на машині з ЧПК	89
ручним різачком	65	Механічна обробка листової сталі	9

Продовж. табл.3

Найменування операції	Шифр	Найменування операції	Шифр
Зняття ласок:		Вирубка та проколювання отворів на пресі	91
на стаціонарних установках	66	Свердлення отворів	92
на переносних машинах	67	Зенкування отворів	93
ручним різакром	68	Стругання і розробка кромок	94
Зачищення кромок від грату	69	Зняття ласок	95

Таблиця 4. Норми часу технологічних операцій

Шифр і назва технологічної операції	Розрахункова формула	Умовні позначення і одиниці вимірювання	Значення поправочних коефіцієнтів
1	2	3	4
43. Розмічування деталей з прямолінійними кромками з листового прокату і вирізів на них	$T_{43} = 0,0194 + 0,0623L + 0,1134B - 0,0017L^2 - 0,0313B^2 + 0,0144BL$ (на одну деталь)	L – довжина деталі, м; B – ширина деталі, м.	За ескізом – 0,9 За шаблоном – 0,8 Кількість деталей 3 – 0,94 5 – 0,90 10 – 0,86 25 – 0,81 40 – 0,76 60 – 0,72 100 и більше – 0,54
48. Маркування деталей.	Фарбою $T_{48} = 0,073 + 0,002N - 0,0025H - 0,00000443N^{2+} + 0,000017H^2 + 0,0000041NH$ Кернером $T_{48} = 0,0016N - 0,0042 + 0,0008H - 0,0000007N^2$ Олівцем $T_{48} = 0,001N + 0,0001H - 0,005$	N – кількість знаків на деталі, шт. H – висота знаків, мм. $H = 100$ мм.	

Продовж. табл.4

Шифр і назва техно-логічної операції	Розрахункова формула	Умовні позначення і одиниці вимірювання	Значення поправочних коефіцієнтів
1	2	3	4
05/1. Розробка програми для теплового вирізування деталей на машинах типу «Кристал»	Контур обмежений прямими: $T_{05/1} = 0,04N + 0,12$ Контур обмежений прямими та дугами: $T_{05/1} = 0,14N + 0,12$ Контур обмежений прямими і лекальними: $T_{05/1} = 0,18N + 0,13$	N – кількість елементів на деталі для складання програми вирізування.	
05/2. Відладження програми для теплового вирізування деталей на машинах типу «Кристал»	$T_{05/2} = T_{05/1} k$ (на одну програму)	$T_{05/1}$ – норма часу розробки програми; k – поправковий коефіцієнт.	Для простих деталей - 0,3 Середньої складності - 0,5 Складних - 0,7 Особливо складних - 0,8
51. Теплове різання деталей: газове на стаціонарних машинах з ЧПК.	$T_{51} = (0,0007S + 0,041) L$	S – товщина деталі, мм; L – сумарна довжина різу, м.	При різанні лекальних кромок - 1,1 При різанні малих деталей - 1,2 При різанні одночасно двома різаками - 0,6 трьома - 0,5 чотирма - 0,4 Зі скосом однієї кромки - 1,1 Дрібних деталей - 1,2
53. Газове різання на переносних машинах	$T_{53} = (0,00074S + 0,036) L$	S – товщина деталі, мм; L – сумарна довжина різу, м.	При різанні одночасно двома різаками - 0,7 Зі скосом однієї кромки - 1,1 Лекальні кромки - 1,1

Продовж. табл.4

Шифр і назва технологічної операції	Розрахункова формула	Умовні позначення і одиниці вимірювання	Значення поправочних коефіцієнтів
1	2	3	4
54. Ручне газове різання	$T_{54} = (0,0014S + 0,05) L$ шпигатів, голубниць $T_{54} = 0,0007S + 0,0001R$	S – товщина деталі, мм; R – радіус шпигату, мм, L – довжина різку, м.	Зі скосом однієї кромки - 1,1
55. Плазмове різання на стаціонарних машинах з ЧПК.	$T_{55} = (0,001S + 0,015) L$	S – товщина деталі, мм; L – довжина різку, м.	При різанні лекальних кромок -1,1 При різанні малих деталей -1,2
57. Вирізування деталей на гільотинних ножницях по розмітці	З поворотом заготовки: $T_{57} = [(0,0038L + 0,008)(0,6b + 0,7) S^{0,25}] n$	L – довжина заготовки, м; B – ширина заготовки, м; S – товщина заготовки, мм; n – кількість різів	Без повороту заготовки -0,8 При одночасному вирізуванні більше однієї деталі або одним робітником -0,7 При різанні трьома робітниками -1,3
69. Зачищення кромки деталей з листового прокату від гра-ту, напливів або задирок ручним інструментом	При очищенні прямолінійних кромки після теплової обробки: $T_{69} = 0,02021423 - 0,00014797S + 0,00000111S^2) L$ При очищенні криволінійних кромки після теплової обробки: $T_{69} = (0,0263 - 0,0002S + 0,00000144S^2) L$	L – сумарна довжина кромки, що очищуються, м; S – товщина деталі, мм.	
69. Зачищення кромки деталей з листового прокату пневматичними машинами	При очищенні кромки після теплової обробки $T_{69} = (0,01S + 0,05) L$ При очищенні кромки після механічної обробки $T_{69} = (0,005S + 0,05) L$	L – довжина кромки, що очищуються, м; S – товщина деталі, мм.	Після теплового машинного або механічного різання -0,3

Продовж. табл.4

Шифр і назва технологічної операції	Розрахункова формула	Умовні позначення і одиниці вимірювання	Значення поправочних коефіцієнтів
1	2	3	4
71. Правка деталей з листового прокату на листопрямлювальних машинах	Товщиною 8 мм і більше (на одну деталь) $T_{71} = (0,012S + 0,9)(0,86L + 0,14)(0,01B + 0,04)$ Товщиною до 8 мм (на одну деталь) $T_{71} = (1,85 - 0,106S)(0,86L + 0,14)(0,01B + 0,04)$	L – довжина деталі, м; B – ширина деталі, м; S – товщина деталі, мм.	Одним робітником або більше однієї деталі -0,7 Трьома робітниками -1,3 Штаб шириною до 50 мм після механічного різання -1,3
73. Правка деталей з листового прокату на гідравлічному пресі	$T_{73} = (P^{0,63} \cdot 2,24)(S^{0,5} \cdot 0,0218)$ (на одну деталь)	P – напівпериметр деталі, м; S – товщина деталі, мм.	
81. Згинання деталей з листового прокату на листо-згинальних вальцях (на одну деталь).	Деталі циліндричної форми $T_{81} = 0,00000051B^{0,8} L^{0,8} S^{0,5}$ Деталі конічної форми $T_{81} = 0,00000051B^{0,8} L^{0,13} S^{0,5}$	S – товщина деталі, мм; L – довжина деталі, мм; B – ширина деталі, мм.	
81. Згинання деталей зі штаби циліндричної форми на листозгинальних вальцях (на одну деталь).	$T_{81} = 0,0029S^{0,7} L^{0,3}$	L – довжина деталі, мм; S – товщина деталі, мм;	Під час згинання полоси шириною 100 мм - 0,95 шириною 300 мм - 1,05 шириною 400 мм. - 1,10 довжиною 0,5 м. - 0,6 довжиною 1,0 м. - 0,8

Продовж. табл.4

Шифр і назва технологічної операції	Розрахункова формула	Умовні позначення і одиниці вимірювання	Значення поправочних коефіцієнтів
1	2	3	4
82. Згинання деталей з листового прокату на гідравлічному пресі	Деталі вітрилоподібної форми $T_{82} = (0,0000006B^{0,9} L^{0,3} S^{0,7})$ (на одну деталь)	L – довжина деталі, мм; B – ширина деталі, мм; S – товщина деталі, мм.	Змінна стрілка вигину або додаткове згинання після контурування - 1,3
84. Згинання фланців книць, бракет та ін.	$T_{84} = (2,718^{-3,7 + 0,00047L + 0,0985})0,72$ (на одну деталь)	L – довжина фланцю, мм; S – товщина фланцю, мм.	

Додаток Б

Таблиця 1. Послідовність виконання робіт типових технологічних процесів виготовлення вузлів

Характеристики типового вузла	Оснащення	Послідовність виконання робіт
Криволінійні таврові балки з максимальною стрілкою прогину 900 мм. Прямолінійні таврові балки довжиною більше 2000 мм з висотою стінки до 1000 мм.	Агрегат СКТ	5, 3, 80, 83, 84, 87
Прямолінійні балки довжиною більше 1500 мм з постійною висотою стінки до 700 мм	Лінія МІБ-700	3, 80, 83, 84, 87
Балки будь-якого розміру та форми	Універсальний кондуктор з фіксаторами та нажимними пристроями	5, 4, 7, 76, 80, 81, 8, 83, 84, 87
Балки будь-якого розміру та форми	Стенд	5, 4, 6, 7, 76, 81, 8, 83, 84, 87
Стінка, що підкріплена ребрами жорсткості по довжньому або поперечного напрямку		2, 21*, 28, 31, 6, 33, 76, 9, 83, 84, 87
Стінка, що підкріплена ребрами жорсткості в двох напрямках		2, 21, 28, 10, 6, 42, 76, 9, 83, 84, 87
Полотнище з пазами	На стенді з флюсовими струмками	12, 13 (або 14), 16, 6, 17, 76, 81, 14, 15, 82, 76, 9, 78, 83, 84, 87
	На стенді без флюсових струмків	12, 14, 15, 16, 6, 17, 76, 81, 14, 15, 82, 76, 9, 78, 83, 84, 87
	На стенді з флюсо-мідною підкладкою	12, 13 (або 14), 16, 6, 17, 76, 80, 9, 78, 83, 84, 87
	На механізованій лінії методом нарощування з розтягненням	56, 9, 83, 84, 87, 80
	На механізованій лінії типу ЕСАБ	59, 16, 6, 60, 61, 82, 9, 83, 84, 87

Продовж. табл.1

Характеристики типового вузла	Оснащення	Послідовність виконання робіт
Полотнище з пазами та стиком	На стенді з флюсовими струмками	12, 13 (або 14), 16, 6, 17, 76, 80, 18, 14, 16, 6, 19**, 76, 81, 14, 20, 82, 76, 9, 78, 83, 87
	На стенді без флюсових струмків	19, 14, 15, 16, 6, 17, 76, 81, 14, 15, 82, 76, 9, 78, 83, 84, 87
	На стенді з флюсо-мідною підкладкою	12, 13 (або 14), 16, 6, 17, 76, 80, 18, 14, 16, 6, 17, 76, 9, 78, 83, 84, 87***
	На механізованій лінії типу ЕСАБ	59****, 16, 6, 60, 61, 82, 9, 83, 84, 87

Примітки:

* – під час закріплення стінки до стенду їй необхідно надавати зворотній пружний вигин для компенсації зварних деформацій; пружний вигин полотнища створюється шляхом встановлення підкладок; притиснення чи закріплення полотнища по контуру виконується вантажами або гребінками;

** – стикування напівполотниць та їх зварювання необхідно виконувати на стенді з флюсовими струмками, якщо дозволяють його габарити;

*** – підварення стика полотнища необхідно виконувати після кантування;

**** – листи, які поступають на складання, повинні бути попередньо спаровані по коротких кромках.

Таблиця 2. Основні шифри та зміст робіт, що виконуються під час виготовлення типових вузлів

Шифр	Найменування та зміст робіт
2	Підготовка стенда
	Видалити тимчасові кріплення на стенді, зачистити місця їх приварення, перевірити стенд на горизонтальність і прямолінійність згідно ОСТ 5.9324-89 (вказати допустимі відхилення параметрів, що перевіряються).
3	Складання та зварювання таврової балки на верстаті.
4	Складання пояску та стінки таврової балки прихватками з розмічуванням пояску.
5	Пробивання контрольної лінії на стінці криволінійної балки.

Шифр	Найменування та зміст робіт
6	Здавання конструкції під зварювання: перевірити чистоту кромок. У випадку їх забруднення зачистити; перевірити правильність підготовки кромок під зварювання; перевірити правильність складання відповідно до креслень і плазових даних.
7	Приварення пояску до стінки автоматом чи напівавтоматом з одного боку.
8	Приварення пояску автоматом або напівавтоматом з іншого боку.
9	Контроль зварних швів: здійснити контроль зварних швів відповідно до ОСТ 5.1093-78; виправити дефекти зварних швів відповідно до РД 5.1078-76.
10	Встановлення ребер жорсткості, що підкріплюють стінку днищового набору: встановити ребра жорсткості згідно розмітки, перевірити по косинці, притиснути до стінки (вказати конкретно застосоване оснащення) і закріпити на прихватках (вказати параметри електроприхваток). Зістикувати ребра жорсткості між собою (до пояску).
11	Встановлення, обтиснення і закріплення прихватками (вказати параметри) пояску високого рамного набору.
12	Складання полотнища або напівполотнища по пазах: подати краном листи на стенд, розкласти їх відповідно до креслень, зістикувати між собою на прихватках (вказати параметри).
13	Притиснення полотнища до стенда балками: притиснути полотнище до стенда балками по обидва боки пазів.
14	Притиснення полотнища до стенда вантажами: притиснути полотнище вантажами до стенда по обидва боки пазів або стиків.
15	Прикріплення полотнища до стенда по контуру: прикріпити полотнище до стенда по контуру прихватками (вказати параметри електроприхваток) при товщині листів до 8 мм чи на еластичних кріпленнях при товщині листів більше 8 мм.
16	Встановлення вивідних планок: установити і приварити по кінцях стикових швів, що підлягають зварюванню автоматом або напівавтоматом під флюсом, вивідні планки розміром 100x100 мм, товщиною, однаковою з конструкціями, що зварюються; при наявності технологічного припуску не менше 50 мм встановлення планок можна не робити.

Шифр	Найменування та зміст робіт
17	Зварювання пазів чи стиків полотнища: заварювати пази або стики автоматом під флюсом.
18	З'єднання напівполотнищ по стику: зістикувати напівполотнища між собою на прихватках (вказати параметри прихваток).
19	Складання полотнищ по пазах і стику: подати краном листи на стенд, розкласти їх відповідно до креслень, зістикувати між собою по пазах і стиках на прихватках (вказати параметри прихваток).
20	Приварення пазів автоматом під флюсом без оброблення кореня шва після кантування.
21	Встановлення полотнища зовнішньої обшивки або настилу другого дна на стенд: подати краном полотнище, укласти на стенд, обтиснути і закріпити (вказати конкретно застосоване оснащення), прикріплення до стенда робити тільки по контуру полотнищ.
28	Розмічування полотнища: зробити розмічування полотнища. Лінії розмітки перевірити і накернити. <i>Примітка.</i> При впровадженні надійного пристрою крокового переміщення полотнища на потокових лініях розмічування місць встановлення набору головного напрямку на плоских секціях не виконується.
31	Встановлення ребер жорсткості головного напрямку на полотнища: подати краном ребра жорсткості на полотнища, розкласти їх відповідно до креслень уздовж лінії розмітки; встановити ребра жорсткості згідно розмічування під малку чи косинець, притиснути до полотнища і закріпити прихватками (вказати параметри прихваток). <i>Примітки:</i> 1. Якщо прямолінійний набір за довжиною складається з декількох частин, його слід зістикувати до подавання на складання в наступному порядку: подати краном деталі ребер жорсткості на стенд, розкласти їх відповідно до креслення, зістикувати, здати під зварювання; заварити стики з обох боків; перевірити зварені ребра жорсткості за допомогою нитки, при необхідності виправити; перевірити якість зварювання. 2. Якщо криволінійний набір складається з декількох частин, варто встановити і закріпити верхню частину набору, пристикувати до неї нижню, потім закріпити набір до полотнища.

Продовж. табл.2

Шифр	Найменування та зміст робіт
33	Приварення набору головного напрямку до полотнища: приварити набір головного напрямку автоматом або напівавтоматом напрохід симетрично поздовжньої осі полотнища. У місцях, недоступних для автоматичного зварювання, застосувати напівавтоматичне зварювання.
42	Зварювання набору: зварити набір між собою і з полотнищем по комірках із загальним напрямком зварювання від середини секції до її країв, виконуючи спочатку зварювання набору між собою, потім приварення його до полотнища. <i>Примітки:</i> 1. Зварювання набору між собою і приварення його до полотнища може виконуватися паралельно складанню, але тільки в обсязі завершеної ділянки робіт.
59	Складання полотнища на лінії ЕСАБ: подати листи листовкладальником на магнітну балку; зорієнтувати листи з віссю магнітної балки; вирівняти магнітами кромки по товщині; закріпити листи на прихватках (вказати їх параметри); перемістити полотнище на ширину листа; аналогічно зістикувати інші листи полотнища.
60	Зварювання полотнища на лінії ЕСАБ: подати зібране полотнище на позицію зварювання, сполучивши перший паз із флюсовою балкою; притиснути полотнище до флюсового струмка електромагнітами балки; зварити паз за допомогою зварювального порталу; звільнити полотнище від закріплення; перемістити полотнище на ширину листа; аналогічно зварити інші пази полотнища; перемістити полотнище на наступну позицію лінії.
61	Кантування спеціальним пристроєм.
62	Повернути полотнище на 90° пристроєм лінії.
76	Звільнити вузол від закріплення до оснащення.
78	Контуровка: перевірити габаритні розміри вузла (вказати допустимі відхилення).
80	Зняття вузла з оснащення: зняти вузол краном, подати на складальний стенд чи площадку для здачі і доробки, встановити вузол на опори.

Продовж. табл.2

Шифр	Найменування та зміст робіт
81	Кантування: кантувати вузол у відповідності до схеми кантування і транспортування.
82	Підварення швів: підготувати зварні шви корпусних конструкцій і насичення для підварення; підварити зварні шви в послідовності, аналогічній зварюванню основного шва.
83	Заміри вузла згідно ОСТ 5.9324-89.
84	Здавання вузла на комплектність і якість.
87	Маркування: виконати маркування вузла з лицьового і внутрішнього боку білою фарбою.

Таблиця 3. Параметри електроприхваток

Назва параметру	Скорочення	Значення параметрів				
Менша з товщин листів, що зварюються	S	≤ 4	4-10	11-15	16-25	25
Довжина прихваток	l	10-15	20-25	30-35	35-40	40-50
Відстань між прихватками	t	200	250	250-300	350-400	400-500
Висота прихваток при зварюванні стикових з'єднань	h	$\leq S$	$(0,5-0,7)S \leq 12$			
Катет прихваток при зварюванні таврових з'єднань	k	3	4	5	5	6

Примітки: 1. Усі розміри в таблиці наведені в міліметрах. 2. По кінцях кромки, що стикуються призначити дві-три посилені електроприхватки довжиною 50...70 мм при відстані між ними 100...150 мм.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	3
2. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ. БЛОК № 1	5
Лабораторна робота № 1. Деталювання з використанням робочого креслення секції корпусу судна	5
Лабораторна робота № 2. Розробка ескізів деталей корпусу судна	7
Лабораторна робота № 3. Маркування та призначення припусків на деталі	10
Лабораторна робота № 4. Розрахунок маси деталей та їх класифікація	13
Лабораторна робота № 5. Розробка технологічного маршруту виготовлення корпусних деталей	14
Лабораторна робота № 6. Розрахунок трудомісткості виготовлення деталей	17
Лабораторна робота № 7. Технологія виготовлення вузла корпусу судна	20
3. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ. БЛОК № 2	21
Лабораторна робота № 1. Алгоритмізація процесу проектування технологічних маршрутів виготовлення деталей корпусу судна	21
Лабораторна робота № 2. Програмування процесу проектування технологічних маршрутів виготовлення деталей корпусу судна	22
Лабораторна робота № 3. Розробка інформаційної моделі деталі	23
Лабораторна робота № 4. Моделювання деталей корпусу судна	25
Лабораторна робота № 5. Автоматизація розкрою листового прокату	27
Лабораторна робота № 6. Автоматизація призначення маршруту вирізування деталей корпусу судна	28
Лабораторна робота № 7. Автоматизація складання технічної документації	30
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	31
Додатки	32

Навчальне видання

**ЦИКАЛО Наталія Вікторівна
ПЕРОВ Віталій Миколайович**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ЩОДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
З ДИСЦИПЛІНИ
"ТЕХНОЛОГІЯ СУДНОБУДУВАННЯ
ТА АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ
ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА"

(українською мовою)

Комп'ютерна верстка *А.В. Платонова*
Коректор *М.О. Паненко*

Свідцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного
реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 2506 від 25.05.2006 р.

Підписано до друку 31.05.10. Папір офсетний. Формат 60×84/16.
Друк офсетний. Гарнітура "Таймс". Ум. друк. арк. 2,7. Обл.-вид. арк. 2,9.
Тираж 100 прим. Вид. № 9. Зам. № 161. Ціна договірна.

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування,
54002, м. Миколаїв, вул. Скороходова, 5