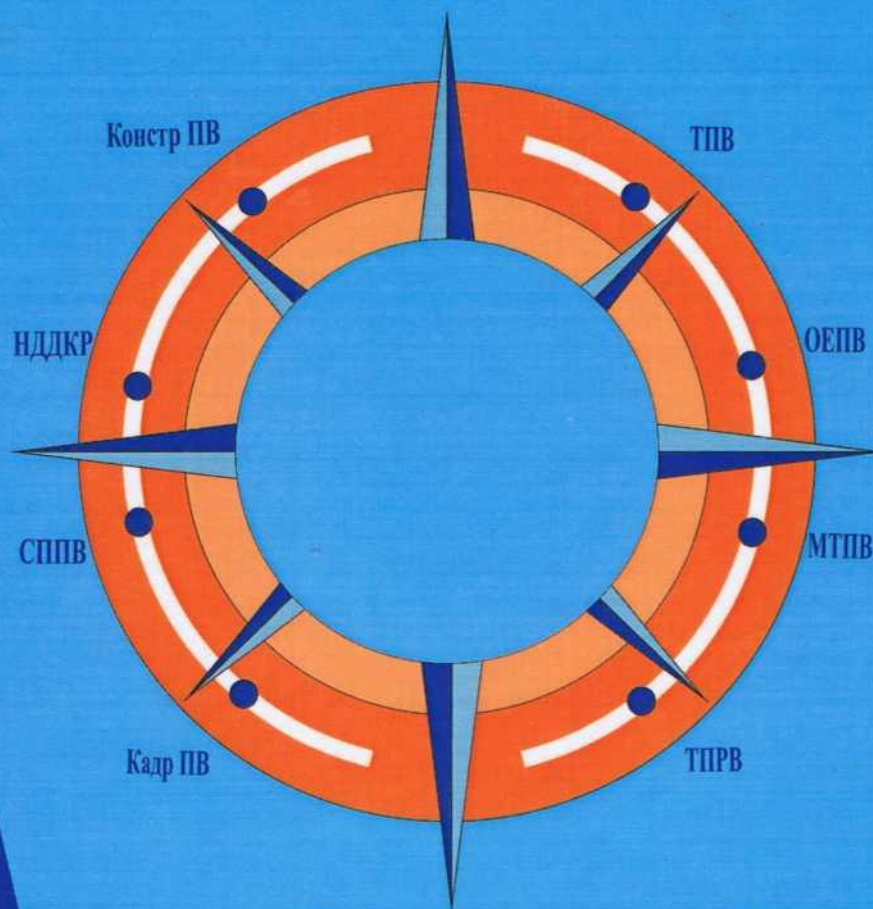


Ю. К. ЯГЛИЦЬКИЙ



**Підготовка виробництва
в суднобудуванні
з використанням
інформаційних технологій**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

Ю. К. ЯГЛИЦЬКИЙ

**ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА
В СУДНОБУДУВАННІ З ВИКОРИСТАННЯМ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Навчальний посібник

Рекомендовано Вченою радою НУК

Миколаїв ♦ НУК ♦ 2018

УДК 626.5:004(075.8)

Я 27

Автор Ю. К. Яглицький, кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва та ремонту суден Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

Рецензент:

О. В. Щедролюєв, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри будівництва та ремонту суден Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова;

А. В. Букетов, доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, завідувач кафедри транспортних технологій Херсонської державної морської академії;

В. І. Литвиненко, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформатики та комп'ютерних наук Херсонського національного технічного університету

*Рекомендовано Вченою радою НУК імені адмірала Макарова
(протокол № 6 від 30.06.2017 р.)*

Яглицький Ю. К.

Підготовка виробництва в суднобудуванні з використанням інформаційних технологій : навчальний посібник / Ю. К. Яглицький. – Миколаїв : НУК, 2018. – 300 с.

ISBN 978–966–321–346–0

Розглянуто завдання комплексної підготовки виробництва на суднобудівному підприємстві в умовах застосування сучасних інформаційних технологій. Запропоновано напрямки підвищення конкурентоспроможності суднобудівного підприємства за рахунок впровадження автоматизованих систем проектування і підготовки виробництва типу CAD/CAM, раціоналізації виробництва й управління підприємством, перспективних технологічних процесів.

Призначено для студентів спеціальності 135 "Суднобудування", які вивчають курси "Підготовка виробництва до будівництва суден", "Механізація і автоматизація технологічних процесів у суднобудуванні", "Виробнича структура судноверфі", "Основи технології суднобудування та ТЗ00".

УДК 626.5:004(075.8)

© Яглицький Ю. К., 2018

© Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, 2018

ISBN 978–966–321–346–0

ВСТУП

Суднобудування – стратегічно важлива галузь промисловості. Акумуляуючи у своїй продукції досягнення великої кількості суміжних галузей (металургії, машинобудування, електроніки й т. п.), суднобудування одночасно стимулює розвиток цих галузей, досягнення ними високого науково-технічного рівня. Таким чином, з одного боку, суднобудування є індикатором рівня розвитку економіки держави, з іншого – стимулюючою ланкою економічного розвитку. Відомо, що створення одного робочого місця в суднобудуванні сприяє появі 4–5 робочих місць у суміжних галузях. Розуміння цього лежить в основі ставлення до національного суднобудування в провідних морських країнах світу.

Для суднобудування, характерними ознаками якого на сьогодні є виключно висока наукомісткість суден, одиничний і малосерійний тип виробництва, висока тривалість виробничого циклу, низький коефіцієнт використання технологічного устаткування, велика метало- й матеріаломісткість, необхідність закупівлі значної частки комплектуючого устаткування за кордоном, а також висока трудомісткість виробів, важливість і значення застосування нових інформаційних технологій (ІТ) у сфері підготовки виробництва важко переоцінити.

Сучасні ІТ дозволяють замінити кілограми технічної документації електронною інформацією, а також об'єднати єдиним інформаційним простором різних учасників інноваційного процесу: замовника, постачальників, підрядників, проєктувальників і канали збуту нової продукції. Крім того, ІТ, разом із прогресивними технологіями суднобудівного виробництва, дозволяють істотно підвищити продуктивність праці, якість продукції, що випускається, одночасно зі значним скороченням термінів постачання на виробництво і випуск нових, досконаліших виробів.

Суднобудівне підприємство, яке не застосовує програмно-орієнтовані продукти в сфері підготовки виробництва нових виробів, не може вважатися конкурентоспроможним. Основним способом підвищення конкурентоспроможності виробу є підвищення ефективності процесів його життєвого циклу, яка залежить від ефективності управління матеріальними, фінансовими, кадровими та інформаційними ресурсами.

Специфічні умови суднобудівного виробництва зумовлюють особливості його підготовки – це найбільш складний і дорогий етап інноваційного процесу створення судна – від розробки проєкту до здачі замовнику. Підготовка виробництва є комплексною системою, в якій разом із традиційними видами – науково-дослідницькими роботами, конструкторською і технологічною підготовками – особливого значення набуває організаційно-економічна та матеріально-технічна підготовка, технічне переоснащення виробництва, а також підготовка і перепідготовка кадрів разом із соціально-психологічним забезпеченням цих видів підготовки. Враховуючи складність і багатоаспектність проблеми великого обсягу інформації на суднобудівному підприємстві, аналіз інформаційних потоків перетворюється на дуже трудомісткий процес, полегшити який може тільки використання спеціалізованих інформаційних систем і технологій на базі комп'ютерних обчислювальних комплексів.

На сьогодні для вирішення завдань скорочення термінів проєктування і підготовки виробництва до випуску нової продукції на більшості суднобудівних підприємствах застосовуються окремі системи автоматизованого проєктування, такі як:

- системи конструкторського проєктування для створення, зміни, зберігання і виведення креслень, а також створення і використання тривимірних моделей;

- системи технологічного проєктування, що забезпечують можливість багатоваріантного проєктування техпроцесів у автоматичному або діалоговому режимі для різних виробництв, вибору і проєктування оснащення, рішення розрахункових завдань, проєктування програм для верстатів з ЧПУ;

- автоматизовані системи інженерних розрахунків.

У сучасних умовах в суднобудуванні все більше поширюється комплексний підхід до проєктування і виробництва суден, який дає можливість ефективно управляти продукцією на всіх етапах її життєвого циклу. Безумовно, впровадження на суднобудівних підприємствах автоматизованих систем конструкторського і технологічного проєктування, систем управління базами даних і життєвим циклом виробу дороге і складне завдання. Проте результат, пов'язаний зі скороченням термінів підготовки і освоєння виробництва, забезпеченням швидкого повернення інвестицій, підвищення якості продукції, як показує світова практика, окупає усі попередні витрати.

Удосконалення методів побудови суден є головним напрямом розвитку технології та організації суднобудівного виробництва. Цей напрям останніми роками в результаті виконання ряду науково-дослідницьких і дослідно-конструкторських розробок отримав істотний розвиток завдяки широкому використанню безперервної інформаційної підтримки на всіх етапах життєвого циклу судна.

1. ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА В СУДНОБУДУВАННІ: ОСОБЛИВОСТІ Й ВИМОГИ. ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Побудова суден пов'язана з тривалою і трудомісткою підготовкою виробництва, причому основний обсяг підготовчих робіт виконується в період, що передує побудові головного і першого серійного суден кожного проекту. При сучасній організації суднобудівного виробництва рівень його підготовки повинен забезпечувати високу якість суден, що будуються, відповідні техніко-економічні показники і скорочені виробничі цикли їх побудови. Особливі вимоги до обсягу і якості підготовки виробництва обумовлені збільшенням серійності суден, що будуються, та їх конструктивною складністю [30].

Сьогодні на суднобудівних підприємствах поряд з оперативною підготовкою виробництва до побудови суден здійснюються розробки з перспективної підготовки виробництва, в якій передбачається виконання заходів, що спрямовані на підвищення продуктивності праці, ефективності виробництва, на систематичне нарощування виробничих потужностей, особливо в тих виробничих ланках, які не є достатніми в загальному балансі виробничих потужностей підприємств.

1. Підготовка виробництва в суднобудуванні...

При підготовці виробництва враховуються одночасна побудова суден різних проектів і виготовлення багатомоделної продукції суднового машинобудування, що дає можливість правильно розглядати кожне конкретне виробництво в різноманітті його виробничих зв'язків з іншими організаціями і підприємствами-постачальниками та виконавцями робіт.

Великий обсяг робіт суднобудівного виробництва характеризується, зокрема, значною кількістю документації, яка є в обігу. У службах постачання використовується велика кількість замовленої документації на матеріали і комплектуюче устаткування. При підготовці виробництва щорічно випускаються тисячі технологічних документів, матеріальних карт і технологічних нарядів на розподіл робіт між цехами. Великий також обсяг робіт, що виконуються цехами допоміжного виробництва для забезпечення роботи основних цехів. Планування цих робіт вимагає розрахунків кількості транспортно-складських операцій, розподілених по планових періодах, експлуатаційних даних з енергопостачання, організації і забезпечення ремонтного та інших видів обслуговування.

Кожне суднобудівне підприємство, виходячи з конкретних виробничих можливостей і досвіду, організовує свою виробничу діяльність і підготовку виробництва. Проте єдина структура підготовки виробництва для багатьох суднобудівних підприємств допомогла б виключити наявні недоліки, недопрацювання або недостатньо повноцінні розробки, що призводять до ускладнень при виконанні виробничих завдань.

У сучасному вітчизняному і зарубіжному суднобудуванні багатопроєктна виробнича програма з побудови суден і багатомоделний план з виготовлення й випуску продукції

1. ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА В СУДНОБУДУВАННІ...

суднового машинобудування повинні розглядатися як законі і, отже, такі, що не вступають у протиріччя з нормами виробничого завантаження суднобудівного підприємства. Це положення прийнятне, якщо суднобудівне підприємство має в розпорядженні відповідні виробничі потужності і якщо фахівці, які працюють на підприємстві, уміло і відповідним чином їх використовують. Саме на цій основі функціонують найбільші суднобудівні підприємства (вітчизняні та зарубіжні), структура виробничих потужностей яких зумовлює можливість виконання практично будь-яких замовлень на спорудження суден різного тоннажу і призначення. При цьому, проте, для усіх підприємств обов'язковими залишаються умови рентабельності виробництва, що забезпечують високі техніко-економічні результати роботи [2].

1.1. Вимоги, що пред'являються до підготовки виробництва

Одним із істотних завдань у сфері досліджень, що належать до підготовки виробництва, є визначення її змісту, форми і методів у сучасних умовах. Процес підготовки виробництва на суднобудівному підприємстві характеризується наступними особливостями:

- безперервним зростанням обсягів випуску суднової продукції;
- високими темпами розвитку та вдосконалення виробництва і, як наслідок, досить інтенсивною зміною умов виробничої діяльності;
- практично безперервним ускладненням конструкцій корпусу, устаткування і механізмів, характерним для проєктів нових суден і виробів суднового машинобудування, що ви-

1.1. Вимоги, що пред'являються до підготовки виробництва

кликає необхідність створення нових видів виробництва, впровадження нових високоефективних технологічних процесів (ТП) і вдосконалення тих, що діють;

– розвитком існуючих, освоєнням і впровадженням нових основних виробничих фондів, що безперервно вводяться в експлуатацію, зокрема високопродуктивного технологічного устаткування, яке вимагає освоєння нових спеціальностей, перенавчання і підвищення кваліфікації персоналу;

– перебудовою організаційної, технічної і технологічної структури виробництва; впровадженням автоматизованих систем управління підприємством (АСУП) і автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУТП);

– виконанням разом із виробничими завданнями заходів по планах підвищення ефективності виробництва, капітального будівництва, соціального й економічного розвитку колективу;

– необхідністю використання нових розробок, що виконуються в науково-дослідницьких і проєктно-конструкторських організаціях з техніки, технології, організації, планування і управління;

– необхідністю освоєння і впровадження в усіх службах підготовки виробництва засобів обчислювальної техніки (розробка програм на обчислювальних центрах підприємства; інформаційний пошук і використання вже виконаних в інших організаціях розробок алгоритмів і типових програм для усіх видів виробництва на цьому підприємстві) [2].

Сучасна підготовка виробництва в загальному вигляді представляє комплекс взаємопов'язаних організаційних, технічних, технологічних, планових, економічних та інших розробок і заходів, які при їх реалізації забезпечують виконання виробничого плану підприємством за усіма директивними

1. ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА В СУДНОБУДУВАННІ...

і розрахунковими показниками в необхідні терміни при мінімальних витратах трудомісткості, матеріально-технічних та інших ресурсів. Основою своєчасної і якісної підготовки виробництва в суднобудуванні є всебічне вивчення, використання і електронне управління усією технічною документацією, що відноситься до проектів суден і замовлень суднового машинобудування, виконання яких передбачене виробничим планом цього підприємства. Разом із цим, за допомогою інформаційно-комп'ютерного забезпечення має бути оцінений стан і можливості розвитку та вдосконалення виробничих потужностей підприємства. Як уже зазначалося, кількість питань, що розглядаються при підготовці виробництва в суднобудуванні, значно більша, ніж в інших галузях промисловості, що пояснюється високою складністю суден як будівельної споруди. Крім того, на відміну від інших галузей промислового виробництва, для суднобудування характерним є наступне:

- різноманітна номенклатура і велика кількість уживаних основних та допоміжних матеріалів, значна частина яких має високі технологічні характеристики, а також велику кількість комплектуючого суднового устаткування, що проектується і виготовляється багатьма підприємствами й організаціями різних галузей промисловості;
- складна, що вимагає високого рівня спеціальної і загальної освіти, технічна, технологічна й організуюча документація;
- технічна і технологічна документація контрагентських організацій і підприємств-учасників побудови суден, яка значною мірою відрізняється від документації суднобудівних підприємств;
- тривалість циклу побудови суден;
- значні виробничі потужності за наявності складного устаткування в усіх основних цехах.

1.1. Вимоги, що пред'являються до підготовки виробництва

На суднобудівному підприємстві, яке зайняте побудовою транспортних суден, при підготовці виробництва забезпечуються (рис. 1.1):

- високий організаційний, технічний і технологічний рівні підготовки виробництва відповідно до планованих показників виробничої діяльності підприємства;
- комплексна і в короткі терміни організована підготовка виробничого процесу, що сприяє рівномірному розвитку і вдосконаленню виробництва основних і допоміжних цехів, – з урахуванням конкретних завдань, що стоять перед кожним цехом, і ступенем участі у виконанні виробничих завдань;
- виконання максимального обсягу робіт у попередній з початку виробничого процесу період для повного виключення усіх підготовчих робіт з етапу власне виробництва;
- централізоване координування усіх видів розробок, що забезпечує взаємодію між службами і цехами, які зайняті підготовкою виробництва;
- своєчасний облік безперервно виникаючих потреб цехів підприємства в додаткових виробничих потужностях, що підвищують продуктивність праці і якість продукції;
- комплектне постачання підприємству матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, деталей, вузлів і комплектуючих виробів, що забезпечує безперервність і ритмічність виробничого процесу;
- високий рівень механізації і автоматизації ТП та окремих операцій, організація потокових комплексно-механізованих виробництв;
- використання тривимірного комп'ютерного моделювання при проектуванні, виготовленні й відпрацюванні дослідних зразків і при макетуванні складних суднобудівних

1. ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА В СУДНОБУДУВАННІ...

об'єктів, що забезпечує своєчасний запуск у виробництво головних і серійних зразків виробів;

- поглиблення спеціалізації виробництва в цехах, на ділянках, у бригадах, на робочих місцях;

- безперервне проведення розробок з уніфікації, нормалізації, стандартизації та типізації, що вводяться в проектно-конструкторську і технологічну документацію по підготовці виробництва;

- використання ІТ, високоефективних ТП; введення оцінних нормативів для вибору економічно вигідного варіанта ТП і його оснащення;

- підвищення ефективності інноваційної діяльності, проведення економічного аналізу за усіма витратами, які необхідні для виготовлення окремих видів продукції, окремих ТП і операцій; такий аналіз повинен виконуватися для усіх видів підготовки виробництва, зокрема конструкторської, технологічної та організаційно-економічної;

- внесення в короткі терміни принципових змін у обсяги і зміст розробок з використанням економіко-математичних методів і обчислювальної техніки;

- широке використання рекомендацій і розробок галузевих та інших інститутів по усіх розділах і видах виробництва [2].

Використання комп'ютерної техніки в розрахунках по підготовці виробництва дає можливість розробити до найдрібніших деталей тривалий цикл виробництва побудови суден, перевірити десятки варіантів даних рішень для вибору найкращого з них.

1.1. Вимоги, що пред'являються до підготовки виробництва

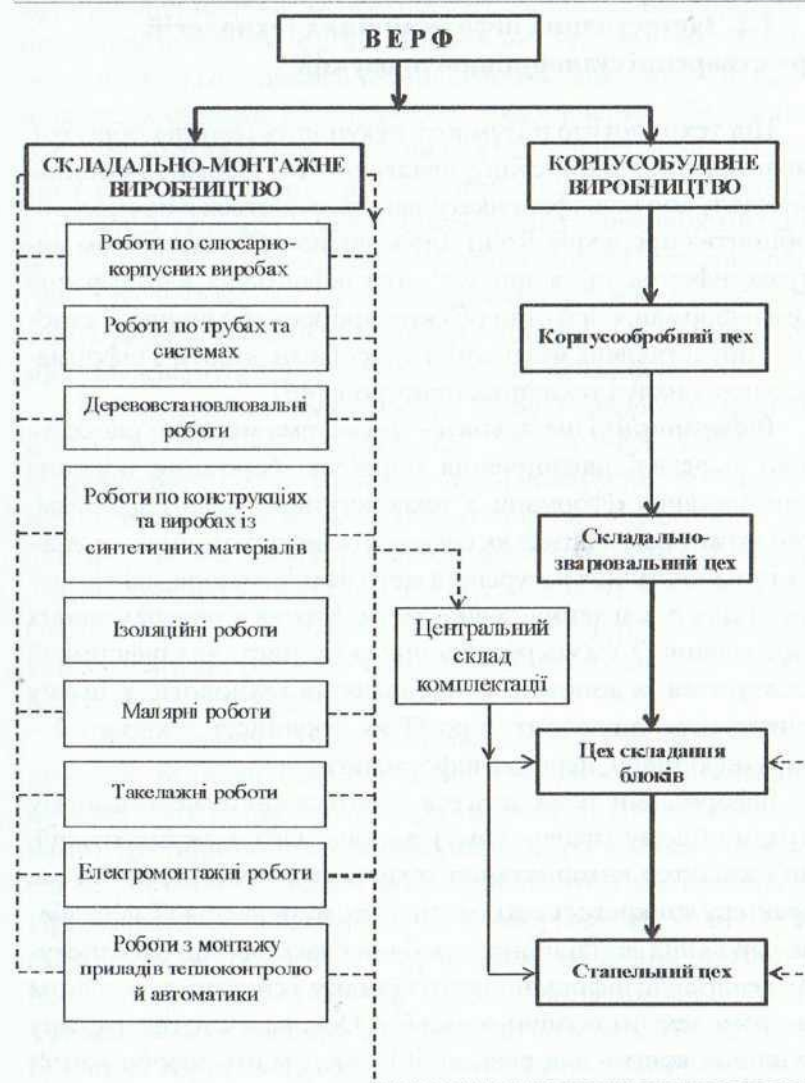


Рис. 1.1. Схема виробничих зв'язків основних цехів суднобудівної верфі

1.2. Застосування інформаційних технологій при створенні суднобудівної продукції

Під технологією розуміють сукупність методів обробки, виготовлення, зміни стану, властивостей, форми сировини, матеріалу або напівфабрикату, які створюються в процесі виробництва продукції. Коли йде мова про ІТ, матеріалом виступає інформація, як продукт – теж інформація, але це якісно нова інформація про стан об'єкта, процесу або явища. Технологія представлена методами і способами роботи з інформацією персоналу і технічних пристроїв [46].

Інформаційні технології – це система методів і способів збору, передачі, накопичення, обробки, зберігання, подання і використання інформації. У технологічному плані і підприємство може розглядатися як сукупність інформаційних, людських і технологічних ресурсів та методів їх взаємодії, які організовані для досягнення певної мети. Кожна з перерахованих у визначенні ІТ фаз перетворення і використання інформації реалізується за допомогою специфічної технології. У цьому понятті можна говорити про ІТ як сукупність технологій – збору інформації, передачі інформації і т. д.

Інформаційні технології реалізуються в автоматизованому і традиційному (паперовому) вигляді. Об'єм автоматизації, тип і характер використання технічних засобів залежать від характеру конкретної технології. Автоматизована ІТ передбачає існування відповідних технічних засобів, що забезпечують реалізацію інформаційного процесу, і системи управління цим комплексом технічних засобів. Оскільки істотну частину технічних коштів для реалізації ІТ складають засоби комп'ютерної техніки, то часто під ІТ, особливо під новими ІТ, мають на увазі комп'ютерні ІТ. Таким чином, автоматизована ІТ складається з технічних пристроїв, частіше – комп'ютерів, ко-

мунікаційної техніки, засобів організаційної техніки, програмного забезпечення, організаційно-методичних матеріалів, персоналу, які об'єднані в технологічний ланцюжок. Цей ланцюжок забезпечує збір, передачу, накопичення, зберігання, обробку, використання і поширення інформації. Якщо розглядати увесь життєвий цикл інформаційної системи, то під автоматизованими ІТ розуміють сукупність методологій і технологій проектування інформаційних систем, базових програмних, апаратних і комунікаційних платформ, які забезпечують увесь життєвий цикл інформаційних систем та їх окремих компонентів від проектування до утилізації [45].

Інформаційна модель судна. Історія розробки і застосування CAD (*computer-aided design* – комп'ютерна підтримка проектування) / CAM (*computer-aided manufacturing* – комп'ютерна підтримка виготовлення) систем у суднобудуванні налічує декілька десятків років. За цей час різними суднобудівними компаніями і фірмами, що спеціалізуються в галузі програмного забезпечення, створена серія інтегрованих систем автоматизованого проектування, технологічної підготовки виробництва і побудови суден.

Проектування і побудова судна включає виконання складних робіт різними спеціалізаціями. Інформація повинна циркулювати між проектними підрозділами і допоміжними службами. Традиційно потоки інформації оброблялися у вигляді таких документів, якими важко управляти і контролювати. Причому існувала проблема, що користувачі працюють із застарілою інформацією. Таке передавання даних вимагає їх повторного введення "вручну" в різні бази даних, що пов'язано з втратою часу і високою вірогідністю помилок. Перед суднобудівною галуззю стояло завдання використати всю сукупність інформації так, щоб робота могла бути виконана ефективніше, методи проектування і виробництва були оптимізовані,

1. ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА В СУДНОБУДУВАННІ...

а необхідний для цього час значно скорочений. Тому з'явилася необхідність створення "інформаційної моделі виробу", яка розробляється різними проектними спеціалізаціями і повинна забезпечувати спільне використання інформації для створення середовища паралельного проектування (рис. 1.2). Необхідно, щоб ця інформація була доступна всім допоміжним підрозділам та забезпечувала введення даних в їх спеціальні системи і щоб зберігалася розмежування доступу й супровід інформації протягом усього життєвого циклу судна.



Рис. 1.2. Інформаційна модель виробу

"Інформаційна модель виробу" є ядром будь-якої системи CAD/CAM, що застосовується в суднобудуванні. Відмінності можуть бути тільки в деяких специфічних параметрах, які характерні для кожної системи, але загальна концепція залишається незмінною [45].

1.2. Застосування інформаційних технологій...

Досвід лідерів світової суднобудівної промисловості показує, що ключовим чинником досягнення ефективної організації праці, зниження витрат виробництва при забезпеченні необхідної якості робіт з метою підвищення конкурентоспроможності продукції є використання ІТ, в першу чергу в процесах підготовки й організації виробництва.

Сучасний етап розвитку ІТ в промисловості і техніці пов'язаний з PLM-технологіями (*Product Life – cycle Management*, раніше *CALS-технологіями – Continuous Acquisition and Life – cycle Support*) створення, підтримки і застосування повної електронної моделі даних про виріб у рамках єдиного інтегрованого інформаційного простору на всіх етапах життєвого циклу продукції – від проектування до експлуатації та утилізації [10].

Інтегрований інформаційний простір базується на широкому застосуванні міжнародних стандартів. По суті, PLM-технології – це стратегія, яка спрямована на побудову і розвиток новітніх методів проектування, виробництва й експлуатації різних видів продукції і включає: структуру і методи управління підприємством, при яких увесь документообіг здійснюється у рамках єдиного електронного простору; стандарти на представлення і обмін інформацією; програмно-технічні середовища, що забезпечують необхідні методи управління й базуються на єдиних стандартах. Основними принципами, що сприяють ефективному впровадженню на верфі PLM-технологій, є такі:

- облік вимог та можливостей сучасних PLM-технологій у програмах реформування верфі для забезпечення їх максимальної ефективності;
- постійний реінжиніринг структур і бізнес-процесів з метою підвищення їх ефективності та забезпечення якості на основі систем автоматизації, що впроваджуються;

1. ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА В СУДНОБУДУВАННІ...

– використання повної електронної моделі судна як основного джерела інформації у рамках єдиного інформаційного простору для скорочення витрат на документообіг і зниження вірогідності помилок;

– гармонізація й інтеграція використовуваних засобів PDM/CAD/CAM/ERP (*Product Data Management /Computer – Aided Design/Drafting/Computer – Aided Manufacturing/Enterprise Resource Planning*) для досягнення їх оптимальної функціональної збалансованості та забезпечення максимального ефекту від їх застосування (рис. 1.3) [22].



Рис. 1.3. Використання засобів PDM/CAD/CAM/ERP для створення єдиного інформаційного простору на верфі

Оцінка ефективності виробничих процесів на вітчизняних верфях. Аналіз стану виробництва на багатьох судно-

1.2. Застосування інформаційних технологій...

будівних верфях показує, що існує значний розрив досягнутих циклів побудови суден у порівнянні з кращими зарубіжними верфями. Однією з причин цього є слабе використання у виробництві проектно-електронної моделі, неефективне використання програмних засобів для комп'ютерного моделювання суден, що будуються, і виробничих процесів, а також випуску на основі електронних моделей комплектів технологічної документації.

У зв'язку з цим є актуальною проблема вдосконалення процесів підготовки і будівництва суден на суднобудівних підприємствах із застосуванням сучасних ІТ. Необхідно вирішити наступні завдання вдосконалення підготовки виробництва [2]:

– зміну ідеології роботи технологічних служб – встановлення пріоритету обробки інформації замість випуску технічної документації (при цьому завдання випуску документації повинне покладатися на автоматизовану систему, технологічні служби відповідають за наявність необхідної для цього інформації);

– організацію наскрізної спільної роботи всіх служб підготовки виробництва – від конструкторських до цехових (технологічних і матеріально-технічного забезпечення) – у рамках єдиного інформаційного простору, що виключає ресурсоемний процес виправлення й дублювання документації;

– мінімізацію кількості паперових носіїв інформації на всіх етапах конструкторської, технологічної та організаційно-економічної підготовки виробництва, застосування функціональної (компактної, спеціалізованої) документації.

Для забезпечення якісного використання ІТ потрібний попередній аналіз, що включає визначення номенклатури і потоків існуючої інформації, способів та методів її обробки, взаємозв'язку в процесах, що впливають на інформацію та її рух. Основою аналізу є функціональне та інформаційне моделювання відповідних процесів. Подібний підхід дозволяє

виявити і формально описати існуючі процеси – фрагменти функціональної моделі. Наступним етапом є аналіз побудованих моделей з метою визначення можливості передавання управління виявленими інформаційними ресурсами і потоками автоматизованим системам, визначення їх необхідного настроювання для забезпечення взаємодії з користувачами (як конкретними виконавцями, так і програмними системами). Це дозволить системним аналітикам визначити шляхи вдосконалення існуючих процесів з точки зору їх оптимізації і можливої автоматизації. При цьому робиться формалізація, систематизація і структуризація зібраної та аналізованої інформації, що надалі може бути застосовано при налаштуванні програмних систем, наприклад при побудові моделі даних в PDM-системі, розробці баз даних та ін.

Наступний етап – організувати підготовку виробництва так, щоб випускати документацію в діючому на підприємстві інформаційному просторі. Для цього необхідно, щоб системи заводу і ЦКБ-проектанта обмінювалися інформацією в автоматичному режимі на рівні системи, а користувачі, з урахуванням їх повноважень, отримували б необхідну інформацію.

Застосування інформаційних PDM/CAD/CAM-систем. Одним із найважливіших напрямів інформаційного забезпечення верфі є застосування сучасних засобів PDM/CAD/CAM-систем при тривимірному електронному моделюванні виробів у процесі їх проектування, підготовки виробництва і будівництва. Такі системи складають ядро програмно-методичного комплексу, що виконує комп'ютерне проектування і підготовку виробництва. Комп'ютерне проектування дозволяє скоротити тимчасові і матеріальні витрати, підвищити продуктивність праці і якість продукції, що виробляється, і як результат – збільшити конкурентоспроможність підприємства на внутрішньому й міжнародному ринках.

Сучасні PDM/CAD/CAM-системи, що пропонуються провідними фірмами, побудовані на міжнародних стандартах

і розраховані на роботу з використанням електронних макетів виробів та з електронною документацією, яка формується на основі цих макетів. Міжнародні PLM-стандарти, у тому числі ряд суднобудівних прикладних протоколів, продовжують активно розроблятися і "вбудовуватися" в нові версії автоматизованих систем.

Аналіз стану галузі в частині застосування автоматизованих систем показує, що жодне галузеве проектне або виробниче підприємство не має завершених сучасних систем проектування підготовки виробництва судна для побудови повної цифрової моделі судна, – це є необхідною умовою для повноцінного впровадження PLM-технологій. Разом з тим, жодна із сучасних PDM/CAD/CAM-систем (як універсальних загальномашинобудівного застосування, так і спеціалізованих суднобудівних) не може забезпечити підтримку всіх напрямків проектування та підготовки виробництва. Тому неминучим є використання на верфі декількох різних систем [25].

Стратегічні рішення в частині розвитку на підприємстві CAD/CAM-систем повинні базуватися на прийнятій перспективній програмі суднобудування, сучасному стані і тенденції розвитку цих систем, конфігурації програмних продуктів, які застосовуються для проектування і підготовки виробництва, що склалася де-факто. Також необхідно виконати розробку вимог до складу технічної інформації проектної електронної моделі складного технічного виробу, яка необхідна і достатня для ефективного виконання підготовки виробництва. Спочатку має розглядатися корпусообробне і складально-зварювальне виробництво. Необхідна повнота і коректність подання даних у моделі, що сформована в CAD і PDM-модулях, дозволить істотно спростити формування і випуск на верфі функціональної робочої документації.

Як основна інтегруюча ланка між різними CAD/CAM-системами повинна виступати PDM-система, яка на сьогоднішній

1. ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА В СУДНОБУДУВАННІ...

день стає інтегратором інформаційного простору не тільки в межах одного конкретного підприємства, а й для так званого віртуального підприємства, що включає всі організації, які беруть участь у життєвому циклі виробу, від проектування до утилізації.

При використанні PDM-систем задача побудови трансляторів (транспортних файлів) між системами переходить в задачу побудови інформаційної взаємодії додатків з PDM, що при зростанні кількості додатків дає очевидне зниження трудовитрат і підвищення ефективності інформаційної взаємодії (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Інтеграція програмних засобів CAD/CAM/CAE/ERP на верфі

Моделювання виробництв і виробничих процесів. Усе ширше застосування в світовій практиці отримує повне електронне моделювання виробництв і процесів. Класичне визначення методу "імітаційне моделювання" як інструментарію

1.2. Застосування інформаційних технологій...

дослідження складних систем належить Шенону. Відповідно до цього визначення "імітаційне моделювання" є експериментальною і прикладною методологією, цілями якої є: описати поведінку системи; побудувати теорії й гіпотези, які пояснюють спостережувану поведінку; використати ці теорії для передбачення майбутньої поведінки й оцінки різних стратегій, що забезпечують функціонування цієї системи у рамках обмежень, що накладаються.

Технології імітаційного моделювання є складовою частиною сучасної концепції *e-manufacturing solution* – цифрового виробництва. При її реалізації програмні засоби є ключовими. Вже на ранніх стадіях технологічного проектування імітаційне моделювання дозволяє: підвищити ефективність розробки технологічної частини проектів суден, а також будівництва, реконструкції і технологічного переозброєння суднобудівних і судноремонтних підприємств; оптимізувати схеми технологічних потоків, включаючи склад, технічні характеристики і розміщення технологічного устаткування на виробничих площах, тим самим зменшити вірогідність небажаних наслідків ще до початку будівництва і установки обладнання та скоротити витрати на технічне переозброєння і реконструкцію підприємства. Основними завданнями, що вирішуються при розробці проектів реконструкції суднобудівних підприємств, є суттєве, в 2–2,5 рази, зниження трудомісткості і термінів побудови корпусів суден. Вирішити поставлені завдання вдається за рахунок застосування сучасного високопродуктивного автоматизованого і роботизованого устаткування та висококонцентрованих джерел енергії, включаючи плазмові, лазерні й гідроабразивні.

Основними організаційно-технологічними заходами, що забезпечують досягнення цілей реконструкції суднобудівних підприємств, є:

- освоєння технології виготовлення корпусів суден з великогабаритного металопрокату (листи розміром від 3,2×12 до 4,5×16 м);

1. ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА В СУДНОБУДУВАННІ...

- створення автоматизованого витратного складу сталі;
 - заміна машин теплового різання з числовим програмним управлінням (ЧПУ) на сучасні багатофункціональні плазмові, лазерні й гідроабразивні машини, що забезпечують підвищену точність деталей, а також механізація подавання листів на машини і зняття розкрою;
 - гнуття листових деталей із застосуванням ресурсозберігаючої технології міні-силової ротаційно-локальної деформації;
 - роботизована обробка профільних деталей;
 - виготовлення деталей з великогабаритного металопрокату;
 - упровадження потокової лінії складання і зварювання плоских секцій із застосуванням одностороннього автоматичного зварювання полотниць зі зворотним формуванням шва;
 - очищення і фарбування секцій корпусів суден у спеціалізованих камерах, що забезпечують оптимальний температурний режим, вимоги екологічної й виробничої безпеки [2].
- Найважливішим напрямом удосконалення робіт з технологічного проектування підприємств є впровадження імітаційного моделювання виробництва, що дозволяє:
- скоротити терміни розробки проектів будівництва, реконструкції і технологічного переозброєння суднобудівних і судноремонтних підприємств;
 - знизити витрати на розробку проектів;
 - оптимізувати склад, технічні характеристики і розміщення технологічного устаткування та схеми металопотоків, тим самим скоротивши витрати на технічне переозброєння і реконструкцію підприємств.

У сучасних умовах на базі потоків корпусообробного і складально-зварювального цехів (рис. 1.5) розроблена електронна модель ділянок первинної обробки і теплового різання металу корпусообробного цеху.

1.2. Застосування інформаційних технологій...

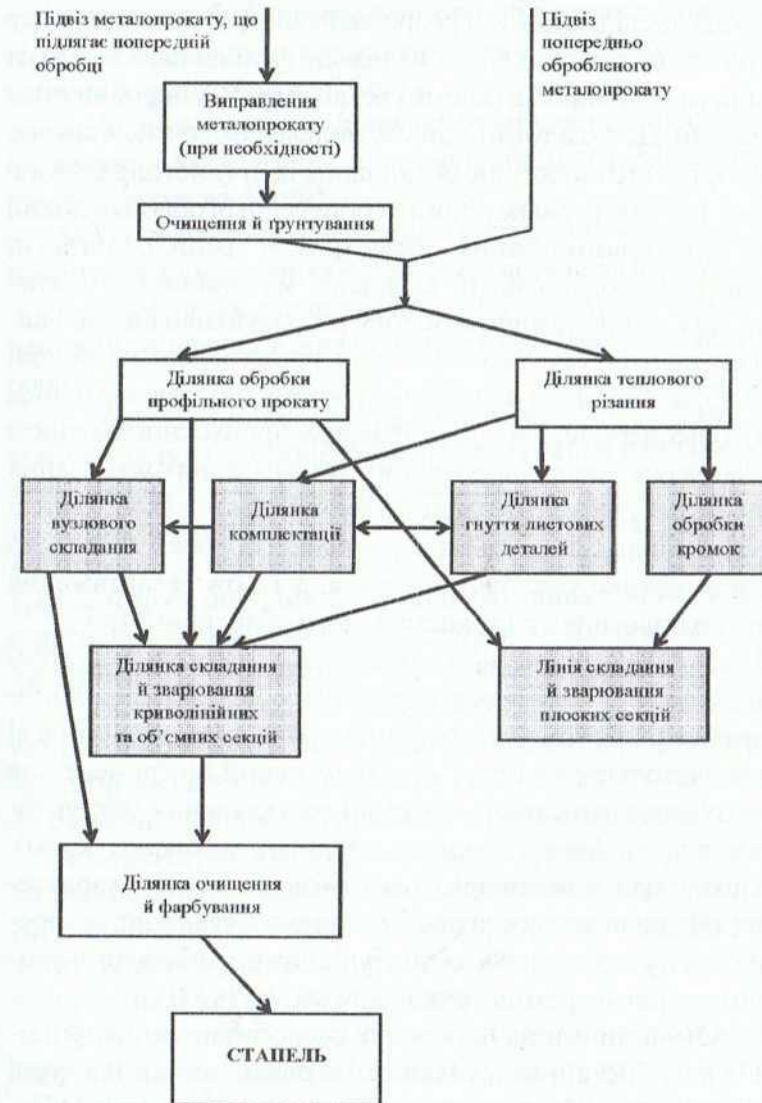


Рис. 1.5. Схема функціональних зв'язків корпусообробного й складально-зварювального виробництва

1. ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА В СУДНОБУДУВАННІ...

У ході досліджень були розроблені алгоритми розрахунку пропускної здатності ділянок, визначені функціональні зв'язки і маршрути руху виробів (листів і деталей) між їх виробничими осередками. До складу імітаційних моделей включено основне транспортне і технологічне обладнання цеху (листоправильна машина, автоматизована лінія для попередньої обробки листа, машини теплового різання, обслуговуючі крани, рольганги, перевантажувачі, проміжні складські майданчики). Статистичні дані, які покладені в основу розрахункових схем, і алгоритми роботи устаткування були підготовлені на основі ОСТ 5.9526–87. Аналіз виробничої системи показав, що одним із ключових параметрів при розрахунку пропускної здатності цеху і завантаження технологічного устаткування є час різання листа. За допомогою моделей виконувалась також оцінка пропускної здатності ділянки попередньої обробки листового металу й ділянки теплового різання, а також завантаження усього технологічного і транспортного обладнання цеху.

Використання імітаційних моделей сприяє ефективному рішення завдань оптимізації виробничих систем і технологічних процесів заготівельного виробництва верфі. Такі моделі можуть виступати як простий і ефективний інструмент для прогнозування можливих ситуацій та ухвалення обґрунтованих рішень по оперативному управлінню ділянкою (цехом). Вони дозволяють забезпечити оптимізацію складу і характеристик обладнання при розробці проектів технічного переозброєння й реконструкції суднобудівних виробництв зі зниженням витрат на реконструкцію до 10–15 % [2].

У наступний час на передових суднобудівних підприємствах з використанням сучасних ІТ реалізуються наступні *бізнес-функції*, що включають підготовку виробництва [12]:

1. *Управління даними про виріб* (конструкторська документація, конструкторська структура виробу, технологічна

1.2. Застосування інформаційних технологій...

структура виробу (ієрархія планово-облікових одиниць), матеріальні відомості, відомості трудомісткості, комплектувальні відомості, розрахунковий блок).

2. *Планування виробництва* (планування виробництва, складання і актуалізація плану виробництва, завантаження ресурсів і потужностей).

3. *Управління виробництвом* (управління нарядами, облік роботи підрядників, виробничий рух, управління інструментом).

4. *Управління якістю* (управління побудовними посвідченнями, управління посвідченнями приймально-здавальних робіт).

5. *Управління життєвим циклом виробу* (підтримка життєвого циклу замовлень, вивантаження даних у PDM-систему управління даними про виріб замовника).

6. *Електронний документообіг* (єдиний електронний архів конструкторської і технологічної документації, єдиний електронний архів робочих та адміністративних документів, маршрути обробки документів, інструменти колективної роботи з документами, управління змінами в документах).

7. *Планування закупок* (обробка потреб і заявок на закупку, каталог виробників, устаткування й матеріалів, порівняння пропозицій і вибір оптимальних пропозицій постачальників, формування планів закупок та контроль виконання).

8. *Управління закупками і складом* (розміщення замовлень на закупку, облік надходжень устаткування й матеріалів, багатовимірна структура складів (стелажі, осередки), зберігання устаткування й матеріалів під замовлення, проект, видача устаткування й матеріалів у роботу).

9. *Управління засобами індивідуального захисту* (норми видачі ЗІЗ, антропометричний облік (розмір, зріст і т. д.) працівників підприємства; індивідуальний облік видачі і списання ЗІЗ співробітникам, автоматичне формування заявок на придбання ЗІЗ).

1. ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА В СУДНОБУДУВАННІ...

10. *Управління технічним обслуговуванням (ТО) і ремонтами* (електронний каталог устаткування, планування робіт по ТО і ремонту, моніторинг стану устаткування, облік витрат на ТО і ремонти).

11. *Управління автотранспортом* (транспортний парк, виписка дорожніх листів, планування й облік ТО та ремонтів автотранспорту).

12. *Управління енергоресурсами* (технічний облік електроенергії, теплової енергії, води, технічних газів, прогноз споживання).

13. *Кадровий менеджмент* (кадровий облік, штатний розклад, тарифні сітки, аналіз фонду оплати праці, управління персоналом).

14. *Облік робочого часу* (зміни, графіки роботи, підсумований облік робочого часу, автоматичне заповнення табелів, інтеграція з електронними прохідними).

15. *Розрахунок заробітної плати* (робота з нарядами, підрядна й акордна системи оплати праці, аналітичний облік по замовленнях, статтях витрат, технологічних комплектах, розрахунок заробітної плати і відрахувань, отримання регламентованої звітності).

16. *Корпоративний Human Resource (HR)-портал* (самообслуговування співробітників (Employee Self-Service), оцінка, атестація, тестування, управління навчанням).

17. *Бюджетування* (бюджетний класифікатор, бюджети проектів, бюджетний регламент, бізнес-моделювання, бюджетний контроль).

18. *Управління договірною діяльністю* (картотека договорів і додаткових угод, договірні умови, штрафні санкції, календарний графік оплат, узгодження і візування договорів, контроль виконання договірних зобов'язань).

19. *Управління грошовими коштами й розрахунками* (банківські й касові операції, контроль та узгодження вихід-

1.2. Застосування інформаційних технологій...

них платежів, кредити й позики, платіжний календар, оперативний контроль та аналіз дебіторської й кредиторської заборгованості).

20. *Управління основними фондами* (картотека інвентарних об'єктів, документальний облік усіх операцій з основними засобами, бухгалтерський, податковий, управлінський облік основних засобів).

21. *Бухгалтерський, податковий, управлінський облік* (автоматизоване виконання проводок від документів, калькуляція витрат по замовленнях, проектах, головна книга, оборотно-сальдові відомості, журнали ордера, фінансова і податкова звітність).

Для реалізації розглянутих вище бізнес-функцій, що забезпечують основні етапи життєвого циклу промислових виробів (у нашому випадку, суден), використовуються наступні основні типи автоматизованих систем, що наведені на рис. 1.6.

Вказані системи підтримують наступні етапи і процедури в життєвому циклі суден [7]:

- **CAE – Computer Aided Engineering** (автоматизовані розрахунки та аналіз);

- **CAD – Computer Aided Design** (автоматизоване проектування);

- **CAM – Computer Aided Manufacturing** (автоматизована технологічна підготовка виробництва);

- **PDM – Product Data Management** (управління проектними даними);

- **MES – Manufacturing Execution System** (виробнича виконавча система);

- **ERP – Enterprise Resource Planning** (планування й управління підприємством);

- **MRP-2 – Manufacturing (Material) Requirement Planning** (планування виробництва);

1. ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА В СУДНОБУДУВАННІ...

- **SCM** – *Supply Chain Management* (управління ланцюжками поставок);
- **CRM** – *Customer Relationship Management* (управління взаємостосунками із замовниками);
- **SCADA** – *Supervisory Control And Data Acquisition* (диспетчерське управління виробничими процесами);
- **CNC** – *Computer Numerical Control* (комп'ютерне числове управління);
- **S&SM** – *Sales and Service Management* (управління продажами й обслуговуванням);
- **CPC** – *Collaborative Product Commerce* (спільний електронний бізнес).

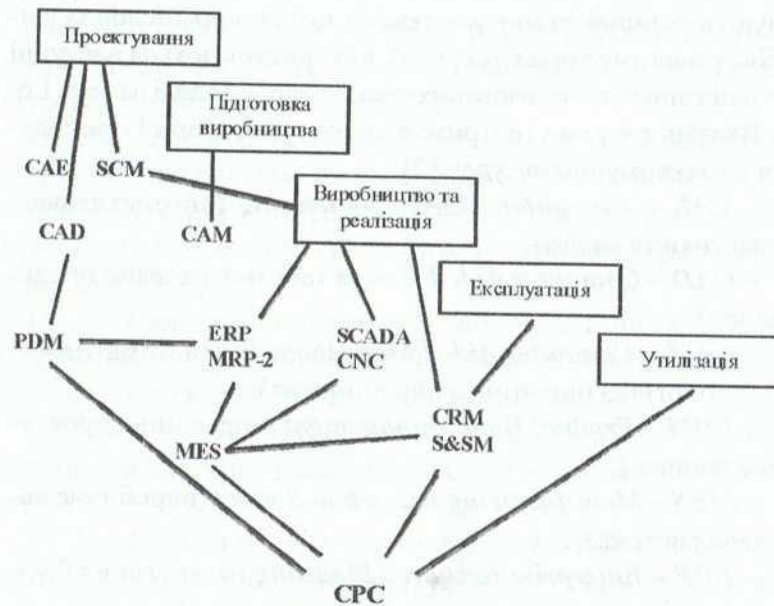


Рис. 1.6. Етапи життєвого циклу суден та системи їх автоматизації

1.2. Застосування інформаційних технологій...

Далі наводиться коротка характеристика названих етапів і відповідних систем автоматизації.

Сучасні САПР (або системи CAE/CAD), що забезпечують наскрізне проектування складних виробів або, принаймні, виконують більшість проектних процедур, мають багатомодульну структуру. Модулі розрізняються своєю орієнтацією на різні проектні завдання відповідно до тих або інших типів пристроїв і конструкцій. При цьому виникають природні проблеми, які пов'язані з побудовою загальних баз даних, з вибором протоколів, форматів даних та інтерфейсів різномірних підсистем, з організацією спільного використання модулів при груповій роботі. Ці проблеми посилюються при виробництві складних виробів.

Для вирішення проблем спільного функціонування компонентів САПР різного призначення розробляються системи управління проектними даними – системи PDM. Вони або входять до складу модулів конкретної САПР, або мають самостійне значення і можуть працювати спільно з різними САПР. Уже на етапі проектування потрібні послуги системи SCM – так звана система управління постачаннями комплектуючих (Component Supplier Management), яка на етапі виробництва забезпечує постачання необхідних матеріалів і комплектуючих. АСТПВ, що становлять основу системи CAM, виконують синтез ТП і програм для устаткування з числовим програмним управлінням, вибір технологічного устаткування, інструменту, оснащення, розрахунок норм часу і т. п. Модулі системи CAM зазвичай входять до складу розвинених САПР і тому інтегровані САПР часто називають системами CAE/CAD/CAM/PDM [33, 37].

Функції управління на промислових підприємствах виконуються автоматизованими системами на декількох ієрархічних рівнях. Автоматизацію управління на верхніх рівнях

1. ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА В СУДНОБУДУВАННІ...

від корпорації (виробничих об'єднань підприємств) до цеху виконують АСУП, що класифікуються як системи ERP або MRP-2. Найбільш розвинені системи ERP виконують різні бізнес-функції, які пов'язані з плануванням виробництва, закупівлями, збутом продукції, аналізом перспектив маркетингу, управлінням фінансами, персоналом, складським господарством, обліком основних фондів і т. п. Системи MRP-2 орієнтовані в основному на бізнес-функції, що безпосередньо пов'язані з виробництвом.

Автоматичні системи управління технологічними процесами контролюють і використовують дані, що характеризують стан технологічного устаткування й протікання ТП. Саме їх частіше всього називають системами промислової автоматизації. Для виконання диспетчерських функцій (збору й обробки даних про стан устаткування і ТП) та розробки програмного забезпечення для вбудованого обладнання до складу АСУТП вводять систему SCADA. Для безпосереднього програмного управління технологічним устаткуванням використовують системи CNC на базі контролерів – спеціалізованих комп'ютерів, які вбудовані в технологічне устаткування.

На етапі реалізації продукції виконуються функції управління відносинами із замовниками й покупцями, проводиться аналіз ринкової ситуації, визначаються перспективи попиту на плановані до випуску вироби. Ці завдання вирішуються за допомогою системи CRM. Маркетингові функції іноді покладаються на систему S&SM, яка, крім того, служить для вирішення проблем обслуговування.

На етапі експлуатації застосовуються спеціалізовані комп'ютерні системи, зайняті питаннями ремонту, контролю, діагностики експлуатованих систем. Обслуговуючий персонал використовує інтерактивні навчальні й технічні посібники, а також засоби для дистанційного консультування при пошуку

1.2. Застосування інформаційних технологій...

несправностей, програми для автоматизованого замовлення деталей замість тих, що відмовили. Слід зазначити, що функції деяких автоматизованих систем часто перекриваються. Зокрема, це стосується систем ERP і MRP-2. Управління маркетингом може бути доручене як системі ERP, так і системі CRM або S&SM.

На рішення оперативних завдань управління проектуванням, виробництвом і маркетингом орієнтовані системи MES. Вони близькі деякими виконуваними функціями до систем ERP, PDM, SCM, S&SM і відрізняються від них саме оперативністю, ухваленням рішень в реальному часі, причому важливе значення надається оптимізації цих рішень з урахуванням поточної інформації про стан устаткування і процесів.

Перераховані автоматизовані системи можуть працювати автономно, як сьогодні й відбувається. Проте ефективність автоматизації буде помітно вища, якщо дані, генеровані в одній із систем, будуть доступні в інших системах, оскільки рішення, що приймаються в них, стануть більш обґрунтованими. Щоб досягти належного рівня взаємодії промислових автоматизованих систем, необхідне створення єдиного інформаційного простору не лише на окремих підприємствах, але й, що більш важливо, у рамках об'єднання підприємств. Єдиний інформаційний простір забезпечується завдяки уніфікації як форми, так і змісту інформації про конкретні вироби на різних етапах їх життєвого циклу.

Уніфікація форми досягається використанням стандартних форматів і мов представлення інформації в міжпрограмних обмінах і при документуванні.

Уніфікація змісту, що розуміється як однозначна правильна інтерпретація даних про конкретний виріб на усіх етапах його життєвого циклу, забезпечується розробкою онтології (мета-описів) додатків, що закріплюються у прикладних CALS-протоколах [39].

1. ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА В СУДНОБУДУВАННІ...

Уніфікація переліків і найменувань *сутностей, атрибутів і відношень* у певних предметних областях є основою для єдиного електронного опису виробу в CALS-просторі.

Контрольні питання

1. Якими особливостями характеризується процес підготовки виробництва на суднобудівному підприємстві?
2. Який комплекс представляє сучасна підготовка виробництва в загальному вигляді?
3. Що є характерним для суднобудування на відміну від інших галузей промислового виробництва?
4. Навести схему та склад виробничих зв'язків основних цехів суднобудівної верфі.
5. Що таке інформаційна технологія?
6. З чого складається автоматизована ІТ?
7. Що таке інформаційна модель виробу?
8. На які системи спирається інформаційна модель судна?
9. Які завдання треба вирішити для вдосконалення підготовки виробництва у суднобудуванні?
10. Що дозволяє здійснити імітаційне моделювання на ранніх стадіях технологічного проектування?
11. Які організаційно-технологічні заходи забезпечують досягнення цілей реконструкції суднобудівних підприємств у наш час?
12. Навести схему функціональних зв'язків корпусообробного й складально-зварювального виробництв.
13. Які бізнес-функції, що включають підготовку виробництва, реалізуються на передових суднобудівних підприємствах?
14. Навести схему етапів життєвого циклу суден та систем їх автоматизації.

2. КОМПЛЕКСНІСТЬ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА В СУДНОБУДУВАННІ

У сучасних умовах розвитку промисловості вітчизняне суднобудування висуває вимоги послідовного відпрацювання господарського механізму, пошуку ефективних форм і методів організації виробництва. До найважливіших сучасних напрямів удосконалення організації виробництва слід віднести [2]:

- упровадження гнучких форм і методів організації виробництва, що дозволяють оперативно враховувати і задовольняти вимоги споживачів;
- уведення прискорених методів розробки й освоєння виробництва нової конкурентоспроможної на світовому рівні продукції;
- істотне підвищення якості продукції на основі реалізації систем забезпечення якості й участі в цьому працівників;
- забезпечення ритмічної і стійкої роботи підприємств шляхом упровадження прогресивних методів організації виробничих процесів.

Усі ці вимоги можна виконати завдяки програмній оптимізації виробничих процесів. Успішний розвиток підприємств залежить від темпів науково-технічного прогресу, складовою частиною якого є процес підготовки виробничого циклу. При прискореному розвитку найбільшу складність має перехід від

2. КОМПЛЕКСНІСТЬ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

наукових і проектних розробок до промислового освоєння виробів. Процес освоєння випуску виробів є початковим етапом виробничого процесу з випуску продукції і відрізняється більшою складністю в плануванні організації виробництва. У цей період відбуваються значні зміни у виробничо-господарській діяльності підприємства, порушується звичний хід виробництва, з'являються труднощі в матеріально-технічному і кадровому забезпеченні, виникає порушення спеціалізації підрозділів, порушення ритмічності виробництва, особливо внутрішньовиробничих ритмів. Однією з форм організаційної і економічної модернізації підприємства є комплексна підготовка виробництва (КПВ), що представляє широкі й різноманітні заходи зі створення та освоєння таких виробничих нововведень: оцінки й аналізу готовності виробництва і різних його сторін до випуску техніки; використання прогресивних, принципово нових ТП; автоматизації усіх можливих процесів на підприємстві; нових форм організації праці, виробництва й управління.

Комплексність підготовки виробництва повинна ґрунтуватися на повному охопленні усіх сторін підготовки виробничої системи, враховувати комплексність об'єктів підготовки (новий виріб, модернізований виріб, технологія, організація) і процесів підготовки (наукові, технічні, економічні, організаційні), цілей і рівнів.

Комплексність – це цілеспрямоване і планомірне встановлення й застосування системи взаємопов'язаних вимог до об'єкта матеріальної або нематеріальної сфери і його складових частин, а також до інших матеріальних і нематеріальних чинників, що впливають на об'єкт, шляхом узгодження вимог ГОСТ 1.1–2002. Комплексність – одна із структурних характеристик системи підготовки виробництва в суднобудуванні. Її не можна правильно зрозуміти без аналізу системи, що вивчається. У теорії систем найбільш поширені ті визначення

2. Комплексність підготовки виробництва в суднобудуванні

комплексного підходу, що зв'язують його суть із складністю (комплексністю) як самого об'єкта дослідження, так і його зв'язків із зовнішнім середовищем. При вивченні такого об'єкта як система підготовки виробництва комплексний підхід припускає:

а) визначення суті й функціонального призначення підготовки виробництва;

б) опис набору (суми) елементів, з яких складається система, та їх функцій;

в) виявлення характеру взаємодії структурних елементів, що входять у підготовку виробництва;

г) дослідження зв'язків (функціональних, координаційних і субординаційних) між підготовкою виробництва і зовнішнім середовищем.

Підготовка виробництва є складним, багатоеlementним за своєю внутрішньою структурою утворенням. Її структуризація може бути здійснена за різними ознаками (наприклад, за організаційною, програмно-цільовою і т. д.). Виходячи з цього, можна вважати, що КПВ повинна розглядатися як система, а види підготовки – як елементи цієї системи з урахуванням особливостей взаємовідношення системи та її елементів. Система виконує інтеграційну функцію для того, щоб досягти певної цілі, заради якої вона створена. Хоча кожен елемент системи і має своє функціональне призначення, проте він існує у рамках системи і його здійснення обумовлене ціллю, яку конкретно виконує кожен елемент. У сучасних умовах КПВ – це взаємозв'язаний комплекс інноваційних процесів науково-дослідницького, конструкторського, технологічного, організаційного, економічного і соціально-психологічного характеру, які безперервно реалізуються на підприємстві та спрямовані на створення і промислове освоєння нових виробів із заданим рівнем якості та об'ємом випуску при найменших трудових і матеріальних витратах у встановлені строки [24].

Таким чином, підготовка виробництва до побудови суден нового проекту є комплексною системою і забезпечує готовність підприємства до виконання програми побудови суден вищої категорії якості із заданими техніко-економічними показниками.

Комплексність підготовки виробництва на суднобудівному підприємстві має бути обов'язково систематизованою, розрахунковою з тематики і обсягів робіт, що виконуються службами, які готують виробництво. Усі розробки повинні виконуватися в точно визначені терміни, щоб власне виробничий процес від запуску матеріалу у виробництво і до випуску готової продукції не переривався. Комплексність підготовки виробництва пов'язана з проведенням великої організаційної роботи, яка передбачає:

- централізовану координацію діяльності служб підготовки виробництва на основі єдиного оперативного планування;
- чітке адміністративне розмежування функцій служб підготовки виробництва;
- уніфікацію документації;
- упорядкування термінів, черговості і маршрутів її проходження;
- електронне створення і управління документацією, що забезпечує: встановлення необхідного переліку контрольованих документів, застосування системи їх точної ідентифікації, встановлення актуальності версії документа, призначення відповідальних за перегляд, затвердження, випуск або поширення документів, вилучення застарілих документів і внесення змін.

У практиці управління підготовкою виробництва на суднобудівному підприємстві застосовуються методи, які базуються на використанні автоматизованих систем управління. Побудова економіко-математичних моделей при управлінні підготовкою виробництва спрямована на оптимізацію чинників, що сприяють винесенню остаточних рішень, які приймаються в процесі підготовки виробництва. Вибір критеріїв

ефективності цих рішень визначається виходячи з конкретних умов і змісту поставлених завдань. Як критерії ефективності управління КПВ можуть бути прийняті:

- обсяги і етапи робіт, терміни їх виконання;
- витрата трудових і матеріально-технічних ресурсів, фінансових коштів, що необхідні для реалізації пропонованих рішень; при цьому можуть бути враховані обмежені можливості фінансування великих заходів, що виконуються за рахунок капітальних вкладень та інших джерел (наприклад, заміна технологічного устаткування новим, високопродуктивним).

У процесі комп'ютерного моделювання підготовки виробництва доцільно розглядати два етапи: *побудову моделі об'єкта управління (підготовки виробництва)* і *побудову моделі системи управління підготовкою виробництва*.

При створенні моделі підготовки виробництва необхідно визначити повніший перелік розділів і видів робіт, які слід розглядати. З цією метою:

- аналізується значна кількість статистичних та інших даних, що належать до підготовки виробництва в технологічних, конструкторських і інших службах;
- складається перелік документації, заходів і робіт, що підлягають виконанню по підготовці виробництва в усіх цехах верфі, суднового машинобудування й допоміжних;
- визначається уся проектна (технічна, технологічна, організаційна і замовлена) документація, яку необхідно отримати в контрагентських і проектно-конструкторських організаціях.

На даний час сформувалося чітко уявлення про перелік розділів і види робіт, які виконуються при підготовці виробництва стосовно усіх цехів суднобудівного підприємства. При проведенні систематизації розділів і відборі тих видів робіт, які є загальноприйнятими в підготовці виробництва на кожному суднобудівному підприємстві, враховуються чинники, які прямо або опосередковано впливають на забезпечення

2. КОМПЛЕКСНІСТЬ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

виробничого процесу й успішне функціонування виробництва. Необхідно враховувати, що перелік розділів і видів робіт продовжує формуватися безперервно – у міру розвитку і вдосконалення суднобудівного виробництва, а також побудови усе складніших суден і суднової продукції нових проектів. Тому подальша систематизація структури КПВ повинна продовжуватися також безперервно в процесі функціонування виробництва суднобудівних підприємств [2].

У подальших розробках, що стосуються формування КПВ у суднобудуванні, слід домагатися кращої координації рішень, які приймаються в службах і цехових підрозділах, які готують виробництво. Пізніше, при реалізації плану підготовки виробництва, усі ці обставини забезпечать кращі умови для виробничо-господарської діяльності суднобудівного підприємства.

Комплексність підготовки виробництва на підприємстві охоплює усі види підготовки виробництва і забезпечує наявність на підприємстві-будівнику головного судна конструкторських, організаційно-технічних і технологічних документів, споруд і комунікацій, підйомно-транспортного устаткування, засобів технологічного оснащення, кадрів робітників та інженерно-технічного складу, спеціалізованих підрозділів і виконавців, що здійснюють будівництво суден нового проекту (рис. 2.1).

Зміст і трудомісткість робіт цієї підготовки на підприємстві-будівнику залежать від категорії підприємства, типу суден, що будуються, наявності і складу відповідних інженерних служб. Визначення і основні особливості видів КПВ наведені нижче.

Конструкторська підготовка виробництва (з використанням ІТ) – це сукупність взаємозв'язаних процесів із розробки проектних конструкторських документів, відомостей щодо замовлення матеріалів і устаткування, принципових технологій та організації побудови судна; з випуску робочих

2. Комплексність підготовки виробництва в суднобудуванні

конструкторських документів щодо суднобудівної верфі і виробів суднового машинобудування, у тому числі машинобудівної частини (МБЧ) підприємства-будівника, експлуатаційних і ремонтних документів; із комп'ютерного моделювання судових приміщень; створення електронних моделей різних судових конструкцій, пристроїв, стендів і судна в цілому для проведення випробувань.



Рис. 2.1. Схема комплексної підготовки виробництва верфі

Особливості суднобудівного виробництва обумовлюють істотні відмінності організації його конструкторської підготовки від цього виду підготовки інших галузей машинобудування. Ці відмінності полягають у наступному:

– науково-дослідницькі й дослідно-конструкторські роботи в основному є складовою частиною конструкторської підготовки виробництва;

2. КОМПЛЕКСНІСТЬ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

– конструкторська підготовка виробництва поділяється на конструкторську підготовку у проєктантів головного судна і на конструкторську підготовку на підприємстві-будівнику;

– робочі конструкторські документи верфі випускаються за конструктивно-технологічним методом;

– попередні відомості замовлення матеріалів і комплектуючого устаткування розробляються на основі документів технічного проєкту судна;

– відсутній дослідний зразок виробу, перше побудоване судно нового проєкту є головним судном, а не дослідним зразком, оскільки воно здається замовникові для експлуатації;

– робочі конструкторські документи головного судна розробляються і передаються підприємству-будівнику поетапно: в першу чергу – креслення корпусних конструкцій з насиченням закладного району судна, далі – наступних районів і по конструктивних групах відповідно до принципової технології побудови судна і в терміни, які погоджені з підприємством-будівником головного судна і електромонтажним підприємством.

Конструкторами підприємства-будівника розробляються проєкти, схеми, креслення та відомості на такі види робіт: обладнання побудовного місця, закладення судна і його спуск; енергопостачання судна до спуску (виводу) на воду і на плаву; розміщення на судні обслуговуючих постів, що призначені для окремих видів технологічного обладнання; проєктування механізованих, комплексно-механізованих й автоматизованих ліній і дільниць, нових видів виробництв для забезпечення побудови головного судна нового проєкту; розробка заходів з охорони праці й техніки безпеки; коригування технічної документації за повідомленнями на зміни, що вносяться авторами проєктів суден і продукції суднового машинобудування.

Технологічна підготовка виробництва (ТПВ) на суднобудівному підприємстві включає визначення повного складу робіт, які необхідні для побудови судна, і розподіл цих робіт за етапами будівництва між цехами-учасниками; реалізує

2. Комплексність підготовки виробництва в суднобудуванні

комплекс робіт із проєктування і впровадження нових та вдосконалення діючих ТП, проєктування і виготовлення технологічного оснащення, вибору устаткування, встановлення нормативів використання праці, матеріалів, обладнання, тобто забезпечує технологічну готовність підприємства до побудови суден нового проєкту, а також задане зростання технічного рівня виробництва верфі й кожного з її видів (рис. 2.2). Є принципова відмінність в організації ТПВ верфі від цього виду підготовки виробництва в інших галузях машинобудування, яка полягає в тому, що технологічна готовність машинобудівного підприємства передбачає наявність у ньому повних комплектів конструкторської та технологічної документації, тоді як ця готовність у суднобудуванні ґрунтується на передаванні у виробництво конструкторських і технологічних документів чергами. Крім того, функції ТПВ верфі ширші за функції ТПВ в інших галузях машинобудування.

Специфікою ТПВ верфі є поєднання по строках конструкторської підготовки виробництва в конструкторському бюро з ТПВ на підприємстві шляхом участі технологів заводу в роботі центрального конструкторського бюро (ЦКБ), починаючи зі стадії технічного проєктування. Це стосується передусім розробки принципової технології та організації будівництва судна: розбивки корпусу на складальні одиниці з урахуванням виробничих умов підприємства-будівника, вибору схеми формування корпусу судна на побудовному місці, розміщення виробництва на підприємстві. Окрім цього, в робочі конструкторські документи верфі (у специфікації до них) включають дані по технології та організації побудови судна. До недавнього часу ще однією особливістю ТПВ суднобудівного підприємства була наявність у її складі самостійного підрозділу – плазово-технологічної підготовки виробництва, в процесі якої виконувалося доповнення геометричної та технологічної інформації по корпусу судна, яка надходила від проєктанта.

2. КОМПЛЕКСНІСТЬ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

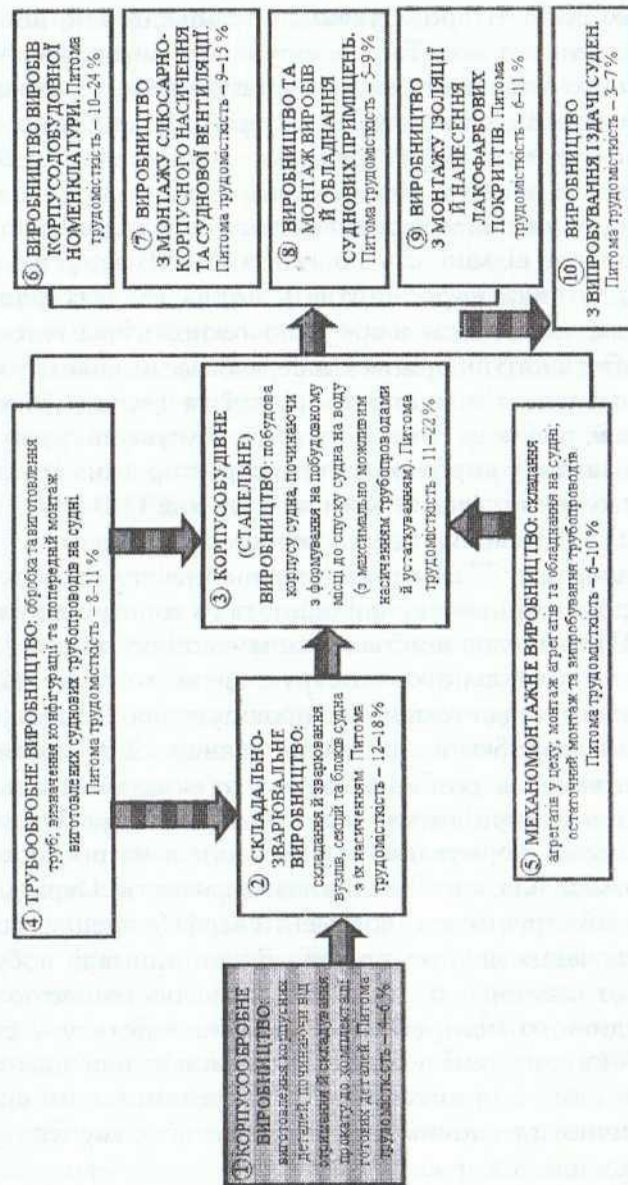


Рис. 2.2. Структура технологічних потоків основних виробництв верфі та їх питома трудомісткість

2. Комплексність підготовки виробництва в суднобудуванні

Організаційно-економічна підготовка виробництва – сукупність взаємозв'язаних економічно ефективних процесів і рішень, що забезпечують організацію побудови суден в оптимальні строки, організацію нових видів виробництв і спеціалізованих підрозділів, вибір і оцінку оптимального варіанта побудови судна, економічне обґрунтування заходів, які пов'язані з упровадженням нових ТП, модернізацією виробництва. Встановлення техніко-економічної доцільності побудови судна з урахуванням ступеня перспективності й новизни ґрунтується на розрахунку ефективності виробництва, що полягає в аналізі витрат по усіх стадіях побудови судна, починаючи з його проектування і закінчуючи випробуванням і здачею в експлуатацію.

У ринкових умовах раціональна організація підготовки суднобудівного виробництва набуває особливого значення за рахунок забезпечення побудови суден електронними комплектами організаційно-технологічних документів і узгодженням колективних дій усіх учасників для прийняття найбільш ефективних і економічно обґрунтованих рішень на всіх стадіях створення судна. Таким чином, організаційно-економічна підготовка в комплексній системі виступає двигуном прискорення науково-технічного прогресу та охоплює усі види підготовки виробництва на підприємстві-будівнику головного судна.

Матеріально-технічна підготовка виробництва – сукупність взаємозв'язаних процесів, що забезпечують побудову суден нового проекту необхідними матеріалами і комплектуючими виробами по кооперації відповідно до замовлених відомостей і запланованої номенклатури, об'ємів і термінів договірних поставок і виконання власних робіт.

Матеріально-технічна підготовка виробництва зосереджена в основному на підприємстві-будівнику. Відповідальною

2. КОМПЛЕКСНІСТЬ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

ланкою роботи відділу матеріально-технічного забезпечення на підприємстві є облік, контроль і звітність за станом матеріально-технічних робіт.

Технічне переозброєння і реконструкція виробництва до побудови судна нового проекту є сукупністю взаємозв'язаних процесів, що забезпечують побудову суден нового проекту спорудами, необхідними площами, комунікаціями, засобами технічного переозброєння й підйомно-транспортним обладнанням.

Створення передової суднобудівної продукції при забезпеченні мінімуму витрат вимагає постійного вдосконалення виробництва. Воно ґрунтується, в основному, на механізації та автоматизації виробництва. У сучасних умовах значення реконструкції і технічного переозброєння підприємств-будівників значно зростає. Проведення будівельно-монтажних робіт із технічного переозброєння і реконструкції цехів та ділянок силами підприємства-будівника (господарським способом) і підрядних організацій без зупинки діючого виробництва вимагає ретельної інтегрованої підготовки виробництва в організації цих робіт.

Підготовка кадрів – сукупність взаємозв'язаних процесів, що забезпечують побудову суден нового проекту необхідними кадрами робітників і інженерно-технічних працівників відповідної кваліфікації. Широке використання при підготовці виробництва обчислювальної техніки і автоматизованих систем різних класів привело до того, що обов'язковою умовою професійної інженерної підготовки у ВНЗ стає вивчення дисциплін, які пов'язані з новими ІТ. Сьогодні на багатьох суднобудівних підприємствах створюються власні навчальні центри, в яких здійснюється освоєння фахівцями нового програмного забезпечення, що впроваджується на цьому підприємстві.

2. Комплексність підготовки виробництва в суднобудуванні

Соціально-психологічна підготовка виробництва – сукупність взаємозв'язаних процесів, що забезпечують повну соціально-психологічну готовність підприємства-будівника до побудови суден нового проекту. Соціально-психологічна підготовка виробництва припускає створення на підприємстві-будівнику, в його підрозділах і службах сприятливого соціально-психологічного клімату, що забезпечує створення продукції високої якості у встановлені строки з мінімальними трудовими і матеріальними витратами. Світовий досвід показує, що за однакових умов технічної оснащеності виробництва, комп'ютеризації підготовки виробництва значної переваги в якості продукції і зниженні витрат можна досягти тільки підключивши "людський" чинник.

Контрольні питання

1. Які найважливіші напрями вдосконалення організації виробництва сьогодні можна назвати?
2. Що таке комплексність?
3. Що припускає комплексний підхід при вивченні системи підготовки виробництва?
4. Що являє собою у сучасних умовах комплексна підготовка виробництва?
5. Які етапи розглядаються при комп'ютерному моделюванні підготовки виробництва?
6. Наведіть схему комплексної підготовки виробництва верфі.
7. Дайте стислу характеристику видам комплексної підготовки виробництва верфі.

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА ДО ПОБУДОВИ СУДЕН

3.1. Організація конструкторської підготовки виробництва

Науково-дослідницькі та дослідно-конструкторські роботи (НДДКР). Процес освоєння нової продукції вимагає безперервного впровадження нововведень (у формі патентів, ноу-хау, результатів НДДКР і т. д.) в галузі технологій, методів організації виробництва, менеджменту та в інших сферах, він служить чинником розвитку суспільства. Випереджаючі НДДКР є локомотивом конкурентоспроможності, саме вони лежать в основі підвищення кваліфікації суднобудівної галузі, постійного зростання якості проектів, скорочення циклу побудови суден і зниження їх собівартості (рис. 3.1).

Формування, виконання і управління НДДКР неможливі без оволодіння спеціалізованими програмними продуктами та їх ефективного застосування. Ці роботи поділяються на наступні етапи: фундаментальні дослідження (теоретичні й пошукові); прикладні дослідження; дослідно-конструкторські роботи; дослідні, експериментальні роботи, які можуть виконуватися на будь-якому з попередніх етапів [24].

3.1. Організація конструкторської підготовки виробництва

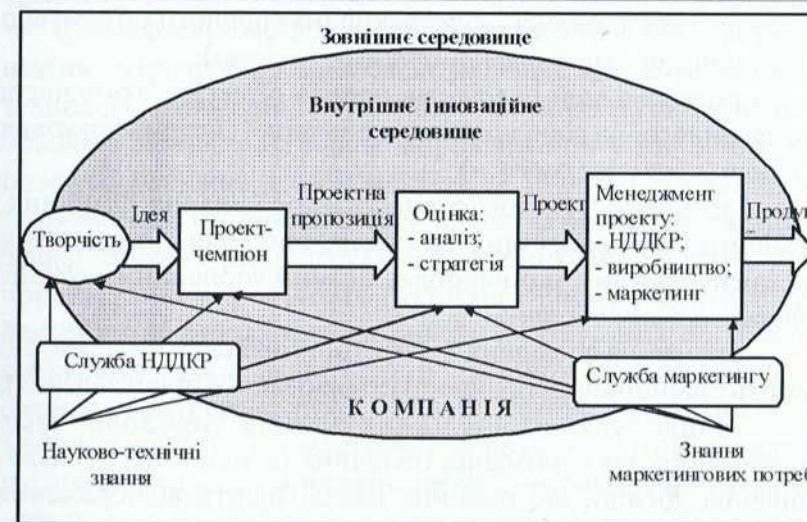


Рис. 3.1. Інновація як результат взаємодії сфер НДДКР

Результати теоретичних досліджень проявляються в наукових відкриттях, обґрунтуванні нових понять і представлень, створенні нових теорій. До пошукових відносяться дослідження, завданням яких є відкриття нових принципів створення виробів і технологій; нових, невідомих раніше властивостей матеріалів і їх з'єднань; методів менеджменту.

Прикладні дослідження спрямовані на вивчення шляхів практичного застосування відкритих раніше явищ і процесів. Їх цілями є вирішення технічної проблеми, уточнення незрозумілих теоретичних питань, отримання конкретних наукових результатів, які надалі будуть використані в дослідно-конструкторських роботах (ДКР).

Дослідно-конструкторські роботи – завершальна стадія НДДКР – своєрідний перехід від лабораторних умов і експериментального виробництва до промислового виробництва. До них належать:

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

- розробка певної конструкції інженерного об'єкта або технічної системи (*конструкторські роботи*);
- розробка ідей і варіантів нового об'єкта, у тому числі нетехнічного, на рівні креслення або іншої системи знакових засобів (*проектні роботи*);
- розробка ТП, тобто способів об'єднання фізичних, хімічних, технологічних та інших процесів з трудовими в цілісну систему, що виробляє певний корисний результат (*технологічні роботи*);
- створення дослідних зразків (оригінальних моделей, що мають принципові особливості створюваного нововведення);
- випробування дослідних зразків упродовж часу, необхідного для отримання технічних та інших даних і накопичення досвіду, що повинне надалі знайти відображення в технічній документації по застосуванню нововведень;
- певні види проектних робіт для будівництва, які припускають використання результатів попередніх досліджень.

Дослідні, експериментальні роботи – вид розробок, пов'язаний з дослідною перевіркою результатів наукових досліджень. Дослідні роботи мають за мету виготовлення і оброблення дослідних зразків нових продуктів, відпрацювання нових (удосконалених) ТП. Експериментальні роботи спрямовані на виготовлення, ремонт і відпрацювання спеціального (нестандартного) устаткування, апаратури, приладів, установок, стендів, макетів, необхідних для проведення НДДКР.

Одним із питань організації НДДКР є патентно-ліцензійна діяльність. *Патент* – це документ, що засвідчує авторство і надає його власникові виняткове право на винахід. По суті, патент – це титул власності на винахід, що підкріплюється промисловим зразком або реєстрацією товарного знаку. Патентний закон держави визначає терміни дії патентів, які залежать від виду промислової власності, що подається на державну реєстрацію.

3.1. Організація конструкторської підготовки виробництва

Спільна науково-дослідницька робота вчених, проектувальників і розробників найбільш доцільна при розробці нової технології, створенні головних зразків нового устаткування, освоєнні нових матеріалів, впровадженні у виробництво нового оснащення, засобів механізації. Науково-дослідницькі розробки можуть виконуватися також і за новим капітальним будівництвом і реконструкцією окремих виробництв, при проектуванні виробничих будинків і споруд, при відборі й розміщенні в цехах технологічного устаткування, організації поточкових механізованих ліній і ділянок [48]. Наприклад, очевидно, що реконструкція корпусообробного цеху повинна здійснюватися на основі створення прямого потоку деталей, що обробляються в умовах комплексно-механізованого й автоматизованого виробництв по усьому переліку технологічних операцій. Розробки, що відносяться до створення нового технологічного устаткування, тобто його техніко-технологічних характеристик, у тому числі продуктивності й економічності, повинні забезпечувати ефективність використання цього устаткування впродовж багатьох років експлуатації.

Науково-дослідницькі організації, маючи в наявності значний інформаційний матеріал, надають у розпорядження підприємств необхідні рекомендації з поліпшення організації виробництва, його розвитку і вдосконалення. В процесі аналізу ефективності розробок мають бути встановлені критерії відповідності наявного устаткування ТП, прийнятого для виготовлення продукції на рівні кращих зразків, і вироблені рекомендації для їх поліпшення та створення ще якіснішої продукції.

Фахівці підприємств беруть участь у створенні нових або поліпшенні технологічних характеристик матеріалів, уже освоєних і впроваджених у виробництво. У суднобудуванні це стосується, зокрема, листової і профільної сталі, з якої

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

формується корпуси суден, наприклад використання нового листового прокату великих розмірів, який освоєний металургійними заводами. Існуюче в цехах старе устаткування досить часто не в змозі виконати операції з його обробки. Тому підприємству потрібно буде замінити старе устаткування новим з більш високими технологічними характеристиками, що приведе до необхідності придбавати, встановлювати і освоювати нові правильні й згинальні вальці, преси для холодної обробки, машини для плазмового, лазерного і гідроабразивного різання металу, підйомно-транспортне та інше устаткування. Трудомісткий у виробництві зварний тавровий прокат замінюється суцільнокатаном, це виключає заготівлю штаб і складально-зварювальні роботи [2].

У науково-дослідницьких організаціях, що мають у розпорядженні відповідну виробничу базу, на нові проектні рішення розробляється робоча документація і технологія, потім виготовляється дослідний зразок виробу або оснащення, який передається підприємствам у серійне виробництво. При цьому підприємство, яке освоює новий ТП або продукцію, забезпечується з боку науково-дослідницької організації консультаціями по монтажу і пусконаладжувальних роботах, по освоєнню і впровадженню нового устаткування й оснащення.

При плануванні науково-технічної тематики на підприємстві передбачається робота над принципово новими проблемами, що підвищують організаційний і технічний рівень виробництва й забезпечують його високі техніко-економічні показники. Можуть бути намічені наступні етапи науково-дослідницьких робіт, що виконуються за участю фахівців підприємства, зацікавленого у відповідній тематиці і спрямованості цих розробок:

- вивчення інформаційних матеріалів, що знаходяться у розпорядженні науково-дослідницьких організацій;

3.1. Організація конструкторської підготовки виробництва

- спільна розробка програм досліджень, переліків дослідних і експериментальних робіт;
- встановлення етапів, строків, взаємних зобов'язань;
- виготовлення й відпрацювання експериментальних і дослідних зразків, а також освоєння ТП;
- коригування робочої документації за результатами остаточного відпрацювання, випробувань і приймання.

Великі можливості для виконання дослідницьких робіт мають вищі навчальні заклади. Висока кваліфікація вчених, які працюють в університетах, потужна лабораторна база і досвід фахівців дозволяють вирішувати важливі наукові і виробничі проблеми підприємств.

Конструкторська підготовка виробництва. Кожне судно будується відповідно до проекту. Проект судна включає величезний об'єм технічної документації у вигляді розрахунків, креслень і т. п. Розробкою проектів суден займаються ЦКБ. При розробці особливо складних проектів до вирішення окремих питань залучаються науково-дослідницькі організації, що займаються проблемами створення нових суднобудівних матеріалів, оброблянням форм корпусів суден з позицій теорії корабля, міцності суден на хвилюванні, створення різних механізмів, устаткування, приладів і т. д. Замовником проекту зазвичай виступає судовласник. Є певна специфіка в процедурі проектування цивільних суден різного призначення і військових кораблів, яка тут не розглядається. Усі роботи найчастіше виконує одне визначене ЦКБ, хоча за кордоном, а іноді й у нашій країні проектування буває конкурсним, коли над одним завданням працюють декілька ЦКБ.

Проектування судна – складне завдання, що вимагає високої кваліфікації виконавців. На сьогодні воно здійснюється на основі системного підходу. Суть системного підходу полягає в тому, що технічний об'єкт (судно) розглядається як складна

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

система, яка складається зі взаємозв'язаних підсистем, причому властивості такої системи не зводяться до суми властивостей її підсистем. Системи (підсистеми) мають декілька рівнів, тобто ієрархічну структуру (взаємної підлеглості). Наприклад, судно як система включає в якості підсистем корпус, енергетичну установку, суднові пристрої, засоби зв'язку і багато іншого. У свою чергу, корпус включає зовнішню обшивку, настили палуб, поперечні і поздовжні перебірки та інше. Саме судно є елементом системи більш високого рівня – транспортної, яка забезпечує перевезення вантажів певного роду; вона ж є частиною морського транспортного флоту країни. Транспортні перевезення забезпечуються не лише суднами: є портове господарство, залізниці, що також беруть участь у перевезеннях цих вантажів, автомобілі і т. д. У ході проектування не можна забувати про ці різноманітні взаємозв'язки [2, 29].

Конструкторська підготовка виробництва у проектанта головного судна. У проектанта головного судна конструкторська підготовка виробництва полягає у створенні документації для побудови судна у вигляді креслень, схем, специфікацій, відомостей, пояснювальних записок, технічних умов, програм і методик випробування судна та його комплектуючих виробів, таблиць розрахунків, експлуатаційних і ремонтних документів. Усі проектні розробки виконуються на основі "Єдиної системи конструкторської документації" (ЕСКД). Розвитком цієї системи стала розробка галузевих стандартів для суднобудування, які визначають правила розробки конструкторської документації.

Стандартами встановлюються загальні положення по документації для верфі і для суднового машинобудування. В них перераховуються види документів і загальні вимоги до виконання. Встановлюється порядок внесення змін до замовленої і робочої конструкторської документації. За своїм призначенням і послідовністю випуску проектно-конструктор-

3.1. Організація конструкторської підготовки виробництва

ська документація поділяється на *проектну, замовлену, робочу, здавальну та експлуатаційну*.

Проектна документація повинна визначати і обґрунтовувати техніко-економічні, експлуатаційні й виробничі характеристики судна. Частина проектною документації, на яку посиляються в договорі на побудову судна, є договірною (в основному, це креслення загального розташування, специфікації, перелік експлуатаційно-технічних елементів, відомості постачання).

Замовлена документація, що складається з відомостей, дає можливість замовити комплектуюче суднове устаткування і матеріали, необхідні для побудови судна.

Робоча документація забезпечує можливість виконання робіт з побудови судна відповідно до затверджених специфікацій (рис. 3.2). Вона складається з детальних, складальних, монтажних креслень і схем. Робоча конструкторська документація формується за конструктивно-технологічним методом, згідно з яким робочі креслення випускаються по конструкціях з урахуванням розбиття робіт з побудови судна на технологічні комплекти. Склад і зміст технологічних комплектів визначаються підприємством-будівником головного судна на основі технічного проекту, принципової технології та організації побудови. Специфікації і робочі креслення повинні включати відповідно до технологічних комплектів інформацію про те, що в кожному конструкції судна входять складальні одиниці різного рівня (будівельні райони, блоки, секції, підсекції, вузли). Тільки в цьому випадку специфікація стає основним документом, який забезпечує інформаційний зв'язок між конструктивними елементами судна з технологією і організацією виробництва, а також матеріально-технічним забезпеченням їх виготовлення. Для цього потрібна чітка організація спільної роботи на стадії проектування підрозділів конструкторського бюро (КБ) проектант судна і технологічних служб підприємства-будівника.

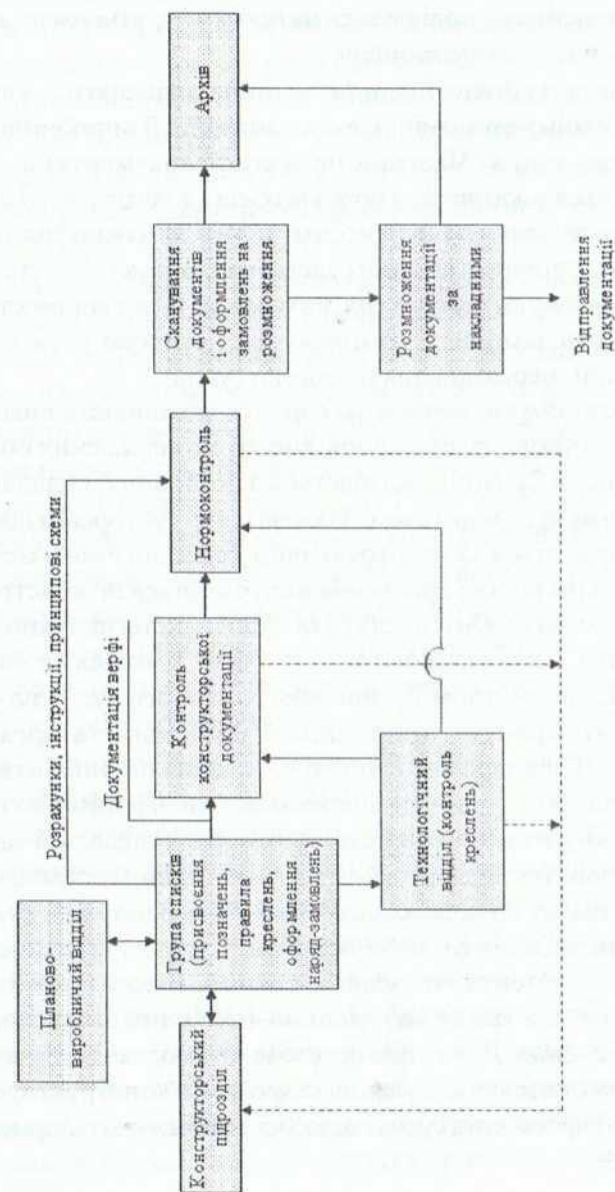


Рис. 3.2. Схема розробки робочої документації у проектанта

Технологічна документація дає можливість виконання робіт з побудови судна згідно з робочими кресленнями найбільш ефективним і технологічним способом у конкретних умовах підприємства-будівника із забезпеченням безпеки будівельних місць. В основному ця документація складається з виробничих схем, креслень пристосувань, документів для розподілу за цехами і технологічних інструкцій.

Здавальна документація встановлює можливість нормального проведення перевірок і усіх випробувань як окремих частин, пристроїв і систем, так і судна в цілому і його постачання на відповідність договірній та нормативній документації. Вона складається з програм, методик, відомостей комплектувань, паспортів та ін.

Експлуатаційна документація забезпечує можливість правильної експлуатації побудованого судна. Вона включає описи, інструкції, формуляри, креслення, відомості. Використовується також при монтажі, налагодженні і здачі суднових механізмів, систем, пристроїв і засобів автоматики. Частиною експлуатаційної документації є *ремонтна документація*, яка необхідна для проведення відновних (ремонтних) робіт на судні, та *інженерна документація* із забезпечення базування і порту приписки.

На рис. 3.3 наведена схема розробки конструкторських документів на стадіях проектування, будови, випробувань і здачі головного судна замовникові, якою можна скористатися для складання укрупненого графіка планування конструкторської підготовки виробництва у проектанта головного судна. В процесі розробки проектів фахівці підприємства-будівника судна беруть участь у всіх стадіях проектування (з організації, техніки й технології майбутньої побудови), виходячи з конкретних виробничих умов підприємства, конструктивних та інших особливостей судна. Це забезпечує своєчасну і високоякісну

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

підготовку виробництва підприємства до побудови судна і виготовлення продукції суднового машинобудування й зумовлює успіх виконання конструкторських рішень на усіх етапах виробничого процесу.

КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА У ПРОЕКТАНТА		
Стадії проектування	Періоди побудови	Випробування й здача
Технічне завдання	Електронне моделювання насичених приміщень та постів	Методики випробувань
Технічна пропозиція	Випробування дослідних та головних зразків устаткування	Перелік посвідчень на приймання судна
Ескізний проект	Технічне супроводження на підприємстві-будівнику	Програми швартовних випробувань
Технічний проект	Авторський гарантійний нагляд	Програми заводських ходових випробувань
Документація, що зроблена на замовлення матеріалів і устаткування	Коректування документації, що зроблена на замовлення	Звітні креслення
Робоча конструкторська документація	Коректування робочих креслень	Акт на приймання судна комісією

Рис. 3.3. Етапи конструкторської підготовки виробництва в процесі "проектування-виробництво"

До конструкторської підготовки виробництва висувається ряд вимог, обов'язкових для виконання. До них належать: певна форма і зміст специфікації на матеріали, комплектуючі

3.1. Організація конструкторської підготовки виробництва

вироби, вузли і деталі, які застосовуються при робочому проектуванні; стандартні, але з урахуванням виробничих можливостей цього підприємства методи опрацювання і випуску конструкторської документації; чіткість зображення робочого креслення; випуск креслень для макетування особливо складних вузлів, конструкцій, устаткування приміщень і переліку дослідних робіт, які необхідно виконати в процесі побудови судна.

При проектуванні судна фахівці проектно-конструкторських організацій використовують обмежувальні документи того підприємства, на якому будуватиметься це судно, для чого технологи надають у розпорядження проектанту необхідні відомості щодо виробничих потужностей цехів, а також визначають виробничі ланки, на яких не вистачає потужності.

У процесі узгодження робочих креслень фахівці підприємства приймають розбивку корпусу судна на будівельні райони, блоки і секції з урахуванням можливостей підйомно-транспортних засобів складально-зварювального і стапельного цехів, перевіряють доцільність використання профілів катаних і спеціального виготовлення, гофрованого прокату. Також звертається увага на потужності правильного, згинального, пресового устаткування, щоб забезпечити прийняту конструкторами обробку листової сталі і т. д.

Фахівцями стапельного цеху визначаються умови розміщення судна на стапелі, можливості спорудження зовнішніх "лісів", об'єми необхідного енергопостачання на робочих місцях.

Приймання робочої документації виконується також фахівцями судномонтажного, трубообробного і добувочно-опоряджувального цехів, зокрема за розмірами агрегування трубопроводів, систем, головних і допоміжних механізмів. Особливо ретельно перевіряється документація для цехів машинобудівного виробництва по виробках насичення, призначених

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

для комплектації секцій і блоків корпусу у стадії їх виготовлення. Таким чином, на базі погоджених конструкторами і фахівцями підприємства основних положень щодо організації виробництва і принципової технології з побудови проєктованого судна приймаються усі необхідні рішення [30].

Техніка суднобудування, безперервно удосконалюючись і ускладнюючись, вимагає поліпшення існуючих та впровадження інноваційних технологічних процесів. Побудова суден з новими енергетичними установками приводить до появи абсолютно нових видів виробництва і введення нових виробничих потужностей. Тому проєктант судна і фахівці підприємства спільно створюють перелік організаційно-технічних заходів, що забезпечують будівництво нової серії суден, включаючи в нього об'єкти капітального будівництва і реконструкції, експериментальні й дослідні роботи, нову техніку і ТП, організацію праці, організаційно-технічні та інші заходи.

У замовленні на проєктування і побудову судна передбачаються необхідна тривалість виробничих циклів і терміни побудови. Тому технологіями підприємства (паралельно створенню проєкту судна) розраховується укрупнений технологічний графік, в якому визначаються усі основні етапи побудови, об'єми просування робіт з побудови і технічна готовність судна після виконання кожного етапу побудови. Усі елементи технологічного графіка можуть бути визначені на основі розрахунку загальної трудомісткості і частки участі цехів у виконанні робіт. На основі розрахованої за укрупненими нормативами трудомісткості визначається тривалість побудови судна, починаючи зі стадії запуску металу корпусу в обробку і закінчуючи здачею судна замовникові. Розрахунки технологічного графіка вносяться в проєктну документацію.

Проєктно-конструкторська організація виконує роботи для підприємства-будівника суден на договірних началах. Підприємство має право пред'явити конструкторам ряд вимог і обу-

3.1. Організація конструкторської підготовки виробництва

мовити терміни видачі проєктної документації. Документація, яка має бути передана проєктно-конструкторською організацією підприємству-будівнику судна, включає:

1. Замовлені відомості:

а) на матеріали;

б) на постачання комплектуючого суднового устаткування, у тому числі головних машин, котлів, електромоторів, електрощитів, кондиціонерів, вентиляційних установок та інших великих і складних механізмів, які мають бути замовлені значно раніше, ніж усе інше устаткування;

в) на вироби, устаткування, механізми й арматуру, що поставляються в порядку кооперації підприємствами суднобудівної промисловості.

2. Технологічний план і основні положення на побудову головного судна з принциповою розбивкою корпусу на будівельні райони, блоки і секції з вказівкою їх розмірів і маси.

3. Геометричну і конструктивну моделі корпусу, всю плазову документацію і робочі креслення.

Перш за все поставляються креслення корпусної частини, до складу якої повинні входити не менше 60 % конструкцій корпусу судна, у тому числі вся його кормова і середня частини по всій висоті судна (крім надбудов); вентиляційні відомості міждонних і забірних відсіків та інше, а також документація, яка необхідна для виготовлення і установки в секціях корпусу виробів та деталей насичення для того, щоб складально-зварювальний цех випускав конструкції в завершеному вигляді. Це дає можливість у період формування корпусу на стапелі виконувати тільки операції обробки і зварювання секцій по кромках.

Багато що необхідно передбачити в процесі проєктування і щодо забезпечення якості комплектуючого суднового устаткування, що поставляється, та забезпечення на підприємстві-будівнику якісного монтажу механізмів і устаткування в стислі строки.

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

Вироби, конструкції, устаткування, механізми, апаратура, які не можуть бути виготовлені на підприємстві-будівнику судна, замовляються проектантом для виготовлення на інших підприємствах або в інших галузях промисловості.

Одним із чинників, що характеризують новизну проекту, є міра використання в ньому нових матеріалів, технологія обробки яких краща, вартість – дешевша, а умови використання – простіші. До них відносяться в першу чергу синтетичні матеріали усіх видів і призначень. Абсолютно очевидні, наприклад, переваги пластмас, синтетичних фарб, ізоляції та інших синтетичних матеріалів, що дає можливість їх використання на проектованому судні у великій кількості.

Дуже ефективна міжпроектна і внутрішньопроектна уніфікація секцій і деталей корпусу суден, в результаті якої здійснюється випуск таких робочих креслень, документації ТП і оснащення, які дають можливість виготовляти ідентичні секції корпусу одного виду, що придатні для використання на суднах різного призначення і розмірів.

Так, останніми роками будується багато суден зі спрощеними обводами. Корпуси таких суден формуються з обмеженої кількості деталей, вузлів і секцій, а конструкції палуб і днища складаються з абсолютно однакових секцій, укомплектованих уніфікованими вузлами й деталями, що робить ці секції взаємозамінними. Спрощені, уніфіковані секції корпусу при багатосерійній побудові суден представляють більше можливостей для створення високо механізованого й автоматизованого виробництва з їх випуску.

Усе більше значення в суднобудуванні надається технологічності конструкцій, виробів, устаткування, механізмів, оскільки при цьому забезпечується простота у виготовленні і висока якість робіт з найменшими витратами при найбільш раціональному поєднанні конструкцій в їх загальному компонуванні.

3.1. Організація конструкторської підготовки виробництва

Крім того, необхідно забезпечувати експлуатаційну технологічність, тобто простоту і доступність в обслуговуванні. При оцінці технологічності побудови можуть бути використані декілька критеріїв. Одним з них є питома трудомісткість, у якості якої приймається відношення загальної трудомісткості (у нормо-годинах) до значення характерного для виробу параметра (потужність, вантажопідйомність, маса). Інший критерій – питома матеріаломісткість – відношення маси матеріалів, витрачених на створення виробу (за винятком відходів), також до значення характерного параметра. Третій критерій – коефіцієнт конструктивної спадкоємності – відношення кількості вузлів і деталей, запозичених з інших конструкцій, до загальної їх кількості в проектованому виробі. Четвертий критерій – коефіцієнт уніфікації – відношення кількості найменувань уніфікованих вузлів і деталей до загальної кількості їх виробів [51].

У конструкторській підготовці виробництва використовується мережеве планування, яке дозволяє:

- чітко уявити обсяги вирішуваних завдань, виявити у будь-якому ступені деталізації кожному з конструкторських робіт і встановити їх взаємозв'язок;
- скласти більш обґрунтовані плани розробки і випуску документації на основі розрахунків;
- виявити роботи, що знаходяться на критичному шляху, і зосередитися саме на їх виконанні;
- застосувати комп'ютерну техніку для обробки інформації і оперативно видавати дані про фактичний стан робіт.

У конструкторській підготовці виробництва використовуються три стадії календарного планування: *попереднє*, *початкове* та *оперативне*. *Попереднє* планування починається з моменту укладення суднобудівним підприємством контракту на будівництво суден. На цій стадії складається

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

укрупнений перелік проектних робіт і черговість їх виконання. Початкове планування розпочинається з отримання затвердженого технічного проекту і закінчується розробкою мережевого графіка підготовки виробництва і побудови нової серії суден. У процесі *оперативного планування* проектно-конструкторські роботи розподіляються за елементами проектування і термінами виконання для кожного конструкторського підрозділу. Оперативне планування ведеться впродовж усього періоду проектування, побудови судна і закінчується із здачею головного судна замовникові.

Складність, трудомісткість і тривалість процесу проектування суден привели до необхідності створення самостійних проектних організацій – проектно-конструкторських бюро (ПКБ), які спеціалізуються на проектуванні окремих типів суден. Однією з основних функцій ПКБ є розробка проектної і робочої конструкторської документації по заново спроектованих або модернізованих суднах. До інших функцій ПКБ належать: видача технічних завдань на проектування дослідних і головних зразків комплектуючих виробів, нових систем і пристроїв іншими проектними організаціями галузі та інших галузей промисловості (контрагентам генерального проектанта – автора головного судна); коректування документації щодо досвіду побудови головного судна; надання технічної допомоги підприємствам-будівникам; авторський нагляд у процесі побудови, випробувань і здачі судна; гарантійний нагляд у процесі експлуатації і ремонту судна.

Тривалість, номенклатура і детальність опрацювання проектно-конструкторської документації в ПКБ залежать як від стадії проектування, так і від новизни та складності вирішуваної задачі.

Конструкторська підготовка виробництва на підприємстві-будівнику головного судна. На суднобудівному підприємстві повного профілю робота конструкторського бюро має бути

3.1. Організація конструкторської підготовки виробництва

різносторонньою. До основних його підрозділів можуть належати: корпусний, машинобудівний і електротехнічний, у складі яких знаходиться ряд спеціалізованих бюро і груп, що забезпечують проектно-конструкторські розробки для усіх цехів підприємства. На підприємствах з великим об'ємом робіт за планом підвищення ефективності виробництва, у тому числі по механізації і автоматизації, у складі конструкторського бюро може працювати ще один відділ – відділ з проектування засобів механізації і автоматизації.

Конструкторами суднобудівного підприємства розробляються проекти, креслення і схеми на наступні види робіт і операцій [30]:

- на закладення судна і його спуск, а також на підкріплення корпусу судна, які необхідні при спуску;
- на енергопостачання судна, що будується на стапелі і на плаву, у тому числі на освітлення і опалювання в період добудови, розставляння зварювального устаткування на стапелі і на плаву;
- на вентиляцію, обслуговуючу відсіки і приміщення, в яких виконується великий обсяг зварювальних робіт;
- на розподіл по робочих місцях пропан-бутану (ацетилену), кисню, вуглекислого газу;
- на розміщення на судні обслуговуючих постів (ремонтних, інструментальних, для зберігання креслень), призначених для окремих видів технологічного устаткування;
- на тимчасові знімні закриття, підйомні пристрої для вантаження важких конструкцій;
- на засоби механізації і автоматизації, потокові лінії для типових робочих місць, де застосовується механізоване, автоматичне і напівавтоматичне устаткування;
- на нестандартне устаткування, оснащення усіх видів і призначень, включаючи спеціальний інструмент і верстатні пристосування;

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

- на капітальний, середній і поточний ремонти будівель, споруд, технологічного устаткування, на їх реконструкцію, модернізацію;

- на кошторисно-фінансові розрахунки по всіх цих об'єктах;
- на заходи, що підвищують ефективність виробництва і забезпечують охорону праці й техніку безпеки.

Крім того, КБ верфі виконує:

- випуск звітної документації на судна, що будуються;
- коригування всієї технічної документації по повідомленнях на зміни, що вносяться проектно-конструкторськими організаціями – авторами проектів суден і продукції судового машинобудування;

- складання зведених переліків знеособлених креслень, які були використані в робочих кресленнях, і переліків ГОСТ, ОСТ, нормалей, технічних умов, місцевих технічних умов, інструкцій, керівної і директивної документації.

Конструкторське бюро працює у повній взаємодії з відділом головного технолога і службами головного механіка, головного енергетика, головного архітектора, капітального будівництва й усіх цехів основного й допоміжного виробництва. Конструкторське бюро (чи підрозділ, що виконує його функції) здійснює контроль за надходженням конструкторської документації від проектно-конструкторської організації і є проміжною ланкою між розробником конструкторської документації, проектантом судна і користувачами цієї документації на підприємстві-будівнику (відділ головного технолога, відділ будівників, цехи-виконавці робіт, замовник).

Конструкторське бюро організовує архівне, нормативне і довідкове господарства підприємства, в яких зосереджується вся документація, необхідна для виконання конструкторських робіт по усіх цехах, на усій території підприємства, по усьому технологічному устаткуванню і усіх видах енергопостачання

3.1. Організація конструкторської підготовки виробництва

й ремонтно-будівельних робіт. У архіві КБ знаходиться вся фактична документація по підприємству, яка використовується також технологами і фахівцями служб та цехів.

Важливою роботою є внесення змін до проектно-конструкторської робочої документації. Необхідно назвати деякі причини, що викликають необхідність коригування документації та їх приблизну частку в загальній кількості змін (визначену на основі аналізу статистичних даних): удосконалення конструкцій, поліпшення проекту на основі побудови головного судна (55 %); вимоги замовника, з якими згоден проектант (16 %); пропозиції постачальників комплектуючого судового устаткування (14 %); зміни, що пов'язані з упровадженням нових стандартів, нормалей і з уніфікацією елементів судна (7 %); виправлення технічних помилок (8 %). Слід зазначити, що коригування робочих креслень, навіть незначне, призводить до необхідності змінювати технологію, норми витрат у нормативних відомостях на матеріали і комплектуючі вироби.

Умови діяльності і методи роботи конструкторських підрозділів на підприємстві удосконалюються досить ефективно при використанні комп'ютерної техніки та ІТ при виконанні розрахункових і конструкторських робіт, а також механізації розмноження (тиражування) документації. Разом із цим значні роботи проводяться по розширенню використання стандартизації, уніфікації, нормалізації і типізації в проектно-конструкторських розробках як при проектуванні конструкцій і виробів, так і засобів, за допомогою яких ці вироби мають бути виготовлені.

На даний час конструкторська підготовка виробництва на суднобудівному підприємстві є однією з головних складових частин загальної підготовки виробництва, що регулюється у складі системи комплексної підготовки виробництва.

Автоматизоване проектування в конструкторській підготовці виробництва. Перехід суднобудівних підприємств на

ринкову систему потребував перегляду деяких принципових положень, які раніше здавалися непорушними. До них належать маркетингова політика і проблема стабільного забезпечення підприємств замовленнями; модернізація процесу розробки проектної, конструкторської і технологічної документації; вдосконалення організації управління виробництвом, матеріальним забезпеченням і збутом шляхом комп'ютеризації цих процесів, підготовки відповідних кадрів і підтримки високого рівня кадрового потенціалу; розрахункові оцінки ефективності програми побудови; необхідність реформування інфраструктури, тобто перетворення організації проектування і побудови та зміна роботи з інформацією [2].

Суднобудування не лише наукоємне й високотехнологічне, але і специфічне виробництво, що відрізняється від машинобудування і має свою інформаційну інфраструктуру. Однією з головних особливостей існуючої практики є стереотип, що склався, – розглядати процес створення судна як такий, що складається з двох незалежних складових – проектування і побудови. Існуюча система розробки проектної документації орієнтувалася на ЦКБ-проектантів, які розробляли не лише ескізні і технічні проекти, але й усю робочу, здавальну і експлуатаційну документацію. Крім того, вони працювали на декілька заводів. У процесі побудови вносилися велика кількість змін. Нові економічні умови дозволяють вирішити ці проблеми виходячи з нового підходу – функції проектних підприємств (ЦКБ) і конструкторсько-технологічних підрозділів (технічні служби) підприємств повинні диференціюватися. Центральні конструкторські бюро повинні зосередитися на дослідницькому проектуванні з багатоваріантними опрацюваннями і з особливою увагою до техніко-економічного аналізу. Усю робочу, здавальну і звітну документацію повинні виконувати інженерні служби (центри)

суднобудівних підприємств. Розробку робочої конструкторської документації слід виконувати одночасно з технологічною, що дозволить підвищити технологічність конструкцій, скоротити терміни технічної підготовки виробництва, забезпечити підвищення експлуатаційних якостей і конкурентоспроможності суден на основі нових конструкторсько-технологічних рішень і систем штучного інтелекту [18].

Радикальним шляхом удосконалення, підвищення якості, скорочення тривалості і вартості технічної (проектно-конструкторської й технологічної) підготовки виробництва до побудови суден є перехід до нових ІТ і заснованих на них інтегрованих автоматизованих систем проектування та технологічної підготовки виробництва типу CAD/CAM. Вибору таких систем для конкретних умов застосування повинні передувати їх ретельне всебічне вивчення і аналіз з урахуванням типу створюваних суден, масштабів і стану виробництва та ряду інших чинників. Освоєння систем типу CAD/CAM створює сприятливу умову для внесення корінних змін до багаторічної практики організації технічної підготовки виробництва – передачу значної частини проектно-конструкторської підготовки, в першу чергу робочого проектування, суднобудівним підприємствам. У цьому випадку доцільна реорганізація інженерних служб підприємства шляхом створення єдиного інженерного центру, що здійснює конструкторську й технологічну підготовку виробництва, оснащений необхідними програмними й технічними засобами та укомплектований кваліфікованим персоналом.

Автоматизоване проектування з використанням ІТ – єдина альтернатива для проектантів, щоб відповідати вимогам сьогодення. Інформаційні технології акумулюють накопичені знання в предметній області, надають сучасні програмні і технічні засоби для вирішення проектних завдань.

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

На відміну від проектування вручну, результати якого багато в чому визначаються інженерною підготовкою конструкторів, їх виробничим досвідом, професіоналізмом і т. п., автоматизоване проектування дозволяє значно підвищити точність розрахунків, вибрати варіанти для реалізації на основі точного математичного аналізу, значно підвищити якість конструкторської документації, продуктивність праці проєктувальників, знизити трудомісткість, істотно скоротивши терміни конструкторської і технологічної підготовки виробництва в циклі, ефективніше використовувати технологічне обладнання з ЧПУ.

Методи автоматизованого проектування технічних систем і корпусу судна пройшли послідовний шлях розвитку: від рішення часткових інженерних завдань спочатку в пакетному, а потім у діалоговому режимі з використанням великих обчислювальних комплексів, локальної автоматизації на базі ПК з великими графічними можливостями до "важких" CAD/CAM-систем, які ефективно працюють тільки на потужній комп'ютерній техніці й охоплюють в тій або іншій мірі увесь життєвий цикл виробу від його розробки до виготовлення і експлуатації.

Найбільшу ефективність від впровадження САПР можна отримати при автоматизації усього процесу конструкторської підготовки виробництва – від технічного завдання до випуску конструкторської документації. САПР є організаційно-технічною системою, що складається з комплексу засобів автоматизації проектування, взаємозв'язаного з проєктувальниками і підрозділами проєктної організації. Проєктувальник (конструктор, технолог) входить до складу будь-якої САПР і є її користувачем, оскільки без людини автоматизована система не може функціонувати. Об'єктом автоматизації в САПР для конструкторської підготовки виробництва є дії проєктуваль-

3.1. Організація конструкторської підготовки виробництва

ників, що розробляють вироби або ТП. САПР не можна створити поза конкретним виробництвом, на якому вона буде використана [33].

Комплекс засобів автоматизації включає *математичне, лінгвістичне, програмне, інформаційне, методичне, організаційне, апаратне і технічне забезпечення*.

Математичне забезпечення складають математичні методи, моделі і алгоритми, необхідні для здійснення автоматизованого проектування.

Лінгвістичне забезпечення – сукупність спеціальних мовних засобів проектування, призначених для спілкування людини з технічними і програмними компонентами САПР.

Програмне забезпечення є безпосереднім похідним компонентом від математичного забезпечення і є комплексом усіх програм та експлуатаційної документації до них.

Інформаційне забезпечення – це інформація про прототиби проєктованих корпусних конструкцій, комплектуючих виробів і матеріалів; про обробні інструменти, що використовуються; про правила і норми проектування, а також будь-яка інша довідкова інформація, що використовується проєктувальниками для вироблення проєктних рішень. Основна частина інформаційного забезпечення міститься у банках даних, які складаються з баз даних і систем управління базами даних.

Організаційне забезпечення встановлює взаємодію проєктуючих і обслуговуючих підрозділів, відповідальність фахівців за визначення виду робіт, пріоритети користування засобами САПР та інші регламенти організаційного характеру. Відповідний комплект документів складають необхідні інструкції, накази і штатні розклади.

Технічне забезпечення – комплекс усіх технічних засобів, використовуваних при автоматизованому проектуванні і для підтримки засобів автоматизації в працездатному стані.

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

Вирішальними умовами можливості і доцільності створення САПР є:

- а) єдність принципів побудови об'єктів проектування;
- б) високий рівень типізації і стандартизації елементів, з яких компонують об'єкти проектування;
- в) високий рівень уніфікації процесів проектування;
- г) великий обсяг проектних робіт при індивідуальних вимогах до об'єктів проектування.

У загальному випадку процес конструкторської підготовки складається з трьох етапів: складання *ескізного, технічного і робочого проектів*.

Найбільш творчою є стадія *ескізного проектування*, яка вимагає застосування інтерактивних засобів графіки. З їх допомогою конструктор може будувати тривимірне зображення деталі і моделювати траєкторію руху інструменту для її обробки (без креслень).

Технічне проектування передбачає виконання конкретного задуму в заданому масштабі, а також здійснення необхідних розрахунків. Тут використовується великий обсяг інформації про стандартні деталі, покупні вироби і т. д.

На стадії робочого проектування створюються робочі креслення і технічна документація. Деталювання, визначення і нанесення розмірів, складання специфікацій повністю формалізуються і можуть виконуватися на ПК з використанням засобів комп'ютерної графіки.

Основу автоматизації стадії конструкторської підготовки виробництва складають дві функціональні частини комплексної САПР: *автоматизована система проектування (АСП)* і *автоматизована система конструювання (АСК)*.

Автоматизована система проектування використовується як інструментальна підсистема САПР. Вона створює програми автоматизованого проектування, і від її ефективності

3.1. Організація конструкторської підготовки виробництва

значною мірою залежить ефективність дій комплексної САПР. Ця система виконує декілька видів проектних процедур на стадіях розробки технічного завдання, технічних пропозицій, ескізного і технічного проектування: аналіз початкових даних, формування технічних характеристик, визначення ефективності виробу на стадії опрацювання виробу, коли перед проектувальником стоїть проблема вибору прототипу майбутньої новинки на основі спрощеної математичної моделі. Результатом функціонування АСП є структурна схема виробу з даними розрахунку проектних параметрів.

Автоматизована система конструювання використовується на етапах технічного і робочого проектування для проведення уточнених розрахунків по всьому виробу і окремим його елементам, а також виготовлення конструкторської документації. У зв'язку з такою різноманітністю підходів для автоматизації цього процесу застосовуються і різні програмні засоби автоматизації: комп'ютерні програми для рисування і САД-системи для креслення і об'ємного моделювання, включаючи системи вільного поверхневого моделювання; а у разі розрахункових рішень – САЕ-системи спеціального або загального призначення.

Автоматизовані САД-системи призначені для вирішення геометричних завдань проектування і конструювання за допомогою інтерактивних методів обчислювальної геометрії. Вони умовно розділяються на плоскі (2D) і об'ємні (3D) і, як правило, містять інструментарій для оформлення конструкторської документації, геометричні бібліотеки стандартних і типових елементів (кріплення, сортамент і т. п.) та форм документів.

Автоматизовані САЕ-системи призначені для вирішення інженерних завдань. Ці програмні продукти для проектно-конструкторської діяльності з'явилися одними з найперших.

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

Як і розрахункові методики, вони підрозділяються на дві групи: *перевірочні*, які на основі геометрії виробу визначають його характеристики, наприклад міцність; *проектувальні* – вирішують зворотну задачу отримання геометричних параметрів конструкції із заданих умов, наприклад навантажень і гранично допустимих напруг.

Уся різноманітність методів проектування об'єднує результат, який представляє майбутній виріб у вигляді структури, складових його компонент, їх зв'язків і основних геометричних параметрів. Усе це може бути визначено поняттям "*компонування і теоретичні обводи виробу*". Відповідно до ЄСКД це має бути оформлено у вигляді креслярських або текстових документів. Тому незалежно від засобів, якими користуються проєктанти, на кінцевій стадії процес може бути автоматизований за допомогою CAD-систем, які дозволяють оформляти відповідні документи. При цьому раціонально безпосередньо використати наявні проєктні напрацювання, наприклад плоскі і об'ємні моделі, спроектовані з використанням інших програмних продуктів.

Конструкторські підрозділи визначають усі геометричні і фізичні параметри конструкції, що забезпечують її працездатність і можливість виготовлення. На цьому етапі мають бути повністю призначені усі розміри для всіх деталей, що входять у виріб. Багато параметрів можуть бути визначені з динамічних, кінематичних, міцностних та інших розрахунків, які допомагають автоматизувати САЕ-системи. Нині класичні методи на кульмані або на плазмі повністю витиснуті комп'ютерним моделюванням з використанням CAD-систем. По-перше, погрішність рішення геометричних завдань у цих системах перекидає не лише традиційні методи, але й забезпечує необхідну точність при виготовленні. По-друге, можливості об'ємного моделювання дозволяють виключити

3.1. Організація конструкторської підготовки виробництва

помилки проектування, які були властиві рішенню об'ємних завдань площинними методами.

Треба зазначити, що для конструкторського опрацювання в CAD-системах раціонально безпосередньо використовувати дані, розроблені в проєктних підрозділах, наприклад моделі, теоретичні обводи і компоновання. У зв'язку з цим важливо забезпечити сумісність проєктних і конструкторських напрацювань. Більше того, для конструкторських підрозділів суднобудівного підприємства є дуже важливим аспектом підтримка архівів креслень, зроблених традиційним ручним способом. Деякі CAD-системи надають можливість зберігання й доопрацювання сканованих документів.

Системне параметричне проектування суднових конструкцій. Попередній аналіз показує, що в САПР практично не порушуються питання автоматизованого проектування корпусних конструкцій суден та інших морських споруд у системній постановці. Однією з проблем автоматизованого проектування конструкцій, що вимагає від розробника універсальних знань в предметній області, є параметричне проектування (ПП). ПП суднових конструкцій – це процес визначення розмірів конструктивних елементів, що задовольняють вимогам нормативних документів (Правил/Норм міцності). У всіх існуючих CAD/CAM-системах, орієнтованих на суднобудування, проблема ПП суднових конструкцій практично не вирішується. Конструктор-проектант, працюючий з CAD/CAM-системою, повинен мати в розпорядженні результати ПП: повинні бути відомі розрахункова товщина елементів листових конструкцій, розміри балок основного і рамного набору, ребер жорсткості, з'єднувальних елементів і т. п.

У існуючій практиці конструкторських бюро така інформація в основному формується з використанням електронних

таблиць і окремих програм, за якими виконуються перевірочні розрахунки міцності конструкцій. ПП конструкцій корпусу судна починається на етапі ескізного проектування і в основному завершується у рамках технічного проекту. Широке застосування "важких" CAD/CAM-систем для забезпечення рішення цих завдань на ранніх стадіях проектування і навіть на етапі технічного проекту, коли вирішуються основні питання ПП конструкцій корпусу судна, не завжди виправдано. Створення геометричної і конструктивної моделей корпусу, придатних для вирішення завдань технологічної підготовки виробництва, що є одним з основних завдань таких систем, вимагає великих витрат часу і праці. Зазвичай цей етап завершується тільки на стадії робочого проектування. Тому для вирішення завдань автоматизованого ПП конструкцій доцільна розробка спеціалізованої системи для автоматизованої підготовки початкової інформації та проектування корпусних конструкцій.

Як уже зазначалося раніше, в суднобудуванні процес проектування конструкції корпусу передбачає наявність двох етапів: автоматизованого конструювання (АК) і автоматизованого параметричного проектування (АПП). АК призначене для формування візуальної інформації про "устрій" конструкції: її конструктивний "вигляд", структурний склад [45].

Автоматизоване параметричне проектування служить для визначення розмірів конструктивних елементів, що задовольняють вимогам нормативних документів. Системний підхід у проектуванні конструкції корпусу припускає його декомпозицію як підсистеми судна на основні корпусні конструкції та їх складові – вузли й елементи. Декомпозиція об'єкта проектування призводить до декомпозиції процесу проектування – представлення його у вигляді сукупності простіших проектувальних процедур різного ієрархічного рівня. Для вирішення завдань автоматизованого проектування

конструкції корпусу потрібне широке коло моделей, що описують сам корпус і конструкції, з яких він складається. Важливо зазначити, що моделі можуть мати різну структуру й математичний опис і залежать від кола завдань, які вирішуються на стадії проектування корпусу. При вирішенні завдань, пов'язаних з проектуванням конструкцій корпусу судна, можна виділити наступні етапи:

- моделювання форми і компоувальної схеми проектованої конструкції (геометричне і конструктивне проектування);
- визначення розрахункової схеми і побудова математичної моделі конструкції, що відповідає прийнятій розрахунковій схемі;
- моделювання "поведінки" конструкції, пов'язане з вибором сукупності математичних залежностей, що встановлюють зв'язок між деякими характеристиками і параметрами конструкції.

Ухвалення рішення при АПП базується на оптимізаційно-пошукових процедурах. Модель ухвалення рішення є формалізованим представленням проблеми проектування у вигляді завдання математичного програмування з обмеженнями. Рішення задачі проектування безпосередньо пов'язане з визначенням мінімальної маси корпусу. При рішенні завдань проектування конструкції корпусу як цільові функції можуть бути використані: вартість матеріалу корпусу, будівельна вартість судна, економічний ефект експлуатації судна за увесь його життєвий цикл. Найбільш простою цільовою функцією при проектуванні конструкції є вартість її матеріалу, яка при фіксованих значеннях межі плинності матеріалу виражає його масу. Головними обмеженнями при визначенні основних елементів конструкції корпусу є вимоги забезпечення міцності і недопущення вібрації корпусу та конструкцій, з яких він складається. Процес проектування конструкції корпусу передбачає: створення його загального структурного компоування і визначення його основних елементів у першому наближенні;

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

декомпозицію корпусу, розробку структурного компонування його окремих конструкцій і визначення оптимізованих елементів; синтез системи в цілому з оцінкою її якості і відповідності технічному завданню. На рис. 3.4 показана структурно-логічна схема процесу проектування конструкції корпусу [45].

Компонентами вектора технічного завдання є: вартість матеріалів, вартість корпусу судна, вимоги загальної і місцевої міцності, виражені через коефіцієнти запасів по допустимим напруженням, вимоги недопущення вібрації, виражені через коефіцієнти запасів попередження резонансних частот.

Компонентами вектора шуканих характеристик корпусу судна є: товщина листових елементів (обшивки корпусу, палубних настилів і настилу другого дна, поздовжніх і поперечних перебірок, надбудови або рубки, фундаментів, днищевих стрингерів і вертикального кіля), а також моменти інерції балок набору.

Для вирішення завдання проектування конструкції корпусу судна можна створити базу даних, що складається з шести розділів, які входять у блок початкових даних. Таким чином, цей блок формується з наступних розділів:

розділ 1 – дані типу розмірів, вартості і фізико-механічних характеристик матеріалів, використовуваних при побудові корпусів суден та їх конструкцій;

розділ 2 – дані по архітектурно-конструктивному виконанню відомих проектів суден;

розділ 3 – дані про форму корпусів відомих проектів та їх теоретичні креслення;

розділ 4 – Правила класифікації і побудови морських суден та їх доповнення;

розділ 5 – розрахункові моделі конструкції корпусу відомих проектів суден;

розділ 6 – розрахункові моделі конструкцій корпусу.

3.1. Організація конструкторської підготовки виробництва

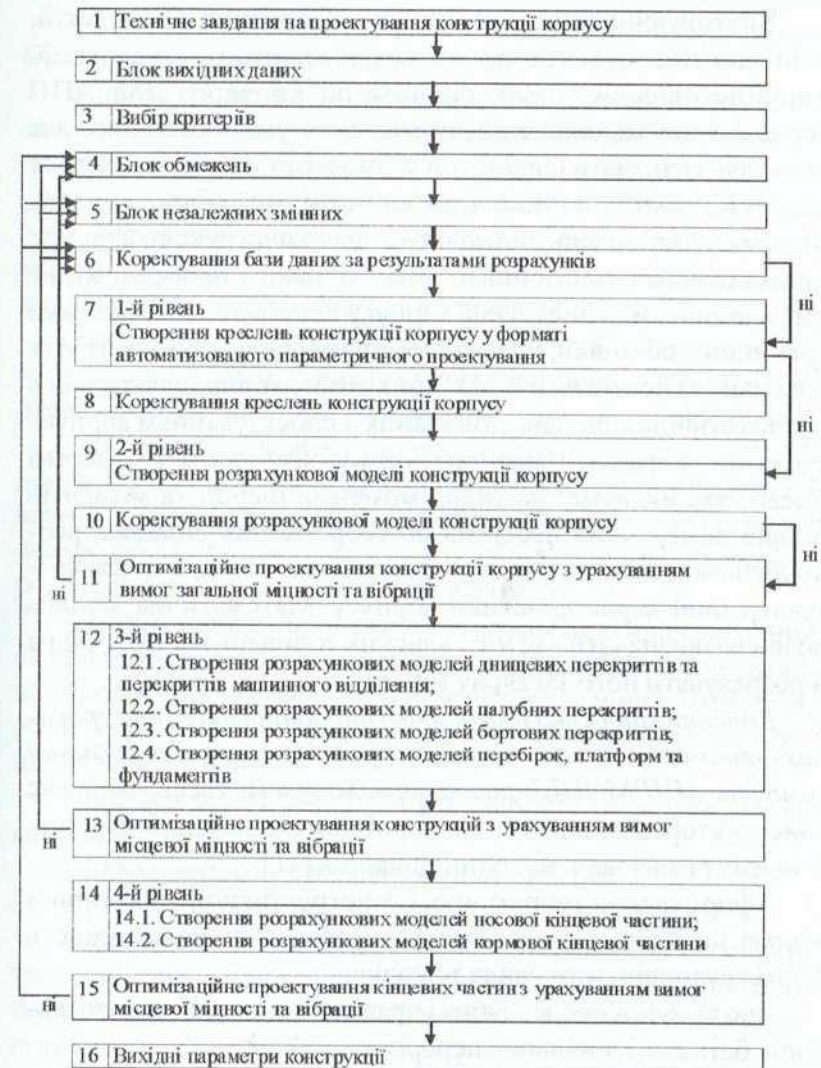


Рис. 3.4. Структурно-логічна схема процесу проектування конструкції корпусу судна

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

Враховуючи використання комп'ютерних технологій, сьогодні недостатньо проектувати корпусні конструкції, використовуючи тільки економічні критерії. Для АПП математична модель корпусу має бути універсальною, яка дозволяє визначати параметри міцності, вібрації, морехідних якостей, технологічності та економічної ефективності. Математична модель, що точно описує конструкцію корпусу, представлена теоретичними шпангоутами з нанесеними на них елементами конструкції корпусу відповідно до розтяжки зовнішньої обшивки, планів палуб і днищевих перекриттів та виконана в системі AutoCAD. Вона дозволяє вирішувати увесь обсяг технічних питань, пов'язаних з проектуванням корпусу судна, і створювати автоматизовану базу даних (у системі Excel), яка включає: розподіл моментів інерції та моментів опорів поперечних перерізів по теоретичних шпангоутах, розподіл навантаження мас і приєднаних мас судна, а також врахувати інші характеристики корпусу. Математична модель дозволяє визначати частоти власних коливань корпусу судна й розрахувати його загальну міцність.

Конструкторська підготовка виробництва в інтегрованих автоматизованих системах проектування. Програмний комплекс SHIPMODEL дозволяє виконувати увесь комплекс конструкторської підготовки виробництва в суднобудуванні. У ньому реалізовані наступні завдання [11]:

- формування теоретичної і конструктивної тривимірної моделі поверхні корпусу судна без обмежень на складність форми суднових корпусних обводів;
- розрахунок теоретичних і практичних шпангоутів, ватерліній, батоксів і довільних перерізів;
- розрахунок (трасування) конструктивних ліній корпусу судна: пазів, стиків, ліній притикання палуб, платформ, перебірок, набору та ін.;

3.1. Організація конструкторської підготовки виробництва

- формування таблиць ординат, теоретичного креслення й розтяжки зовнішньої обшивки;
 - розбиття моделі корпусу судна на складальні одиниці, моделювання елементів конструкції корпусу судна і розрахунок геометрії корпусних деталей;
 - прецизійне розгортання неплоских корпусних деталей без обмеження на складність форми об'єктів, що розгортаються, з відображенням на розгортках слідів конструктивних ліній, вирізів, точок прикладання згинальних шаблонів і т. п.;
 - розрахунок даних і випуск документації для виготовлення оснащення (згинальних шаблонів, каркасів) для гнуття корпусних деталей (листових і профільних) та схем їх установа;
 - розрахунок даних і випуск документації для виготовлення і налаштування складально-зварювальних індивідуальних і універсальних (кокових) постелей (схеми встановлення лекал, проектування деталей лекальних постелей, розробка даних для встановлення коків);
 - розрахунок даних і випуск документації для складання секцій (розрахунок базових і контрольних ліній, контурувальних (розмічальних) ескізів, малок встановлення шпангоутів, ребер жорсткості, платформ, перебірок та інших елементів суднових конструкцій);
 - видача різної додаткової інформації (розмірів, площ, координат, довжин та ін.);
 - 3D-макетування корпусних конструкцій;
 - розробка проектно-конструкторської документації.
- Засоби створення 3D-моделей.* SHIPMODEL підтримує три типи тривимірних моделей: каркасні, поверхневі й твердотільні, для кожної з яких існує своя техніка створення і редагування.
- Каркасна модель (wire-frame)* є скелетним описом 3D-об'єкта. Вона не має граней і складається тільки з точок, відрізків і кривих, що описують ребра об'єкта (рис. 3.5).

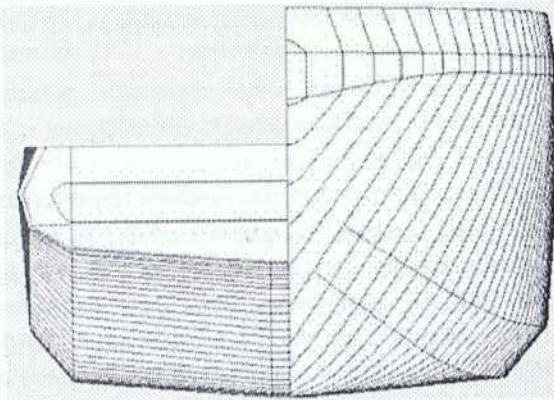


Рис. 3.5. Каркасна модель корпусу судна

Моделювання за допомогою поверхонь є складнішим процесом, оскільки тут описуються не лише ребра 3D-об'єкта, але і його грані. SHIPMODEL будує поверхні на базі багатокутних мереж (mesh). Оскільки грані мережі є плоскими, представлення криволінійних поверхонь робиться шляхом їх апроксимації (рис. 3.6). Криволінійні NURBS-поверхні створюються засобами Surface (додаток до AUTOCAD, що входить до складу AUTOCAD Mechanical Desktop).

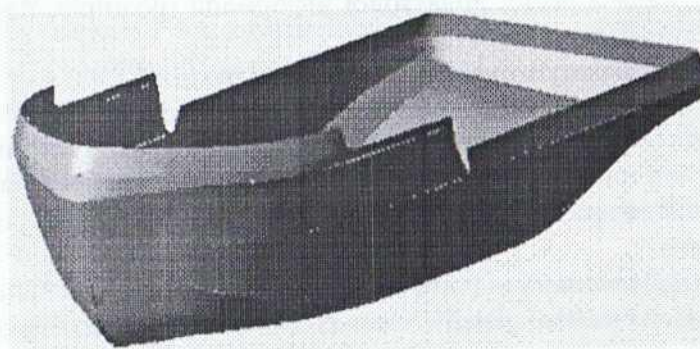


Рис. 3.6. Поверхнева модель корпусу судна

Моделювання за допомогою тіл – це простий у використанні вид 3D-моделювання. SHIPMODEL на основі засобів AUTOCAD з моделювання тіл дозволяє створювати тривимірні об'єкти з базових просторових форм: паралелепіпедів, конусів, циліндрів, сфер, торів і тіл обертання. З цих форм шляхом їх об'єднання, віднімання і пересікання будуються складніші просторові тіла. Крім того, тіла можна будувати, зрушуючи 2D-об'єкт уздовж заданого вектора або обертаючи його навколо осі. За допомогою додатків до AUTOCAD, що входять до складу пакету AUTOCAD Mechanical Desktop, форму і розміри тіл можна задавати параметрично, підтримуючи зв'язок між 3D-моделями і генерованими на їх основі двовимірними видами. Крім того, SHIPMODEL містить засоби перетворення плоского теоретичного креслення в каркасну 3D-модель, а каркасного – в поверхневу, і навпаки.

Перераховані можливості дозволяють ефективно формувати в SHIPMODEL моделі корпусу і корпусних конструкцій з подальшим їх передаванням в інші системи. Часто практикується і передача моделей корпусних конструкцій складної геометрії з інших систем для обробки засобами SHIPMODEL. На даний час SHIPMODEL містить input/output-інтерфейси з системами FORAN, TRIBON, CATIA, ShipConstructor, ПК-ПЛАЗ та іншими, що підтримують формати DXF, DWG, IGES, STEP, SAT.

При проектуванні складніших виробів програмний комплекс SHIPMODEL рекомендується застосовувати в підрозділах, що займаються проектуванням обводів і конструкторським опрацюванням корпусу, для взаємодії з системами верхнього рівня, а також для розробки документації власними засобами. До того ж у таких підрозділах вже є AUTOCAD-платформа, необхідна для програмного комплексу SHIPMODEL, яка на даний час використовується в основному для випуску 2D-документації.

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

Використання САПР CATIA в конструкторській підготовці виробництва. Система CATIA (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application) одна з найпоширеніших САПР високого рівня [40, 43]. Це комплексна система автоматизованого проектування (CAD), технологічної підготовки виробництва (CAM) та інженерного аналізу (CAE), що включає передовий інструментарій тривимірного моделювання, підсистеми програмної імітації складних ТП, розвинені засоби аналізу і єдину базу даних текстової і графічної інформації. Система дозволяє ефективно вирішувати усі завдання технічної підготовки виробництва – від зовнішнього (концептуального) проектування до випуску креслень, специфікацій, монтажних схем і програм для управління верстатами з ЧПУ. Набір пропозицій CATIA V5 для проектування суднового корпусу включає в себе:

- методологію попереднього опрацювання проекту на основі використання базових додатків моделювання поверхонь, твердих тіл і складань;
- спеціалізований модуль проектування загального розташування судна;
- спеціалізовані модулі проектування суднових корпусних конструкцій.

Пропозиції CATIA для проектування суднового корпусу. Попереднє опрацювання проекту на основі використання базових додатків моделювання поверхонь, твердих тіл і складань дозволяє на ранній стадії проектування побачити зовнішній вигляд судна, виконати компоновання приміщень з можливістю інтерактивного переміщення усередині тривимірної електронної моделі й отримати креслення загального розташування. Процес попереднього опрацювання проекту може розпочинатися або зі створення поверхні суднового корпусу засобами CATIA 5 по кривих теоретичного креслення,

3.1. Організація конструкторської підготовки виробництва

як було зроблено для канонерського човна (рис. 3.7), або шляхом імпортування готового корпусу через стандартний IGES-інтерфейс з інших систем. В останньому випадку можуть використовуватися поверхні, створені в TRIBON, FORAN, NAPA або в інших спеціалізованих системах. При цьому, як правило, доведеться виконати засобами CATIA 5 аналіз якості імпортованої поверхні корпусу і усунути виявлені дефекти (розриви, нестикування), які утворюються при передаванні. На основі закінченої поверхні суднового корпусу шляхом екстраполяції, витягування її кромки і перерізів будуються поверхні рубок надбудов та інших палубних конструкцій. У результаті отримуємо повну зовнішню поверхню судна (рис. 3.7), на яку можна нанести колір і текстуру використовуваних матеріалів й отримати зовнішній вигляд судна близький до реального. Далі виконуються побудови, що створюють компоновання загального розташування суднових приміщень. Розставляються необхідні теоретичні площини (шпангоути, ватерлінії, батокси), а також площини палуб і перебірок.

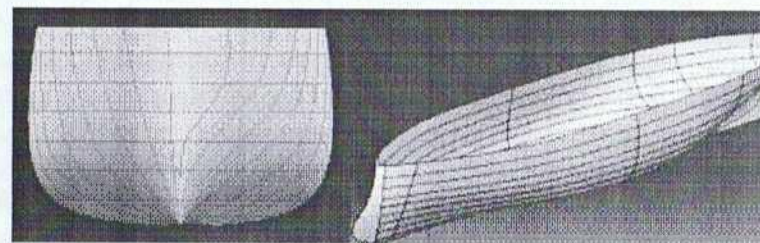


Рис. 3.7. Корпус канонерського човна

Для розміщення типових компонентів загального розташування, таких як блоки кают, коридори, шахти ліфтів, сходові марші, зручно використовувати інструмент твердотілого і поверхневого моделювання Power Copy. Застосування Power Copy дозволяє уніфікувати і каталогізувати типові способи

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

побудови з виділенням з усіх поточних параметрів моделювання типового об'єкта управляючих елементів, значення яких задаються при контекстному відтворенні цього об'єкта і визначають його прив'язку до супутніх елементів проектування.

Після завершення моделювання складання корпусних приміщень, виконаних із поверхневих і твердотільних компонентів, можна "заглянути" всередину приміщень з можливістю інтерактивного переміщення, записати динамічну зміну вигляду судна і його інтер'єрів для показу замовникам за допомогою стандартних засобів мультимедіа, а також автоматично згенерувати креслення загального розташування. Таким чином, у рамках функцій базової конфігурації гібридного моделювання Hybrid Design 2 проектувальники на ранній стадії можуть швидко опрацювати варіанти виконання зовнішнього вигляду і розташування приміщень судна.

Спеціалізований модуль проектування загального розташування Structure Preliminary Layout, крім додаткової автоматизації і прискорення описаного вище процесу визначення корпусних формотворних компонентів й генерації креслень загального розташування, дозволяє організувати погоджену й однакову структуру даних суднового корпусу. В основі модуля лежить зумовлена класифікація об'єктів корпусу, яка може настроюватися користувачем. Вона включає такі елементи, як система координат (Fore, Aft, PortSide, StarBoard, Top, Bottom), основні теоретичні площини, зовнішня суднова поверхня Wrapping surface (власне корпус і поверхні палубних надбудов), внутрішні формотворні поверхні Molded Form (поверхні палуб і перебірок), основні і допоміжні відсіки корпусу Bounded zone, основні корпусні вирізи й отвори. Класифікація об'єктів корпусу, яка створена в модулі проектування загального розташування, (Structure Preliminary Layout), є основою структури даних, створюваних пізніше елементів суднових металоконструкцій.

3.1. Організація конструкторської підготовки виробництва

Система CATIA 5 включає два спеціалізовані модулі проектування суднових корпусних конструкцій: Structure Functional Design – для визначення головних несучих елементів металоконструкцій і Detail Steel Design – для детального опрацювання елементів суднового набору.

Модуль Structure Functional Design надає можливості для розвитку і деталізації концептуального проекту. Головні несучі елементи корпусу – настили палуб і перебірок, поперечні і поздовжні підпалубні зв'язки, шпангоути, пілерси і флори – спираються на зовнішні й внутрішні формотворні поверхні, що визначені в модулі проектування загального розташування. При цьому функціональні несучі елементи моделюються вже з основними вирізами, але без опрацювання їх перетинів і кінцевих вузлів, без локальних підкріплень та локальних вирізів. На перетині формотворних поверхонь палуб і перебірок визначаються межі панелей (Panel Systems & Panel Sub Systems). На панелях виконуються функціональні вирізи (Openings) і розбиваються функціональні листи настилу палуб і перебірок (Plate Systems & Functional Plates). Потім в межах кожної панелі визначаються функціональні ребра жорсткості (Systems & Functional Stiffeners), якими тут моделюються реальні поперечні і поздовжні підпалубні зв'язки, стояки перебірок, стрингери і шпангоути.

Модуль Detail Steel Design призначений для остаточного доведення моделей суднових секцій і включає такі функції, як моделювання локальних ребер жорсткості, підкріплень і бракет, вирізів для пересічних зв'язків, оформлення кінцівок елементів набору, листів суднової обшивки, а також підготовку під зварювання й фарбування.

Інтерактивна технічна й експлуатаційна документація, електронні каталоги й навчальні системи стають стандартом при постачанні продукції замовникам. Автоматизація праці

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

розробників інтерактивної технічної документації набуває все більшу актуальність, причому від правильного вибору програмно-технічних засобів безпосередньо залежить ефективність роботи цих фахівців і якість виконуваних ними робіт.

У складі свого портфеля PLM-технологій компанія *Dassault Systemes* пропонує пакет 3DVIA Composer – універсальний інструмент, призначений для створення інтерактивної технічної документації на проєктовані вироби. За допомогою зручної і функціональної системи розробки мультимедійного контенту 3DVIA Composer автоматизує процедури складання/розбирання виробу, створення технічних ілюстрацій, інтерактивних 3D-анімацій, маркетингових матеріалів, каталогів продукції, навчальних керівництв і т. д. Відмітною особливістю 3DVIA Composer є те, що він базується повністю на 3D-технологіях. Зручний формат і відкрита XML-архітектура 3DVIA Composer дозволяють широкому колу користувачів, не маючи спеціальних навичок роботи в CAD-системах, створювати 2D і 3D презентаційні матеріали, використовуючи цифрові моделі проєктованих виробів. Застосування 3DVIA Composer дозволяє істотним чином скоротити час, що витрачається на переробку або оновлення документації при внесенні змін до конструкції виробу. Оновлення відбувається автоматично за рахунок асоціативного зв'язку з конструкторською 3D-моделлю. Вартість і терміни розробки документації також скорочуються за рахунок ефективнішого використання інформації про проєктований виріб: розробку документації в 3DVIA Composer можна починати на ранніх етапах, коли конструкторська модель ще не сформована повністю, а після закінчення проєктування легко оновлювати графічний і мультимедійний контент у підготовленому шаблоні документа. Інтерактивні документи, що створені в 3DVIA Composer, можуть бути захищені від нелегального використання шляхом

3.1. Організація конструкторської підготовки виробництва

призначення прав доступу до функцій перегляду, копіювання і друку, а також повного або часткового відображення/приховування окремих елементів чи умисного зниження якості 3D-моделі, коли її геометричні параметри є інтелектуальною власністю. 3DNIA Composer знаходить успішне застосування у відділах маркетингу, сервісного обслуговування, навчання, в конструкторських і виробничих підрозділах.

Контрольні питання

1. На які етапи поділяються науково-дослідницькі та дослідно-конструкторські роботи?
2. Що таке патент?
3. Дати характеристику процесу проєктування суден з використанням системного підходу.
4. На які види поділяється проєктно-конструкторська документація за своїм призначенням і послідовністю випуску?
5. Дати стислу характеристику конструкторської робочої документації.
6. Що включає в себе документація, яка має бути передана проєктно-конструкторською організацією підприємству-будівнику судна?
7. Навести критерії, які можуть бути використані при оцінці технологічності побудови судна.
8. Які стадії календарного планування використовуються у конструкторській підготовці виробництва?
9. На які види робіт і операцій конструкторами суднобудівного підприємства розробляються проєкти, креслення і схеми?
10. Навести причини, що викликають необхідність коригування конструкторської документації.
11. Які види забезпечення включає комплекс засобів автоматизації?
12. Які етапи у загальному випадку включає процес конструкторської підготовки?

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

13. Які функціональні частини комплексної САПР складають основу автоматизації стадії конструкторської підготовки виробництва? Дати їх стислу характеристику.

14. Які етапи можна виділити для вирішення завдань автоматизованого проектування конструкції корпусу судна?

15. Дати характеристику розділам бази даних, яку створюють для проектування конструкції корпусу судна.

16. Які завдання конструкторської підготовки виробництва можна вирішити у програмному комплексі SHIPMODEL?

17. Навести характеристики тривимірних моделей, які підтримує SHIPMODEL.

18. Дати стислу характеристику використання САПР CATIA в конструкторській підготовці виробництва.

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва

Технологічна підготовка виробництва верфі є сукупністю взаємозв'язаних процесів, що забезпечують технологічну готовність виробництва (рис. 3.8), тобто наявність на підприємстві повних комплектів конструкторської і технологічної документації та засобів технологічного оснащення (ЗТО), необхідних для випуску заданого обсягу продукції зі встановленими техніко-економічними показниками, а також для зростання технічного рівня виробництва верфі і кожного з його видів. ТПВ – одна з найважливіших стадій системи КПВ – вона дуже значна за об'ємом і складнощами [2].

Функції і завдання ТПВ. Технологічна підготовка виробництва на суднобудівному підприємстві включає визначення повного складу робіт, необхідних для побудови судна і розподіл цих робіт за етапами будівництва між цехами-учасниками; реалізує комплекс робіт по проектуванню й впровадженню

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва

нових та вдосконаленню діючих ТП, проектуванню і виготовленню технологічного оснащення, вибору обладнання, встановленню нормативів використання праці, матеріалів, устаткування [30].



Рис. 3.8. Технологічні зв'язки структурних підрозділів верфі

Технологічна підготовка виробництва припускає ефективне використання досягнень науки і техніки з метою інтенсифікації виробництва на основі впровадження інноваційних технологій, устаткування з ЧПУ, широкого застосування робототехніки, засобів обчислювальної техніки, комп'ютерного моделювання процесів управління виробництвом.

Функціональна декомпозиція системи підготовки виробництва визначається шляхом виділення із структурної організації функцій, завдань, робіт і документів, які виконуються й розробляються в процесі підготовки виробництва.

Під функцією ТПВ розуміється комплекс завдань, об'єднаних спільною метою їх рішення. Аналіз складу завдань, робіт і документів, що функціонують на суднобудівному підприємстві, дозволяє сформулювати наступні *основні функції ТПВ*:

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

1. Структурний аналіз виробу (визначення входження різних деталей, складальних одиниць (вузлів) у секції та більш укрупнені конструкції).

2. Забезпечення технологічності конструкції виробу. Реалізується шляхом спільної роботи конструкторів і технологів з висунення заводом-будівником певних вимог до конструкції, обмежених технологічними можливостями підприємства.

3. Організаційно-технологічний аналіз виробництва (складання виробничо-технологічних плануваль, розрахунки потужностей, облік і аналіз структури парку устаткування та ін.).

4. Проектування ТП по видах виробництв.

5. Проектування і виготовлення ЗТО.

6. Визначення матеріальних витрат і потреби в комплектуючих виробах (розрахунок норм витрат і необхідної кількості матеріалів та комплектуючих виробів, їх розподіл за етапами, цехами, видами робіт).

7. Визначення трудових витрат (розрахунки планової, технологічної трудомісткості, післяопераційних норм і розцінок).

8. Організація і управління ТПВ (планування, облік, контроль і регулювання процесів ТПВ).

9. Відлагодження технологічного комплексу (заново впроваджених ТП і ЗТО).

10. Розвиток системи, розробка заходів по підвищенню технічного рівня і якості продукції.

11. Облік і контроль ходу виробничого процесу. Ця специфічна функція викликана тією обставиною, що в суднобудуванні ТПВ і процес виробництва виконуються паралельно (комплектация складальних одиниць деталями, облік використання матеріалів, фактичної трудомісткості, контроль за дотриманням технологічної дисципліни).

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва

Під поняттям *завдання ТПВ* розуміється завершена частина робіт у складі певної функції, тобто сукупність процедур (робіт), що виконуються в певній логічній послідовності і визначають процес формування одного або декількох носіїв інформації (документів).

Головними завданнями *ТПВ верфі*, що здійснюються безпосередньо на підприємстві, є:

- централізоване координування усіх видів робіт для забезпечення взаємодії між технічними службами верфі (ВГТ, МТЗ, ПДВ та ін.) з одного боку і службами цехів з іншого;

- проектування ТП на усі види робіт, що виконуються при побудові судна (відповідно за видами виробництв);

- виконання максимального обсягу робіт, передуючих початку виробничого процесу, з метою повного виключення усіх підготовчих робіт на стадії робіт з побудови судна;

- своєчасний облік безперервно виникаючих потреб цехів у додаткових виробничих потужностях, у впровадженні нової техніки і прогресивної технології;

- розробка заходів щодо розвитку і вдосконалення виробництва, підвищення якості продукції, що випускається, і контролю технологічної дисципліни;

- автоматизація інженерно-управлінської праці на основі широкого використання ІТ і ПК, участь у впровадженні САПР і АСУТП;

- типізація, нормалізація, уніфікація і стандартизація проектно-конструкторських та організаційних документів по підготовці виробництва.

У цілому, ТПВ верфі значно відрізняється від ТПВ звичайного машинобудівного підприємства. У традиційному (ручному) варіанті її виконання тривалість ТПВ верфі сумірна з тривалістю будівництва судна, що пояснюється як

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

її масштабом (вона охоплює усі види суднобудівного виробництва), так і необхідністю внесення значного об'єму конструкторських й технологічних змін у період побудови головних суден. Специфікою ТПВ верфі є поєднання за строками конструкторської підготовки виробництва в конструкторському бюро з ТПВ на підприємстві шляхом участі технологів заводу в роботі ЦКБ, починаючи зі стадії технічного проектування. Це стосується, передусім, розробки принципової технології і організації побудови судна: розбиття корпусу судна на складальні одиниці з урахуванням виробничих умов підприємства-будівника, вибору схеми формування корпусу судна на будівному місці, розміщення виробництва на підприємстві. Крім цього, в робочі конструкторські документи верфі (у специфікації до них) включають дані з технології та організації побудови судна.

До недавнього часу ще однією особливістю ТПВ верфі була наявність в її складі самостійного підрозділу – плазово-технологічної підготовки виробництва, в процесі якої виконувалося доповнення геометричної і технологічної інформації по корпусу судна, яка надходила від проектанта. Оскільки процес виробництва в суднобудуванні складний і розгалужений, його слід освоювати розділивши на прості, елементарні процеси: виготовлення і монтаж; несерійне й серійне виготовлення; виробництво деталей, вузлів і монтаж відповідно до системи *вузол–технологічний комплект*. При цьому використовують типові технології, поточкові лінії і автоматичні поточкові лінії з розрахунковим ритмом. До початку робіт з ТПВ, як правило, проводиться технологічний контроль креслень, який потрібний для аналізу і перевірки запроектованих виробів на технологічність їх конструкцій, раціональність схем складання і т. п. (рис. 3.9).

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва



Рис. 3.9. Узагальнений інформаційно-технологічний процес виробництва верфі

Основні етапи ТПВ. Основними етапами ТПВ є:

- 1) забезпечення технологічності конструкцій;
- 2) проектування ТП;
- 3) проектування і виготовлення ЗТО;
- 4) організація і управління процесом ТПВ.

На *першому етапі* перевіряють запроектовані вироби на технологічність їх конструкцій [51]. Для вирішення цього завдання проводяться: структурний аналіз виробів (які деталі і складальні одиниці входять у виріб) з метою визначення

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

можливості збільшити кількість запозичених деталей (у тому числі, стандартних); техніко-економічний аналіз виробництва (які ТП і ЗТО можна використати з технологічно подібних процесів і засобів підготовки виробів, що вже запускалися у виробництво); аналіз можливості поліпшення технологічності конструкції деталей.

Технологічність конструкції – поняття відносне і комплексне. При її оцінці слід враховувати умови виробництва (тип, рівень автоматизації і оснащеності), її не можна розглядати ізольовано, без взаємозв'язку і обліку умов виконання підготовчих процесів, процесів обробки, складання й контролю.

Відлагодження на технологічність конструкції роблять з метою отримання найменшої трудомісткості і собівартості виготовлення виробу в цілому.

Поняття "технологічність конструкції" поширюють не лише на галузь виробництва, але і на процес його підготовки. Конструкція виробу має бути зручною для швидкого освоєння його у виробництві, а також для експлуатації його споживачем (зручність обслуговування, ремонтпридатність, економічність експлуатації).

Конструкцію виробу рекомендується відпрацьовувати на технологічність у процесі створення самої конструкції. При цьому досягається робочий контакт конструкторів і технологів, скорочується тривалість подальшої розробки ТП.

При проектуванні конструкцій корпусу судна і при його побудові можливі численні варіанти рішень, які в різному ступені задовольняють вимогам, що висуваються.

Оптимальна конструкція корпусу має бути найбільш прийнятним компромісом, що забезпечує раціональність експлуатації, надійність і технологічність побудови.

Технологічність – важлива технічна якість конструкції, яка повинна відповідати найповнішому вирішенню завдань, що

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва

стоять перед конструкторами, технологами і виробниками. Підвищення рівня технологічності необхідно розглядати як певний науково-технічний напрям у проектуванні суден, який забезпечує їх виготовлення найбільш раціональними методами. Перехід у суднобудуванні на методи масового виробництва (механізація і автоматизація виробничих процесів, впровадження робототехніки, впровадження системи гнучкого автоматизованого виробництва) можливий тільки при високому рівні технологічності конструкцій. Технологічність виробу повинна визначатися його економічною доцільністю за прийнятих умов виробництва і експлуатації.

Згідно з ГОСТ 14.201–83 *забезпечення технологічності конструкції виробу – функція підготовки виробництва, що передбачає взаємозв'язані рішення конструкторських і технологічних завдань, спрямованих на підвищення продуктивності праці, досягнення оптимальних трудових і матеріальних витрат та скорочення часу на виробництво, у тому числі і монтаж поза підприємством-будівником, технічне обслуговування й ремонт виробу.*

На другому етапі здійснюють вибір раціональних засобів виготовлення деталей і складальних одиниць, проектування нових ТП. Основою цієї роботи є: робочі креслення об'єктів виготовлення; ГОСТ, заводські стандарти на устаткування для обробки, а також на допуски і припуски; відомості на матеріали, нормативні документи для вибору режимів різання; плановані розміри випуску виробів.

Зміст робіт по проектуванню ТП складається з наступних елементів: вибору виду прокату; розробки маршрутів виготовлення; визначення послідовності й змісту технологічних операцій; визначення, вибору і замовлення ЗТО; встановлення порядку, методів і засобів технічного контролю якості;

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

призначення і розрахунку режимів обробки; технічного нормування операцій виробничого процесу; визначення професій і кваліфікації виконавців; організації виробничих ділянок (поточних ліній); формування робочої документації на ТП відповідно до ЄСТПП.

Проектування ТП є основною і найбільш трудомісткою функцією ТПВ, воно розпочинається з аналізу технічного завдання на проектування, що включає робоче креслення конструкції (деталі) з технічними умовами, програму випуску та інші дані. Проектування ТП складається з наступних рівнів [30]:

- розробки принципової схеми процесу;
- технологічного маршруту;
- технологічних операцій.

Проектування процесу включає *синтез* його структури за технічним завданням. Початковий варіант структури генерується і потім оцінюється з позицій працездатності (наприклад, забезпечення параметрів якості виробу). Поняття "проектування" означає розробку усього ТП, а *синтез* характеризує тільки створення його варіанта, не обов'язково остаточного. Аналіз ТП або операції – це вивчення їх властивостей. Таким чином, *синтез* спрямований на створення нових варіантів ТП або операцій, а аналіз використовується для їх оцінки. Результати проектування кожного рівня оформляються у вигляді технологічної документації з формуванням технічного завдання на наступний рівень проектування. Приклад структури ТП наведений на рис. 3.10. Вони розробляються при проектуванні нових і реконструкції старих заводів, а також при організації виробництва нових виробів. Крім того, ТП коригуються або проектуються при випуску вже освоєної продукції, якщо впроваджується нове обладнання або оснастка.

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва

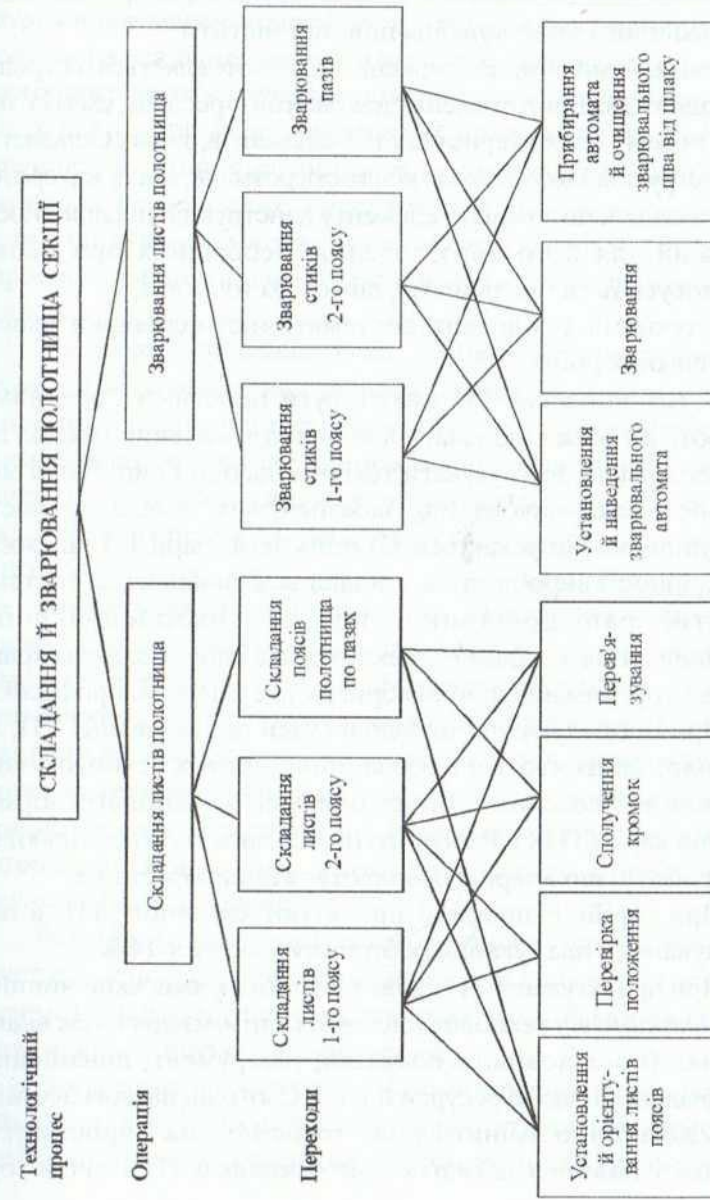


Рис. 3.10. Структура технологічного процесу складання й зварювання полотнища секції

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

Технології проектування повинні містити:

- загальний опис конструкції, що виготовляється, і перелік необхідних для її виготовлення документів (креслень, схем і т. п.);
- перелік і характеристику тих елементів, з яких складається конструкція з вказівкою їх кількості, розмірів, маси, матеріалу;
- вказівки по кожному елементу конструкції: послідовності операцій для його виготовлення, необхідних при цьому пристосувань та інструменту, вимог до точності;
- технічні умови для систематичної перевірки якості виконуваних робіт.

В усіх випадках ТП мають бути простими і зручними в роботі, а також виключати довільне тлумачення тих або інших положень, враховувати технічні засоби і виробничі можливості цехів-виконавців, забезпечувати необхідну якість продукції, що випускається. Ступінь деталізації ТП залежить від серійності виробництва, спеціалізації виконавців, системи оплати праці робітників, повноти охоплення робіт провідними матеріалами за технологією і нормуванням праці, системи організації робочих бригад та сумісність професій.

При індивідуальній побудові суден проектування ТП, як правило, здійснюють у вигляді принципових технологічних вказівок в кресленнях і опису операцій у технолого-нормувальній карті (ТНК). Розгорнутий ТП проектується тільки на нові роботи, що вперше освоюються підприємством.

При серійній побудові проектуються типові ТП, а для нормування і планування робіт випускаються ТНК.

При проектуванні ТП найважливішим є людський чинник, оскільки саме від технолога залежить оптимізація в усіх відношеннях (послідовність операцій, інструмент, оснащення, матеріальні і людські ресурси й т. д.). Сьогодні назріла необхідність докорінно змінити роль технолога на виробництві. Технолог повинен займатися оптимізацією ТП з точки зору

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва

отримання максимальної економічної ефективності з урахуванням реальних умов, а також постійно удосконалювати технологічне забезпечення, працювати на перспективу. Такий підхід висуває нові, підвищені вимоги до кваліфікації технологів: уміння розробляти і оптимізувати ТП з урахуванням оптимального використання усіх ресурсів; уміння використати математичні методи оптимізації й узгодження процесів; уміння оцінювати економічні аспекти технологічних рішень.

На *третьому етапі* ТПВ, по-перше, проектують конструкції моделей, пристосувань, спеціального інструменту і нестандартного устаткування, а по-друге, розробляють ТП виготовлення технологічного оснащення, який має бути досить універсальним, але в той же час прогресивним, досконалим і таким, що забезпечує високу якість деталей, що виготовляються.

Проектування технологічного оснащення включає рішення завдань конструкторського і технологічного характеру. Основні напрями автоматизації рішення цих завдань: типізація конструктивних і технологічних рішень; відділення проблемної частини від інваріантної; створення банків даних конструкторсько-технологічного призначення; використання діалогових методів проектування. На цій основі розробляються спеціальні підсистеми автоматизованого проектування технологічного оснащення.

Розробка конструкцій технологічного оснащення виконується конструкторськими бюро з оснащення в тісному взаємозв'язку з технологами, які проектують ТП виготовлення деталей і конструкцій нового виробу.

Виготовлення оснащення і нестандартного устаткування – трудомістка частина технологічної підготовки. На цьому етапі здійснюють перепланування (якщо це необхідно) діючого

устаткування, монтаж і випробування нового та нестандартного устаткування й оснащення, поточних ліній і ділянок обробки й складання виробів [30].

Четвертий етап – організація і управління ТПВ повинні чітко й раціонально поєднувати всі різноманітні процеси підготовки виробництва, особисті і матеріальні елементи процесу створення нової техніки; визначати економічні стосунки між учасниками робіт з підготовки виробництва. У зв'язку з цим виникає необхідність організовувати такі процеси підготовки виробництва, куди входять проектування, здійснення на практиці й удосконалення системи ТПВ. Система ТПВ – це об'єктивно існуючий комплекс матеріальних об'єктів, колективів людей і сукупність процесів наукового, технічного, виробничого й економічного характеру для розробки й організації випуску нової або вдосконаленої продукції. Організація та управління ТПВ спрямовані на раціональне поєднання усіх елементів процесу створення та освоєння нової продукції у просторі й часі, встановлення необхідних зв'язків і погодження дій учасників цього процесу, створення умов для підвищення зацікавленості учених, інженерів, виробників у прискореній розробці й організації виробництва нової високоефективної техніки. В основі раціональної організації процесів створення нової продукції лежать загальні закономірності організації виробництва; відповідність організації виробництва цілям, поставленим перед підприємством; відповідність форм і методів організації виробництва характеристикам його матеріально-технічної бази; орієнтація на конкретні виробничо-технічні і економічні умови; взаємна відповідність характеристик організації процесів виробництва і особливостей організації праці робітників і т. д. Ефективність управління ТПВ повинна розглядатися не лише з позицій якості, швидкості розробок на

кожному етапі, але і з позицій злагодженої взаємодії підрозділів, рівня інтеграції робіт, суворого дотримання графіків виконання робіт, оптимізації процесів [36].

Види основної технологічної документації верфі. Технологічна документація для різних типів виробництв (одиночного, серійного і масового) відрізняється глибиною розробки ТП і ступенем їх деталізації. Технологія проектування виробництва верфі припускає розробку на основі загальногалузевих технологічних документів великої кількості різної текстової і графічної технологічної документації. До найбільш характерних з таких документів відносяться [2]:

1. *Технологічний графік побудови судна*, що є сукупністю організаційно-технологічних документів, основними з яких є: таблиця трудомісткості й тривалості побудови судна, графік побудови судна, графік технічної готовності судна, таблиці розподілу трудомісткості побудови судна по планово-облікових одиницях робіт, графік комплектації судна виробами зовнішнього постачання і виробами МБЧ. У пояснювальній записці до технологічного графіка наводяться технічні характеристики проекту судна, будівельних місць і спускових споруд, а також організаційні і технологічні характеристики процесу побудови судна. Графік розробляється після затвердження технічного проекту судна і призначений для організації управління процесом побудови судна.

2. *Таблиця розподілу трудомісткості й тривалості побудови суден*, що містить дані щодо трудомісткості в розрізі періодів побудови по усіх суднах цього проекту. Вказується планова трудомісткість і норма трудомісткості побудови судна.

3. *Графік побудови судна*, який є укрупненою мережевою моделлю процесу побудови судна, що відображає трудомісткість і послідовність виконання робіт.

4. *Графік комплектації побудови судна судновим устаткуванням*, який має табличну форму і містить дані про

номенклатуру, кількість і характеристики устаткування, підприємство-постачальника устаткування, дату постачання, номер технологічного етапу постачання устаткування, номер технологічного етапу і технологічного комплексу, коли робиться монтаж устаткування на судні.

Основними видами технологічної документації загального призначення є: карта ескізів, технологічна інструкція ТП, технологічна інструкція типового (групового) ТП та ін.

Карта ескізів – графічний документ, що містить ескізи, схеми й таблиці та призначений для пояснення виконання ТП обробки деталей, виготовлення корпусних конструкцій, труб, виробів корпусодобудовної номенклатури, для зазначення припусків по конструкціях і т. п.

Технологічна інструкція ТП призначена для опису ТП у кожному з видів суднобудівного виробництва.

Технологічна інструкція типового (групового) ТП на відміну від попередньої є типовою для цілої групи конструкцій. У цьому велика перевага групових ТП у порівнянні з одиничними.

Крім розглянутих, у практиці ТПВ на верфях розробляються й інші технологічні документи, наприклад *технологічні вказівки, технічні умови, технічні вимоги*.

Технологічні вказівки випускаються для роз'яснення окремих, найбільш складних положень ТП. *Технічними умовами* задаються характеристики конструкцій, особливі умови їх виготовлення, комплектації, випробування, постачання. *Технічні вимоги* пред'являються до проектування (наприклад, оснащення), використання виробничих фондів (наприклад, нестандартного устаткування), технології виготовлення продукції.

Технологічна підготовка виробництва верфі регламентується стандартами "Єдиної системи технологічної підготовки

виробництва" (ЄСТПВ) і виконується відділом головного технолога, а також технологічними бюро основних цехів.

Організаційна структура служб ТПВ суднобудівного заводу залежить від масштабу і структури виробництва, типу і розмірів суден, що будуються, кількості проектів суден, що будуються одночасно, типу виробництв (одиничне, дрібносерійне, серійне), технологічної спеціалізації і концентрації виробництва. На заводах, як правило, є конструкторсько-технологічний відділ та інформаційний центр. До складу КТВ входять різні технологічні бюро, конструкторські підрозділи, служби. Часто невеликі технологічні підрозділи є і в цехах. Як приклад, розглянемо організацію технологічної підготовки в корпусообробному (КОВ) і складально-зварювальному виробництвах (СЗВ) верфі.

Технологічна підготовка КОВ. Технологічна підготовка КОВ включає роботи, що виконуються на плазовій ділянці корпусообробного цеху (виготовлення шаблонів, каркасів, макетів), а також в інформаційному центрі (визначення контурів і розмірів деталей, розкрій листового і профільного прокату, випуск контрольної, облікової і робочої документації, виготовлення управляючих програм для устаткування теплового різання, оброзмірювання ескізів для складання секцій й установки набору, розробка таблиць ординат для настроювання постелей, ескізів для добудовних цехів, даних для виготовлення шаблонів в складальних цехах) з використанням комп'ютерних програм і засобів обчислювальної техніки.

Основними документами для виконання робіт з технологічної підготовки КОВ є [2, 30]:

- відомості конструкторських документів по корпусу і групах креслень;
- таблиці зварних швів;
- робочі креслення;

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

- замовлені відомості матеріалів;
- послідовність формування корпусу на стапелі;
- схеми припусків для складання;
- прив'язка секцій по групах розкрою;
- альбом типових вузлів і вирізів;
- геометрична модель виробу.

Основна технологічна документація КОВ розробляється технологічною службою заводу та інформаційним центром і включає в себе:

1. ТП обробки деталей, що складається з карти розкрою, маршрутно-технологічних карт (МТК) на деталі, що входять в карту розкрою, а також специфікації карти розкрою.
2. Комплектувальні відомості, що формуються на основі запуску й призначені для комплектації деталей по секціях або лініях обробки і обліку їх виготовлення.
3. ТП на гнуття деталей, куди включаються МТК на деталі, що згинаються. Ескізи деталей повинні містити інформацію про форму вигину, а також дані для виготовлення каркасів і шаблонів.
4. ТП обробки профільного прокату.
5. Контурвальні ескізи з даними для цеху секційного складання.
6. Дані для настроювання постелей.
7. Відомості щодо потреби в матеріалах (матеріальні карти), призначені для визначення кількості розкроюваного металу.
8. Допоміжні документи (відомість ділових відходів, журнали обліку робіт на різних видах устаткування, журнал реєстрації плавок та ін.).

Необхідно зазначити, що на суднобудівних заводах перелік і форми технологічних документів різні й регламентуються стандартами підприємств.

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва

Технологічна підготовка СЗВ. Аналіз сучасного складально-зварювального виробництва дозволяє виділити п'ять основних груп завдань, що вирішуються при технологічній підготовці СЗВ [2, 30]:

1. Проектування ТП. Ця група завдань поділяється на дві підгрупи:

а) моделювання ТП для виробів (конструкцій), що виготовляються на потоково-механізованих лініях і спеціалізованих ділянках;

б) моделювання ТП та їх оптимізація з урахуванням ряду обмежень. Рішення цих завдань забезпечує випуск наступних документів: ТП складання, зварювання і виправлення корпусних конструкцій; контурвальних ескізів; графіка запуску секцій у виробництво; відомостей технологічних комплектів. Початковою інформацією для отримання перерахованих документів служать: робочі креслення об'єктів виготовлення; стан виробництва на планований період, а також бібліотека типових ТП.

2. Проектування ЗТО. Рішення завдань цієї групи забезпечує отримання даних для настроювання, переналагодження або виготовлення універсального і спеціалізованого оснащення, а також випуск наступних документів: карт замовлень на проектування технологічного оснащення, креслень оснащення, карт замовлень на виготовлення технологічного оснащення, ескізів для виготовлення оснащення з урахуванням очікуваних зварювальних деформацій, відомості оснащення верфі, карт застосування технологічного оснащення. Початковою інформацією для завдань цієї групи є моделі ТП складання і зварювання конструкцій та моделі об'єкта виробництва.

3. Розрахунок трудомісткості складально-зварювальних робіт. Ця група завдань передбачає розрахунок планової

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

трудомісткості робіт, трудомісткості за операціями складання і зварювання та ін.; результатом розрахунків є випуск відомостей трудомісткості робіт і ТНК (техніко-нормувальні відомості). Початкова інформація: модель ТП, модель конструкції, нормативно-довідкові дані по трудомісткості робіт.

4. Розрахунок норм витрати матеріалів. Результатом рішення цих завдань є отримання відомостей норм витрати матеріалів і відомостей застосування матеріалів по кресленнях конструкцій. Початковою інформацією служить модель конструкції й нормативно-довідкові дані.

5. Підготовка відомостей комплектації. Рішення завдань цієї групи забезпечує отримання відомостей щодо комплектації деталей конструкції по ділянках виробництва з урахуванням послідовності складання і відповідно до графіка запуску вузлів і секцій, а також відомостей комплектації виробів МБЧ без прив'язування до конкретних вузлів і конструкцій. Початкова інформація: модель конструкції, модель виробництва і модель ТП складання і зварювання конструкцій.

Склад комплекту технологічних документів на виготовлення вузлів і секцій, окремих граф у кожному виді документа, а також виконавці документів встановлюються стандартами підприємств (СТП) згідно з організаційними положеннями, що діють на даному суднобудівному підприємстві.

Організаційно-економічні шляхи прискорення ТПВ.

У зв'язку з переходом на ринкову систему і реструктуризацією суднобудівних підприємств знадобився перегляд деяких принципів положень, що здавалися раніше непорушними. До них належать: маркетингова політика і проблема стабільного забезпечення підприємств замовленнями; модернізація процесу розробки проектної і технологічної документації; вдосконалення організації управління виробництвом, матеріальним забезпеченням та збутом шляхом комп'юте-

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва

ризації цих процесів, підготовки відповідних кадрів і підтримки високого рівня кадрового потенціалу; розрахункові оцінки ефективності програми побудови; необхідність реформування інфраструктури, тобто перетворення організації проектування й побудови та зміна роботи з інформацією.

Структурні перетворення відбуваються і в службах підготовки виробництва, хоча основне завдання, якщо розглядати виробництво верфі, залишається без змін – *ефективне забезпечення побудови суден з мінімальними витратами, високою якістю і у встановлені терміни*. Для вирішення цього завдання потрібні сучасні ІТ, інструментарій систем автоматизованого проектування, підготовлені фахівці, відповідна організація підготовки виробництва й управління нею [6, 18].

Зміна принципів положень ТПВ у сучасних умовах.

Однією з головних особливостей існуючої практики є стереотип, що склався, – розглядати процес створення судна як такий, що складається з двох незалежних складових – проектування і побудови. Існуюча система розробки проектної документації орієнтувалася на ЦКБ-проектанти, які розробляли не лише ескізи і технічні проекти, але і всю робочу, здавальну і експлуатаційну документацію. Крім того, вони працювали на декілька заводів. У процесі побудови вносилися велика кількість змін. Нові економічні умови дозволяють вирішити ці проблеми виходячи з нових підходів, основа яких полягає в наступному [2]: функції проектних підприємств (ЦКБ) і конструкторсько-технологічних підрозділів (технічні служби) підприємств повинні диференціюватися. Центральні конструкторські бюро повинні зосередитися на дослідницькому проектуванні з багатоваріантними опрацюваннями і особливою увагою до техніко-економічного аналізу. Усю робочу, здавальну і звітну документацію повинні виконувати інженерні служби (центри) суднобудівних підприємств. Розробку робочої конструкторської документації слід

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

виконувати одночасно з технологічною, що дозволить підвищити технологічність конструкцій, скоротити терміни технічної підготовки виробництва; підвищити експлуатаційні якості й конкурентоспроможність суден на основі нових конструкторсько-технологічних рішень і систем штучного інтелекту.

Одним із радикальних шляхів удосконалення, підвищення якості, скорочення тривалості і вартості технічної (проектно-конструкторської і технологічної) підготовки виробництва до побудови суден є перехід до нових ІТ і основаних на них інтегрованих автоматизованих систем проектування й ТПВ типу CAD/CAM. Перед вибором таких систем для конкретних умов застосування повинне відбутися їх ретельне всебічне вивчення й аналіз з урахуванням типу створюваних суден, масштабів і стану виробництва та ряду інших чинників. Освоєння систем типу CAD/CAM створює сприятливу умову для внесення корінних змін до багаторічної практики організації технічної підготовки виробництва, тобто передачу значної частини проектно-конструкторської підготовки, а в першу чергу робочого проектування, суднобудівним підприємствам. У цьому випадку доцільна реорганізація інженерних служб підприємства шляхом створення єдиного інженерного центру, що здійснює конструкторську і технологічну підготовку виробництва, оснащеного необхідними програмними й технічними засобами та укомплектованого кваліфікованим персоналом, а розробка організаційно-технологічної схеми побудови судна, що є найважливішим розділом проектно-технології, повинна базуватися на математичному моделюванні її можливих варіантів і вибору найбільш раціонального з них на основі прийнятих критеріїв з використанням програмного та інформаційного забезпечення.

Автоматизація ТПВ. Сьогодні загальноновизнаним є те, що при сучасному рівні розвитку науки і техніки, автоматизація

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва

ТПВ є найбільш ефективним з відомих напрямів робіт, таким, що забезпечує скорочення термінів створення і випуску нових видів промислової продукції й поліпшення їх якості. Одним з основних напрямів удосконалення ТПВ є створення на базі нових ІТ автоматизованих систем технологічної підготовки виробництва (АСТПВ) [33]. Під АСТПВ розуміють систему ТПВ на базі системного застосування засобів автоматизації інженерно-технічних робіт, яка забезпечує оптимальну дію людей, програмного забезпечення і технічних засобів автоматизації при виконанні функцій ТПВ.

До основних переваг АСТПВ слід віднести скорочення термінів ТПВ, підвищення якості робіт, збільшення продуктивності праці інженерів і скорочення їх до необхідного числа, полегшення отримання оперативної інформації про поточний стан ТПВ, полегшення і прискорення розробок, забезпечення ефективної взаємодії з іншими системами.

При розробці АСТПВ спираються на ряд загальних принципів: *системної та інформаційної єдності, розвитку, стандартизації, ергономічності* та ін.

Принцип системної єдності полягає в тому, що окремі елементи системи повинні розроблятися і функціонувати як частини єдиного цілого. Найбільший ефект буде при комплексній автоматизації рішення завдань на усіх етапах ТПВ.

Принцип інформаційної єдності полягає у використанні в підсистемах єдиних умовних позначень, символів, термінів, способів подачі вхідної і вихідної інформації.

Відповідно до *принципу розвитку* АСТПВ повинна створюватися як відкрита система з урахуванням можливості доповнення її новими підсистемами і коректування наявних.

Принцип стандартизації покликаний забезпечити на базі уніфікації, типізації і стандартизації підсистем гнучкість АСТПВ, що дозволяє зменшити витрати і час на їх розробку та експлуатацію.

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

Принцип ергономічності враховує особливості взаємодії людини з обчислювальною технікою в процесі рішення завдань.

Автоматизовані системи технологічної підготовки за видами суднобудівних виробництв верфі призначені для експлуатації в цехових технологічних бюро. Системи забезпечують ведення баз даних по ТП, формування в інтерактивному режимі технологічних документів, облік і замовлення ЗТО.

Проектування ТП включає ряд завдань – від визначення складу операцій і переходів до визначення робочих параметрів та нормування трудомісткості виконання операцій. Труднощі автоматизованого проектування технології пов'язані з проблемами формалізації опису об'єктів виробництва і виробничої системи. Проектування ТП можна виконувати на основі аналога, уніфікованих ТП і шляхом синтезу з елементарних технологічних операцій. На даний час перші два варіанти знаходять у суднобудуванні найбільше застосування.

Широке застосування отримали системи автоматизованого проектування ТПВ верфі (САПР ТПВ), що функціонують в інтерактивному режимі, використовують єдину базу даних і забезпечують автоматизацію процесів технологічного проектування для кожного виду виробництва. Критерій ефективності САПР ТПВ – мінімізація тривалості й трудомісткості усіх етапів створення суден виробничої програми підприємства-будівника, а також матеріальних витрат, з одного боку, а з іншого – максималізація показників фондівіддачі, коефіцієнта використання робочих площ, завантаження технологічного устаткування, організаційно-технічного рівня підготовки виробництва і в цілому технічного рівня кожного виду виробництва. Впровадження у виробництво автоматичного технологічного проектування і узгодження з іншими видами підготовки виробництва та побудови суден повинне

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва

здійснюватися спеціальним підрозділом (відділом, групою) з організації САПР ТПВ верфі, що передбачає автоматизоване рішення наступних завдань:

- конструкторсько-технологічного аналізу проекту судна в цілому і його конструктивних елементів;
- організаційно-технічного аналізу виробництв підприємства-будівника;
- ведення паспортів цехів, транспортно-складського господарства, підйомно-транспортного устаткування і ЗТО;
- розрахунку виробничих потужностей цехів і ділянок, окремих груп технологічного устаткування, атестацію і раціоналізацію робочих місць;
- визначення матеріальних і трудових нормативів процесу побудови судна;
- формування організаційно-технічних і технологічних документів, що визначають процес побудови судна в цілому;
- формування моделі КПВ;
- планування, облік, контроль і управління процесом автоматизованого технологічного проектування;
- коригування організаційно-технічних і технологічних документів.

Головні переваги упровадження систем автоматизації полягають в істотному зниженні помилок і неузгодженостей в проектній документації за рахунок використання вивірених і постійно підтримуваних баз даних, у скороченні трудомісткості й тривалості виконання проектних робіт, підвищенні їх якості за рахунок оптимізації, а також скороченні витрат на ТПВ за рахунок комплексного рішення з використанням системного підходу. Це дозволяє підвищити продуктивність праці у виробництві в 2–3 рази.

Удосконалення ТПВ шляхом використання експертних систем. Досвід створення САПР ТПВ показав, що автоматизації рішення підлягають лише нескладні, формалізовані, сильно

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

структуровані завдання. Для інших завдань на усіх рівнях проектування у кращому разі доцільно використовувати режим діалогу. Але це знову збільшує терміни проектування і знижує якість проектних рішень. У той же час досягнутий рівень розробок автоматизованих систем ТПВ дозволяє поставити питання дослідження суті й можливості створення сучасних інструментів технолога на базі інтелектуальних інформаційних систем, класифікація яких наведена на рис. 3.11.

На даний момент найбільш розробленим напрямком є використання експертних систем (ЕС) технологічного призначення [47]. Ці системи повинні володіти, принаймні, трьома здібностями:

- 1) здатністю до накопичення і коригування знання на основі активного сприйняття технологічної інформації, у тому числі узагальненого досвіду технології проектування і результатів технологічних досліджень;
- 2) здатністю до цілеспрямованої поведінки на основі накопиченого знання;
- 3) здатністю до пояснення і навчання.

Виходячи з цього, ЕС для ТПВ повинна містити: *базу знань (БЗ), модуль цілеспрямованого виведення, модуль пояснення і модуль генерації нових знань.*

У БЗ в деякому закодованому вигляді зберігаються формалізовані знання експертів-фахівців предметної області. Форми представлення знань в ЕС досить різноманітні. Це *системи продукції, семантичні мережі, фрейм-структури, "трийка" об'єкт-атрибут-значення* та ін. Для вирішення завдань ТПВ найбільш прийнятними є представлення знань з використанням правил продукції, семантичних мереж, фрейм-структур і таблиць ухвалення рішень. Виходячи з доступних для широкого користувача програмно-апаратних засобів найбільш зручною формою представлення знань є *системи продукції, що базуються на використанні правил типу "якщо – то".*

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва

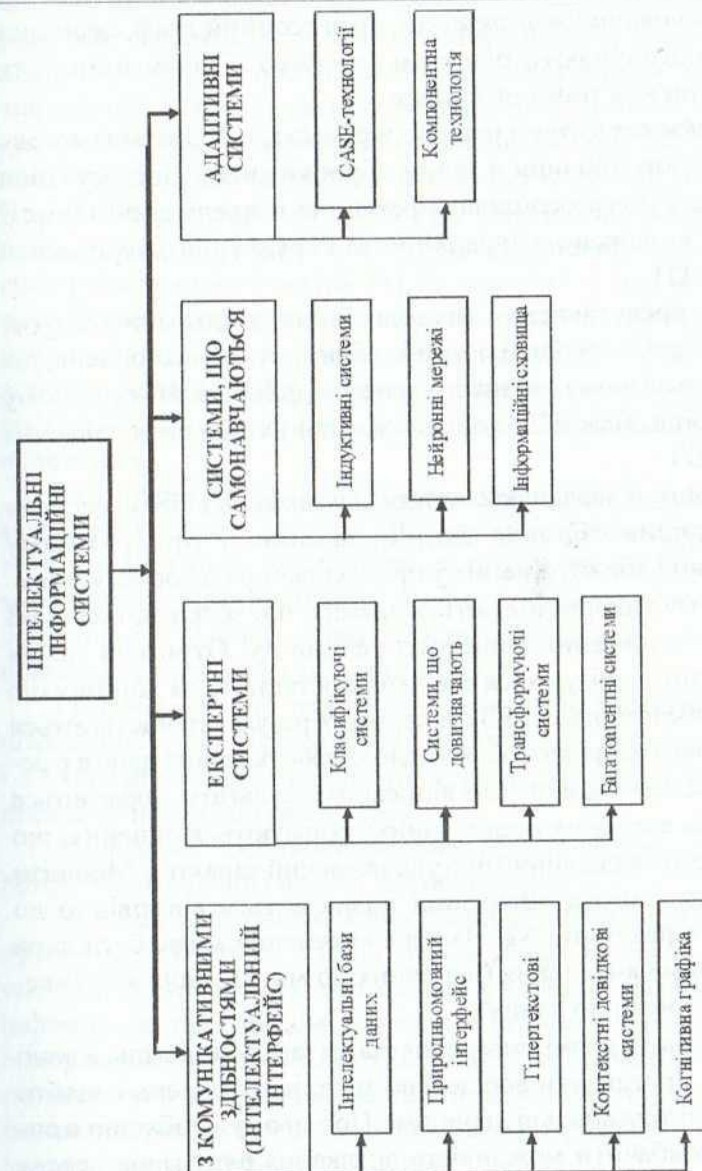


Рис. 3.11. Класифікація інтелектуальних інформаційних систем

Семантична мережа – це орієнтований граф, вершини якого відповідають об'єктам (подіям), а дуги описують відносини між цими об'єктами.

Фрейм-структури певною мірою стали розвитком методу електронних таблиць в галузі обробки знань. Застосування фрейм-структур особливо ефективно в предметній області з чітко вираженою ієрархічною структурою, наприклад в САПР ТП.

Для представлення технологічних знань можуть бути використані звичайні й логічні таблиці ухвалення рішень, які формуються на основі знань експертів-фахівців. На сучасному етапі робіт в області ЕС доцільні змішані форми представлення знань у БЗ.

Головним завданням *модуля цілеспрямованого виведення* є погоджена обробка даних, наявних у програмному середовищі або отриманих у процесі діалогу з користувачем. При цьому використовуються знання, що зберігаються у БЗ з метою отримання кінцевого результату. Отримані таким чином дані аналізуються або інтерпретуються за допомогою тих, що зберігаються у БЗ експертів. У результаті висувуються і перевіряються різні гіпотези; виробляються нові дані, а в деяких випадках і нові знання кінцевого результату; формуються запити на введення нових даних; формуються рішення, що носять рекомендаційний або управляючий характер. Механізм цілеспрямованого виведення визначається відповідно до структури реалізації БЗ. Напрямок виведення може бути двох типів: пряме виведення (від даних до мети); зворотне виведення (від мети до даних).

Безумовно, пряме виведення більш загальне, оскільки воно дозволяє проглянути все дерево можливих рішень і знайти всі існуючі термінальні вершини. При цьому необхідно в системі передбачити можливість відсікання ряду гілок дерева

рішення з метою скорочення простору пошуку рішення, яке в окремих випадках може виявитися нескінченним. Зворотне виведення служить механізмом перевірки гіпотез і тому (за умови відсутності помилок у БЗ) завжди приводить до рішення про істинність або хибність гіпотези за кінцеве число кроків. Проте тут виникає питання про висунення початкових гіпотез. Якщо простір можливих гіпотез великий, як наприклад при проектуванні структури ТП, і відсутні початкові установки про прийнятність тих або інших гіпотез, то зворотне виведення анітрохи не ефективніше за пряме. На практиці при рішенні завдань ТПВ доцільно поєднувати на різних етапах роботи *модуля цілеспрямованого виведення* пряме і зворотне виведення.

Важливою частиною ЕС є *модуль пояснення*. Основна мета цього модуля – зробити ЕС "прозорою" для користувача, тобто надати йому можливість розуміти логіку дій ЕС. Ця можливість має велике значення, особливо в процесі освоєння ЕС користувачем. Розвинений модуль пояснення повинен складатися з двох компонент:

1) *активної*, що включає у себе набір інформаційних повідомлень, які видаються користувачеві в процесі роботи і є залежними від конкретного шляху вирішення задачі та повністю визначені системою;

2) *пасивної* – основної компоненти модуля пояснення, що орієнтована на ініціалізуючі дії користувача.

Цей модуль дозволяє користувачеві: у будь-який момент призупиняти роботу ЕС і отримувати повний опис її поточного стану; за запитом користувача видавати будь-яку інформацію про пройдений системою шлях з можливістю повернення на будь-яку його ділянку; за запитом користувача повідомляти результати раніше виконаних дій, перевірок раніше висунених гіпотез з поясненнями; отримувати відповіді на питання типу "чому?", "навіщо?", "як?".

Модуль генерації нових знань (некінцевого результату) вступає в роботу коли у БЗ відсутні знання експертів, необхідні для вирішення конкретного поточного завдання. Ці знання можуть бути отримані на основі наявних у БЗ знань шляхом використання методів дивергенції, трансформації і конвергенції. На даний час окремі компоненти ЕС реалізовані в деяких САПР. Повністю ж створена ЕС технологічного призначення буде абсолютно ефективним інструментом для вирішення завдань ТПВ будь-якої складності у встановлені терміни з мінімальними витратами і високою якістю.

Штучний інтелект як сучасний інструмент технолога. При підготовці виробництва практично на всіх етапах існують завдання, які неможливо вирішувати в автоматичному (пакетному) режимі. Ця ситуація виникла внаслідок недостатньої розробленості процедур ухвалення технічних рішень та їх недостатньої формалізації. Наприклад, відлагодження конструкції на технологічність понад усе можна віднести до акту творчості, який практично неможливо звести до послідовності, що виконується комп'ютерною програмою.

Важко формалізується завдання синтезу структури маршрутного ТП. Математично таке завдання можна звести до пошуку варіантів структур у рахункових множинах з хоч і обмеженням, але дуже значним числом елементів. Відомо, що завдання пошуку рішення є одним із найскладніших і трудомістких у прикладній інформатиці. До етапів, які важко формалізуються, можна віднести: вибір способу отримання заготовки і формування її креслення, вибір схеми базування деталі в пристосуванні, визначення послідовності переходів і створення операційного ескізу, оптимізація ТП за різними критеріями, підбір устаткування й оснащення. Так само сюди належать завдання синтезу схем пристосувань та їх креслень.

Отже, можна зазначити, що розробка ефективних ТП належить до творчих завдань, вона базується на досвіді,

знаннях та інтуїції інженера-технолога. Існуючі системи автоматизованої підготовки виробництва базуються на концепції активної взаємодії з технологом, тобто проектуванні ТП в режимі діалогу. Практично ТП створює технолог, система лише допомагає йому довідковими даними, оперативною інформацією про виробництво, дозволяє працювати з базами даних підприємства. Такі системи хоч і полегшують працю технолога й дозволяють підвищити його ефективність, але не відповідають своїй назві, фактично це просто *електронне робоче місце*. В результаті, як і раніше, ТП створює технолог, базуючись на своїх знаннях і досвіді, що у багатьох випадках не дозволяє спроектувати оптимальні процеси виготовлення деталей і займає значну кількість часу для їх підготовки та реалізації. Стрімкий розвиток ІТ посприяв і новому витку в розвитку методів та засобів, що дозволяють вирішувати творчі завдання за допомогою комп'ютера. Йдеться про *штучний інтелект*. Вбудовування інтелектуальних програм, модулів або агентів у розроблені системи автоматизованого проектування ТП дозволить замінити технолога при рішенні багатьох завдань технологічного проектування і дасть можливість йому займатися дійсно важливими завданнями виробництва.

У наш час при створенні САПР ТП такі етапи як синтез структури ТП, вибір схеми базування, синтез переходів на операцію, вибір устаткування та багато інших виконані в режимі діалогу з проектувальником. Складність формалізації цих етапів пов'язана з особливостями розумової діяльності людини (зорове розпізнавання й сприйняття геометричних образів, асоціативне мислення, уміння мислити аналогічно, інтуїтивний вибір і т. д.). До недавнього часу не було можливості їх реалізації. Розвиток штучного інтелекту дає нові інструменти для вирішення даних задач [15, 23]. Ними є штучні *нейронні мережі, генетичні алгоритми, інтелектуальні агенти*

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

й багатоагентні системи, що дозволяють реалізувати на комп'ютері асоціативний пошук, розпізнавання образів, приймати рішення аналогічно, тобто замінювати людину при проектуванні ТП. Розглянемо їх детальніше і визначимо задалегідь сфери їх застосування при проектуванні ТП.

Нейронні мережі. Нейронні мережі можна розглядати як сучасні обчислювальні системи, які перетворюють інформацію по образу процесів, що відбуваються в мозку людини. Типові додатки нейронних мереж охоплюють завдання розпізнавання, класифікації, аналізу й стискування образів, математичного моделювання і багато інших.

Нейронні мережі мають широке застосування для вирішення різноманітних завдань. В основному їх застосовують для розпізнавання образів, математичного моделювання, рішення завдань пошуку й класифікації, управління і т. д. При проектуванні ТП також є ряд завдань, рішення яких можливе на основі побудови нейронних мереж, наприклад розпізнавання класу деталі, її контуру, елементів деталей, вибір схеми базування на основі розпізнаної деталі, пошук інформації у базах даних при неповних або недостатніх початкових даних, побудова математичних моделей обробки і т. п. Тільки зараз учені підходять до усвідомлення можливостей застосування нейронних мереж при технологічному проектуванні. У сучасних наукових роботах представлені рішення задачі розробки планування устаткування машинобудівного цеху та структурна багатокритеріальна оптимізація проектних ТП на основі побудови штучної нейронної мережі Хопфілда.

Інтелектуальні агенти. Розробка технології штучних агентів, створення багатоагентних систем є однією з найбільш важливих і багатообіцяючих сфер розвитку нових інформаційних і комунікаційних технологій, де сьогодні відбувається інтеграція сучасних мережевих WWW-технологій, методів

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва

і засобів штучного інтелекту, включаючи великі бази даних, багатокомпонентні вирішувачі та системи об'єктно-орієнтованого проектування. Нині сформувалося й увійшло до широкого наукового застосування уявлення про штучних агентів як про активних, автономних, комунікабельних, а головне, мотивованих об'єктів, "що живуть" і "діють" в складних, динамічних, і найчастіше, віртуальних середовищах.

Уже сьогодні агентно-орієнтований підхід знаходить широке застосування в таких областях як розподілене рішення складних завдань (і ефективне рішення розподілених завдань), поєднане проектування виробів, реінжиніринг бізнес-процесів і побудова віртуальних підприємств, імітаційне моделювання інтегрованих виробничих систем та електронна торгівля, організація роботи колективів роботів і розподілена (суміщена) розробка комп'ютерних програм.

З точки зору побудови багатоагентних систем окремий агент може мати лише часткове уявлення про загальне завдання і здатний вирішити лише деяку його підзадачу. Тому для вирішення якої-небудь складної проблеми, як правило, потрібна взаємодія агентів.

Про інтелектуальних агентів написано безліч наукових робіт. Аналізуючи їх зміст, можна говорити про можливість створення і навчання інтелектуальних агентів для проектування ТП. Розробка таких агентів дозволила б комплексно вирішувати складні завдання.

Генетичні алгоритми. Генетичні алгоритми виникли в результаті спостереження й спроб копіювання природних процесів, що відбуваються у світі живих організмів, зокрема еволюції і пов'язаною з нею селекції (природного відбору) популяцій живих істот.

Ідею генетичних алгоритмів висловив Дж. Холанду ХХ столітті. Вони застосовуються при розробці програмного

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

забезпечення, в системах штучного інтелекту, оптимізації, штучних нейронних мережах та інших галузях знань. Генетичні алгоритми можуть виступати в ролі незалежного альтернативного методу, призначеного для вирішення завдань. Так само генетичні алгоритми часто використовуються спільно з нейронними мережами. Вони можуть підтримувати нейронні мережі або обидва методи можуть взаємодіяти у рамках гібридної системи, призначеної для вирішення конкретного завдання. Генетичні алгоритми також застосовуються спільно з нечіткими системами – це методи, що відбивають природну еволюцію методів рішення проблем, і в першу чергу, завдань оптимізації.

Генетичні алгоритми – це процедури пошуку, що базуються на механізмах природного відбору і наступництва. У них використовується еволюційний принцип виживання найбільш пристосованих особин. Вони відрізняються від традиційних методів оптимізації декількома базовими елементами. Зокрема, генетичні алгоритми:

- обробляють не значення параметрів самого завдання, а їх закодовану форму;
- здійснюють пошук рішення виходячи не з єдиної точки, а з деякої їх популяції;
- використовують тільки цільову функцію, а не її похідні або іншу додаткову інформацію;
- застосовують імовірнісні, а не детерміновані правила вибору.

Перераховані властивості можна сформулювати також як кодування параметрів, операції на популяціях, використання мінімуму інформації про завдання і рандомізація операцій призводять у результаті до стійкості генетичних алгоритмів і до їх переваги над іншими технологіями. З точки зору застосування генетичних алгоритмів для проектування ТП необхідно

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва

вказати можливість реалізації оптимізаційного пошуку, що здійснюється при виборі інструменту, оснащення, устаткування, режимів різання, а також можливість використання генетичних алгоритмів разом з іншими методами штучного інтелекту, наприклад нейронними мережами, нечіткою логікою, ЕС, тобто можливість додатково посилити застосування перерахованих інструментів і зробити більш гнучким і ефективним проектування ТП.

Нечітка логіка і нечіткі множини. Найбільш вражаючою властивістю людського інтелекту є здатність приймати правильні рішення в обстановці неповної і нечіткої інформації. Побудова моделей приблизних міркувань людини і використання їх у комп'ютерних системах майбутніх поколінь представляє сьогодні одну з найважливіших проблем науки.

Значне просування в цьому напрямі зроблене професором Каліфорнійського університету (Берклі) Лотфі А. Заде (Lotfi A. Zaden). Його робота "Fuzzy Set" заклала основи моделювання інтелектуальної діяльності людини і стала поштовхом до розвитку нової математичної теорії нечітких множин. Л. Заде розширив класичне поняття множини, припустивши, що характеристична функція (функція приналежності елемента множині) може набувати будь-яких значень в інтервалі (0; 1), а не тільки значення 0 або 1. Такі множини були названі ним нечіткими (Fuzzy).

Як недолік нечітких множин можна вказати їх нездатність автоматично здобувати знання для використання їх у механізмах виводів. Цей недолік усувається застосуванням так званих гібридних мереж, які є логічно прозорими і мають здатність здобувати знання, використовуючи математичний апарат нейронних мереж.

Застосування гібридних мереж для проектування ТП можливе й найбільш переважаюче при пошуку варіантів

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

побудови маршруту, виборі устаткування, інструменту, оптимізаційних процедур.

Можливість комплексного використання штучного інтелекту може дати ще більший поштовх у просуванні до повної автоматизації технологічного проектування й реалізувати давню мрію технологів про автоматизовану підготовку виробництва.

Сучасні напрями організації ефективної підготовки суднобудівного виробництва. В практиці вітчизняних компаній відповідно до традицій розробка і вдосконалення ТП покладаються на структурно виділені технологічні служби підприємств. Незважаючи на деякі відмінності, що характеризують специфіку окремих компаній, досі на більшості вітчизняних виробничих підприємств у загальному вигляді підготовка виробництва здійснюється таким чином: спочатку відповідно до "Єдиної системи конструкторської документації" готуються склад і структура виробів, потім формується комплекс ТП. Характерно, що саме конструкторська і технологічна документація є основним інформаційним джерелом для організації всіх основних виробничих процесів на підприємстві. Дуже укрупнено узагальнену схему організації підготовки і реалізації виробництва можна подати у вигляді послідовної структури, що складається з трьох основних елементів: *конструкторської підготовки, технологічної підготовки і виробництва* (рис. 3.12).

Така схема виправдовувала себе в умовах планової економіки, коли підготовка виробництва для підприємств галузі виконувалася централізовано НДІ, проектно-технологічними інститутами або технологічними відділами заводів. В умовах ринкової економіки методи й прийоми ТПВ, або в англійській нотації "know-how", стають комерційною таємницею.

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва



Рис. 3.12. Укрупнена схема організації підготовки виробництва

У роботі [13] вказано, що "... у зарубіжних системах не існує аналога підсистеми проектування ТП, тобто АСТПВ". Основні відмінності між вітчизняними і зарубіжними принципами підготовки виробництва обумовлені системою підготовки промислового виробництва і системою ціноутворення. В результаті переходу до ринкової економіки вітчизняна система ціноутворення наближається до зарубіжної, але система підготовки виробництва залишилася колишньою. І справа не лише в самій системі й принципах – необхідна "перебудова" у мисленні фахівців, тобто їх перепідготовка відповідно до нових принципів організації. Отже, на сьогодні необхідно шукати інші шляхи організації швидкої та ефективної підготовки виробництва. В цьому плані необхідно звернутися до досвіду зарубіжних ефективно працюючих компаній.

Японські гуртки якості. Термін "кайдзен" (kaizen) з'явився в Японії в 1960-х рр. і означав систему взаємозв'язаних дій, що сприяють підвищенню якості продукції, процесів і системи управління. У сучасному розумінні "кайдзен" – це система безперервного поліпшення якості, технологій, процесів, корпоративної культури, продуктивності праці, надійності, лідерства та інших аспектів діяльності компанії. Одним з принципів і основних елементів системи "кайдзен" є гуртки якості [17]. Ідею створення гуртків якості запропонував професор Каору Ісікава, один із колег знаменитого Демінга. Сьогоднішні гуртки якості в Японії – це добровільні об'єднання працівників організації різного рівня й різних сфер діяльності,

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

що збираються у вільний від роботи час з метою пошуку заходів для вдосконалення якості. Головна ідея цієї концепції полягає в тому, щоб "вузькі місця" і проблеми були виявлені й усунені в місці їх появи. Гуртки якості покликані вирішувати одночасно дві задачі:

- 1) масове навчання працівників підприємства конкретним методам і прийомам підвищення якості продукції;
- 2) використання творчих здібностей людей для вирішення проблем виробництва.

Цей підхід добре зарекомендував себе з різних причин:

- робітники, стикаючись з різними проблемами в ході щоденного виконання роботи, стають кращими експертами в цій виробничій сфері;
- більшість працівників мають певний творчий потенціал, а також потенціал, необхідний для вирішення проблем, який до цього не був використаний;
- фахівці з управлінської сфери, як правило, завантажені ще й багатьма іншими завданнями, тому їм часто бракує часу на такі "маленькі" проблеми, наприклад в сфері якості. Іноді ця категорія співробітників навіть не підозрює про наявність таких проблем;
- більшість "вузьких місць" найчастіше акумулюватимуть у собі не лише витрати і помилки, але й незадоволення роботою, рішенням чого можуть стати гуртки якості.

Гуртки якості є зазвичай невеликими групами (до 10 чоловік), що об'єднують робітників однієї виробничої ділянки або відділу. У японських компаніях гуртки якості – це засіб, за допомогою якого на кожному рівні виробництва знизу доверху колективно опрацьовуються і вносяться пропозиції щодо підвищення якості продукції, процесів і ресурсів, з яких 60–80 % реалізуються на практиці [2]. За наявними оцінками, близько 65 % персоналу великих японських компаній залучено в про-

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва

цес підвищення якості продукції, тоді як на підприємствах США цей показник не перевищує 10–15 % [3].

Організація децентралізованої технологічної підготовки на вітчизняних верфях. При уважному аналізі діяльності гуртків якості можна зробити наступний висновок: робота цих гуртків є частиною системи ТПВ, оскільки кожен член гуртка якості, будь-який співробітник компанії може вносити пропозиції, у тому числі щодо забезпечення технологічності конструкції виробів, поліпшення ТП, організації та управління процесом виробництва. Отже, система, що діє на японських виробничих підприємствах, залучає практично весь колектив компанії до безперервної ТПВ. Виходячи з цього, можна запропонувати до впровадження схему підготовки виробництва з децентралізацією ТПВ з постійною присутністю технологів як у відділі головного конструктора, так і у виробничих підрозділах підприємства (рис. 3.13).

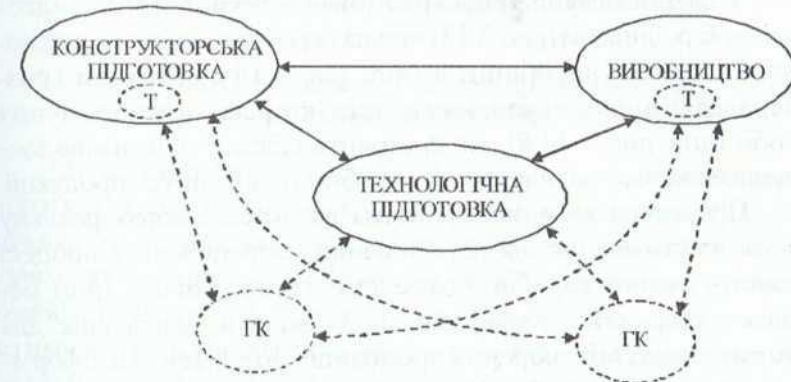


Рис. 3.13. Схема підготовки виробництва з децентралізацією ТПВ при побудові суден

При організації такої схеми підготовки виробництва від керівництва компанії знадобиться стимулювання організації груп (їх можна назвати "групами якості") за зразком японських

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

гуртків якості, але з певними особливостями. У "групи якості" обов'язково повинні входити конструктори і технологи, а також представники виробничих підрозділів, тобто майстри й виробничі робітники. При децентралізації ТПВ частину завдань можна буде перекласти на "групи якості"; частина завдань (відлагодження виробу на технологічність, розробка спеціального технологічного оснащення) вирішуватиметься в тісній взаємодії з відділом головного конструктора, а інша (технологічне оснащення виробництва; технічний супровід виробництва і т. д.) – буде вирішена безпосередньо у виробничих цехах підприємства. Дещо зміниться характер роботи технологів: відділу головного технолога потрібно буде взяти на себе додатково функції збору і обробки масиву профільної інформації, що поступає від груп якості, а також функцію інформаційної підтримки і комунікації з іншими підрозділами підприємства [35].

У разі реалізації децентралізованої технологічної підготовки виробництва (рис. 3.14) можна перейти від схеми послідовної підготовки виробництва (див. рис. 3.14,*а*) до схеми з розпаралелюванням виконання конструкторсько-технологічних робіт (див. рис. 3.14,*б*), що дозволить забезпечити значне заощадження часу на підготовку виробництва й випуск продукції.

Практична організація роботи груп якості створює реальну можливість виконання технологічних опрацювань в процесі конструювання виробів або їх елементів (див. рис. 3.14,*б*), оскільки створюється деякий загальний відкритий "майданчик" для формування і обговорення пропозицій до моменту їх оформлення у вигляді конструкторської або технологічної документації.

Одним із найважливіших результатів роботи груп якості буде не лише підвищення продуктивності праці, але й зміцнення горизонтальних зв'язків між відділами і підрозділами підприємства за рахунок активного залучення великої частини виробничо-технічного персоналу до процесу формування

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва

й обговорення пропозицій по вдосконаленню (див. рис. 3.14). У той же час в роботі керівників технологічного відділу оперативні проблеми перестануть домінувати над стратегічними роботами, що у свою чергу позитивно відіб'ється на завантаженні управлінців верхнього рівня.

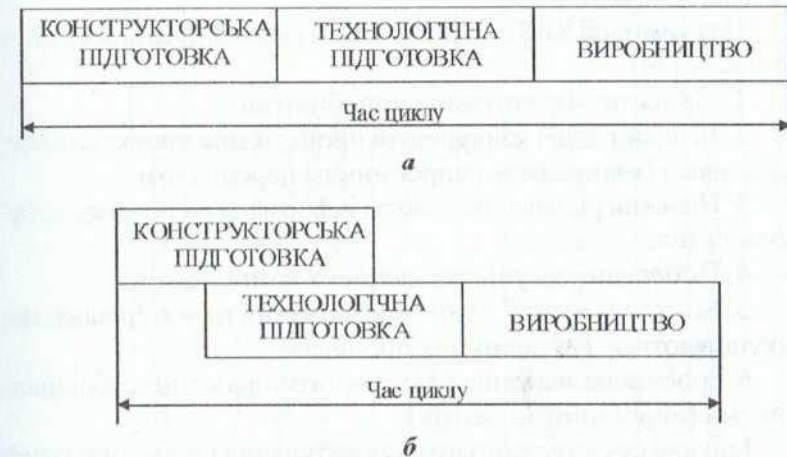


Рис. 3.14. Послідовна (*а*) та паралельна (*б*) схеми підготовки виробництва

Менеджменту вітчизняних підприємств необхідно звернути увагу на організацію груп якості на основі японських гуртків якості, що доводять свою ефективність десятки років. Крім прямого економічного ефекту від впровадження пропозицій членів груп якості, підвищується кваліфікація персоналу, стимулюється творча активність працівників, покращується морально-психологічний клімат в колективі, тобто створюється необхідний освітній і кваліфікаційний фундамент для творчої діяльності. Пропонована модель підготовки виробництва дозволить підвищити якість і знизити тривалість розробки конструкторської й технологічної документації, тим самим підвищивши її ефективність.

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

Рішення німецької компанії SAP CE (Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung/Systems, Applications and Products in Data Processing) для суднобудування. Схема управління спільною розробкою, детальним проектуванням і конструкторсько-технологічною підготовкою виробництва наведена на рис. 3.15.

Для компанії SAP особливостями суднобудування як виду бізнесу є [34]:

1. Проектно-орієнтоване виробництво.
2. Інтерактивні і конкурентні процеси між проєктантами, фахівцями із закупівель і виробничим персоналом.
3. Низький рівень детальності інформації на початку побудови судна.
4. Попередня закупівля ключових компонентів.
5. Контроль якості, який акцентований на матеріалах, що закуповуються, і виробничих процесах.
6. Зростаюче значення ефективного управління субпідрядниками (виробництво блоків).

Існуючі сучасні технології проектування і побудови судна мають на увазі тривалу та інтенсивну співпрацю організацій-проектантів і конструкторсько-технологічних служб підприємства-будівника. В ході цієї співпраці виникає необхідність у спеціалізованих рішеннях, що забезпечують ефективне управління процесами обміну, коригування і узгодження великої кількості електронних документів та масивів даних різного виду:

- тривимірна комп'ютерна модель судна, яка визначає його геометрію;
- РКД (креслення із специфікаціями, замовлені відомості);
- технологічна документація;
- управляючі програми для технологічного устаткування з ЧПУ;
- перелік засобів технологічного оснащення;
- планово-облікова документація, комплектне розбиття, відомості й бази даних планово-облікових одиниць.

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва

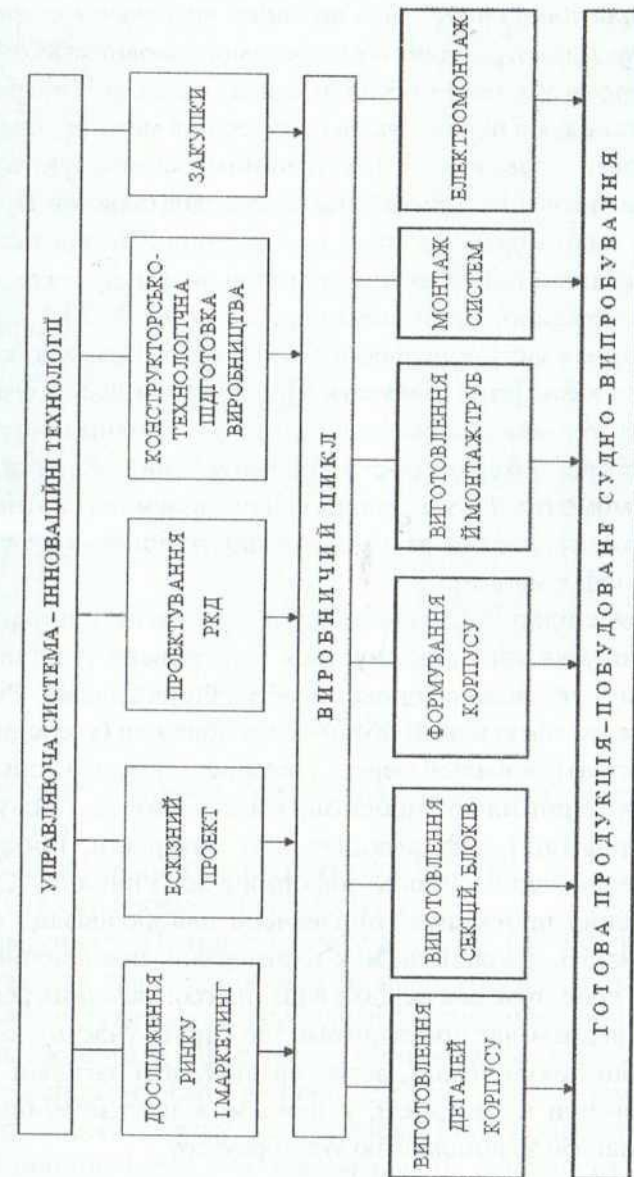


Рис. 3.15. Рішення німецької компанії SAP CE для суднобудування

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

Управління співпрацею на етапі ескізного і технічного проекту. Для дотримання високих вимог замовника в ході спільного проектування і побудови судна, необхідні інструменти планування, які підтримують прогресивні методи управління спільними проектами і, таким чином, забезпечують стислі терміни виконання й високу якість реалізації проектів. Ці інструменти мають бути прості у використанні й впровадженні, а також повинні забезпечувати учасникам проекту максимальні можливості для спільної роботи (рис. 3.16). Партнери, що беруть участь в розробці документації й побудові судна, повинні визначати і фіксувати в інформаційній системі етапи проекту, терміни виконання робіт, зони відповідальності кожної зі сторін, джерела постачань матеріалів і вузлів та безліч інших моментів. На усіх етапах і рівнях взаємодії партнери повинні користуватися актуальною, достовірною і не суперечливою інформацією.

Для спільної діяльності субпідрядників і проєктантів у суднобудуванні пропонується інтегроване рішення SAP "Спільне управління проектами" (з Project Suite). Рішення забезпечує ефективний обмін через локальні (усередині підприємства) і глобальні мережі (Інтернет) такою інформацією, як структурні плани проєктів, конструкторські документи й специфікації, інформацією про матеріали, проєктною документацією та іншою інформацією. Рішення "Спільне управління проектами" призначене для активізації обміну інформацією і взаємодії між партнерами, працюючими над одним проєктом, але нерідко в різних географічних регіонах. Рішення дозволяє проєктантам, що беруть участь у спільній розробці документації, легко організувати загальні робочі майданчики в Інтернеті, в яких можливо обмінюватися інформацією за допомогою Web-браузеру.

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва



Рис. 3.16. Взаємодія рішень компанії SAP CE та зовнішніх інфосистем

Рішення "Спільне управління проектами" містить два компоненти:

- "Папки спільного доступу" (з Folders);
- "Спільні проєкти" (з Projects).

Компонент "Папки спільного доступу" (з Folders) є Web-середовищем для ведення спільної проєктної діяльності, в якій кожен користувач може управляти доступом до своїх напрацювань, змінювати інформацію і обмінюватися нею. Цей компонент активізує обмін даними і спільну роботу, замінюючи класичні засоби зв'язку, такі як електронна пошта, телефон, факс і особисті зустрічі. Окрім цього, компонент "Папки

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

спільного доступу" пропонує можливості синхронізації даних, наприклад креслень і специфікацій.

Підвищення ефективності спільних робіт забезпечується за рахунок використання наступних типів інформаційних об'єктів:

- папок (є місцем для зберігання об'єктів усіх типів);
- документів (документами можуть бути файли будь-яких типів, документи підтримують ведення версій, за рахунок чого завжди можна відстежити внесені зміни, час внесення і авто-рів змін);
- дискусій (є Інтернет-форумами для створення тем для обговорення і ланцюжків коментарів до предмета обговорення, це фактичний аналог виробничих нарад);
- заміток (аналог службових записок).

Компонент "Папки спільного доступу" дає підприємству додаткові переваги через прискорення взаємодії за допомогою Інтернету, скорочення витрат на відрядження, телефонні переговори, поштові відправлення.

Компонент "Спільні проекти" (з Projects) є універсальним рішенням для планування і контролю проектів, пов'язаних з розробкою документації і побудовою судна; він також забезпечує інтеграцію різних "Папок спільного доступу" в єдиний робочий майданчик для спільної роботи співробітників підприємства та субпідрядників. Компонент "Спільні проекти" дозволяє вирішувати наступні завдання:

- створення структури проекту і календарне планування;
- планування ресурсів;
- контроль виконання.

У рамках проекту описується його ієрархічна структура і визначається мережевий графік виконуваних проектних робіт, включаючи тривалість і взаємозв'язки робіт, що проводяться. Для детальної структуризації проектів можна використати чітко

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва

певні фази, присвоївши кожній з них завдання і виконавців. Для забезпечення строгого контролю зміни фаз можуть бути заплановані контрольні точки. Всі завдання у рамках фази проходять процедуру затвердження. Рішення дає можливість встановлювати відповідність між виконуваними роботами і фінансовими, матеріальними й трудовими ресурсами, що залучаються. Можуть плануватися витрати й виручка за проектом на основі присвоєних ресурсів. Після закінчення призначених робіт виконавці розміщують результати своїх розробок в середовищі "Папки спільного доступу" і роблять відмітку про виконання роботи в компоненті "Спільні проекти". Ця відмітка ініціює формування повідомлення про виконання робіт, яке спрямовується контролюючій особі. Важливим організаційним моментом проекту розробок є процедура затвердження. При затвердженні результатів особи, що приймають рішення, документально підтверджують, що цілі фази досягнуті. Формується документ затвердження, і всі дані по завершній фазі захищаються від подальших змін. У документі затвердження міститься уся інформація, що відноситься до затвердження.

Використання компонента "Спільні проекти" дає наступні переваги:

- забезпечується ефективна структуризація, планування і контроль проектних робіт;
- підвищується прозорість проекту для усіх внутрішніх і зовнішніх учасників проекту;
- за рахунок використання інструментарію контролю забезпечується висока якість проектних робіт;
- за рахунок використання можливостей Інтернету покращується взаємодія між територіально розподіленими учасниками проекту.

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

Передача й обробка файлів транспортного масиву. Одним із найважливіших елементів інформаційного обміну між організацією-проектантом і підприємством-будівником є обробка інформації, що міститься в так званому *транспортному масиві*. Файли транспортного масиву готуються проектантами і містять специфікації, в яких увесь масив конструкторської документації (позначення креслень) структурований і прив'язаний до відповідних конструктивних елементів судна різного рівня (будівельні райони, блоки, секції, вузли). Файли транспортного масиву можуть бути оброблені за допомогою спеціальної функції, яка називається "Пакетне введення". В результаті роботи "Пакетного введення" в рішенні SAP формується структура судна ("структура виробу"), що складається з конструктивних елементів різного рівня.

Крім цього, автоматично формуються так звані основні записи електронних документів (які включають позначення креслень). Таким чином, у рішенні SAP формується масив інформації, що пов'язує воедино конструктивні елементи судна і технічну документацію. Структура виробу використовується як основа для подальших процесів підготовки виробництва.

Управління електронним архівом РКД. Наступним кроком після формування структури виробу (судна) і обробки файлів транспортного масиву є процес переміщення файлів конструкторської документації в електронний архів SAP. На даний час на суднобудівних підприємствах для розробки різних видів документації практично всюди використовуються ті або інші CAD-системи, як такі, що відповідають специфічним вимогам галузі (наприклад, FORAN, TRIBON і т. д.), так і універсальні системи загального призначення (AUTOCAD, Pro/Engineer і т. д.). Інтерфейс між системою розробки РКД (CAD-системою) і інтегрованою системою управління господарською

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва

діяльністю підприємства (SAP ERP) дозволяє істотно підвищити ефективність документообігу на підприємстві за рахунок рішення наступних завдань:

1. Організації єдиного архіву електронної документації. Співробітники усіх основних служб підприємства за наявності відповідних прав доступу отримують оперативний доступ до останнього варіанта діючої документації практично відразу ж після її коригування, що знижує вірогідність невиробничих витрат через помилкове використання застарілої документації.

2. Автоматизації процесів документообігу:

- завантаження розроблених в CAD-системі документів у єдиний архів;
- вивантаження документів з архіву в CAD-систему для коригування;
- забезпечення коректної роботи декількох фахівців з одним і тим же електронним документом;
- створення спеціалізованих робочих місць для роботи з електронним архівом (робоче місце конструктора, контролюючого працівника, адміністратора архіву);
- перегляд графічних (2D й 3D) і текстових електронних документів користувачами SAP;
- можливість графічного виділення користувачем ERP-рішення фрагментів креслень, що підлягають коригуванню, оформлення текстових коментарів і передача цієї інформації в CAD-систему;
- контрольований розподіл файлів документів користувачами рішення SAP, а також розсилка по електронній пошті, факсу або Інтернету;
- використання різних механізмів пошуку документів (за кодом пошуку, за короткими текстами, різними параметрами пошуку: відповідальна особа, статус документа і т. п.).

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

Компанія SAP поставляє стандартні інтерфейси, що забезпечують зв'язок інформаційної системи управління підприємством практично з усіма найбільш популярними системами автоматизованого проектування (CAD-системами): *AUTOCAD, CATIA, Pro/Engineer, SolidWorks, Autodesk Inventor, SOLID EDGE, I-DEAS, Unigraphics*.

Для забезпечення інформаційного обміну з іншими системами розробки РКД і PDM-системами можна використати інтеграційні можливості технологічної платформи SAP NetWeaver.

При використанні CAD-інтерфейсу в режимі реального часу можна виконувати обмін даними між системою управління підприємством, побудованою на базі рішень SAP, і CAD-системою для різних інформаційних об'єктів: графічних і текстових електронних документів (оригінали конструкторських креслень, технічні описи, специфікації).

До складу рішення SAP входить також "Робочий стіл CAD" – спеціальна функціональність, що дозволяє ефективно управляти спільною розробкою електронної документації. "Робочий стіл CAD" на єдиному екрані забезпечує доступ розробника документації до наступних видів інформації: *структури документа; поточного статусу документів; виконавця; доступу до електронного архіву для перегляду документів; електронної специфікації виробу; довідника вихідних матеріалів і деталескладальних одиниць (ДСО)*.

Специфікації й технологічні карти (маршрути виготовлення), які є необхідними для планування й управління виробництвом, можуть бути створені в інформаційній системі:

- "з нуля";
- копіюванням шаблонів;

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва

– передані до неї з інших систем через стандартні інтерфейси (наприклад, CAD-інтерфейси) або пакетне введення (спеціальна функція, що дозволяє автоматизувати введення в інформаційну систему великих масивів даних).

Пропоноване рішення дозволяє враховувати всі основні особливості використання специфікацій і технологічних карт у реальному виробничому процесі: ведення варіантів; ведення групових специфікацій і технологічних карт; ведення термінів дії документів; ведення зони дії документів.

Технічна документація будь-якого промислового підприємства постійно коригується. У суднобудуванні кількість конструкторських і технологічних змін, що реалізуються в ході побудови судна, може досягати більше 10 000. Причини для таких коригувань можуть бути різними: виявлені помилки, коригування за результатами аналізу браку, доопрацювання конструкції на вимогу замовника і т. п. Рішення компанії SAP дозволяє істотно підвищити ефективність управління будь-якими коригуваннями документації. В основі управління змінами лежить електронний документ "Заявка на зміну", який за своїм призначенням є аналогом традиційного паперового повідомлення на зміни. Цей документ відбиває усі основні параметри і процеси, пов'язані з проведенням змін: номер зміни, термін дії, автора зміни, поетапну процедуру узгодження, зміст зміни (у тому числі, види документів та їх позначення), область використання. У рішенні SAP можливе збереження стану документа до зміни і після, зберігання коментарів, сформованих в ході узгодження зміни, збереження історії зміни. Впровадження рішення дозволяє істотно скоротити терміни проведення змін і підвищити контроль за ходом змін, аж до автоматичної розсилки повідомлень тим фахівцям, які перевищують нормативні терміни по розгляду документації (рис. 3.17).

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...



Рис. 3.17. Етапи процесу розробки конструкторсько-технологічної документації

Формування технологічних комплектів. Однією з необхідних умов для вирішення завдань організації й управління суднобудівним виробництвом є наявність інформації про планово-облікові одиниці робіт (ПООР) різних рівнів: виробничого процесу побудови судна, роботи верфі/роботи машинобудівної частини, періодів побудови, виду виробництва, технологічних етапів, цехоетапів, технологічних комплектів (ТК). Таким чином, основою управління в суднобудівному виробництві є ТК. *Технічні комплекти – це сукупність робіт, що виконуються в чіткій технологічній послідовності цехом або предметно-замкнутою ділянкою цеху по певній конструкції, результатом якої є кінцева продукція цеху.* З ТК пов'язані комплектувальні й матеріальні карти, що містять інформацію про матеріальні позиції, які використовуються в ході виконання робіт у рамках цього ТК.

Інформаційним об'єктом, який у рішенні SAP виконує ті ж функції, що й ТК в реальному виробничому житті, є *операція*

3.2. Організація технологічної підготовки виробництва

мережевого графіка проекту. У операції мережевого графіка міститься уся необхідна інформація: найменування й трудомісткість робіт, терміни виконання, цех і відповідальний виконавець, комплектуючі й матеріали, що використовуються.

Формування "ТК-операцій мережевого графіка" реалізується в рішенні SAP у міру надходження РКД в технологічні служби підприємства-будівника за допомогою різних функцій:

- автоматичного копіювання зразків з бібліотеки ТК (бібліотека ТК може формуватися на основі інформаційної бази ПООР, яка є на підприємстві);
- формування ТК вручну з урахуванням існуючої технології й структури проекту.

Контрольні питання

1. Що таке технологічна підготовка виробництва?
2. Навести основні функції ТПВ.
3. Розкрити головні завдання ТПВ верфі.
4. Навести схему узагальненого інформаційно-технологічного процесу виробництва верфі.
5. Назвати основні етапи ТПВ.
6. Що передбачає забезпечення технологічності конструкції виробу?
7. Що повинен містити спроектований технологічний процес?
8. Навести види основної технологічної документації верфі.
9. Що входить до основної технологічної документації корпусообробного виробництва?
10. Назвати п'ять основних груп завдань, що вирішуються при технологічній підготовці складально-зварювального виробництва.
11. Що таке АСТПВ?

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

12. Назвати загальні базові принципи при розробці АСТПВ.
13. Автоматизоване рішення яких завдань передбачає САПР ТПВ верфі?
14. Що таке експертна система технологічного призначення і якими здібностями вона повинна володіти?
15. Які бази і модулі повинна містити ЕС для ТПВ?
16. Навести інструменти штучного інтелекту на сучасному етапі.
17. Що таке японська система "кайдзен" у сучасному розумінні?
18. Навести схему організації децентралізованої технологічної підготовки верфі.
19. Які особливості суднобудування виділяє компанія SAP?
20. Назвати найбільш відомі системи автоматизованого проектування (CAD-системи), з якими компанія SAP поставляє стандартні інтерфейси.
21. Що представляє собою технологічний комплект?
22. Який інформаційний об'єкт у рішенні SAP виконує ті ж функції, що й технологічний комплект?
23. За допомогою яких функцій у рішенні SAP реалізується формування "технологічних комплектів – операцій мережевого графіка"?

3.3. Організаційно-економічна підготовка виробництва

У сучасному суднобудуванні вирішальне значення має організація підготовки виробництва. Від рівня організації підготовки виробництва залежить своєчасність і якість побудови суден із заданими техніко-економічними показниками.

Необхідно зазначити, що у зв'язку з розформуванням економічних відносин в суднобудівній галузі України відбувається

3.3. Організаційно-економічна підготовка виробництва

реструктуризація підприємств. Структурні перетворення відбуваються і в службах підготовки виробництва, хоча *основне завдання*, якщо розглядати виробництво верфі, залишається без змін – *ефективне забезпечення побудови суден з мінімальними витратами, високою якістю і у встановлені терміни*. Для вирішення цього завдання потрібні сучасні ІТ, інструментарій систем автоматизованого проектування, підготовлені фахівці, відповідна організація підготовки виробництва і ефективна система управління нею.

В умовах ринку на суднобудівному підприємстві потрібні механізми, що дозволяють оперативно реагувати на зміни кон'юнктури й постійно вдосконалювати технологію і організацію виробництва в цілому та окремих його видів з метою підвищення конкурентоспроможності суден. Для скорочення циклу створення суден і підвищення їх конкурентоспроможності існує декілька шляхів, серед яких важливе значення має підвищення рівня організації виробництва. Останнім часом на вітчизняних підприємствах створюються усі необхідні умови для здійснення переходу на якісно новий рівень організації виробництва – відбувається поступове оснащення комп'ютерною технікою й програмним забезпеченням, здатним полегшити інженерну працю. На підприємства приходять молоді фахівці, які мають знання в сфері ІТ, достатні для того, щоб використати їх для підвищення продуктивності праці в організаторській і управлінській діяльності підприємства.

Одним з інструментів для досягнення переходу на якісно новий рівень організації виробництва є організаційно-технічна реорганізація підприємства, що охоплює в цілому всі основні види діяльності: проектування, підготовку виробництва, матеріальне й оперативне планування, управління виробництвом, дослідження ринку і маркетинг, фінансово-економічну і комерційну діяльність підприємства [2].

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

Організаційно-економічна підготовка виробництва (ОЕПВ) – це комплекс процесів і робіт, спрямованих на розробку і реалізацію проекту організації виробничого процесу виготовлення нового виробу, системи організації й оплати праці, матеріально-технічного забезпечення виробництва, нормативної бази внутрішньозаводського планування з метою створення необхідних умов для високопродуктивного і прискореного освоєння та випуску нової продукції необхідної якості.

Ціль організаційної підготовки полягає в забезпеченні безперервності виробництва з урахуванням наступних закономірностей: паралельності, пропорційності й ритмічності виробництва; гнучкості й стабільності виробничого процесу.

Організаційна підготовка повинна вирішувати дві основні задачі:

- своєчасно фіксувати запуск і закінчення виробництва;
- визначати строки постачання сировини і матеріалів та ефективність використання фонду машинного часу й робочої сили.

Організаційно-економічна підготовка виробництва (планова) складається з наступних стадій [24]:

- 1) складання плану-графіка й кошторису витрат на ТВП;
- 2) визначення потреби в додатковому устаткуванні, робочих кадрах, матеріальних і енергетичних ресурсах;
- 3) розробки планових калькуляцій на нові деталі й вироби;
- 4) оформлення договірних відносин з постачальниками і споживачами;
- 5) створення нормативної бази;
- 6) організації праці й заробітної плати;
- 7) визначення економічної ефективності нової продукції (фактичний ефект).

Складовою частиною ОЕПВ є розробка нормативів для організації і планування виробництва нових видів продукції:

3.3. Організаційно-економічна підготовка виробництва

матеріальних, трудових, календарно-планових, нормативів витрат, цін, власних обігових коштів.

Організаційно-економічна підготовка виробництва припускає також розробку необхідних нормативів для планування конструкторської і технологічної підготовки виробництва. Вона здійснюється паралельно, взаємопов'язана з конструкторською й технологічною підготовкою і виконується майже усіма функціональними підрозділами підприємства – відділами маркетингу, планово-економічним, матеріально-технічного забезпечення, виробничо-диспетчерським, збуту, праці й заробітної плати, кадрів, бухгалтерією, лабораторіями, службами і т. д. На рівні підприємства до економічних аспектів цього етапу відноситься також перегляд планово-економічної інформації, норм і нормативів, форм документації, ділової системи планування, обліку й оцінки діяльності підрозділів підприємства з урахуванням специфіки нової продукції та розробки нормативів трудових витрат за періодами освоєння нового виробу і т. п.

Критеріями ефективності організації виробництва є мінімізація тривалості КПВ і побудови всіх суден виробничої програми підприємства-будівника, трудових і матеріальних витрат та максимізація коефіцієнтів використання робочих площ, змінності й завантаження ЗТО в кожному з видів суднобудівного виробництва.

Основними параметрами процесу створення судна є: тривалість проектування і побудови, кількість контрагентів конструкторського бюро – автора проекту судна, кількість контрагентів підприємства-будівника, номенклатура й кількість комплектуючих виробів зовнішнього постачання і тих, що виготовляються на підприємстві-будівнику, кількість суден різних проектів, які одночасно будуються на цьому підприємстві. Значення вказаних параметрів визначають особливості організації суднобудівного виробництва (табл. 3.1) [30].

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

Таблиця 3.1. Параметри процесу створення судна

Параметр	Значення параметра	Особливості організації побудови судна
Тривалість проектування	Приблизно рік і більше	Виключається стадія розробки робочої документації дослідного зразка
Тривалість побудови	Приблизно рік і більше	Послідовно-паралельне виконання робочого проекту й побудови судна. Запуск в роботу серійних суден паралельно з побудовою головного судна. Розділення виробничого процесу побудови судна на ПООР різних ступенів входження. Складання номенклатури кінцевих результатів робіт виконавців, яка визначається системою ПООР верфі різних ступенів входження
Кількість конструктивних і технологічних змін у процесі побудови головного й серійних суден	Десятки тисяч	Узгодження змін конструкторської й технологічної документації на основі обчислювальної мережі
Кількість контрагентів конструкторського бюро – автора проекту судна	Більше 100	Організація й контроль робіт по міжгалузевій і внутрішньогалузевій кооперації
Кількість контрагентів підприємства – будівника судна	Деякі сотень	Організація й контроль робіт по міжгалузевій і внутрішньогалузевій кооперації
Номенклатура комплектуючих виробів: зовнішнього постачання; кооперації; по імпорту	Більше 200	Контроль підприємством-будівником за постачанням комплектуючих виробів на основі графіка побудови судна
Кількість комплектуючих виробів, що виготовляються на підприємстві-будівнику	Близько мільйона	Розділення суднобудівного виробництва на роботи верфі й МБЧ підприємства-будівника. Запуск у виробництво й встановлення виробів МБЧ згідно з графіком виконання робіт верфі

3.3. Організаційно-економічна підготовка виробництва

Продовж. табл. 3.1

Параметр	Значення параметра	Особливості організації побудови судна
Трудомісткість побудови суден на підприємстві-будівнику	Десятки мільйонів нормо-годин	Розподіл трудомісткості за виконавцями, видами робіт, ПООР різних ступенів входження
Кількість суден різних проектів, що одночасно будуються	Більше 10	Управління об'єктами двох видів – виробничими підрозділами й суднами, що будуються. Організацією і управлінням побудови судна займається головний будівник судна, який є цілковим керівником

Велика тривалість проектування і побудови суден призводить до виключення стадії розробки робочої документації дослідного зразка. Внаслідок цього робоче проектування ведеться послідовно-паралельно із побудовою головної серії суден, а кількість конструкторських і технологічних змін при побудові головного або навіть серійних суден досягає десятків тисяч, що у свою чергу визначає організацію спільних робіт конструкторського бюро – автора головного проекту судна й підприємства-будівника. Все це визначає організаційні й структурні особливості суднобудівного виробництва, які полягають у наявності на підприємстві двох видів об'єктів, що управляються, – виробничих підрозділів і суден, які будуються. Велика номенклатура й кількість комплектуючих виробів, що виготовляються на підприємстві-будівнику, вимагають розділення процесу побудови судна (залежно від організації виконання робіт) на роботи верфі та МБЧ цього підприємства.

Принципова технологія і організація побудови судна. Характерною для сучасного етапу суднобудування є можливість в умовах одного підприємства будувати конкретне судно різними методами із застосуванням різних способів

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

виконання основних видів робіт і у певній послідовності. Комплекс взаємопов'язаних організаційно-технологічних рішень, що визначають процес побудови судна, розглядається як принципова технологія і організація його побудови та включає характерні особливості технології й організації виконання робіт основних видів виробництва; перелік і характеристики складальних та планово-облікових одиниць, з яких будується судно; розміщення виробництва і розподіл робіт між основними виробничими підрозділами; тривалість циклу побудови судна і його періодів, укрупнений графік побудови; форму організації виробництва.

У практиці суднобудування вибір принципової технології і організації побудови суден нового проекту забезпечувався в основному досвідом проектанта судна і підприємства-будівника у побудові суден-аналогів (прототипів). У ряді дослідницьких робіт дано наукове обґрунтування вибору принципових технологій і організацій побудови головного і серійного суден на основі оптимізації варіанта за критерієм мінімуму приведених витрат на одне судно; встановлення кількісного взаємозв'язку функцій наростання технічної готовності й моделі побудови судна. Вибір організаційно-технологічної схеми побудови судна на основі аналізу варіантів наведений на рис. 3.18.

До складу документів на принципові технології й організацію побудови судна входять [2]: *основні положення щодо технології та організації побудови головного і серійних суден; схема розміщення виробництва; принципові положення технології електромонтажних робіт і задачі електроустаткування; розрахунок трудомісткості побудови головного і серійних суден.*

3.3. Організаційно-економічна підготовка виробництва

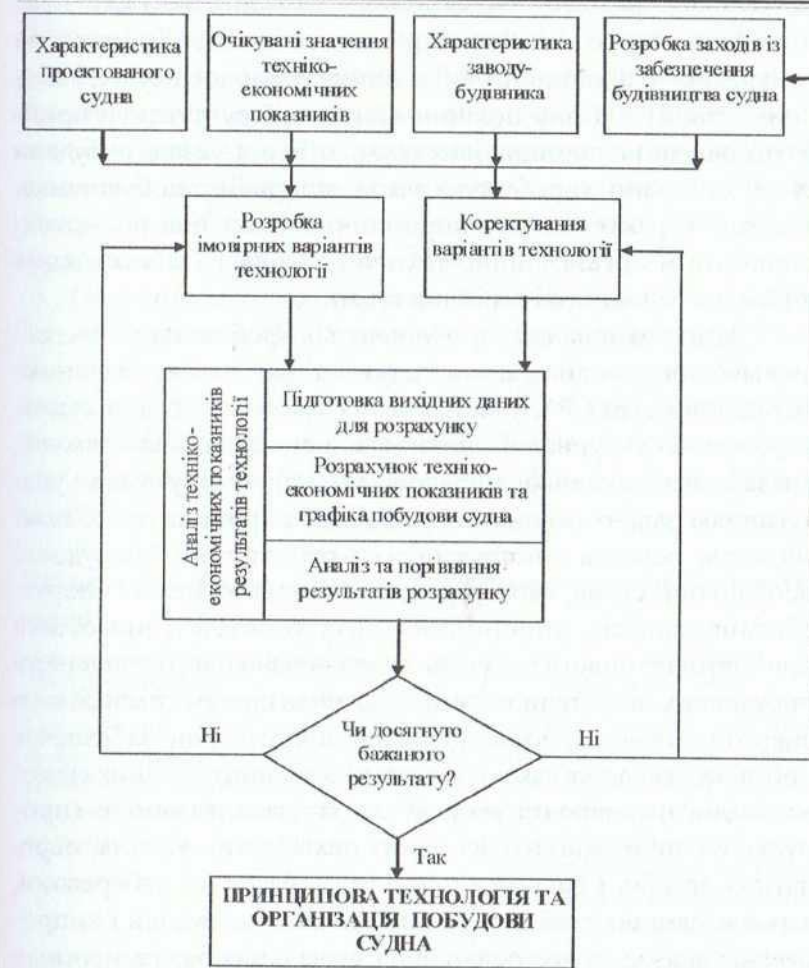


Рис. 3.18. Схема вибору принципової технології та організації побудови судна нового проекту на основі аналізу варіантів

Основні положення розробляються з метою отримання на стадії проектування судна відомостей про технологію

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

побудови, трудомісткість і розміщення виробництва на конкретному підприємстві-будівнику головного судна і підприємстві ЕРА. Вони повинні містити обґрунтування прийнятих рішень по принципових технології і організації побудови суден стосовно виробничих умов підприємства-будівника, а також характеристику виробничих умов підприємства-будівника й організаційно-технічні заходи із забезпечення побудови головного і серійних суден.

Схема розміщення виробництва розробляється з метою визначення основних цехів і служб підприємства-будівника та підприємства ЕРА, участь яких потрібна в побудові судна, і проведення укрупненої оцінки можливих додаткових заходів, що забезпечують виконання робіт по будівництву судна з урахуванням завантаження потужностей виробництва. *Схема містить*: основні конструкторсько-технологічні й побудовні особливості судна; характеристики основних цехів і споруд; збалансованість виробничих потужностей з вимогами прийнятої технології побудови судна; вказівки на оснащеність побудовних місць пунктами підключення систем тимчасового енергопостачання; розміщення виробництва, що забезпечує побудову судна з ув'язкою програми будівництва інших суден; необхідні перевірочні розрахунки по завантаженню (пропускній спроможності) основних цехів, устаткування, додатних засобів і спускових споруд, добудовної набережної, а також дані по глибинах акваторій місця добудови і випробувань; відомості про оснащення здавальних баз технічними й плавучими засобами, а також крановим обладнанням; необхідне технічне переозброєння та заходи капітального будівництва; заходи по підготовці кадрів.

Розрахунок трудомісткості побудови головного і серійних суден виконують з метою визначення витрат праці основних виробничих робітників, виражених в нормо-годинах. Він

3.3. Організаційно-економічна підготовка виробництва

повинен містити основні конструктивно-технологічні й побудовні дані судна, у тому числі особливості, що відрізняють його від судна-аналога; відомості про масу судна по статтях навантаження; розрахунок орієнтовної трудомісткості побудови головного і серійних суден; порівняння трудомісткості робіт підприємств-будівників для головного і серійних суден; трудомісткість виготовлення ЗТО.

Основні організаційно-технологічні документи верфі.

Багато видів робіт ОЕПВ регламентовані державними й галузевими стандартами, стандартами підприємств, методиками, інструкціями. В основі цих документів в основному лежать вимоги ЄСТД. Додатково до вимог ЄСТД був випущений ряд документів, що враховують специфіку суднобудівного виробництва (табл. 3.2) [30].

Таблиця 3.2. Основні організаційно-технологічні документи верфі

Вид документа	Призначення документа	Зміст документа
Генеральний графік створення головного судна, що розробляється проєктантом	Організація системи контролю за процесом створення головного судна на галузевому рівні	Мережева модель, що відображає послідовність настання типових подій процесу створення головного судна на стадіях проєктування, підготовки виробництва, побудови й випробувань, а також виготовлення і постачання основного контрагентського устаткування
Каскадний графік побудови серійних суден одного проєкту, що розробляється суднобудівним підприємством	Організація оперативного управління процесом побудови серійних суден одного проєкту на підприємстві-будівнику і контролю за процесом їх побудови	Інформаційна спеціальна модель, яка відображає настання типових подій побудови і випробувань серійних суден одного проєкту, а також виготовлення й постачання основного контрагентського устаткування

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

Продовж. табл. 3.2

Вид документа	Призначення документа	Зміст документа
Принципова технологія та організація побудови судна	Призначена для опису основних положень з технології та організації побудови судна в цілому й за окремими видами виробництва верфі	Сукупність документів технологічної частини ескізного і технічного проєктів судна, що включають: технічні характеристики й показники технологічності проєктованого судна й суднових конструкцій; технологічні й організаційні характеристики виробничого процесу побудови судна; перелік нових ТП і ЗТО; перелік організаційно-технічних заходів із підготовки виробництва на підприємстві-будівнику й підприємстві ЕРА до побудови і здачі головного та серійних суден
Технологічний графік побудови судна	Призначений для організації та управління процесом побудови судна на рівні керівництва підприємства-будівника	Документи технологічного графіка побудови суден з деталізацією виробничого процесу до рівня ТК верфі
Відомість технологічних комплектів	Призначена для організації, планування й обліку виробництва цехів	Номер позиції, найменування, код і трудомісткість ТК, згідно з організацією і технологією побудови судна, що є попереднім до ТК по цій позиції; номер варіанта (задається в порядку зменшення переваги варіанта технологічного комплексу, що є попереднім); номер заданого варіанта, що визначає задану до виконання послідовність ТК; додаткові умови виконання ТК, що обумовлюють завдання варіанта послідовності

3.3. Організаційно-економічна підготовка виробництва

Продовж. табл. 3.2

Вид документа	Призначення документа	Зміст документа
Відомість технологічних підкомплектів	Призначена для організації, планування і обліку виробництва ділянок	Те ж саме
Відомість бригадокомплектів	Призначена для організації, планування і обліку виробництва бригад	Те ж саме

Система планово-облікових одиниць робіт. Управління побудовою судна забезпечується системами техніко-економічного й оперативного-виробничого планування. Техніко-економічне планування робіт здійснюється на базі стапельного розкладу й укрупненого технологічного графіка, а оперативне планування проводиться на основі базової технічної та технологічної документації. Ця документація містить повний обсяг робіт по судну з урахуванням технологічного розбиття на ПООР по кожному цеху і виконавцеві з вказівкою конкретного об'єму, номенклатури робіт та часу виконання. Під ПООР розуміють виділення конкретного обсягу робіт з побудови судна для управління і планування процесом створення судна. Система ПООР включає [2]: *замовлення (судно), період, технологічний етап, цехоетап, технологічний комплект, бригадокомплект.*

Замовлення – основний об'єкт виробничого планування і управління. Використовується для цілей техніко-економічного планування на календарні періоди: квартал, рік, 5 років, 10 років. Обсяг робіт за замовленням поділяється на періоди й технологічні етапи.

Період – частина тривалості побудови судна, що охоплює наступне: від початку побудови до закладення на стапелі; від

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

закладення до спуску на воду; від спуску на воду до здачі замовнику. Розподіл робіт за періодами зазвичай складає: заготівельний період – 20 % від загальної трудомісткості побудови судна, стапельний – 70 %, здавальний – 10 %.

Технологічний етап – частина обсягу робіт з побудови судна, що виконана в проміжку між вузловими подіями побудови судна в межах одного будівельного періоду. По вузлових подіях кожного технологічного етапу визначається відсоток просування технічної готовності судна. Технологічний етап використовується для визначення обсягів виробництва в межах кварталу і року, планування підготовки виробництва, визначення термінів постачання комплектуючих виробів і матеріалів, планування й обліку собівартості побудови. Обсяг робіт по технологічному етапу визначається з урахуванням методу побудови судна і може бути різним для різних типів суден. Формування повного об'єму робіт в межах технологічного етапу робиться шляхом об'єднання робіт по ТК.

Цехоетап – об'єм робіт, що виконуються конкретним цехом у межах технологічного етапу. Цехоетап використовується для планування обсягів виробництва на квартал і рік, визначення потреби й обліку витрачання матеріалів та комплектуючих виробів, планування й обліку цехової собівартості виробництва.

Технологічний комплект – сукупність робіт певного виду, що виконуються в строгій технологічній послідовності однією спеціалізованою ділянкою цеху впродовж календарного місяця і в межах технологічного етапу. Технологічний комплект є основною ПООР верфі. Використовується для планування й обліку обсягів виробництва на календарний місяць і квартал. Для складання відомостей ТК технологічна служба заводу використовує робочі креслення і укрупнений технологічний графік побудови головного судна, які отримуються від

3.3. Організаційно-економічна підготовка виробництва

ЦКБ-проектанта. На основі відомостей ТК бюро мережкових графіків розробляє фрагменти мережкових графіків, в яких у графічній формі показаний взаємозв'язок робіт по будівництву судна. За фрагмент береться частина конструкції судна – відсік. Фрагмент містить 1000 і більше робіт, залежно від конструкції. Виконання робіт в об'ємі ТК завжди закріплюється за одним виконавцем. Сукупність ТК в об'ємі технологічного етапу з урахуванням інформації по матеріалах, виробках і устаткуванню, що міститься в специфікаціях, дозволяє сформувати матеріально-технічне постачання строго в технологічній послідовності побудови замовлення.

В процесі побудови судна виділяються вузлові події, що визначають терміни виконання відносно великого або технологічно закінченого об'єму робіт. Оформлення факту закінчення цих робіт фіксується побудовним актом. Закінчення робіт в об'ємі окремого приміщення замовлення або по окремій системі або комплексу судна оформляється побудовним посвідченням, яке підписується замовником. Враховуючи значну вартість і тривалість побудови судна увесь об'єм робіт розбивають на частини – платежі замовника. Для кожної такої частини визначений завершений обсяг робіт і сума платежу у відсотках від загальної вартості судна. Кількість і розміри платежів визначаються платіжними таблицями, погодженими між заводом і замовником. При цьому передбачається випереджаюча оплата постачань матеріалу й устаткування.

Бригадокомплект – частина робіт по ТК, що виконуються бригадою відповідно до ТП та встановленої спеціалізації ділянок і бригад без перерв. У міру накопичення виробничого досвіду і результатів наукових розробок склад цих документів доповнюється, а в їх вміст вносяться істотні зміни.

Система оперативного управління виробництвом. В управлінні сучасним суднобудівним підприємством система

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

оперативного управління виробництвом (ОУВ) виділяється на основі єдності завдань оперативного забезпечення ритмічності виробничого процесу при раціональному використанні ресурсів. Система ОУВ характеризується ціллію, критеріями її досягнення, функціями, що забезпечують ціленаправлену діяльність, структурою, тобто складом елементів та їх взаємодією в ході управління виробничим процесом. *Головне завдання цієї системи* – забезпечити ритмічність виробничого процесу в цехах, на ділянках і робочих місцях. Кінцева мета ОУВ відповідно до системи цілей підприємства – забезпечити у встановлені терміни виконання плану виробництва, реалізації і постачання продукції відповідно до заданих об'ємів, номенклатури та якості при раціональному використанні матеріальних і трудових ресурсів, а також виробничого потенціалу в цілому. Недоліки в організації виробництва, його ритмічності можна лише частково компенсувати зусиллями у сфері оперативного управління, проте навіть найбільш досконала структура ОУВ не в змозі забезпечити виконання поставлених цілей і завдань при наявності серйозних дефектів в процесі, що управляється. Система ОУВ відіграє роль головного приймача і джерела інформації для всіх основних служб підприємства (рис. 3.19) [48]. У системі ОУВ традиційно розрізняють декілька основних елементів: *планування, облік, контроль, аналіз і регулювання*. Останні чотири елементи часто об'єднують у функцію диспетчеризації (рис. 3.20).

Плани діяльності підприємства, що розробляються, за змістом класифікуються на техніко-економічні, оперативно-виробничі й бізнес-плани інвестиційних проектів. Відповідно і планування поділяється на техніко-економічне планування (ТЕП), оперативно-виробниче планування (ОВП) та бізнес-

3.3. Організаційно-економічна підготовка виробництва

планування інвестиційних проектів. За допомогою ТЕП розробляються плани діяльності підприємства, його структурних підрозділів за всіма техніко-економічними і соціальними показниками. За допомогою ОВП виконується завдання параметрів виробничого процесу, спостереження за ним і його регулювання. Бізнес-планування інвестиційних проектів дає оцінку доцільності здійснення якогось проекту і залучення для цього інвестицій.

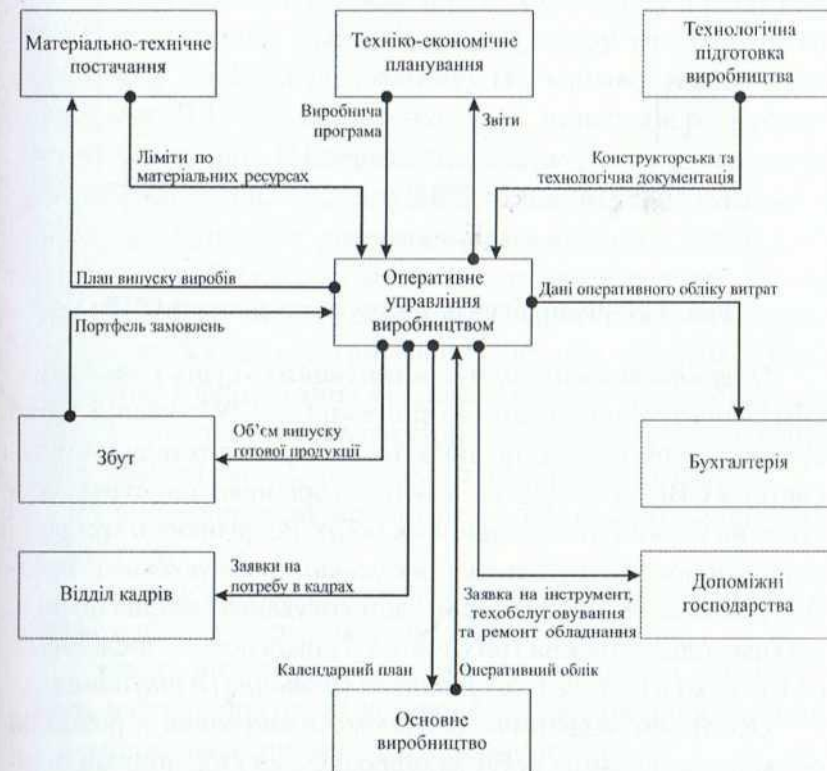


Рис. 3.19. Укрупнена схема інформаційних потоків між ОУВ та іншими службами підприємства

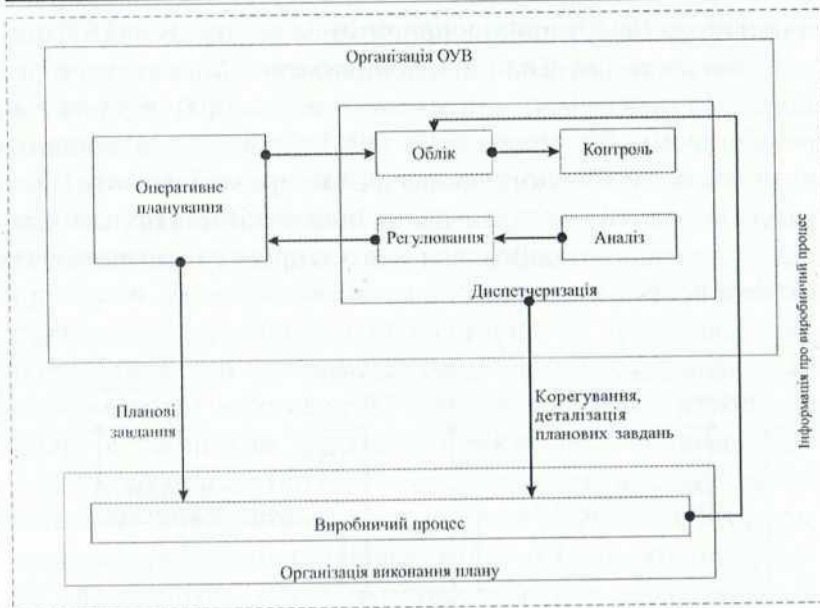


Рис. 3.20. Функціональна структура системи ОУВ

Оперативно-виробниче планування: суть і завдання.

ОВП є центральною ланкою системи ОУВ. У сучасній теорії організації, підтвердженої практикою передових підприємств, система ОВП розглядається як багаторівнева, що структурується на блоки і стадії планових робіт. Розрізняють три рівні оперативного планування: *заводський (міжцеховий); цеховий; дільничний*. За характером застосовуваних методів планові роботи поділяються на три блоки, які виконуються послідовно: *об'ємне, календарне й оперативне (поточне) планування*.

Основним завданням *об'ємного планування* є розподіл об'ємів виконуваних робіт за підрозділами і плановими періодами з урахуванням завантаження устаткування та площ. Як правило, плановий період становить рік.

3.3. Організаційно-економічна підготовка виробництва

Календарне планування припускає визначення термінів початку й закінчення робіт у цехах, термінів передачі їх продукції іншим цехам, при необхідності з коригуванням результатів об'ємних розрахунків. При календарних розрахунках плановим періодом найчастіше вибирається місяць або квартал.

Завдання *оперативного планування* полягає в розробці конкретних виробничих завдань по номенклатурі робіт і виконавців на короткі планові періоди (декаду, тиждень, п'ятиденку, добу, робочу зміну, годину). По черговості виконувани роботи по ОВП поділяються на стадії: попередні розрахунки і розробка планів. На пересіченні структурних утворюючих формується цілісна система ОВП. Вона охоплює сукупність наступних основних елементів такої системи: вибір і обґрунтування ПООР; розрахунки завантаження устаткування й виробничих площ; розробка календарно-планових нормативів; розробка цехових і внутрішньоцехових програм (об'ємні розрахунки); формування міжцехових та внутрішньоцехових виробничих графіків (календарні розрахунки); формування оперативних (змінно-добових, годинних та ін.) завдань.

До критеріїв оцінки ефективності функціонування ОВП відносяться:

- ритмічна робота виробничих ділянок, цехів і підприємства в цілому та рівномірний випуск продукції;
- рівень використання засобів виробництва – устаткування, виробничих площ, установок, агрегатів і робочої сили;
- мінімальна тривалість виробничого циклу;
- мінімальні запаси незавершеного виробництва.

Продумане і якісне виконання основних завдань ОВП покращує майже усі основні показники виробництва (табл. 3.3) [24].

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

Таблиця 3.3. Виробничо-економічне значення ОВП

Основні задачі оперативного планування	Економічні результати, що досягаються за рахунок раціонального рішення завдань ОВП
Виконання завдань по випуску готової продукції	Найповніше забезпечення вимог замовника. Скорочення міжзаводських запасів і прискорення оборотності коштів. Зниження собівартості продукції за рахунок умовно-постійних витрат
Організація ритмічного і комплектного ходу виробництва	Скорочення розмірів незавершеного виробництва у зв'язку з комплектним ходом процесу. Зниження рівня необхідних міжзаводських запасів продукції. Ліквідація простоїв обладнання і робочої сили, підвищене використання виробничих потужностей. Скорочення невиробничих витрат, пов'язаних з неправильним загальним режимом виробництва. Скорочення браку у виробництві
Забезпечення уцілюненого завантаження устаткування і робочої сили	Підвищення ефективності використання основних фондів. Ліквідація простоїв у зв'язку з неузгодженістю окремих суміжних процесів. Зниження собівартості продукції за рахунок виключення умовно-постійних витрат і оплати простоїв

Бізнес-планування. В умовах ринкових відносин неможливо досягти стабільних успіхів бізнесу, якщо не планувати його розвиток і не складати бізнес-планів. Бізнес-планування (ділове планування) – це самостійний вид планової діяльності, яка безпосередньо пов'язана з господарською діяльністю і націлена на досягнення конкретного кінцевого результату [48].

Зазвичай для підприємств і підприємців таким результатом є очікуваний прибуток. При цьому усі інші показники (продуктивність і організація праці, використання трудових ресурсів або устаткування, забезпечення постачань і т. п.)

3.3. Організаційно-економічна підготовка виробництва

у деякому розумінні для керівництва підприємств і підприємців мають другорядне значення.

Бізнес-план виступає як об'єктивна оцінка результатів ринкової діяльності підприємців, підприємств, фірм, компаній та інших організацій, пов'язаних між собою господарськими взаємовідносинами. Проте його основна роль полягає в тому, що ділове планування – це в основному пошукова, науково-дослідницька і проектна робота.

Бізнес-план – це документ, в якому описані основні аспекти майбутнього підприємства, проаналізовані усі ризики, з якими воно може зіткнутися під дією чинників зовнішнього середовища, визначені способи рішення проблем. Він є багатоаспектним плановим управлінським інструментом, який вирішує як стратегічні, так і тактичні завдання, забезпечуючи своєчасне ухвалення оперативних і стратегічно правильних управлінських рішень.

Зазвичай бізнес-план є передумовою для початку активних переговорів між підприємством і можливими інвесторами або партнерами. Тому він має, передусім, зовнішню спрямованість, представляючи послуги або вироби, реалізація яких принесе підприємству максимальний вигреш. Бізнес-планування примушує керівників і менеджерів мислити перспективно, чітко координує усі види основної діяльності підприємств й примушує трудовий колектив обґрунтовано визначати й виконувати свої завдання, бути готовим до найнесподіваніших змін обстановки та підвищує рівень загальної відповідальності за результати діяльності.

У бізнес-плануванні необхідно завжди дотримуватися 3-х основних правил: у бізнес-плані не повинно бути "революцій"; він має бути одночасно й оптимістичним, і песимістичним ("приземленим"); бізнес-план має бути змінним (періодично коригуватися).

Бізнес-план розробляється в три етапи:

- на першому етапі здійснюються збір і аналіз початкової інформації, формується стратегія маркетингу, опрацьовуються альтернативні варіанти проектних рішень;
- на другому етапі формується інвестиційна програма;
- на третьому, останньому, етапі на підставі зібраної інформації розглядаються показники ефективності.

Бізнес-плани оформлюються у вигляді текстового, табличного або графічного матеріалу і розробляються на декілька (3–5) років, з розбиттям по роках. Дані на перший рік даються з розбиттям по кварталах і навіть місяцях. Після закінчення кожного року план уточнюється, робиться коригування напрямів діяльності на майбутній період. У бізнес-плані закладені переваги гнучкого поєднання виробничого й ринкового, фінансового й технічного, внутрішнього і зовнішнього аспектів діяльності підприємства. Не слід розглядати вже складені бізнес-плани як непорушні варіанти – зразки на усі часи. В умовах інфраструктури ринкової економіки, що швидко змінюється, в нашій країні актуальність конкретних розробок з часом може бути втрачена. Проте бізнес-планування на підприємствах дозволить і надалі готувати нові варіанти поведінки бізнесу на основі проаналізованих сценаріїв. При цьому бізнес-планування відкриває великі можливості відстежувати й прогнозувати ринкову ситуацію у бізнесі на будь-який проміжок часу.

З переходом до ринкових умов праці все більшого значення набуває економічна і матеріально-технічна складові КПВ, оскільки головною метою підприємств стає зниження витрат і отримання прибутку. До недавнього часу традиційними завданнями економічної підготовки суднобудівного виробництва були: визначення ціни судна; узгодження ціни з замовником, встановлення термінів і джерел фінансування робіт, списання

витрат; оцінка варіантів будівництва судна, економічне обґрунтування заходів, пов'язаних із впровадженням нових ТП, модернізацією виробництва.

У наш час при отриманні замовлення заводська собівартість є одним з найбільш суттєвих чинників, що визначає сам факт розміщення замовлення на тому або іншому підприємстві. Конкуренція в суднобудуванні носить, на жаль, суто ціновий характер, а чинник високої наукоємності суден нових проектів, здатність і готовність конкретного підприємства освоїти таку наукоємну продукцію зведені до мінімуму. Собівартість будь-якого комерційного судна визнається чинником конкурентоспроможності підприємства. Інші важливі показники якості отриманої продукції, наприклад технічні характеристики суден, їх потенційна комерційна ефективність, практично не враховуються. У цих умовах *найважливішою функцією економічної підготовки виробництва стає не облік усіх витрат, а управління витратами, спрямоване на їх мінімізацію або оптимізацію*. Підприємство здійснює як самостійний пошук замовлень, так і стратегічне, і тактичне управління виробництвом на основі економічного підходу. Економічний підхід лежить і в основі визначення кращого способу або варіанта побудови судна нового проекту, особливо в умовах дрібносерійного виробництва. Головною метою будь-якого підприємства і показником успішності його діяльності сьогодні є прибуток. А ключовою проблемою в забезпеченні його позитивного розвитку є управління. Управління в економічній підготовці виробництва пов'язане з виявленням резервів (та їх величини) підвищення ефективності виробництва, конкретних технологічних, організаційних процесів, що вимагають удосконалення для зниження витрат.

Управління проектами – сучасний інструмент планування й управління на верфі. Досвід передових підприємств

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

галузі свідчить, що основою підвищення ефективності сучасного суднобудівного виробництва в першу чергу є управлінська модернізація, пошук внутрішньозаводських економічних механізмів, цінових і транспортно-заготівельних резервів зниження витрат на базі впровадження нових ІТ. Використання нових ІТ дозволяє виконувати комп'ютерне моделювання організаційно-технологічних схем побудови суден та на їх основі проводити оптимізацію будівництва за заданими параметрами – термінами здачі суден, завантаженням цехів верфі й машинобудування, стапельними розкладами в реальному масштабі часу.

Будівництво судна є *складним проектом*, для успішної реалізації якого необхідне постійне управління людськими, фінансовими і матеріальними ресурсами впродовж усього циклу його існування [16]. Враховуючи складність не лише процесу проектування суден, але й підготовки їх виробництва, необхідно забезпечити комп'ютеризацію усіх стадій створення судна. З цією метою використовуються *інформаційні системи управління проектами*. В основі цих систем незалежно від їх рівня і вартості закладені методи мережевого планування та управління. Методи мережевого планування базуються на методі критичного шляху (МКШ) або CPM (Critical Path Method) й методі аналізу та оцінки планів PERT (Performance Evaluation and Review Technique). Метод критичного шляху полягає в знаходженні найбільшої тривалості проведення робіт (критичного шляху) й узгодження її з генеральним графіком побудови судна. Якщо утворюється резерв, то критичний шлях коригується. Метод аналізу й оцінки планів полягає в оцінці робіт за певний період огляду й порівнянні їх з планом, якщо утворюється резерв, то відбувається аналіз робіт і роботи коригуються.

Складні процеси найзручніше представляти у вигляді мережевої моделі. Мережева модель – це комплект документів,

3.3. Організаційно-економічна підготовка виробництва

до складу якого входять: *мережевий графік, опис мережевого графіка, розрахунок параметрів мережевого графіка*. Мережева модель забезпечує [2]:

- найбільшу наочність взаємозв'язку окремих видів, етапів і робіт;
- можливість оптимізації в перерозподілі трудових ресурсів технічних і технологічних служб;
- моделювання процесів окремих видів підготовки виробництва й самого виробництва.

Будівництво судна є прикладом проекту, в якому використовуються методи мережевого планування і управління (рис. 3.21).

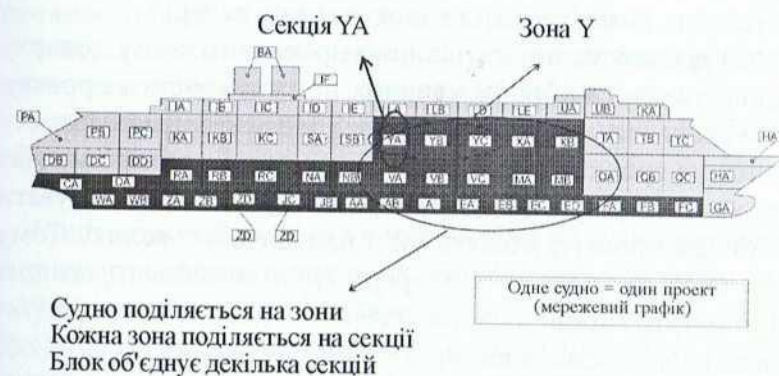


Рис. 3.21. Побудова судна з використанням методів мережевого планування і управління

Згідно зі стандартом по управлінню проектами ISO 21500, під *проектом* необхідно розуміти унікальний набір процесів, який складається із скоординованих і керованих завдань з даними початку й завершення, що проводиться для досягнення цілі. Досягнення мети проекту вимагає результатів, що відповідають специфічним вимогам, до яких входять обмежувальні умови

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

за часом, вартістю і ресурсами. *Управління проектами (project management)* – це застосування методів, інструментів, методик і професійних якостей у процесі реалізації проекту. Управління проектами включає об'єднання різних етапів життєвого циклу проекту, у кожного з яких є результати. Ці результати періодично переглядаються по ходу проекту, щоб задовольняти вимоги ініціатора, замовника та інших зацікавлених осіб. Управління проектами є одним з найскладніших і трудомістких етапів управлінської діяльності. Це пояснюється складністю логіки розвитку процесу реалізації проекту й впливаючих звідси змін взаємозалежності різних його елементів, що неможливо не лише утримати в пам'яті, але й представити, відстежити, аналізувати та коригувати на папері.

Уся діяльність по управлінню проектами знизу доверху супроводжується обробкою даних про ті елементи проекту, які виділені для управління. Зважаючи на складність процесу виконання проектів обсяги інформації про хід розвитку робіт по їх реалізації, яку необхідно збирати, обробляти і аналізувати учасникам проекту, можуть бути надзвичайно великі. Тому якщо говорити в цілому про *інформаційні системи управління проектом*, то їх основне призначення – підвищення продуктивності праці, пов'язаної якраз з цими процесами: збором, обробкою, аналізом даних про хід реалізації проекту, проведенням необхідних аналітичних і прогнозних розрахунків, а також розрахунків по виробленню варіантів для ухвалення рішень.

Сучасні інформаційні системи управління проектами мають у розпорядженні засоби графічного відображення, до яких входять побудовники масштабованих за часом гістограм, діаграм руху грошових коштів, звітів у визначуваних користувачами форматах, а також видачі відповідей на діалогові питання "що, як...?" відносно цілей планування, управління ресурсами багатьох проектів і т. д. При цьому найбільше зна-

3.3. Організаційно-економічна підготовка виробництва

чення надається автоматизації функції прогнозування, яка займає центральне місце в управлінні конкретними проектами.

На даний час складні інформаційні системи управління проектами, такі як Artemis або Primavera, дозволяють користувачам формувати плани робіт з різним ступенем деталізації й визначати взаємозв'язки між ними, причому кількість робіт не має обмеження, тому робочий графік будівництва судна може бути відображений у них з будь-яким ступенем деталізації. Для невеликих проектів або для розробки укрупнених графіків робіт (до 2000 робіт) можуть застосовуватися недорогі системи, що також мають увесь необхідний набір функцій, а саме [2]:

- засоби побудови ієрархічної структури робіт;
- можливість відображення комплексу робіт у вигляді мережевого графіка або у вигляді діаграми Ганта;
- можливість призначення роботам різних видів ресурсів з визначенням для кожної з них власного календаря;
- автоматизоване отримання гістограм потреб проекту в ресурсах і фінансуванні;
- генерація всіляких видів звітних документів.

Мистецтво планування виробництва на суднобудівному підприємстві полягає в оптимальному і точному за часом розташуванні етапів і робіт по кожному проекту. При цьому треба враховувати різні обмеження, накладені на кожен проект окремо, на усі поточні проекти (з урахуванням впливу проектів один на одного й конкуренції за ресурси) та на все підприємство в цілому. Крім того, існують постійний моніторинг і оперативна зміна планів, а також безліч різних обмежень, що впливають на кожен проект, які теж слід враховувати при плануванні, наприклад:

- тривалість, або цільова дата завершення проекту, що закріплена договором;
- бюджет проекту, що включає всі економічні й фінансові засоби для придбання матеріалів, устаткування і систем для

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

виготовлення судна, оплату робіт конструкторського бюро, контролюючих організацій та оплату праці робітників;

– доступність ресурсів для проекту, таких як робітники, об'єкти нерухомості (стапель, елінг або місце на добувній набережній), час, виробниче устаткування (верстати й робочі центри), матеріали, інструмент та ін.;

- чинники, що відносяться до безпеки співробітників;
- рівень прийнятної схильності ризику;
- можливий екологічний вплив проекту;
- закони, норми та інші нормативні вимоги.

У суднобудуванні при плануванні виробництва в обов'язковому порядку використовується методологія **PDCA** ("**Plan-Do-Check-Act**" – "**планування-дія-перевірка-коригування**"), яка є алгоритмом дій з управління процесом і досягнення його цілей (рис. 3.22). Цикл управління розпочинається з планування [16].

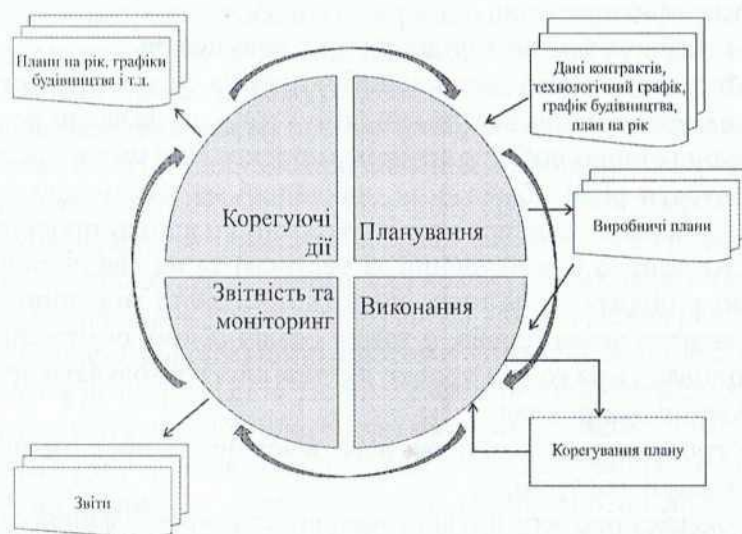


Рис. 3.22. Цикл PDCA в суднобудівному виробництві

3.3. Організаційно-економічна підготовка виробництва

Планування – встановлення цілей і процесів, необхідних для їх досягнення; планування робіт для досягнення цілей процесу й задоволення потреб споживача; планування виділення і розподілу необхідних ресурсів.

Виконання – реалізація запланованих робіт.

Звітність і моніторинг – збір інформації і контроль результату на основі ключових показників, які були одержані в ході виконання робіт; виявлення й аналіз відхилень, встановлення причин відхилень.

Коригуючі дії – вживання заходів із усунення причин відхилень від запланованого результату, зміни в плануванні й розподілі ресурсів.

Планування виконання суднобудівного замовлення багаторівневе – воно засноване на побудові мережових графіків різного рівня. По суті, мережевий графік – це динамічна модель суднобудівного замовлення, що включає виробничий процес, розробку документації та багато інших робіт (завдань). Ця модель відображає технологічну і логічну залежність, послідовність виконання комплексу робіт і пов'язує їх здійснення в часі з урахуванням витрат ресурсів і вартості робіт та виділенням при цьому вузьких (критичних) місць проекту. При цьому існує різна деталізація проекту, яка включає декілька мережових графіків різного рівня, взаємозв'язаних по ключових точках. На 1-му рівні деталізації стоїть генеральний графік будівництва, закріплений контрактними зобов'язаннями. Далі на основі генерального графіка (чи графіка 1-го рівня), що включає ключові процеси і контрольні точки (віхи) проекту, а також технологічного графіка, формується календарно-мережевий графік проекту, кожне завдання якого у свою чергу деталізується до локальних графіків виготовлення секцій і приміщень або монтажу конкретного устаткування.

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

На рис. 3.23 наочно показаний взаємозв'язок трьох рівнів і наявність у них однакових контрольних точок: контрольної точки "Спуск замовлення" між графіками 1-го й 2-го рівня та "Закінчення монтажу гвинтульної колонки (ГРК)" – між графіком 2-го рівня і локальним графіком монтажу ГРК на судні. Не треба забувати і про наявність та вплив на графіки будівництва суміжних графіків: графіка розробки робочої конструкторської документації (РКД) й графіка забезпечення виробництва матеріалами й устаткуванням, що закуповується. Адже для того щоб виконати роботи, виробництво має бути забезпечене матеріалами та конструкторсько-технологічною документацією.

Крім того, не всі вузли і системи суднобудівне підприємство виготовляє самостійно. Процеси постачання складних систем і агрегатів (наприклад, суднової енергетичної установки) на суднобудівне виробництво логісти заводу проводять теж із використанням проектного підходу, контролюючи терміни проектування, виготовлення та доставки обладнання.

Усі ці незлічені графіки пов'язані між собою, і будь-яка зміна строків по одному із завдань веде до змін у величезній кількості взаємозв'язаних процесів. Завдання керівника проекту – відстежування цих змін та їх впливу на критичний шлях проекту.

Метод критичного шляху – інструмент планування і управління термінами проекту, що полягає у визначенні найбільш тривалої послідовності робіт (завдань) від початку проекту до його закінчення з урахуванням їх взаємозв'язку. Завдання, що лежать на критичному шляху (критичні завдання), мають нульовий резерв часу виконання, і у разі зміни їх тривалості змінюються терміни усього проекту.

3.3. Організаційно-економічна підготовка виробництва

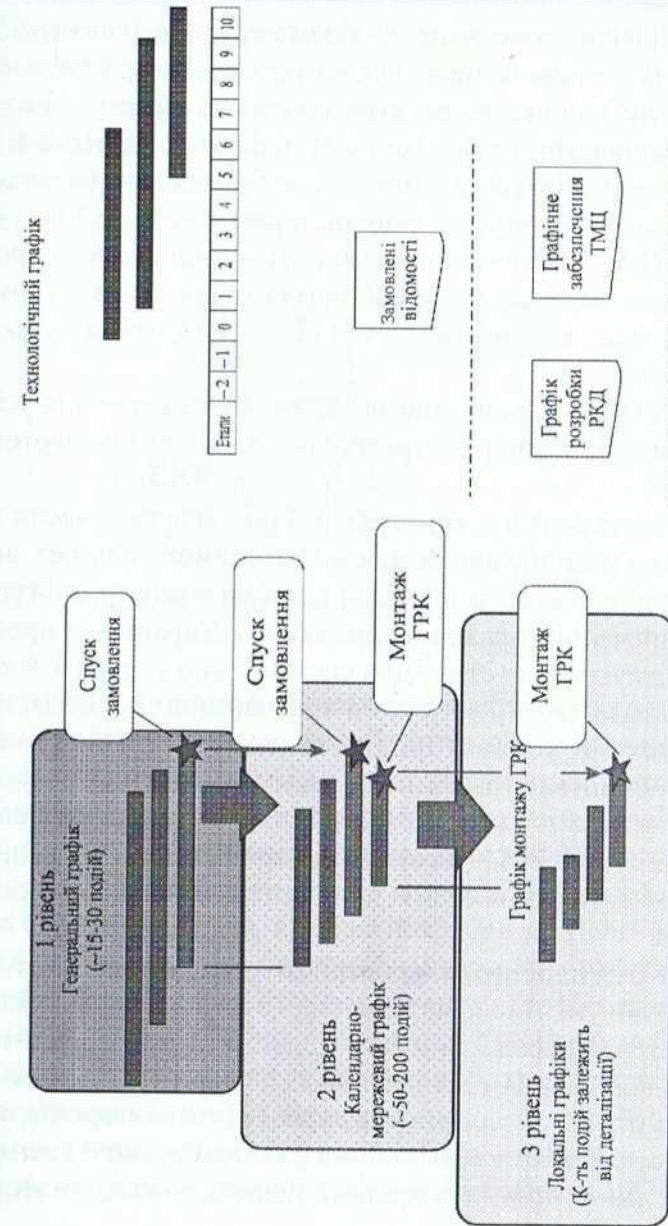


Рис. 3.23. Піраміда рівнів графіків будівництва судна

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

При обговоренні *автоматизації управління виробничим підприємством*, як правило, звучать тільки три терміни:

ERP – рішення, які інтегрують виробництво і операції, управління трудовими ресурсами, фінансові потоки й управління активами і які орієнтовані на безперервне балансування і оптимізацію ресурсів підприємства;

MES – системи аналізу й оптимізації випуску продукції у рамках якого-небудь виробництва: системи класу управління рівня цеху, балансування потужностей (верстатів, робочих центрів);

PDM – системи, що забезпечують управління усією інформацією про виріб: структурою і технологією виготовлення виробу.

Проте складне, комплексне й розтягнуте за часом виробництво суднобудівних замовлень неможливе без використання проектного підходу і спеціалізованого програмного забезпечення управління проектами. Управління проектами народжується на стику цих систем, воно управляє й контролює взаємозв'язки логістичних і фінансових процесів, графіків випуску конструкторсько-технологічної документації і виробництва з урахуванням ресурсів проекту та ресурсів підприємства в цілому (рис. 3.24). При цьому система проектного управління (PM – Project Management) аж ніяк не може замінювати яку-небудь із цих систем. Вона доповнює кожну з них.

У разі простого виробництва конструкторська і технологічна документація, як правило, готова й вивірена більш ніж на 80 %. І перед плановим відділом стоїть завдання тільки розпланувати сам процес виробництва з урахуванням трьох параметрів: *наявності матеріалів і покупних виробів, доступних виробничих потужностей (робочих центрів) та забезпеченості трудовими ресурсами*. Якщо ж розглядати вітчизняне

3.3. Організаційно-економічна підготовка виробництва

суднобудування, то в переважній більшості випадків процес розробки РКД проходить паралельно з будівництвом. Робоча конструкторська документація розробляє стороння організація – спеціалізоване конструкторське бюро. Керівник проекту повинен контролювати узгодженість і взаємозв'язок графіків випуску РКД та графіка виробництва.

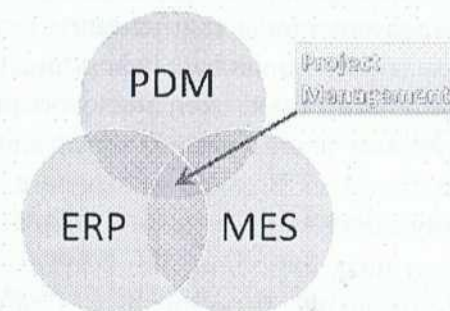


Рис. 3.24. Місце PM-системи в контурі управління виробництвом

Багато PDM-систем зараз містять можливість вести і контролювати графіки підготовки виробництва, але ця можливість стає абсолютно незручною у разі управління великим проектом або (що ще складніше) групою (портфелем) проектів, де всі процеси взаємозв'язані і можуть знаходитися в контурі критичного шляху проекту. Графік випуску РКД впливає не лише на виробничий план, але й на потребу в закупівлі вузлів та агрегатів і, як наслідок, на план руху грошових коштів підприємства. У свою чергу, без спланованого графіка випуску виробничих замовлень (чи досягнення законтракованих контрольних точок проекту) неможливо спланувати надходження грошових коштів від замовника.

Не менш важливим є зворотній зв'язок – контроль виконання проекту. Адже кожне виконане замовлення по МБЧ або

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

виконаний проект по постачанню устаткування або отриманні об'єктів міжзаводської кооперації (частині замовлення, яка передана в аутсорсинг) робить можливим виконання будівельних робіт. Необхідно також звернути увагу на те, що інтеграція (як пряма, так і зворотна) системи управління проектами і суміжними системами (ERP, PDM та ін.) – дуже складне завдання. І це завдання стає нездійсненим без правильної організації нормативно-довідкової інформації підприємства. Для того щоб інтеграція стала можливою, потрібна наскрізна методика кодування устаткування, матеріалів і структури декомпозиції робіт (Work Breakdown Structure, WBS). Тільки маючи наскрізну кодифікацію, стає можливим зв'язати разом усі операції: закупівлі, виробництво, бухгалтерський облік, технічне обслуговування, технічні звіти. Для різних виробництв підхід до методики кодування нормативно-довідкової інформації (НДІ) може бути різним. Часто зустрічаються галузеві стандарти (наприклад, SFI в зарубіжному суднобудуванні) або стандарти монополіста в галузі (наприклад, стандарти Siemens).

Виходячи зі сказаного вище, можна зробити висновок, що проектне управління як методологія та інструмент планування й контролю робіт із розробки, підготовки виробництва і виготовлення складних технічних систем, якими є виробни суднобудування з високим рівнем складності та невизначеності, є незамінним інструментом керівників усіх рівнів сучасного суднобудівного підприємства. Але організація автоматизації проектного управління – дуже нетривіальне завдання, яке вимагає не лише застосування конкретних інформаційних систем на підприємстві, але й правильної організації інформації та бізнес-процесів підприємства.

3.3. Організаційно-економічна підготовка виробництва

Контрольні питання

1. Що таке організаційно-економічна підготовка виробництва?
2. Які основні задачі та стадії організаційно-економічної підготовки виробництва?
3. Навести основні параметри процесу створення судна.
4. Що входить до складу документів на принципові технології й організацію побудови судна?
5. Що містить схема розміщення виробництва на верфі?
6. Навести основні організаційно-технологічні документи верфі.
7. Навести зміст документа "Принципова технологія та організація побудови судна".
8. Які пункти включає в себе система планово-облікових одиниць робіт?
9. Що входить до технологічного комплексу системи планово-облікових одиниць робіт верфі?
10. Навести головні завдання і цілі системи оперативного управління виробництвом.
11. Пояснити суть і завдання оперативно-виробничого планування верфі.
12. Що таке бізнес-план підприємства?
13. Навести етапи розробки бізнес-плану.
14. На яких методах базується мережеве планування?
15. Що забезпечує мережева модель?
16. Пояснити поняття "управління проектами".
17. Навести необхідний набір функцій інформаційних систем управління проектами.
18. Яка методологія використовується у суднобудуванні при плануванні виробництва?
19. Які автоматизовані системи на виробництві об'єднує та доповнює система проектного управління?

3.4. Матеріально-технічна підготовка виробництва

Матеріально-технічне постачання (МТП) підприємства як підсистема забезпечення виробничої системи багато в чому визначає якість процесу виробництва і готової продукції. При низькій якості роботи цієї підсистеми неможлива високо-ефективна робота виробничої системи. Процес МТП виробництва направлений на своєчасне постачання на склади підприємства або відразу на робочі місця потрібних відповідно до плану матеріально-технічних ресурсів. До складу матеріально-технічних ресурсів входять сировина, матеріали, напівфабрикати й комплектуючі вироби, покупне технологічне устаткування та технологічне оснащення, нові транспортні засоби, навантажувально-розвантажувальне устаткування, обчислювальна техніка й інше устаткування, а також покупне паливо, енергія, вода і т. д. Вірніше кажучи, все, що поступає на підприємство у матеріальній формі й у вигляді енергії, відноситься до елементів МТП виробництва. Рациональна організація МТП значною мірою зумовлює рівень використання засобів виробництва на підприємстві, підвищення продуктивності праці, зниження собівартості продукції, збільшення прибутку і рентабельності. Цим визначаються також роль і значення МТП у системі організації виробництва. Постачання виробництва необхідними матеріальними ресурсами є початковою ланкою виробничого процесу, а збут готової продукції – його завершенням [24].

Завдання і суть матеріально-технічної підготовки виробництва на верфі. Матеріально-технічна підготовка виробництва зосереджена головним чином на підприємстві-будівнику. Основними завданнями матеріально-технічної підготовки виробництва є [2]:

– своєчасне і повне забезпечення виробничих, ремонтно-експлуатаційних та інших потреб верфі матеріально-тех-

нічними засобами, устаткуванням і комплектуючими виробами;

– здійснення обліку й контролю постачань імпоротної та експортної продукції, товарно-матеріальних цінностей, устаткування й комплектуючих виробів;

– організація розробки й упровадження заходів по забезпеченню повного й економного використання на верфі матеріально-технічних ресурсів, продажу неліквідного устаткування, запасних частин і матеріалів;

– планування й обґрунтування потреби в матеріальних ресурсах;

– організація раціональних господарських зв'язків, встановлення термінів і якості постачань за допомогою укладення договорів, договірних зобов'язань;

– реалізація політики й цілей верфі у галузі якості.

Матеріально-технічна підготовка виробництва – це сукупність взаємозв'язаних процесів, що забезпечують побудову суден нового проекту необхідними матеріалами та комплектуючими виробами по кооперації відповідно до замовлених відомостей та запланованої номенклатури, об'ємів і термінів договірних постачань й виконання власних робіт.

Від організації постачання, своєчасності надходження матеріальних ресурсів у необхідній кількості й належній якості істотно залежать рівномірний та ритмічний випуск готової продукції, її якість та ефективність діяльності колективу підприємства. Процеси постачання повинні здійснюватися при мінімальних транспортно-складських витратах і найкращому використанні матеріальних ресурсів на виробництві. У практиці роботи підприємств розрізняють дві форми постачання: *транзитну* і *складську*.

При *транзитній формі* постачання матеріальні ресурси переміщуються від постачальника до споживача прямо, минаючи проміжні бази й склади посередницьких організацій.

При складській формі постачання необхідні матеріальні ресурси підприємство отримує за допомогою проміжних та розподільних складських комплексів і терміналів.

Функції матеріально-технічного постачання на підприємстві. Для безперебійного функціонування виробництва потрібне своєчасне й оптимальне забезпечення його необхідними матеріальними ресурсами відповідної комплектності й якості. Вирішуючи цю задачу, працівники органів постачання повинні вивчати й враховувати попит та пропозицію на усі споживані підприємством матеріальні ресурси, рівень і зміну цін на них і на послуги посередницьких організацій, вибирати найбільш економічну форму руху товару, оптимізовувати запаси, знижувати транспортно-заготівельні й складські витрати.

Як основні можна виділити наступні функції матеріально-технічного постачання на підприємстві [24]:

1. *Комерційні:* основні (купівля/оренда матеріальних ресурсів) і допоміжні (маркетингова функція – вирішення питань визначення й відповідного вибору постачальників; юридична функція – правове забезпечення і захист прав власності, супровід ділових переговорів, укладення угод та моніторинг за їх виконанням).

2. *Технологічні:* рішення процесу доставки і зберігання матеріальних ресурсів, яким передують розпаковування, консервація, заготівля матеріальних ресурсів і попередня їх обробка.

Зміст функцій органів постачання підприємства включає три напрями:

1. *Планування,* яке припускає вивчення зовнішнього і внутрішнього середовища підприємства, а також ринку окремих товарів; прогнозування й визначення потреби усіх видів матеріальних ресурсів, планування оптимальних господарських зв'язків; оптимізацію виробничих запасів; планування потреби матеріалів і встановлення їх ліміту на відпускання цехам.

2. *Організація,* яка включає збір інформації про необхідну продукцію, участь в аукціонах і т. п.; аналіз усіх джерел задоволення потреби в матеріальних ресурсах з метою вибору найбільш оптимального; укладення з постачальниками господарських договорів на постачання продукції; отримання і організацію завезення реальних ресурсів; організацію складського господарства, що входить до складу органів постачання; забезпечення цехів, ділянок, робочих місць необхідними матеріальними ресурсами.

3. *Контроль і координація роботи:* контроль за виконанням договірних зобов'язань постачальників, виконання ними термінів постачання продукції; контроль за витрачанням матеріальних ресурсів у виробництві; вхідний контроль за якістю й комплектністю матеріальних ресурсів, що поступають; контроль за виробничими запасами; розробка заходів по координації постачальницькою діяльністю й підвищення її ефективності.

В умовах ринку у підприємств виникає право вибору постачальника, тобто і право закупівлі ефективніших матеріальних ресурсів. Це примушує постачальницький персонал підприємства уважно вивчати якісні характеристики продукції, яка виготовляється різними постачальниками. Критеріями вибору постачальника можуть бути надійність постачання, можливість вибору способу доставки, час на здійснення замовлення, можливість надання кредиту, рівень сервісу та інше.

Організаційна структура матеріально-технічного постачання. Організація побудови, характер і методи роботи служб постачання на суднобудівних підприємствах відрізняються своєрідністю. Залежно від об'ємів, типів і спеціалізацій виробництва, матеріаломісткості продукції й територіального розміщення на підприємствах складаються різні умови, що вимагають відповідного розмежування функцій і вибору типу

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

структури органів постачання. Як базову можна запропонувати наступну організаційну структуру МТП (рис. 3.25) [48].



Рис. 3.25. Організаційна структура МТП

На невеликих підприємствах, які споживають малі об'єми матеріальних ресурсів в обмеженій номенклатурі, функції постачання покладаються на невеликі групи працівників постачання.

На більшості середніх і великих підприємств цю функцію виконують спеціальні відділи МТП, які побудовані за функціональною або матеріальною ознакою. У першому випадку кожна функція постачання (планування, заготівля, зберігання, відпуск матеріалів) виконується окремою групою працівників. При побудові постачальницьких органів за матеріальною ознакою певні групи працівників виконують усі функції постачання за конкретним видом матеріалів.

Характерний тип структури служби постачання – змішаний, коли товарні відділи, групи, бюро спеціалізуються на постачанні конкретних видів сировини, матеріалів, устаткування. Проте разом з товарними до складу відділу постачання повинні входити функціональні підрозділи – плановий і диспетчерський.

3.4. Матеріально-технічна підготовка виробництва

Планове бюро (група) виконує функції аналізу довкілля і ринкових досліджень, визначення потреби в матеріальних ресурсах, оптимізації ринкової поведінки по найбільш вигідному забезпеченню, формування нормативної бази, розробки планів постачання й аналізу їх виконання, контролю за виконанням постачальниками договірних зобов'язань. Етапи планування МТП наступні:

1. Дослідження ринку сировини – збір, аналіз, обробка й оцінка інформації про пропозицію, асортимент, ціни на матеріали та сировину, а також аналіз витрат по доставці сировини.

2. Розрахунок потреби верфі в матеріалах відбувається на підставі балансу МТП, враховуючи залишки і внутрішні джерела забезпечення. Потреба в сировині здійснюється наступними методами: детермінованим – за допомогою планів виробництва і нормативів витрат; стохастичним – за допомогою прогнозу, враховуючи потреби в минулих періодах; оцінним – за допомогою дослідно-статистичної оцінки.

3. Складання плану закупівель.

4. Аналіз заготівельного підприємства.

Змішаний тип структури відділу постачання є найбільш раціональним методом організації, сприяє підвищенню відповідальності працівників, поліпшенню МТП виробництва (рис. 3.26).



Рис. 3.26. Організаційна структура відділу МТП (змішаний тип)

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

Товарна група (бюро) виконує комплекс планово-оперативних функцій по забезпеченню виробництва конкретними видами матеріальних ресурсів (планування, обліку, завезення, зберігання й відпуску матеріалів у виробництво), тобто регулює роботу матеріальних складів.

Диспетчерська група (бюро) виконує оперативне регулювання і контроль за виконанням плану постачання підприємства та цехів сировиною й матеріалами; усуває неполадки, що виникають в ході постачання виробництва; контролює й регулює хід постачань матеріалів на підприємство.

На суднобудівних підприємствах служба постачання окрім відділу МТП включає і відділ зовнішньої кооперації (або бюро, групу), який може входити до складу відділу МТП. Відділи (бюро, групи) зовнішньої кооперації забезпечують виробництво напівфабрикатами (заготовками, деталями, вузлами). Вони також можуть будуватися за функціональною або товарною ознакою.

Формування нормативної бази, прогнозування і розробка планів МТП, встановлення господарських зв'язків і координація роботи служб постачання, що входять у підприємство, сконцентровані на базі служби постачання підприємства. Взаємодія підрозділів служби постачання підприємства здійснюється на основі функціональних зв'язків, а не адміністративного підпорядкування. Рух інформаційних потоків МТП наведено на рис. 3.27.

Однією з ланок організації МТП є складське господарство, основне завдання якого полягає в прийомі та зберіганні матеріалів, їх підготовці до виробничого споживання, а також у безпосередньому постачанні цехів необхідними матеріальними ресурсами. Завезення матеріалів і робота складів організовуються на основі оперативно-заготівельних планів.

3.4. Матеріально-технічна підготовка виробництва



Рис. 3.27. Рух інформаційних потоків МТП на підприємстві

Організація постачань матеріальних ресурсів на підприємстві. Постачання матеріальних ресурсів на підприємство здійснюються через господарські зв'язки. *Господарські зв'язки* – це процес встановлення взаємовідносин між постачальниками і покупцем або посередницькою організацією з приводу закупівлі матеріальних ресурсів, напівфабрикатів, комплектуючих виробів. Раціональна система господарських зв'язків припускає мінімізацію витрат виробництва і звернень, повну відповідність кількості, якості та асортименту продукції, що поставляється, потребам виробництва, своєчасність і комплектність її надходження. Господарські зв'язки між підприємствами можуть бути *прямими й опосередкованими (непрямими), тривалими й короткостроковими*.

При *прямих зв'язках* відносини щодо постачання продукції встановлюються між підприємствами-виготівниками й підприємствами-постачальниками прямо, безпосередньо. Прямі господарські зв'язки для підприємств – найбільш економічні та прогресивні у порівнянні з непрямими, оскільки вони, виключаючи посередників, зменшують витрати звернень, документообіг, зміцнюють взаємовідносини між споживачами та постачальниками.

Опосередкованими вважаються зв'язки, коли між підприємством-виготівником і підприємством-постачальником є хоча б один посередник. Постачання продукції споживачеві можуть здійснюватися змішаним шляхом, тобто як безпосередньо, так і через посередників (дистриб'юторів, джоберів, агентів, брокерів). Дистриб'ютори і джобери – це фірми, що здійснюють збут на основі оптових закупівель у великих промислових підприємств-виробників готової продукції. Дистриб'ютори на відміну від джоберів – досить великі фірми, які мають у розпорядженні власні склади і встановлюють тривалі контрактні відносини з промисловими підприємствами. Джобери, навпаки, скуповують окремі великі партії товарів для швидкого перепродажу.

Агенти і брокери – це фірми або окремі підприємці, що здійснюють збут продукції промислового підприємства на основі комісійного винагороджування.

Опосередковані господарські зв'язки вимагають додаткових витрат на покриття витрат діяльності посередників між підприємствами-споживачами і підприємствами-виготівниками [24].

Важливими етапами в організації МТП у суднобудуванні є: *специфікація ресурсів та укладення господарських договорів про постачання продукції*.

Специфікація ресурсів – розшифровка укрупненої номенклатури за конкретними видами, марками, сортами, типами, розмірами та іншими ознаками. Від того, наскільки правильно складена специфікація матеріальних ресурсів, залежить матеріальне забезпечення виробництва.

У *договорах* вказується найменування продукції, її кількість, асортимент, комплектність, якість і сортність із вказівкою стандартів і технічних умов, терміни постачання продукції, ціна на продукцію, що поставляється, та її загальна вартість, вимоги до упаковки й тари, умови оплати, термін дії договору.

Організація постачання цехів і виробничих ділянок.

Забезпечення матеріальними ресурсами виробничих цехів, ділянок та інших підрозділів підприємства є завершальним етапом МТП і потребує виконання наступних функцій:

- встановлення кількісних і якісних завдань по постачанню (лімітація);
- підготовки матеріальних ресурсів до виробничого споживання;
- відпускання і доставки матеріальних ресурсів зі складу служби постачання на місце її безпосереднього споживання або на склад цеху, ділянки;
- оперативного регулювання постачання;
- обліку і контролю за використанням матеріальних ресурсів у підрозділах підприємства.

Постачання цехів матеріалами здійснюється відповідно до встановлених лімітів і конкретних особливостей виробництва. Ліміт встановлюється виходячи з виробничої програми цеху й специфікованих норм витрати. На основі лімітів і норм витрати сировини та матеріалів на підприємстві організовується система забезпечення цехів і підрозділів матеріально-технічними ресурсами.

Нормування витрати прокату. Нормування витрати і запасів матеріалів призначене для встановлення планової міри їх виробничого споживання. Основне завдання нормування – забезпечення застосування технічно й економічно обґрунтованих норм витрати матеріалів. *Норма витрати* – максимально допустима планова кількість матеріалу, яка необхідна для виготовлення одиниці продукції (чи виконання одиниці роботи) встановленої якості в заданих умовах виробництва. Обґрунтовані норми витрати P_n матеріалу на виріб масою Q складаються з корисно використаного матеріалу, кількість якого визначається питомою витратою на одиницю маси p виробу, величини відходів O і втрат $П$:

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

$$P_{\text{н}} = pQ + (O + П).$$

Питомі витрати встановлюються для галузі промисловості виходячи з усереднених умов виробництва на усіх її підприємствах. Галузеві нормативи – величина, обов'язкова для виконання. Окремі підприємства з більш високим рівнем виробництва можуть керуватися власними нормативами питомої витрати, величина яких не має бути нижче галузевих. Залишок початкового матеріалу, який непридатний для виготовлення основної продукції, називається відходом. З відходів можна виготовляти іншу продукцію (тоді їх називають використовуваними відходами) або можна вживати їх як вторинну сировину для металургійної промисловості. Кількість початкового матеріалу, що безповоротно втрачається в ході виробничого процесу виготовлення продукції, утворює втрати. При тепловому різанні листового прокату, наприклад, втрати у вигляді грату (шлакових струмків), бризок, металу, що випаровується й вигорає, становлять 5–12 %. Величини відходів і втрат визначаються нормативами, що враховують технологію робіт при виготовленні виробів: операціями, послідовністю їх виконання, використовуваним устаткуванням.

Існує декілька видів норм витрати матеріалів:

- індивідуальні, що встановлюють витрату на одиницю продукції;
- групові середньозважені величини для галузевої номенклатури однойменних видів продукції, що виробляється на різних підприємствах;
- специфіковані, що розписані по типорозмірах виробів;
- зведені – відносяться до однорідних видів матеріалів без урахування типорозмірів.

Крім норми витрати для оцінки використання матеріалів застосовують коефіцієнти: використання, розкрою й витратний [2].

3.4. Матеріально-технічна підготовка виробництва

Коефіцієнт використання η визначається як відношення корисної витрати на одиницю продукції до відповідної норми витрати:

$$\eta = (pQ)/P_{\text{н}}.$$

Протилежний показник $k = 1/\eta$ називається *витратним коефіцієнтом*.

Коефіцієнт розкрою характерний для прокатних матеріалів і, в першу чергу, для листів. Він дорівнює відношенню маси (об'єму, площі, довжини) деталей до маси (об'єму, площі, довжини) початкового матеріалу. Для прокату коефіцієнти розкрою й використання практично співпадають, відрізняючись лише на величину втрат.

Для оцінки розкрою матеріалу та економічності конструкцій іноді використовують також відношення норми витрати до значень головного параметра виробів: товщини, потужності, вантажопідйомності, продуктивності і т. п.

У суднобудуванні показники витрати матеріалів поділяють на проектні й виробничі. Проектні норми витрати розробляють проектні організації спільно з суднобудівним заводом і по них, як правило, замовляють матеріал для побудови першого (головного) судна серії. Подальші, серійні судна будують, коли вже готові усі робочі креслення, технологічна документація, виправлені невідповідності та помилки. На цьому етапі будівництва суден з'являється можливість уточнити й поліпшити розкрій матеріалів. Тому змінюється і норма витрати матеріалів, зменшуючись на 10–25 %. Уточнені для побудови серійного судна норми витрати називаються виробничими. У міру освоєння суден серії виробничі норми можуть змінюватися і далі.

Усі матеріали, які необхідні для побудови судна, поділяються на основні (що використовуються для виготовлення

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

корпусних конструкцій) і технологічні (що вимагаються для забезпечення ТП) – дріб для очищення від окалини, електроди й електродний дріт, ацетилен і кисень для теплового різання і т. п. Існують ще й допоміжні матеріали, використання яких пов'язане з виготовленням оснащення та пристосувань. Норми витрати матеріалів усіх трьох типів розраховують окремо.

Витрати листового прокату визначає підприємство на основі карт розкрою – масштабного спільного креслення деталей, що вирізуються з цього листа. При складанні карти розкрою раціональним розміщенням деталей досягають максимального коефіцієнта розкрою, який у суднокорпусобудуванні не має бути нижчим 0,85. Для цього в першу чергу укладають найбільш довгі й широкі деталі, що займають максимум вільної площі листа; поєднують прямі й криволінійні (опуклі з увігнутими) кромки суміжних деталей; деталі трикутної, трапецієподібної, Г- і Т-подібної форми укладають зустрічним порядком, утворюючи прямокутник.

Для підвищення коефіцієнта розкрою листового прокату доцільно використовувати великогабаритні листи шириною більше 2 м і довжиною понад 10 м. При збільшенні розмірів листів зменшуються втрати й відходи матеріалу.

Найбільш ефективним засобом підвищення використання матеріалу листів може бути перехід до розкрою з використанням автоматизованих інформаційних систем: кількість варіантів, що перебираються, і швидкість дії дозволяють не лише досягати оптимального розкрою, але й максимально скоротити час та трудомісткість складання карт розкрою.

Коефіцієнт використання профільного і штабового прокату в суднобудуванні встановлений не менше 0,90. Норма витрати цих видів прокату визначається розрахунком на основі креслень корпусних конструкцій та результатів розрахунку з використанням інформаційної моделі корпусу судна, а також з ура-

3.4. Матеріально-технічна підготовка виробництва

хуванням нормативів на величину різного роду припусків. Втрати при виготовленні деталей з профільного прокату виникають при різанні, свердлінні отворів, розчищенні кромки під зварювання і т. п. Величина втрат доходить до 3–5 % маси прокату і залежить від довжини й кількості вирізуваних деталей. Для підвищення коефіцієнта використання профільного прокату доцільно збільшувати довжину заготовок. Застосовуючи профілі максимальної довжини, можна збільшити коефіцієнт використання до 0,93–0,97. При забезпеченні зварювання заготовок в одну безперервну деталь (технічно це можливо здійснити) η досягає максимального значення 0,98–0,99, а кінцеві відходи зникнуть зовсім.

Кількість металу, що витрачається на виготовлення технологічного оснащення й пристосувань, коливається від 2 до 23 % від маси металевого корпусу судна, що будується. Коефіцієнт використання сталевих прокатів для оснащення нормується в суднобудуванні окремо для листів (0,90) і профілю (0,97).

Основними показниками МТП є: кількісні й якісні показники плану заведення матеріальних ресурсів (номенклатура, кількість і вартість матеріальних ресурсів); транспортно-заготівельні витрати (вартість перевезення матеріалів і витрати на доставлення матеріалів до складу підприємства; витрати на тару; витрати на зберігання, видавання у виробництво й відвантаження споживачеві матеріальних ресурсів); адміністративно-господарські витрати (витрати на утримання апарату відділу МТП) і т. п.

Підставою для позитивної оцінки діяльності органів МТП служать: відсутність перебоїв у постачанні виробництва та наднормативних запасів і неліквідів; своєчасне укладення договорів і т. п.

Укрупнене нормування матеріалів у суднобудуванні.
Нормативи з праці – це регламентовані заздалегідь певні

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

витрати праці на виконання одиниці роботи в найбільш раціональних організаційно-технічних умовах. Для правильного використання нормативів з праці при визначенні норм виділяють: *елементні (диференційовані) й укрупнені нормативи*.

Елементні (диференційовані) нормативи встановлюються на окремі прийоми або трудові дії. Найбільш поширеними є диференційовані нормативи, які розроблені на виконання окремих трудових прийомів і призначені для розрахунку конкретних норм в умовах масового, багатосерійного й серійного виробництва.

Укрупнені нормативи – це нормативи часу на виконання комплексу технологічно й організаційно пов'язаних між собою трудових прийомів. Елементи операції об'єднуються в комплекси за принципом технологічної послідовності (технологічні комплекси) або за ознакою спільності чинників їх тривалості (розрахункові комплекси). В одному випадку основою укрупнення є елементи трудового процесу, в іншому – категорії витрат часу. Укрупнення нормативів можливе по деталізації виробничого процесу: нормативи на прохід, на перехід, на поверхню, на комплекс прийомів, на виріб. Норми, що розраховані за укрупненими нормативами, менш точні, ніж розраховані за елементними нормативами, оскільки враховують меншу кількість чинників. Їх застосування зменшує витрати праці на розрахунок норм більш ніж у три рази [2].

Проведені останнім часом дослідження доводять існування сьогодні у суднобудівній галузі актуальної проблеми: потреби в нових (переважно, укрупнених) нормативах з праці. Пов'язано це з розширенням номенклатури продукції, що випускається підприємствами, безперервним удосконаленням виробничих технологій і самих об'єктів робіт, незручністю використання диференційованих нормативів, що вимагають значних витрат часу нормувальника, й неприпустимою

3.4. Матеріально-технічна підготовка виробництва

погрішністю існуючих галузевих укрупнених нормативів, які не зважають на специфіку окремих підприємств галузі.

Сьогодні, у зв'язку з відсутністю централізованої нормативної бази з праці, заводи і верфі суднобудівної галузі здійснюють нормування праці, як правило, несистемно, спираючись або на колишні нормативи, термін дії яких збіг, або на експертні оцінки. При цьому нормувальниками не враховуються повною мірою чинники, що відповідають організаційно-технічному, господарсько-економічному й кадровому рівню підприємства і чинять істотний вплив на тривалість виконання виробничого процесу. Це, у свою чергу, значно знижує ефективність застосування диференційованих методів нормування.

З урахуванням ситуації, що склалася, описана проблема може бути розв'язана шляхом створення й впровадження системи трудових нормативів для конкретних підприємств суднобудування. При цьому перевагу слід віддати розробці й реалізації, в першу чергу, укрупнених нормативів, які охоплювали б усю номенклатуру виконуваних робіт індивідуально для кожного конкретного підприємства і з урахуванням усіх його сучасних особливостей. Така система нормативів з праці може ефективно застосовуватися суднобудівним і електромонтажним підприємством на усіх етапах створення виробу, починаючи від розробки технічного завдання та закінчуючи будівництвом (рис. 3.28). Базою для розробки нових трудових нормативів можуть стати фактичні (емпіричні) дані, накопичені підприємством за попередні 5–20 років. Причому підприємство у разі потреби може досягти найвищої міри деталізації нормативної бази, щоб заповнити ті пропуски в нормуванні праці, які виникли у зв'язку з відсутністю або незручністю використання відповідних диференційованих нормативів.

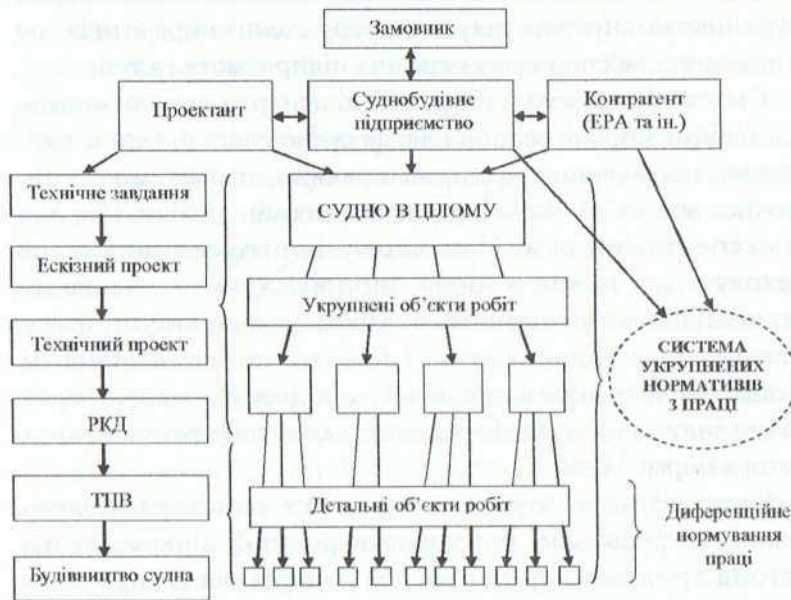


Рис. 3.28. Використання системи укрупнених нормативів з праці на суднобудівному підприємстві

Враховуючи сучасну економічну ситуацію, можна зробити висновок про те, що в умовах ринкової економіки створення підприємствами суднобудування власної нормативної бази з праці у вигляді системи укрупнених трудових нормативів по усій номенклатурі виконуваних робіт може стати одним із найбільш ефективних напрямів їх діяльності. Його реалізація дасть можливість кожному суднобудівному підприємству з урахуванням наявних виробничих, технічних, фінансових та інших можливостей кількісно оцінювати їх граничні значення для вирішення питань про здійсненість договірних зобов'язань, збереження (підвищення) рівня оплати праці працюючих в умовах інфляції й про отримання прибутку як

основного джерела успішної промислово-комерційної діяльності підприємства. При цьому створювані нормативи повинні задовольняти наступним основним вимогам:

- створенню єдиної системи нормативів з праці, що враховує організаційно-технічні, господарсько-економічні й кадрові особливості підприємства і тісно пов'язаної з автоматизованими системами більш високого рівня, що діють на цьому підприємстві;
- розробці, в першу чергу, укрупнених нормативів з праці, що дозволяє оперативно охопити всю номенклатуру робіт підприємства;
- мінімізації погрішності оцінки значень норм праці;
- максимально можливого скороченню витрат часу й фінансових коштів на розробку нормативів;
- обліку динаміки зміни норм праці у часі;
- узгодженню нормативів з профспілковою організацією, що діє на підприємстві, а також з іншими підрозділами підприємства, що беруть участь у формуванні норм праці й плануванні об'ємів робіт.

Досліджуючи сферу нормування праці в суднобудуванні, необхідно розглядати її в тісному взаємозв'язку з поняттями "суднобудівне підприємство" і "судно". При розробці й використанні нормативів з праці обов'язково повинен враховуватися той факт, що сучасне суднобудівне підприємство і сучасне судно характеризуються дуже складною розгалуженою структурою й великою кількістю виконуваних функцій. Іншими словами, вони можуть розглядатися як дві великі технічні системи, які нерозривно пов'язані одна з одною. Елементами взаємодії цих двох систем є процеси проектування судна, підготовки виробництва й будівництва замовлення, невід'ємною частиною кожного з яких, безумовно, можна вважати ефективне нормування праці для прийняття

різного роду рішень (проектних, технічних, організаційних, технологічних). Таким чином, можна зробити висновок про те, що для розробки і реалізації трудових нормативів у рамках конкретного суднобудівного підприємства необхідно використовувати системний підхід. Саме він дозволяє всебічно досліджувати складні системні об'єкти і процеси з урахуванням різноманіття їх вхідних та вихідних змінних, внутрішніх і зовнішніх чинників, а також структурних і функціональних особливостей, тим самим забезпечуючи виконання необхідних вимог для створення єдиної системи нормативів, що зважають на специфіку конкретного підприємства, динаміку зміни норм праці у часі й охоплюють усю номенклатуру робіт на підприємстві.

За предмет розробки окремого нормативу з праці можна прийняти математичну модель норми праці – аналітичну залежність між визначальними конструктивно-технологічними параметрами об'єкта робіт і показником норми праці. Основними вимогами, яким повинні задовольняти моделі норм праці, що розробляються, є наступні: *простота моделей, доступність оцінки параметрів на різних етапах проектування і будівництва судна, адекватність отриманих оцінок емпіричних даних.*

Для обробки емпіричних даних можна вибрати методи і принципи теорії імовірності й математичної статистики. Завдяки цьому в моделях, що розробляються, враховується вплив на тривалість виконання робіт, з одного боку, визначальних параметрів об'єкта робіт (довжини зварного шва, маси встановлюваного механізму, площі зафарбованої поверхні і т. п.), які обумовлені особливостями ТП, а з іншого боку, – різних чинників виробництва, які характерні для цього підприємства на даному часовому етапі (ступеня сношення технологічного устаткування, рівня автоматизації і механізації

виробництва, рівня кваліфікації персоналу, якості організації робіт, наявності моральної та матеріальної зацікавленості працівника в результатах праці й т. п.).

Вказані чинники входять в модель у вигляді постійних параметрів. Основним показником норм праці, який використовується для складання нормативів, вибирається трудомісткість. Доцільно використати також абсолютні питомі показники (наприклад, середній щомісячний виробіток робітника). Детальний перелік параметрів можна згрупувати в якості єдиної бази початкових даних для створення трудових нормативів на всі основні види й підвиди робіт суднобудівного виробництва, які виконуються в період будівництва суден, з прив'язкою до відповідних об'єктів робіт.

Важливо також відмітити використання параметра часу в моделі для обліку динаміки зміни норм праці в обстановці, коли безперервно змінюються організаційно-технічні й інші умови виробництва. Для розроблення типового алгоритму створення укрупнених нормативів з праці (який може бути реалізований у рамках окремих суднобудівних підприємств) необхідні наступні кроки:

- визначення переліку робіт, на які створюються нормативи, а також сфери їх застосування й повноти початкової інформації;
- підбір початкових даних та їх структуризація;
- аналіз початкових даних і побудова одного або декількох альтернативних варіантів математичної моделі норми праці;
- перевірка отриманих математичних моделей на відповідність емпіричним даним;
- вибір найкращого варіанта математичної моделі;
- визначення погрішності оцінки значень показника.

У разі реалізації такого підходу відмінності між трудовими нормативами різних суднобудівних підприємств відіграватимуть важливу роль у конкурентній боротьбі підприємств за

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

право отримання замовлень. Саме такі відмінності, що виявляються під час тендерів, стануть для "відстаючих" підприємств стимулом до зниження трудомісткості будівництва замовлень, що, за наявності об'єктивних нормативів з праці, може бути здійснено шляхом вибору і реалізації найбільш ефективних заходів, спрямованих на підвищення продуктивності й зниження норм праці.

Створення єдиної системи укрупнених нормативів з праці дозволить значно підвищити ефективність застосування сфери нормування праці різними структурними підрозділами підприємств для вирішення широкого спектра завдань у період пошуку замовлень, укладення контрактів на їх будівництво, в процесі проектування суден, підготовки, планування й організації їх побудови. У свою чергу, укрупнене нормування більшою мірою ніж диференційоване відповідає специфіці галузі й дасть можливість підвищити оперативність та якість нормування праці, а також дозволить прогнозувати розміщення замовлень.

Рішення німецької компанії SAP SE для суднобудування в галузі МТП. Управління МТП. Планування закупівель відбувається відповідно до графіка побудови судна і підготовки РКД [34]. Однією з відмітних особливостей суднобудування як виду бізнесу є паралельний хід процесів проектування, закупівель і виробництва. Відповідні складні взаємозв'язки графіка постачання конструкторських і технологічних документів (конструкторські й технологічні документи передаються у виробництво чергами), підготовки виробництва, технологічного графіка побудови судна і процесів закупівлі вихідних матеріалів, комплектуючих та суднового устаткування знаходять своє відображення в ієрархії структурних елементів і операцій мережевого графіка проекту будівництва судна. Компоненти, що пов'язані з операціями мережевого графіка,

3.4. Матеріально-технічна підготовка виробництва

самі по собі можуть бути досить складними виробами, які мають власну специфікацію й технологічну карту, що повинно бути враховано в ході планування. Відсутність детальної інформації про структуру проекту на початку процесу будівництва судна компенсується існуючими на практиці об'ємними методами планування закупівель, які дозволяють на підставі лише основних параметрів судна розрахувати з достатньою точністю потреби у ряді матеріальних позицій.

У рішеннях SAP реалізований також ряд спеціальних методів планування, які дозволяють врахувати специфіку МТП виробничого процесу: *планування змін; планування по пункту замовлення.*

Тоді як "класичне" планування потреби в матеріалах здійснюється, як правило, на досить тривалі періоди (планування на місяць, квартал, рік), планування на подальшу добу може здійснюватися у вигляді планування потреби через зміни. При цьому планується потреба тільки в тих матеріалах, запаси яких змінилися впродовж дня. Ця функція дає можливість повторювати операцію планування через короткі проміжки часу. Для того щоб ще більше скоротити тривалість процедури планування, вона може бути здійснена для певного рівня планування (планування потреб цеху, ділянки). Система автоматично генерує повідомлення про дефіцитні матеріальні позиції, звільняючи планувальників від рутинного контролю.

Для допоміжних виробничих матеріалів може використовуватися планування по пункту замовлення. При цьому способі планування потреби в матеріалах наявний у розпорядженні складський запас порівнюється з пунктом замовлення. Якщо наявний складський запас менший, ніж пункт замовлення, то автоматично створюється замовлення на закупівлю цієї матеріальної позиції.

Управління закупівлями. Рішення SAP підвищує ефективність процесів планування й здійснення оперативних

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

закупівель, повноцінного управління запасами і застосування системи звітів за усіма операціями закупівлі. Можливості застосування електронного каталогу матеріальних позицій (вихідні матеріали й деталескладальні одиниці) значно полегшують процес подання заявок. Рішення забезпечує оптимальний вибір постачальників, проведення їх атестації, що допомагає організувати процеси узгодження контрактів. Рішення надає ефективні засоби для організації тендерів на закупівлю й участі в них. Точні звіти про наявність запасів подаються оперативно і дозволяють підвищити їх оборотність. Автоматизація рутинних операцій, автоматичне визначення джерел постачання і перетворення заявок у замовлення на закупівлю забезпечує значне підвищення продуктивності у сфері заготівлі. Для відділу закупівель в рішенні SAP передбачено виконання ряду різноманітних функцій, які забезпечують ефективне проведення необхідних закупівель, починаючи від складання заявки на матеріали і деталескладальні одиниці й закінчуючи роздруком замовлень на постачання та довгострокових контрактів. Відділ закупівель приймає рішення, чи треба робити замовлення на підставі пропозицій постачальника або ж спочатку необхідно розіслати запити й пропозиції на постачання іншим постачальникам. Складання заявки на закупівлю, як і надання позицій по довгострокових контрактах, здійснюється в основному автоматично на основі наявних даних. Крім того, система надає інформацію про атестацію постачальника, про вибір постачальника, об'єм матеріалу або деталескладальні одиниці, які поставляються одним постачальником, а також дані для здійснення постійного контролю за виконанням замовлення.

Довідкові функції роблять прозорими такі операції, як, наприклад, "Запаси", "Інформація про постачальників", "Історія замовлення на закупівлю", "Терміни постачання" й "Очікувані постачання по замовленнях".

3.4. Матеріально-технічна підготовка виробництва

Контроль рахунків – спеціальна функція в рішенні SAP, яка автоматично виявляє відповідність основних параметрів замовлення на закупівлю (контракту) й рахунку, який фактично поступив від постачальника. При збігу із заздалегідь запланованими значеннями здійснюються усі проводки і дається дозвіл на платіж. Перевищення заздалегідь встановлених допусків, наприклад відносно об'єму, ціни і терміну постачання, веде до блокування платежу по вхідному рахунку-фактурі. По кожній матеріальній позиції, що закуповується, є можливість вказувати:

- нормативний відсоток браку в масі матеріалу, що закуповується;
- нормативний відсоток браку, що пов'язаний з пошкодженням матеріалу в процесі виробництва.

Наявність цих даних дозволяє формувати об'єми партій матеріалів, що закуповуються, з урахуванням того, що частина матеріалу буде забракована на вхідному контролі якості, а частина матеріалу буде зіпсована в процесі виробництва. Таким чином, наявність цих поправок забезпечує достатню кількість закуповуваного матеріалу, необхідного для випуску готової продукції на всіх стадіях виробництва.

Управління складськими запасами. Рішення SAP підтримує всі основні сфери управління запасами й складами, такі як: обробка вхідних надходжень і вихідних постачань, транспортування товарів, взаємодія з контрагентами, проведення інвентаризацій, управління запасами в кількісному й вартісному вираженні. Всі можливості рішення можуть бути використані як локально, для удосконалення функцій окремого складу, так і для ефективного управління складною, розгалуженою структурою складів.

Функції швидкого пошуку по складах потрібної продукції й оптимального розміщення продукції на складах з урахуванням необхідних умов зберігання підвищують продуктивність

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

роботи складських фахівців. За допомогою рішення забезпечується управління усіма надходженнями товарів з урахуванням вимог контролю якості, а також швидке й ефективне проведення інвентаризації складських запасів. Управління запасами повністю інтегровано з компонентами для управління фінансами. Функції загальної роботи через Інтернет підтримують оперативне відстежування транспортувань і підтвердження постачання. Автоматизується обробка ситуацій розбіжності даних у рамках всього процесу фактурування, а також робота з повідомленнями про попереднє відвантаження. Таким чином, постачальники можуть надати отримувачу вантажу інформацію про постачання й упаковку ще до прибуття замовлених товарів. Об'єднання внутрішньої інформації про постачання й запаси з даними, які отримані від клієнтів та постачальників послуг, дозволяє представити цілісну, точну й актуальну картину логістичного контуру управління. Завдяки цьому зростає інформованість усіх учасників логістичних процесів і знижується кількість помилок. Точні й оперативні дані, а також звітність, яка складається в режимі реального часу, – надійна база для прийняття керівниками підрозділів, які відповідають за МТП, своєчасних і оптимальних рішень. Користувач інформаційної системи може виділити усі матеріальні позиції, які необхідні для побудови цього судна, в окрему групу, так званий запас проекту, який дозволяє розмежувати процеси постачання з різних проектів.

У рішенні SAP реалізована ефективна процедура автоматичної перевірки якості забезпечення виробничих процесів необхідними матеріальними позиціями. Ця процедура, що називається перевіркою доступності, дозволяє, не запускаючи повномасштабного планування потреби в матеріалах, перевірити з урахуванням усіх поточних оперативних змін, чи дійсно заплановані виробничі потужності й матеріальні по-

3.4. Матеріально-технічна підготовка виробництва

зиції, які купуються і виготовляються, будуть доступні до вирахуваного терміну. Відстежування дефіцитних матеріалів відбувається впродовж усього потоку операцій, починаючи від виявлення дефіцитних матеріалів, отримання інформації про відпущення матеріалу та закінчуючи обробкою невиконаних замовлень на закупівлю.

Контрольні питання

1. Що таке матеріально-технічна підготовка виробництва?
2. Назвати завдання і суть матеріально-технічної підготовки виробництва на верфі.
3. Навести функції МТП на підприємстві.
4. Які бувають організаційні структури МТП на підприємстві?
5. Назвати етапи планування МТП.
6. Як здійснюється постачання матеріальних ресурсів на підприємство?
7. Навести основні види норм витрати матеріалів.
8. Дати характеристику коефіцієнта розкрою для прокатних матеріалів.
9. Навести основні показники МТП.
10. Які види нормативів виділяють при визначенні норм праці?
11. Які основні вимоги повинна задовольняти система укрупнених трудових нормативів підприємства?
12. Які основні вимоги повинні задовольняти моделі норм праці, що створюються?
13. Навести необхідні кроки для розроблення типового алгоритму створення укрупнених нормативів з праці.
14. Навести характеристику спеціальних методів планування компанії SAP, що дозволяють врахувати специфіку МТП.
15. У чому суть рішення компанії SAP "управління закупівлями"?

3.5. Технічне переозброєння і реконструкція виробництва

Технічне переозброєння і реконструкція виробництва до побудови судна нового проекту є сукупністю взаємозв'язаних процесів, що забезпечують побудову суден нового проекту спорудами, необхідними площами, комунікаціями, засобами технічного переозброєння й підйомно-транспортним устаткуванням.

До технічного переозброєння відноситься комплекс заходів по підвищенню техніко-економічного рівня виробництва, його механізації та автоматизації, модернізації й заміни застарілого та фізично зношеного устаткування новим, продуктивнішим, а також по вдосконаленню загальнозаводського господарства і допоміжних служб. Метою технічного переозброєння діючих підприємств є всемірна інтенсифікація виробництва, збільшення виробничих потужностей, випуску продукції й поліпшення її якості при забезпеченні зростання продуктивності праці, скороченні робочих місць, зниженні матеріаломісткості й собівартості продукції, економії матеріальних та паливно-енергетичних ресурсів, поліпшенні інших техніко-економічних показників роботи підприємства.

Реконструкція передбачає переобладнання існуючих цехів і об'єктів основного, підсобного й обслуговуючого призначення, як правило, без розширення будівель і споруд основного призначення й пов'язана з вдосконаленням виробництва та підвищенням його техніко-економічного рівня на основі досягнень науково-технічного прогресу.

Реконструкція забезпечує усунення диспропорцій у технологічних ланках; впровадження маловідхідної та безвідхідної технології і гнучких виробництв; скорочення кількості робочих місць; підвищення продуктивності праці; зниження

матеріаломісткості й собівартості продукції, підвищення фондівіддачі та поліпшення інших техніко-економічних показників [8].

В умовах інтенсифікації виробництва на основі прискорення науково-технічного прогресу і впровадження інноваційних технологій значення реконструкції й технічного переозброєння основних суднобудівних виробництв значно зростає і повинне стати найважливішим пріоритетним напрямом інвестування. Одночасно це буде важливим кроком у поліпшенні екологічної обстановки.

При цьому принципово важливим є не відновлення зношеного устаткування на колишній техніко-технологічній базі, а перехід до нових інноваційних технологій на сучасному устаткуванні.

Технічне переозброєння – це:

- 1) реконструкція – зміна деяких параметрів виробничих потужностей;
- 2) заміна старого устаткування на сучасне з прогресивнішою технологією.

Основними цілями реконструкції є: зниження собівартості продукції; поліпшення якості продукції; збільшення продуктивності й обсягів випуску; поліпшення якості технологічних ліній (наявність гнучких систем виробництва, що дозволяють випускати різні види продукції).

Заходи, що намічаються в ході реконструкції й перед ухваленням рішення про її реалізацію. Техніко-економічне обґрунтування. Заходи по технічному переозброєнню проводяться у тому випадку, якщо вони економічно доцільні, тобто для цього підприємство повинне провести аналітичну роботу. Ця робота полягає в проведенні внутрішнього і зовнішнього аналізу [48].

Внутрішній аналіз включає: аналіз собівартості, якості й обсягів випуску продукції.

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

Зовнішній аналіз включає: аналіз структури ринку, об'єму ринку, ціни; аналіз якості й обсягу випуску продукції у конкурентів.

Коли визначена необхідність заміни старого устаткування на нове, то приступають до технічного аналізу і складання плану та графіка технічного переозброєння. Не оцінивши технічного рівня засобів виробництва, що використовуються на цьому підприємстві, не можна розробити реально досяжний і в той же час максимально ефективний план технічного переозброєння цього підприємства. Тому визначення технічного рівня продукції, що випускається, а також засобів і методів її виробництва, виявлення функціональних залежностей між темпами підвищення технічного рівня виробництва, якості продукції, що випускається, і економічними результатами стає ключовою проблемою та найважливішим завданням.

На практиці застосовуються різні методики та інструкції, що регламентують напрям і зміст проведення техніко-економічних розрахунків виробничої діяльності підприємств, мета яких – виявлення резервів зростання ефективності виробництва. Проте у більшості своїй вони не вирішують в комплексі питання, що дозволяють пов'язати результати заходів, які проводяться на підприємстві з метою технічного переозброєння виробництва, з кінцевими результатами їх діяльності й кількісно виразити приріст або втрати в об'ємах продукції, що випускається, зниженні її собівартості, підвищенні рентабельності від проведення або не проведення кожного планованого заходу з технічного вдосконалення виробництва.

Оцінка й аналіз технічного рівня продукції, що випускається, повинні базуватися на економічному критерії, оскільки головною метою вдосконалення методів і засобів виробництва є досягнення заданих кінцевих результатів з мінімальними витратами виробничих і фінансових ресурсів та визначення впливу технічних заходів на економічні результати.

3.5. Технічне переозброєння і реконструкція виробництва

Виходячи з викладеного, аналіз ефективності технічного переозброєння діючого виробництва можна робити, аналізуючи обґрунтованість плану переозброєння виробництва та резервів підвищення ефективності використання фінансових ресурсів.

На підставі проведеного аналізу виявляються "вузькі місця" і розробляються заходи по їх ліквідації та підвищенню якісного стану виробництва, визначаються також потреби в устаткуванні, яке необхідне для реалізації заходів, що розробляються, й потреба у фінансових ресурсах на ці цілі. З'являється можливість порівняти досягнуті інтегральний і узагальнюючі показники технічного рівня з аналогічними показниками попереднього (базового) періоду, зіставити їх зростання зі змінами економічних результатів господарської діяльності підприємства.

Оцінка технічного й організаційного рівня виробництва на базі інтегральних показників повинна включати визначення його комплексного й узагальнюючого показників. Комплексний показник розраховується при цьому як сума величин узагальнюючих показників технічного рівня виробів, що випускаються, рівня технології ділянок і однорідних цехів, рівнів механізації й організації виробництва у балах, скоректованих на коефіцієнт значущості підсистем [24].

Після техніко-економічного обґрунтування йде процес вибору відповідного устаткування. Перший етап – пошук інформації про всіх виробників необхідного устаткування. Інформацію на них можна отримати в каталогах на виставках, ярмарках і т. п. Далі аналізуються техніко-економічні параметри, тобто фондівіддача, трудомісткість, продуктивність, енергоспоживання, якість виробів, що виробляються на цьому устаткуванні, вартість устаткування, займана площа, безвідходне виробництво. Вибирається таке устаткування, яке за своїми техніко-економічними параметрами найближче до потрібних.

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

Порівняння нового устаткування з устаткуванням конкурентів. Конкуренція є невід'ємною частиною сучасної ринкової економіки. Необхідно порівняти своє технологічне устаткування з устаткуванням конкурентів. Порівняння проводиться за наступними показниками: енергоємністю, трудомісткістю, собівартістю зробленої продукції, рівнем якості продукції, фондівіддачею.

Графік заходів, що проводяться. Діловий розклад – необхідний компонент реалізації технічного переозброєння. У ньому фіксується часовий графік ключових дій (розробка продукту і процесу його виробництва, аналіз ринку, розробка програми продажів). Слід вказати й найважливіші окремі завдання, критичні події, що визначають успіх справи. Перелік таких подій включає: завершення проектування; представлення проекту; замовлення сировини, матеріалів і комплектуючих у кількостях, необхідних для організації планованого об'єму виробництва; початок виробництва; отримання першого замовлення; перший продаж; оплата перших рахунків. Складання ділового розкладу дозволяє контролювати ключові моменти справи, передбачати й коригувати виникаючі помилки з тим, щоб зменшити можливий ризик. Грамотно складений діловий розклад демонструє партнерам професіоналізм управлінської команди.

Економічна ефективність реконструкції підприємства та її показники. Кваліфіковане використання показників, які виконують роль робочого інструменту в процесі техніко-економічного аналізу, є неодмінною умовою його якісної реалізації, що забезпечує виявлення реально існуючих резервів підвищення ефективності виробництва і створення сприятливої основи для ухвалення конструктивних, економічно обґрунтованих управлінських рішень.

Методичною базою розробки вимог до системи показників служать основні принципи планування науково-технічного

3.5. Технічне переозброєння і реконструкція виробництва

прогресу: *науковість, ефективність, комплексність.* Для економічної оцінки ефективності технічного переозброєння найбільш значимим є виконання таких вимог:

1) орієнтація усієї системи показників на кінцевий результат, а також на дохід підприємства;

2) забезпечення можливості планування, виміру і оцінки напрямку технічного переозброєння по функціональних елементах виробництва на усіх рівнях управління;

3) ув'язка розділів плану технічного розвитку виробництва з планами технічного переозброєння і планами між технічним рівнем та ефективністю виробництва, обліку фактичного ефекту від освоєння нової техніки;

4) забезпечення можливості використання планованих й оцінних показників удосконалення рівня для цілей економічного і морального стимулювання, здійснення контролю й аналізу за ефективністю використання виділених на ці цілі коштів.

Показники аналізу й ефективності якісного вдосконалення виробничої бази підприємства повинні забезпечити кінець кінцем оцінку ретроспективних економічних результатів реалізації заходів і плану технічного переозброєння, зміни технічного рівня виробництва, а також оцінку його перспективних можливостей. Для техніко-економічного аналізу й оцінки економічної ефективності витрат капітальних вкладень на якісне вдосконалення виробничої бази підприємств можна запропонувати наступну систему показників [48]:

1. Основні показники – абсолютна ефективність капітальних витрат; термін окупності капітальних вкладень; приріст виробничих потужностей; зміна випуску товарної продукції; зміна собівартості; зміна прибутку.

2. Додаткові показники:

а) показники, що характеризують ефективність використання виробничих ресурсів, – зміна матеріаломісткості

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

продукції, що випускається, а також зміна її трудомісткості й фондомісткості;

б) показники ефективності інвестиційного процесу:

– питомі капітальні вкладення на одиницю потужності, що вводиться, на 1 грн збільшення випуску товарної продукції, на 1 грн приросту прибутку (зниження собівартості);

– показники оновлення основних виробничих фондів, вартість основних фондів, що підлягають ліквідації й заміні, коефіцієнт введення нового устаткування (у процентах), коефіцієнт вибуття (у процентах);

– показники зміни технічного рівня виробничої бази підприємства, інтегральний та узагальнюючі показники якісного стану виробництва.

Для визначення економічного ефекту від технічних заходів використовуються наступні показники:

1) ефективність вкладень від заходів, спрямованих на приріст виробничих потужностей:

$$E_{в.п} = \text{ВП}_{\text{тех}} / \text{КВП},$$

де $\text{ВП}_{\text{тех}}$ – зростання виробничої потужності за рахунок технічного переозброєння; КВП – капітальні вкладення на переозброєння, спрямовані на приріст виробничої потужності;

$$\text{ВП}_{\text{тех}} = \Delta \text{ВП}_{\text{тех}} - (\Delta \text{ВП}_{\text{устат}} \cdot Y_{з.п}),$$

$\Delta \text{ВП}_{\text{тех}}$ – приріст потужності за рахунок технічного переозброєння; $\Delta \text{ВП}_{\text{устат}}$ – приріст виробничої потужності за рахунок підвищення частки встановленого устаткування, що зараховується до виробничої потужності; $Y_{з.п}$ – рівень використання збільшеної потужності;

2) економічну ефективність капіталовкладень від заходів, спрямованих на підвищення якості продукції, пропонується визначати за формулою

3.5. Технічне переозброєння і реконструкція виробництва

$$E_{я.п} = \frac{B_2 \cdot (E_2 - E_1)}{K_{я.п}},$$

де E_2, E_1 – економічний ефект базової продукції та нової продукції підвищеної якості; $K_{я.п}$ – капітальні вкладення на переозброєння, спрямовані на підвищення якості продукції; B_2 – випуск продукції після здійснення заходів;

3) економічна ефективність від заходів, спрямованих на зниження матеріало-місткості випуску, розраховується таким чином:

$$E_M = M_T / K_M,$$

ΔM_T – економія від зниження матеріаломісткості продукції; K_M – витрати капітальних вкладень на зниження матеріаломісткості;

$$\Delta M_T = \frac{M_1 - M_2}{Q} \cdot 100,$$

M_1, M_2 – матеріаломісткість випуску до і після здійснення заходів; Q – об'єм товарної продукції;

4) економічна ефективність заходів, спрямованих на зниження собівартості, визначається за формулою

$$E_c = \Delta C / K_c,$$

$\Delta C = B_2 \cdot (C_1 - C_2)$ – зниження собівартості продукції за рахунок технічного переозброєння; K_c – капітальні вкладення на ці заходи;

5) ефективність капітальних вкладень заходів по зниженню трудомісткості можна розраховувати за формулою

$$E_T = \Delta E_{\text{тр}} / K_T,$$

$\Delta E_{\text{тр}}$ – річна економія від зменшення трудомісткості виробів, що виготовляються; K_T – вкладення на дані цілі;

$$\Delta E_{\text{тр}} = \left(\frac{T_{\text{п-31}}}{M_1} + T_{\text{осн1}} + T_{\text{доп1}} \right) \cdot Y_{\text{р1}} - \left(\frac{T_{\text{п-32}}}{M_2} + T_{\text{осн2}} + T_{\text{доп2}} \right) \cdot Y_{\text{р2}} \cdot B_2,$$

де $T_{\text{п-31,2}}$ – підготовчо-завершальний час на партію деталей до і після впровадження нового обладнання, нормо-годин; $M_{1,2}$ – кількість деталей в партії до і після впровадження нового обладнання; $T_{\text{осн1,2}}$ – основний час на виготовлення однієї деталі до і після впровадження нового обладнання; $T_{\text{доп1,2}}$ – допоміжний час на виготовлення однієї деталі до і після впровадження нового обладнання, нормо-годин; $Y_{\text{р1,2}}$ – вартість години роботи робітника з основною і додатковою зарплатою та нарахуваннями до і після впровадження нового обладнання, нормо-годин.

Суднове машинобудування. Обмеженість власних засобів будь-якого підприємства суднового машинобудування не дозволяє провести повномасштабне технічне переозброєння і модернізацію активних частин основних виробничих фондів (ОВФ) для реалізації вимог сучасного ринку по судновому машинобудуванню і енергетичному обладнанню. Новаторський же статус перспективних проектів суден потребує зовсім нового рівня якості суднового машинобудівного й енергетичного обладнання. Такої якості можна досягти тільки використовуючи нові сучасні вискоефективні технології. У зв'язку з цим нові технології проектування й виготовлення суднового машинобудівного і енергетичного обладнання виступають як засіб кардинального переозброєння підприємства, що дозволить створити конкурентоспроможний вигляд машинобудівного комплексу вітчизняного судно-

будування на основі інноваційного розвитку виробництва. Технологічний розвиток виробничих потужностей на підприємствах суднового машинобудівного й енергетичного обладнання шляхом організації виробництва на основі вискоефективних ІТ забезпечить проведення комплексу досліджень і виготовлення конкурентоспроможних судових механізмів і устаткування для нового покоління суден різних типів і призначень, а також дозволить:

- розширити номенклатуру суднового комплектуючого устаткування, що виготовляється;
- підвищити якість суднового комплектуючого обладнання (СКО);
- підвищити в 1,5–2 рази продуктивність виготовлення суднового комплектуючого устаткування;
- понизити матеріаломісткість виробництва в 1,3–1,5 рази та його енергоємність у 2–2,5 рази за рахунок освоєння ефективних технологій;
- істотно підвищити виробничу безпеку й знизити викиди в довкілля за рахунок заміни традиційних процесів виготовлення металоконструкцій на принципово нові гібридні процеси;
- забезпечити високий рівень автоматизації виробництва;
- забезпечити гнучкість виробництва за рахунок автоматизованого формування управляючих програм з використанням сучасних CAD/CAM-систем;
- автоматизувати контрольні операції за рахунок застосування систем адаптації.

Основні завдання, які можуть бути вирішені в результаті впровадження проекту по освоєнню сучасних вискоефективних технологій на основі інноваційного розвитку виробництва, наступні:

- створення й відпрацювання промислової високопродуктивної технології у вітчизняному суднобудуванні для

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

виготовлення гарантовано якісних виробів суднового машинобудування для перспективних суден, скорочення технологічного відставання від передових країн;

- поліпшення умов праці й підвищення престижності суднового машинобудування.

Реалізація такого масштабного проекту технічного переозброєння і модернізації виробничих потужностей підприємств вимагає значних засобів і часу на їх освоєння. Для розробки проекту розвитку підприємства доцільно використати імітаційне моделювання як інструмент оцінки принципових оптимізаційних проектних рішень. Особливістю даного виробництва є його велика номенклатура продукції суднового машинобудівного й енергетичного устаткування, що виготовляється [8]. Основними умовами формування імітаційної моделі є:

- поетапна модернізація без зупинки виробничого процесу підприємства;
- оцінка можливості використання на тривалий період діючого устаткування після капітально-ремонтних робіт;
- оптимізація номенклатури нового придбаного устаткування з мінімізацією його кількості;
- розміщення нового устаткування на існуючих виробничих площах.

Основними цілями імітаційного моделювання є:

- розробка високоефективної виробничо-технологічної схеми підприємства;
- автоматизація адаптації виробничо-технологічної схеми до виробничого плану підприємства з урахуванням його оперативних коригувань.

Безумовно, технічне переозброєння і модернізація виробничих потужностей підприємств машинобудівного комплексу

3.5. Технічне переозброєння і реконструкція виробництва

з освоєнням нових ефективних виробничих технологій створять сучасну науково-виробничу базу для створення наукомістких конкурентоздатних видів суднової машинобудівної техніки для перспективних суден.

Сучасні рішення фірми СОЛВЕР по реконструкції й технічному переозброєнню машинобудівних підприємств. На даний час у суднобудуванні вирішальне значення має організація підготовки виробництва, від рівня організації якої залежить своєчасність і якість побудови суден із заданими техніко-економічними показниками. Необхідно зазначити, що у зв'язку з розформуванням економічних стосунків у суднобудівній галузі України відбувається реструктуризація підприємств. Структурні перетворення відбуваються і в службах підготовки виробництва, хоча *основне завдання*, якщо розглядати виробництво верфі, залишається без змін – *ефективне забезпечення побудови суден з мінімальними витратами, високою якістю і у встановлені строки*. Для вирішення цього завдання потрібні сучасні ІТ, інструментарій систем автоматизованого проектування, підготовлені фахівці, ефективна організація підготовки виробництва і система управління нею.

Слід зазначити, що рішення, які пропонуються фірмою СОЛВЕР, відносяться в основному до машинобудування, але їх у повній мірі можна використати і на суднобудівних підприємствах [28].

Побудова "розумного виробництва" на машинобудівних підприємствах. Модель сучасного машинобудівного підприємства можна представити у вигляді піраміди – геометричної фігури, що має найбільшу стійкість. Така піраміда (рис. 3.29) має, щонайменше, чотири "поверхи", функціонування яких забезпечується виробничими, інформаційними й управлінськими технологіями.

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

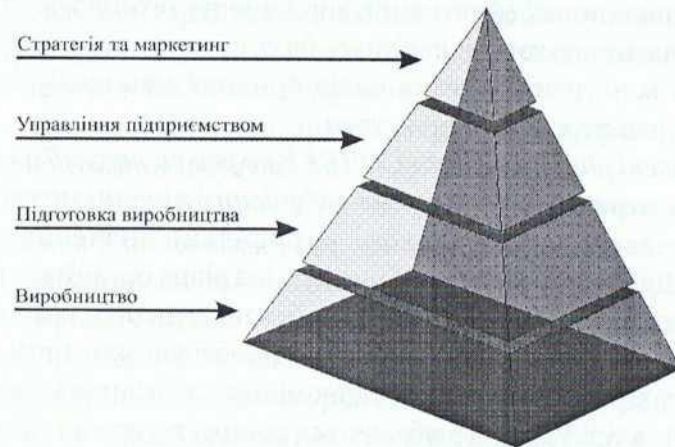


Рис. 3.29. Модель сучасного машинобудівного підприємства

Основна пропозиція СОЛВЕР для машинобудівних підприємств – запрошення до побудови "розумного виробництва" з відповідальністю за досягнення поставлених цілей у форматі: *строки, якість, витрати*. Основою, *1-м поверхом*, є виробництво. На *2-му поверсі* здійснюється конструкторсько-технологічна підготовка виробництва; *3-й поверх* складають служби управління. На верхньому, *4-му поверсі*, визначається стратегія і тактика розвитку підприємства. Продовжуючи аналогію з пірамідою, можна стверджувати, що якщо чотири поверхи підприємства пропорційно розвинені і тісно взаємозв'язані, його "конструкція" стійка, і воно може успішно розвивати свій бізнес. Сьогодні в силу історичних і економічних причин структури багатьох машинобудівних підприємств часто далекі від цього ідеалу. Так, наприклад, підприємствам, що інвестують великі кошти в придбання виробничого устаткування, але не забезпечують належної конструкторсько-технологічної підготовки, не вдається оперативно реагувати на кон'юнктуру ринку, в короткі терміни розробляти й за-

3.5. Технічне переозброєння і реконструкція виробництва

пускати у виробництво нові вироби. Апарат керівників, що залишився від старої організаційної структури, величезний, але його робота неефективна, оскільки недостатньо пропрацьовані (або відсутні) стратегія розвитку і маркетинг.

Або інший випадок – на підприємстві добре пропрацьовані ідеї по стратегії розвитку і маркетингу, конструкторсько-технологічна підготовка виробництва забезпечує оперативний запуск виробів у виробництво. Проте виробнича база застаріла і не дозволяє випускати продукцію необхідної якості, погана організація бізнес-процесів гальмує реалізацію ідей. Наслідком подібних диспропорцій розвитку поверхів бізнесу є тривалі цикли виробництва, високі витрати, низька якість виробів. Компанія СОЛВЕР, застосовуючи перевірені практикою методики й підходи, може допомогти машинобудівним підприємствам вирішити актуальні виробничі й організаційні проблеми: скоротити терміни виробництва виробів, підвищити їх якість, знизити виробничі витрати.

Методологія. Побудова ефективного виробництва на машинобудівних підприємствах здійснюється з використанням методології "Три проекти" [28]. Спектр пропонованих рішень охоплює підприємство в цілому, усі його поверхи – від виробництва і технічної підготовки виробництва до управління виробничими ресурсами підприємства й життєвим циклом виробів. Технології і методики, що використовуються, дають можливість розпочати позитивні перетворення з будь-якого з чотирьох поверхів бізнесу, поетапно поширюючи досягнутий успіх на підприємство в цілому. Ціль цих перетворень – технічне й організаційне переозброєння підприємства для створення системи випуску продукції, що максимально задовольняє запити кінцевих споживачів, і приносить підприємству максимальний прибуток. Методологія "Три проекти" припускає послідовне виконання експериментального проекту, проекту впровадження та індустріального

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

проекту – від експериментальних прототипів ефективного виробництва до тих, що діють, поширюючи досягнуті успіхи на все підприємство в цілому.

Контрольні питання

1. Що таке технічне переозброєння і реконструкція виробництва до побудови судна?
2. Яка мета технічного переозброєння діючих підприємств?
3. Що передбачає і забезпечує реконструкція підприємства?
4. Які основні цілі реконструкції підприємства?
5. Які заходи намічаються в ході реконструкції?
6. Які показники входять до техніко-економічного обґрунтування?
7. За якими показниками проводиться порівняння нового устаткування з устаткуванням конкурентів?
8. Що входить до ділового розкладу?
9. Яку систему показників можна використати для техніко-економічного аналізу й оцінки економічної ефективності витрат капітальних вкладень?
10. Які показники використовуються для визначення економічного ефекту від технічних заходів?
11. Що може забезпечити на підприємствах суднового машинобудування організація виробництва на основі високо-ефективних ІТ?
12. Навести основні складові рішення фірми СОЛВЕР по реконструкції й технічному переозброєнню машинобудівних підприємств.

3.6. Кадрова підготовка виробництва в суднобудуванні

Стратегія інноваційного розвитку економіки висуває особливі вимоги до суднобудівної галузі як високотехнологічної

3.6. Кадрова підготовка виробництва в суднобудуванні

й наукомісткої промисловості. В умовах ринку на суднобудівному підприємстві необхідні механізми, що дозволяють оперативно реагувати на зміни кон'юнктури й постійно вдосконалювати технологію й організацію виробництва в цілому й окремих його видах з метою підвищення конкурентоспроможності суден.

Необхідно зазначити, що реструктуризація підприємств, яка відбувається у суднобудівній галузі України, викликає структурні перетворення у службах підготовки виробництва, до яких відноситься управління кадрами.

Кадрове забезпечення фахівцями різного рівня професійної підготовки – початкової професійної, середньої професійної, вищої професійної й післядипломної освіти – є найважливішим, базовим елементом інноваційного розвитку суднобудування.

Особливе місце в системі безперервної багаторівневої освіти займають забезпечення й подальший розвиток інженерної школи корабелів та її спадкоємність. Історичний досвід розвитку вітчизняного суднобудування показує, що таке можливо тільки при системному підході до підготовки кадрів. Нові можливості кадрового забезпечення суднобудування відкриває введення рівневої системи вищої професійної освіти (бакалавр, магістр), що забезпечить багаторівневу підготовку фахівців-корабелів у кількості й по спеціальностях, які затребувані роботодавцем. Це стане можливим тільки завдяки зусиллям всіх зацікавлених у розвитку професійної кораблебудівної освіти. Саме гармонічне поєднання в складі творчих колективів організацій і підприємств суднобудівної промисловості фахівців, бакалаврів і магістрів дозволить найбільш ефективно створювати передову морську техніку. Це підтверджується досвідом таких зарубіжних країн, що мають високий потенціал суднобудування, як ФРН, Франція, США, Південна Корея, КНР, Японія та ін. [2].

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

Підбір кадрів, правильне їх розставлення, створення найбільш раціональних умов використання у виробництві (кадрова політика) – найважливіші організаційні передумови високого рівня професійної підготовки й використання кадрів суднобудівників, здатних вирішувати виробничі завдання будь-якої складності з урахуванням зростаючих вимог часу, у зв'язку з чим система професійно-технічної освіти й виробничого практичного навчання робітників набуває вирішального значення.

Системна організація робіт по підготовці кадрів для суднобудування. Перехід до ринкової економіки вносить важливі зміни в усі аспекти діяльності суднобудівного підприємства. Природно, такі зміни можуть бути успішно здійснені тільки при наявності кадрів, добре розуміючих цілі й завдання підприємства й володіючих сучасними методами для їх рішення. В організації роботи з кадрами необхідні планомірна підготовка, навчання й перепідготовка, у зв'язку з чим вирішального значення набуває перебудова роботи вищої й середньої спеціальної школи, створення єдиної системи безперервної освіти на підприємствах у всій галузі.

Підготовка персоналу – процес здобуття теоретичних знань, практичних умінь і навичок в обсязі вимог кваліфікаційної характеристики початкового рівня кваліфікації, яка отримана в результаті навчання персоналу, а також сукупність спеціальних знань, умінь, навичок (ЗУН). Система підготовки повинна враховувати як інтереси підприємства у більш швидкому заповненні вакантних робочих місць, економії на витратах, пов'язаних з витратами на навчання, так і інтереси працівників – одержати повноцінну професійну підготовку.

Підготовка кадрів проводиться на основі розрахунків потреби в кадрах певної професії і кваліфікації. Професійна підготовка здійснюється з метою одержання робочої професії або спеціальності й передбачає різні види підготовки.

3.6. Кадрова підготовка виробництва в суднобудуванні

Початкова професійна підготовка проводиться за робочими професіями у професійно-технічних училищах (ПТУ).

Середня професійна підготовка орієнтована на навчання фахівців середньої кваліфікації (техніків, економістів, будівельників та ін.) і здійснюється в училищах і коледжах.

Вища професійна освіта передбачає другий рівень підготовки бакалаврів і фахівців в університетах, академіях та інститутах.

Професійна підготовка працівників використовується як ступінь: їхньої адаптації при вступі на роботу, компенсації недостатності професійних знань і навичок (наприклад, при використанні нової техніки), попередньої зміни їх посадового або професійного росту, ротації, "горизонтального" переміщення.

Перепідготовка персоналу – підготовка кадрів з метою здобуття нових ЗУН у зв'язку з вимогами, що змінилися, до результатів праці та її змісту або оволодінням нової професії. Перепідготовка персоналу означає навчання кваліфікованих працівників з метою зміни їхнього професійного профілю для досягнення відповідності кваліфікації кадрів вимогам виробництва. Причини, які виражають необхідність перепідготовки усередині організації, наступні:

- а) нестача кваліфікованих кадрів на національному рівні;
- б) збільшення вартості робочої сили;
- в) тиск конкурентів вимагає ефективного використання праці;
- г) технічні особливості, зміни, що пов'язані з НТП, поява більш досконалих процесів, ІТ;
- д) перехід на іншу посаду;
- е) зростання обсягів виробництва;
- ж) необхідність розвивати потенціал працівників.

Перепідготовка кадрів проводиться за рахунок коштів, які відносяться на собівартість продукції. Крім того, джерелом

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

фінансування виступають спеціально створювані в службах зайнятості фонди, частина яких може бути передана на підприємства для перепідготовки кадрів у рамках програм зайнятості населення на даній території. Перепідготовка кадрів майже тотожна підвищенню кваліфікації.

Підвищення кваліфікації персоналу – процес удосконалювання теоретичних знань і практичних навичок з метою підвищення професійної майстерності працівників, освоєння передової техніки, технології, організації праці, виробництва й управління (підготовка кадрів з метою вдосконалювання ЗУН у зв'язку з підвищенням вимог до професії або підвищенням у посаді). Підвищення кваліфікації складається з поглиблення професійних ЗУН, отриманих у процесі підготовки. Підвищення кваліфікації займає особливе місце в навчанні персоналу – це основний спосіб забезпечення відповідності кваліфікації працівників сучасному рівню розвитку науки, техніки й економіки. Відомо, що *отримані знання застарівають наполовину кожні п'ять років, якщо людина не займається самоосвітою й не підвищує рівень кваліфікації*.

Цілі підвищення кваліфікації:

- а) утримати, уберегти, охоронити працівника;
- б) створення резерву в сфері управління;
- в) необхідність підвищення продуктивності праці з одного боку, і з іншого – підвищення якості продукції й праці;
- г) пошук для працівників тих робіт, які відповідають їхнім запитам, характеру, спеціальності.

Підвищення кваліфікації досить популярне на підприємствах з ряду причин: дешевше підготовки фахівців, менша тривалість навчання в порівнянні з підготовкою персоналу, цільова спрямованість навчання на вузькому колі навчальних модулів для фахівців і керівників, наприклад "Персонал", "Маркетинг", "Цінні папери", "Стандартизація", "Якість" і т. д [2].

3.6. Кадрова підготовка виробництва в суднобудуванні

Принципи підвищення кваліфікації:

1. Створення умов для розвитку особистості людини в тих сферах, де вона недостатньо підготовлена, і виявлення її різнобічних здібностей.
2. Цільова інтенсивна підготовка на базі широкого набору навчальних модулів.
3. Широке використання методів активного навчання (ділові й рольові ігри, аналіз конкретних ситуацій, круглі столи, тренінги й т. д.) з доведенням їх до 60–75 % від загального фонду навчального часу.
4. Залучення висококваліфікованих фахівців і орієнтація навчання на особистість викладача.
5. Гнучкий зворотний зв'язок зі слухачами.
6. Комплексна оцінка потенціалу слухачів.
7. Індивідуально-груповий метод навчання.
8. Автоматизація навчального процесу з використанням сучасних технічних засобів.

Робота з підвищення кваліфікації є частиною підготовки кадрового резерву й тому передбачається колективним договором адміністрації із працівниками підприємства. А самі заходи щодо підвищення кваліфікації знаходять висвітлення в системі планування на підприємстві.

Підготовка кадрів на підприємстві. Навчальна діяльність підприємства представлена досить різноманітними її видами. Слід зазначити, що навчання може бути організоване безпосередньо на підприємстві власними силами (внутрішньо-заводське навчання). У навчанні поза заводом роль підприємства зводиться до визначення вимог не тільки до кількості, але й до спрямованості навчання, що закріплено у відповідних договорах (заявках) на підготовку. Саме навчання здійснюється в спеціальних навчальних центрах, а також у системі вищої й середньої фахової освіти. Крім того,

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

підприємство за допомогою різного виду стимулів впливає на самоосвіту (самопідготовку) своїх працівників, на розвиток ними професійної майстерності. З позиції виробничо-технічного призначення в навчанні робітників виділяють:

- підготовку нових робітників;
- перепідготовку й навчання робітників іншим (суміжним) професіям;
- підвищення кваліфікації.

Відносно фахівців і керівників навчальна функція підприємства проявляється, насамперед, в організації підвищення їхньої кваліфікації.

Навчання робітників безпосередньо на *робочому місці* носить оперативний характер, завжди конкретне, тому що орієнтовано на освоєння конкретного трудового прогресу, виконання конкретної роботи, не вимагає великих витрат на навчання. У процесі навчання використовуються такі методи, як робота протягом деякого часу у якості асистента, поступове ускладнення завдання, ротація (зміна) робочих місць, делегування частини функцій та інше. Навчання на робочому місці характерно, насамперед, для робітників і простих посад службовців.

Навчання *поза робочим місцем* більш ефективне, має більшу теоретичну спрямованість, дає різнобічну підготовку, але вимагає значних витрат. Крім того, працівник відривається від своєї роботи. Методи, які використовуються при цьому, відповідають, як правило, теоретичній спрямованості навчання – це лекції й практичні заняття в аудиторії, ділові ігри й розбір конкретних виробничих ситуацій, навчальні програми на базі ПК, обмін досвідом та інше. Навчання поза робочим місцем характерно для всіх категорій працівників, але переважно для керівників, фахівців і службовців.

Мета діяльності підприємства у сфері навчання полягає в забезпеченні:

3.6. Кадрова підготовка виробництва в суднобудуванні

– належного рівня підготовки працівника, який відповідає вимогам робочого місця (посади);

– умов для мобільності працівника як передумови до кращого використання й забезпечення зайнятості;

– можливості для просування працівника як умови формування мотивації й задоволеності працею.

Підготовка, перепідготовка кадрів і підвищення кваліфікації – важлива ланка в збалансованості попиту та пропозиції робочої сили. Дійсно, міняючи професійну спрямованість підготовки, рівень кваліфікації, а також здійснюючи первинну підготовку для конкретних робочих місць, підприємство може забезпечити найбільш повну відповідність структури працівників структурі робочих місць з урахуванням усього спектра вимог, які висуваються останніми до якості робочої сили. Раніше підприємствам і організаціям щорічно доводили завдання по підготовці й перепідготовці кадрів, нормативи чисельності працівників, що займаються навчанням, нормативи на створення навчально-виробничої бази, завдання по її розширенню й т. п. У наш час всі види навчання підприємства здійснюються самостійно незалежно від яких-небудь інших органів управління, що має свої як позитивні, так і негативні сторони.

З переходом до ринкової економіки функції підприємства по організації навчання й забезпеченню його належної якості значно розширюються. Насамперед, це пов'язано з ослабленням ролі державного регулювання підготовки кваліфікованої робочої сили через систему професійно-технічної освіти й перепідготовкою значної частини робочої сили, що вивільняється, з підвищенням вимог до гнучкості робочої сили, підвищенням значення процесів зміни праці, з орієнтацією підприємства на задоволення потреби у кваліфікованій робочій силі за рахунок власних працівників. Система

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

підготовки, перепідготовки й підвищення кваліфікації працівників на підприємстві в умовах ринку, з одного боку, повинна швидко реагувати на зміни потреб виробництва в робочій силі, а з іншого – надати працівникам можливість для навчання відповідно до їх інтересів. Звідси й вимоги гнучкості (рухливості) системи перепідготовки й підвищення кваліфікації до її здатності швидко міняти зміст, методи, організаційні форми відповідно до потреб виробництва й ситуації на ринку праці.

Перед системою управління персоналом на підприємстві стоять наступні завдання в галузі підготовки, перепідготовки кадрів і підвищення їхньої кваліфікації:

- розробка стратегії формування кваліфікованих кадрів;
- визначення потреби в навчанні кадрів за окремими його видами;
- правильний вибір форм і методів підготовки, перепідготовки й підвищення кваліфікації;
- вибір програмно-методичного й матеріально-технічного забезпечення процесу навчання як важливої умови якості навчання;
- вишукування коштів для фінансування всіх видів навчання в необхідній кількості й з необхідною якістю.

Підготовка кадрів робітників. Підготовка кваліфікованих робітників здійснюється в ПТУ, а також у навчальних комбінатах і безпосередньо на виробництві. У минулому чисельність робітників, підготовка яких здійснювалась безпосередньо на підприємстві, у кілька разів перевищувала масштаби підготовки кадрів робітників у системі профтехосвіти, що, правда, підготовка проводилася по відносно простих професіях, які не вимагають тривалих строків освоєння.

Важливим завданням управління персоналом на підприємстві є правильне визначення чисельності робітників, яких варто навчити тієї або іншої професії, а також вибір форм підго-

3.6. Кадрова підготовка виробництва в суднобудуванні

товки кадрів. Іншим важливим завданням управління персоналом є оцінка можливості забезпечення належного рівня підготовки робітників по досить складних професіях на підприємстві, а при її відсутності – знайти більш раціональний шлях вирішення цього завдання з використанням інших освітніх структур, тобто орієнтуватися на підготовку на стороні.

Тут повинні бути враховані:

- структура необхідної професійної підготовки по її складності й строкам, по вимогах до теоретичного й практичного компонента навчання;
- наявність на підприємстві відповідної матеріальної бази й кваліфікованого педагогічного персоналу, досвіду в підготовці кадрів;
- фінансові можливості підприємства для підготовки кадрів на госпдоговірній основі на стороні.

По професіях, підготовку по яких підприємство буде вести самостійно, вирішується питання про форми такої підготовки, а по інших професіях – про розміщення замовлень на підготовку в навчальних закладах державної системи підготовки кадрів або на промислових підприємствах, що спеціалізуються на виконанні освітніх послуг.

Підготовка нових робітників (які не мали раніше професії) здійснюється на підприємстві за *індивідуальною, груповою і курсовою формами навчання*, що включає не тільки виробниче навчання, але й вивчення теоретичного курсу в обсязі, який забезпечує освоєння професійних навичок початкової кваліфікації, необхідних в умовах механізованого й автоматизованого виробництва. Строки такого навчання становлять 3–6 місяців залежно від складності професії й спеціальності. Закінчується навчання складанням кваліфікаційного іспиту й присвоєнням робітнику певного тарифного розряду.

При індивідуальній формі підготовки кожний з тих, хто навчається, прикріплюється до висококваліфікованого робітника, майстра чи до іншого фахівця або його включають до складу бригади, де його виробничим навчанням управляє бригадир або інший член бригади. Теоретичний курс індивідуальної підготовки вивчається самостійно.

При груповій формі ті, хто навчаються, поєднуються в навчальні бригади й виконують роботу відповідно до навчальної програми під керівництвом бригадирів-інструкторів. Чисельний склад навчальних груп встановлюється залежно від складності професії, що здобувається, й виробничих умов.

Курсова форма підготовки використовується для навчання робітників особливо складним професіям, що вимагають значного обсягу теоретичних знань і освоєння різного виду робіт, якими неможливо опанувати на робочому місці. Теоретичне навчання при цьому здійснюється в навчально-курсних комбінатах (пунктах), на постійно діючих курсах, а також на відділеннях ПТУ (за договорами за рахунок коштів підприємства).

Ринок послуг у галузі підготовки кадрів одними підприємствами для інших, як форма підготовки кадрів, у більшій мірі відповідає ринковій економіці: потреба в робочій силі задовольняється на договірній основі між підприємствами, розташованими в безпосередній близькості одне від одного, незалежно від їхньої галузевої приналежності.

Сам процес навчання в умовах договірних відносин визначається інтересами зацікавлених сторін, що й обумовлює розходження в строках, змісті, методах професійної підготовки. Більше того, підготовка кадрів на договірній основі за відповідну плату є свого роду гарантією для реального працевлаштування працівника.

У випадку укладання потрібної угоди (підприємство-працівник-навчальний заклад) обумовлюються обов'язки кожної зі сторін:

- підприємства – відносно місця роботи, організації й оплати праці, елементів соціального обслуговування. При цьому обумовлюються вимоги до рівня кваліфікації працівника, строки його обов'язкового відпрацювання. Останнє передбачається, якщо була здійснена спеціальна матеріальна підтримка працівника під час навчання за рахунок підприємства;
- навчального закладу – відносно строків і якості навчання;
- працівника – відносно згоди на заняття даного робочого місця й підготовку (перепідготовку).

В умовах розширення самостійності підприємств вимога до підготовки (перепідготовки) кадрів відносно дотримання певного стандарту якості реалізується через відповідні нормативи на строки й вартість підготовки за різними формами і видами навчання, професіями і рівнем кваліфікації. Такі нормативи з урахуванням повного спектра видів витрат можуть розроблятися самим підприємством і використовуватися в розрахунках коштів, необхідних для підготовки кадрів.

Доцільно, особливо з урахуванням зростаючих вимог до якості робочої сили й тенденції скорочення коштів, що виділяються на підготовку кадрів, мати на підприємствах самостійний фонд підготовки кадрів на однакових правах з фондом розвитку виробництва, науки й техніки. Цей фонд варто поставити в залежність від одержуваного прибутку. Слід зазначити, що ефект від формування кваліфікованої робочої сили не настільки очевидний і часто віддалений у часі, що служить серйозною перешкодою на шляху реалізації концепції розширення вкладення коштів у людський капітал, у підготовку кваліфікованих кадрів.

Є й суто економічні причини такого положення, зокрема серйозні недоліки в оподатковуванні підприємств, коли коштів, що залишаються у них, просто не вистачає для якісної підготовки кадрів на договірній основі. Тому підприємства

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

часто змушені задовольнятися малим – короткостроковою підготовкою кадрів через індивідуальні форми навчання.

Оцінюючи ситуацію, яка склалася, можна погодитися з думкою, що в умовах самостійного, але ще незрілого менеджменту, який посилюється відсталістю технічної бази виробництва, що обумовлює досить стабільні й низькі вимоги до процесів навчання, поки не доводиться очікувати прогресивних зрушень у галузі внутрівиробничого управління підготовкою кадрів [2].

Удосконалювання кадрової політики в суднобудуванні.

Перспективи інноваційного розвитку суднобудування й морської техніки, їхні цільові орієнтири можуть бути успішно досягнуті тільки при належному кадровому забезпеченні. Досвід розвитку вітчизняного суднобудування показує, що таке можливо тільки при системному підході до підготовки кадрів різного рівня професійної освіти.

Рішення кадрової проблеми вимагає підтримки й залучення всієї галузі, а також бачиться в розробці політики підготовки робочих, інженерних і наукових кадрів для суднобудування. У більш широкому змісті необхідно відтворити в нових економічних умовах систему безперервної підготовки й перепідготовки кадрів для суднобудування всього спектра освітніх рівнів (рис. 3.30).

Кадрова політика є складовою частиною всієї управлінської діяльності й виробничої політики організації. У наш час виграє й процвітає підприємство, яке чітко організоване, з грамотним, відданим і дисциплінованим персоналом, що вміє швидко перебудовуватися й перенавчатися.

Одним із напрямків підготовки й формування ефективного кадрового потенціалу є співробітництво з навчальними закладами з питань підготовки й навчання фахівців підприємства, а також залучення молодих фахівців – випускників ВНЗ.

3.6. Кадрова підготовка виробництва в суднобудуванні

Зростання, що намітилося в останнє десятиліття, обсягу промислового виробництва, досліджень і розробок, виявило надзвичайно гострий дефіцит висококваліфікованих фахівців, що володіють сучасними технологіями, здатних розробляти й упроваджувати конкурентоспроможну техніку й технології, орієнтовані на інноваційну професійну діяльність в умовах ринкової економіки. Незабезпеченість кваліфікованими кадрами сьогодні є головною перешкодою в інноваційному розвитку пріоритетних галузей економіки країни.

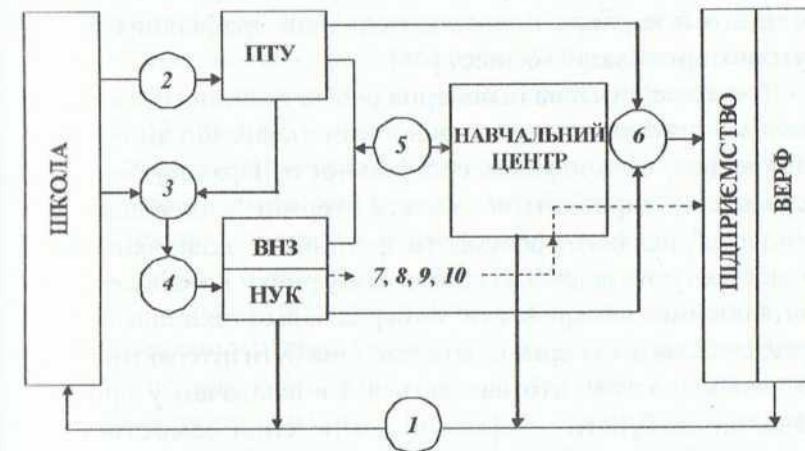


Рис. 3.30. Система підготовки й підвищення кваліфікації персоналу:

1 – профорієнтація; 2 – вступ до ПТУ; 3 – орієнтація підготовки до вступу в ВНЗ (підготовчі курси); 4 – вступ до ВНЗ; 5 – організація виробничого навчання, практик, стажувань; 6 – улаштування на роботу; 7 – "школа резерву"; 8 – підвищення кваліфікації та перепідготовка спеціалістів; 9 – отримання першої (другої) вищої освіти, аспірантура; 10 – розробка науково-методичного забезпечення

Основним протиріччям вищої технічної освіти сьогодні є невідповідність професійних компетенцій, що здобуваються

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

випускниками технічних вузів у процесі навчання, різко зростаючим вимогам високотехнологічних підприємств, проєктних і наукових організацій.

У результаті при досить великій і часто надлишковій кількості випускників інженерних напрямків і спеціальностей попит з боку бізнесу на високоякісних фахівців далеко не задоволений. Перед інженерною вищою школою стоїть стратегічно важливе завдання корінної модернізації змісту і технологій освіти в сфері техніки й технологій на основі кооперації й інтеграції науково-технічного, кадрового, технологічного й корпоративного потенціалів профільних вузів, наукових організацій і бізнесу [44].

По-перше, сучасна інженерна освіта повинна бути *прогнозно-випереджальною* відносно технологій, що динамічно змінюються, за профілем спеціальності. Враховуючи, що в сучасному виробництві з'явився термін "випереджальні технології", під якими розуміють принципово нові технології, які забезпечують лідерство на світовому ринку, нова інженерна освіта повинна випереджати "випереджальні технології". *По-друге*, сучасна інженерна освіта повинна бути інтерактивною, що дозволяє і тим, хто навчається, і викладачам у процесі навчання здобувати професійні компетенції самостійного пошуку, одержання й застосування нових знань, включаючи їхню комерціалізацію. *По-третє*, сучасна інженерна освіта повинна бути відкритою і будуватися на принципах мережевої взаємодії учасників освітнього процесу. Це дозволить і тим, хто ще навчається, і педагогам здобувати професійні компетенції в центрах переваги світового рівня.

Без чітко налагодженої кадрової системи складно збільшувати можливості підприємства, реагувати на вимоги, що змінюються, технології й ринку в найближчому майбутньому, створювати сприятливі умови праці, забезпечувати можли-

3.6. Кадрова підготовка виробництва в суднобудуванні

вість просування по службі й необхідний ступінь впевненості у завтрашньому дні. Сьогодні відділам кадрів важливо вже домагатися не просто своєчасного заповнення вакансій, щоб підтримувати на належному рівні обсяг виробництва. Система роботи з кадрами повинна бути спланована таким чином, щоб постійно домагатися збільшення в складі робочої сили підприємства тих людей, які мають гарні знання, і стежити за тим, щоб таких працівників ставало більше.

Системний підхід до професійної підготовки кадрів з використанням ІТ. У наш час підприємства суднобудівної галузі зіштовхуються з рядом найгостріших проблем. Для успішного рішення цих проблем необхідно налагодити систему підготовки й навчання кадрів у нових соціально-економічних умовах. Особливо болісно на конкурентоспроможності суднобудівних підприємств позначаються наступні фактори:

- реальні обмеження чисельності й якості персоналу на ринку трудових ресурсів у промисловій сфері;
- природне старіння й плінність кадрів;
- нагальна потреба використовувати нові технології, що вимагають іншого рівня кваліфікації персоналу підприємства.

Можна також зазначити, що збільшення оплати праці персоналу не завжди приводить до підвищення ефективності й конкурентоспроможності підприємств у боротьбі, що розгорнулася на ринку праці за трудові ресурси. Сьогодні для будь-якої організації запорукою тривалого, стабільного й ефективного існування на ринку стає придбання й формування конкурентоспроможного персоналу. Тільки одиничними заходами, без стратегії і системного підходу кардинально поліпшити ситуацію, що склалася, неможливо. Необхідне створення цілісної системи професійної підготовки кадрів, що включає в себе безперервний ланцюг

ШКОЛА → ПТУ → КОЛЕДЖ → ВНЗ → ПІДПРИЄМСТВО.

При цьому необхідно враховувати досвід суднобудівних підприємств, що ефективно використовують систему набору робітників через базові професійні навчальні заклади. Однак соціологічні й соціально-психологічні дослідження останніх років свідчать: учні початкових і середніх навчальних закладів не орієнтовані на одержувану професію, випускники погано закріплюються на підприємствах, а ефективні системи, які б дозволяли підвищувати авторитет і поліпшувати імідж підприємства в очах потенційних працівників, відсутні [44].

Гострота проблеми вимагає нестандартних підходів до її рішення. Необхідне комплексне психологічне супроводження учнів професійних училищ у рамках освітнього процесу, а також молодих робітників, що влаштувались на підприємство, з метою формування й розвитку особистісних якостей кожного, які сприяють працевлаштуванню й кар'єрному росту за профілем навчання. Це буде сприяти формуванню психологічно здорової особистості, яка орієнтована на усвідомлений життєвий вибір і соціальну активність. Комплексний підхід до професійної підготовки дозволяє відслідковувати й попереджати можливі труднощі на ранніх етапах професійного розвитку й дозволяє в перспективі підвищувати ефективність трудової діяльності на підприємстві.

Повинні бути створені комп'ютерні системи, що дозволяють зберігати, обробляти й аналізувати дані про учнів, а також обмінюватися даними з існуючими на суднобудівних підприємствах ІС; досліджувати, як проходить адаптація молодих робітників на підприємстві.

Суднобудівні підприємства, як і інші підприємства регіону, зіштовхуються із проблемою плинності кадрів. Окремі випускники професійних училищ, які влаштувались на завод, пропрацювавши якийсь час, залишають його. Відповідно до експертної оцінки консультантів компанії Ecopsy Consulting,

середня тривалість адаптаційного періоду нового співробітника становить від 3 до 12 місяців. При цьому близько 80 % співробітників, що звільняються, приймають рішення про звільнення в перший же день роботи на новому місці. Таким чином, закріплення молодих робітників, випускників ПТУ стає для суднобудівних підприємств одним із пріоритетних завдань. Цільові програми підвищення кваліфікації старших майстрів і начальників ділянок на суднобудівному підприємстві повинні містити в собі дисципліну "Адаптація молодих робітників на підприємстві".

Велике значення необхідно приділяти також рівню підготовленості майбутніх абітурієнтів кораблебудівного університету: на підготовчих курсах разом із наданням додаткових знань по загальноосвітніх дисциплінах повинне бути введене психологічне супроводження учнів. Одним з елементів такого супроводження можуть стати тренінги, що дозволяють набутти впевненості в собі для успішного складання вступних іспитів.

Неодмінною умовою розвитку сучасного великого суднобудівного підприємства є своєчасне підвищення кваліфікації й навчання персоналу: це один з основних ресурсів підприємства, що підвищують його конкурентоспроможність. Ось чому суднобудівні підприємства повинні розробляти цілий ряд програм, що дають можливість здійснювати корпоративну підготовку кадрів (у тому числі, менеджерів) на основі сучасних і ефективних технологій навчання. Підвищуючи професійний рівень своїх фахівців, суднобудівні підприємства можуть використовувати як традиційну технологію навчання *face to face*, так і мережеве дистанційне навчання.

Щоб ефективно управляти безперервним процесом підготовки кадрів на основі нових знань, необхідно створити корпоративну систему дистанційного навчання (КСДН) підприємства. Вона дозволить розробляти й публікувати навчальні

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

матеріали, вправи й тести, впроваджувати єдину систему контролю компетентності співробітників, автоматизувати вхідне тестування, проводити навчання й тренінги, забезпечувати швидку адаптацію тих, кого навчають, віддалено сертифікувати клієнтів і партнерів.

Необхідно регулярно проводити навчання по цільовій програмі підвищення кваліфікації організаторів виробництва при будівництві замовлень – будівників, начальників ділянок, старших майстрів і майстрів. Навчання повинне проводитися за спеціально розробленими програмами, які адаптовані до потреб суднобудівного підприємства. Головний акцент навчальних програм (економіка, фінансовий і загальний менеджмент, управління персоналом) повинен бути спрямований на практичні аспекти управлінської діяльності.

Таким чином, удосконалювання кадрової політики на всіх рівнях, упровадження інновацій, використання зарубіжного прогресивного досвіду буде фундаментом створеної на суднобудівному підприємстві багатопланової системи підготовки й підвищення кваліфікації кадрів, в основі якої лежить розумне поєднання як традиційних, так і найбільш сучасних освітніх технологій. Сучасний підхід базується на широкому використанні інформаційних і комунікаційних технологій.

Контрольні питання

1. Що включає в себе підготовка персоналу?
2. Які існують види професійної підготовки кадрів?
3. З якою метою проводиться перепідготовка персоналу?
4. Навести причини, які виражають необхідність перепідготовки персоналу всередині організації.
5. Які цілі підвищення кваліфікації персоналу?
6. Навести основні принципи підвищення кваліфікації персоналу.

3.7. Соціально-психологічна підготовка виробництва

7. Чим відрізняється навчання робітників безпосередньо на робочому місці від навчання поза робочим місцем?

8. Які завдання в сфері підготовки, перепідготовки кадрів і підвищення їхньої кваліфікації стоять перед системою управління персоналом на підприємстві?

9. Дати характеристики індивідуальній, груповій і курсовій формам навчання.

10. Навести схему системи підготовки й підвищення кваліфікації персоналу.

11. Якою повинна бути сучасна інженерна освіта?

12. Що дозволить здійснювати корпоративна система дистанційного навчання підприємства?

3.7. Соціально-психологічна підготовка виробництва

Соціально-психологічна підготовка виробництва – сукупність взаємозалежних процесів, що забезпечують повну соціально-психологічну готовність персоналу підприємства-будівника до побудови суден нового проекту у встановлений термін, заданого рівня якості з мінімальними трудовими й матеріальними витратами.

Під соціально-психологічною готовністю розуміють наявність на підприємстві-будівнику, у його підрозділах і службах сприятливого соціально-психологічного клімату, що забезпечує всебічну інтенсифікацію виробництва й підвищення його ефективності на основі прискорення науково-технічного прогресу, удосконалювання господарського механізму, впровадження передової організації праці й підвищення ролі людського фактора. Соціально-психологічна підготовка виробництва включає [2]:

– розвиток професійно-кваліфікаційної структури персоналу (освіта, кваліфікація) шляхом підвищення кваліфікації,

перепідготовки, набору й мотивації для побудови судна вищої категорії якості в більш короткі строки при мінімальних витратах живої й матеріалізованої праці з урахуванням матеріального й морального стимулювання та справедливого розподілу по праці;

- поліпшення умов праці (санітарно-гігієнічні, психофізіологічні умови праці й побуту працівників);
- поліпшення морально-психологічного клімату (створення комплексних бригад, творчих колективів);
- інформаційну підтримку соціально-економічних результатів КПВ.

Зв'язок соціально-психологічної підготовки з іншими видами підготовки виробництва очевидний, тому що кожному з них здійснює колектив трудящих. Продуктивність праці будь-якого колективу значно зростає, коли в ньому здоровий психологічний клімат; коли завдання, що стоять перед ним, доведені до свідомості кожного його працівника; коли кожний учасник процесу активно сприяє досягненню загальної мети, працюючи сумлінно й творчо, з гарним настроєм.

Світовий досвід показує, що при однакових умовах технічної оснащеності виробництва, комп'ютеризації підготовки виробництва, значної переваги в якості продукції й зниження витрат можна досягти, підключивши "людський" фактор.

Соціально-психологічні особливості колективу як об'єкта управління. Колектив підприємства має певні психологічні характеристики (рис. 3.31).



Рис. 3.31. Психологічні характеристики колективу

1. Характер внутрішнього психологічного клімату. Внутрішній психологічний клімат формується сукупністю обставин, у межах яких відбувається діяльність людей. Ці обставини породжують певні настанови членів колективу, які виявляються в їхньому внутрішньому відношенні до навколишнього середовища й змісту своєї роботи. Яка "рівнодіюча" цих настанов, такий в остаточному підсумку й психологічний клімат у колективі. Керівнику варто враховувати ту обставину, що поганий настрій робітників знижує ефективність роботи колективу приблизно в півтора рази. Оскільки обставини багато в чому підлягають цілеспрямованому впливу, психологічний клімат деякою мірою можна коректувати.

2. Психологічний стан членів колективу. Психологічний стан колективу характеризується ступенем задоволеності ним своєю діяльністю та її результатами. На ступінь задоволеності членів колективу впливають наступні обставини:

- характер і зміст діяльності;
- ставлення людей до діяльності;
- престижність роботи;
- розміри винагороди;
- перспективи росту;
- наявність супутніх можливостей (вирішити певні власні проблеми, побачити світ, познайомитися із цікавими або корисними людьми та ін.).

Певну роль відіграють також і специфічні обставини, наприклад місце здійснення діяльності або психологічний клімат. Задоволеність багато в чому залежить також від уміння членів колективу свідомо жити за його законами, підкорятися встановленим ним вимогам і порядкам.

3. Ступінь згуртованості членів колективу. Згуртованість колективу, задоволеність людей своїм перебуванням у ньому багато в чому залежить від:

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

– психологічної сумісності працівників (її основу становить відповідність темпераментів членів колективу);

– соціально-психологічної сумісності працівників (у її основі – відповідність професійних і моральних якостей членів колективу).

Психологічна сумісність членів групи – це сукупність індивідуальних якостей членів групи, які забезпечують злагодженість і ефективність їхньої діяльності. Сумісність включає цілий ряд якостей: фізіологічних, психофізіологічних (розбіжності темпераментів і біологічних потреб), психологічних (характер і мотиви поведінки); соціально-психологічних (цінності, інтереси, рольові очікування).

Доведено, що психологічна сумісність позитивно впливає на продуктивність праці й якість роботи. Одним з вихідних моментів забезпечення психологічної сумісності є облік особливостей темпераменту членів групи. Знання й врахування особливостей темпераменту – важлива умова забезпечення групової сумісності й ефективності діяльності, а також оптимального поділу завдань між працівниками. На базі особистісних темпераментів виділяються різні риси характеру, що визначають відношення робітника до справи, до себе, інших людей і т. д. Врахування й оптимальне з'єднання різноманітних особистісних характеристик є важливим чинником групової сумісності й ефективності діяльності колективу.

Найкраще використання індивідуальних і ділових якостей працівників може бути забезпечене за допомогою різних механізмів психологічної сумісності. Сумісність – одна з найважливіших умов групової згуртованості й ефективності. У загальному плані групова згуртованість залежить і від таких параметрів, як вік, рівень освіти, тривалість роботи на підприємстві, спільність соціальних ціннісних орієнтирів, політичних і релігійних поглядів, широти групових комунікацій, особис-

3.7. Соціально-психологічна підготовка виробництва

тості й стилю керівника та ін. До умов, що забезпечують соціально-психологічну сумісність працівників, відносять: відповідність особистих можливостей кожного працівника структурі й змісту його діяльності, подібність моральних позицій працівників, однорідність основних мотивів діяльності й індивідуальних цілей членів колективу, можливість реального взаємодоповнення й органічного поєднання здібностей працівників, раціональний розподіл функцій між членами колективу (рис. 3.32). Групова згуртованість поліпшує індивідуальну адаптацію членів колективу до оточуючих людей, збільшує відчуття ними особистої безпеки й більш активно захоплює людей у діяльність колективу [48].

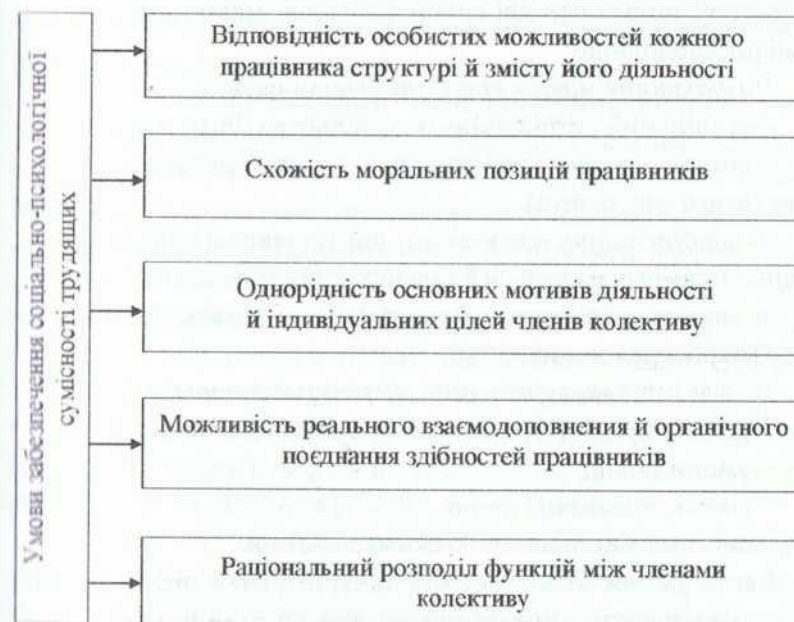


Рис. 3.32. Умови забезпечення соціально-психологічної сумісності

Соціально-психологічний клімат колективу. Соціально-психологічний клімат у колективі – це відносно стійкий і типовий емоційний настрій, що поступово складається в процесі спільної діяльності й спілкування членів колективу. Він відбиває ряд об'єктивних факторів: сукупність ставлень членів колективу до умов і характеру спільної діяльності, до колег і роботи, до керівника колективу.

Характер соціально-психологічного клімату в цілому залежить від рівня групового розвитку. Між станом клімату розвиненого колективу й ефективністю спільної діяльності її членів, згуртованістю існує позитивний зв'язок. Тому розглядаючи умови, що формують соціально-психологічний клімат колективу, виділяють дві групи факторів: макросередовище й мікросередовище.

До факторів макросередовища відносяться:

- суспільний устрій даного суспільства, його мораль;
- соціально-демографічні характеристики членів колективу (стать, вік, освіта).

Фактори мікросередовища, що проявляються безпосередньо в самому колективі й більшою мірою залежні від керівників, можна розділити на фактори матеріального й соціального мікросередовища.

До факторів матеріального мікросередовища відносяться:

- зміст і характер виконуваної трудової діяльності;
- умови праці;
- рівень організації праці;
- система матеріального стимулювання.

Гарні умови праці можуть підтримувати сприятливий соціально-психологічний клімат, але не створювати його. Сприятливо впливає на колектив не стільки рівень, скільки динаміка умов праці.

До факторів соціального мікросередовища відносяться:

- система морального стимулювання й оцінка праці;
- індивідуально-психологічні особливості членів колективу;
- особистість керівника, його взаємовідносини з підлеглими.

Соціально-психологічний клімат проявляється у вигляді сукупності психологічних умов, які сприяють або перешкоджають спільній продуктивній діяльності й усебічному розвитку особистості в колективі. Від того як члени колективу проявляють себе в праці, спілкуванні й пізнанні, складається характер міжособистісних відносин, формуються групові інтереси, норми поведінки, створюється суспільна думка про колектив – дружний, ініціативний, склочний і т. п. Основними соціально-психологічними характеристиками колективу можна вважати його *інформованість, дисциплінованість, активність, організованість і згуртованість*.

Інформованість є однією з основних умов свідомої поведінки людини відповідно до її цілей і стану колективу. Від рівня інформованості колективу залежать результати роботи членів колективу й усього колективу. Добре організована інформація, яка адресована всім і доходить до кожного, робить людину співпричетною до життя колективу, до його цілей. У таких випадках менше залишається байдужих, пасивних працівників. Гласність і зближення економічних інтересів усіх членів колективу підвищує прагнення працюючих до участі в управлінні колективом. Ніякий керівник не може розраховувати на підтримку колективу, якщо він не використовує або слабо використовує всі канали інформації – усні й друковані.

Дисципліна – це встановлений порядок поведінки людей, що відповідає існуючим у колективі нормам моралі й права. Вона дозволяє регулювати поведінку в колективі й забезпечувати погодженість дій усередині нього. Дисциплінованість особистості в колективі – це насамперед показник соціального

розвитку й відповідальності людини, її ставлення до роботи. Висока свідомість і розуміння своєї ролі в колективі визначають сумлінне ставлення до виконуваної роботи.

Дотримання дисципліни (виробничої, суспільної, побутової) припускає обов'язкове встановлення й виконання людьми певних норм (правових, технологічних, моральних) і правил поведінки. Ступінь встановлення цих норм і правил прямо впливає на якість виконання тих або інших виробничих і соціальних функцій. Способи підтримки дисципліни бувають найрізноманітніші: пряме державне й посадове втручання, суспільна думка, особиста свідомість людей. Формами суспільної дисципліни є мораль, а також звичаї та традиції.

Під *активністю* розуміється діяльність, що здійснюється особистістю не стільки в силу необхідності виконання службово-посадових обов'язків, скільки як вільне самовираження. У цьому випадку активність особистості є прагненням до задоволення потреби в праці й пізнанні.

Людина прагне повніше реалізувати й розкрити свої здібності й схильності, і цим здійснюється її всебічний, цілісний розвиток як особистості. Ступінь прояву активності й розвитку ініціативи людини значною мірою залежить від того, чи діє вона наодинці із собою або в умовах прямого контакту з іншими членами колективу. І почуття, і моральний стан, і свідомо активність людини на людях помітно відрізняються від її поведінки наодинці.

Ставлення людей до праці, їх виробнича й суспільна активність перебувають у прямій залежності від характеру взаємовідносин керівника і колективу й усередині колективу.

Організованість забезпечується чітким визначенням й упорядкуванням функцій, прав і відповідальності членів колективу. Вона проявляється в характері реакцій даного колективу на зміни зовнішнього середовища, на внутрішню й зовнішню

інформацію. Від організованості трудового процесу залежить ставлення працівників до праці й стан трудової дисципліни.

Керівнику легше працювати у високоорганізованому колективі, але для створення такого колективу від керівника потрібні більші зусилля й висока кваліфікація. Справа в тому, що на організованість колективу впливає дуже багато об'єктивних і суб'єктивних факторів: і рольова особливість особистості, і загальний стан дисципліни в колективі, й інші. Але навіть ідеально організований колектив (у його формалізованому вигляді) у процесі його роботи зазнає збоїв в силу рольових особливостей його членів як суб'єктів праці, спілкування й пізнання [2].

Для зміцнення функціональних (технологічних) зв'язків у колективі потрібно враховувати інтереси членів колективу та використовувати економічні й соціальні методи впливу.

Згуртованість – це психічне утворення, що поєднує всіх членів колективу в їхній спільній діяльності й створює цілісну єдність колективу. Це ступінь тяжіння членів колективу один до одного й до колективу. Це неодмінна ознака будь-якого трудового колективу.

Необхідність руху до загальної цілі припускає наявність певної спільної взаємодії між членами колективу. І якщо єдність цілі й взаємодія захоплюють усіх членів колективу, якщо вони втягуються в процес руху, то "за бортом" залишається багато безладь, особисті неприязні, антипатії й т. п. У згуртованого колективу менше проблем у спілкуванні, менше напруженості й недовіри.

Ненормальні міжособистісні й міжгрупові відносини всередині колективу, несправедливий розподіл робіт між членами колективу, недоліки в способах нарахування зарплати, у використанні матеріальних і моральних стимулів, у ритмічності виробництва й т. п. знижують згуртованість колективу, призводять до конфліктів усередині нього.

На стан згуртованості колективу великий вплив має психічна сумісність його членів. Під сумісністю розуміється ступінь сполучення в колективі особистих якостей його членів.

Потенційним негативним наслідком високої згуртованості є групова однодумність, коли через почуття солідарності знижується активність діяльності окремих членів колективу.

Забезпечення психологічної сумісності досягається в першу чергу правильним підбором кадрів. Керівник може зміцнити згуртованість, наголошуючи на глобальних цілях колективу, показуючи внесок колективу в загальну мету фірми.

Сукупність соціально-психологічних характеристик дає уявлення про стан колективу, який називається моральним кліматом колективу. Для оцінки морального клімату колективу можна використовувати такі непрямі показники, як відомості про плінність кадрів, якість виготовленої продукції, результативність праці й т. п.

Сприятливий моральний клімат колективу – неодмінна умова його працездатності й розвитку. Дух співробітництва, підтримки й взаємної вимогливості, чіткість організації й погодженість зусиль працівників – ось ті резерви, які дозволяють підвищити ефективність трудової діяльності колективу.

Оптимальне управління діяльністю й кліматом у колективі потребує спеціальних знань і умінь управляючого складу. Як спеціальні заходи для створення оптимального соціально-психологічного клімату застосовуються: науково обґрунтований підбір, навчання й освітня атестація управляючого складу; комплектування первинних колективів з урахуванням психологічної сумісності; застосування соціально-психологічних методів, що сприяють виробленню у членів колективу навичок ефективного взаєморозуміння і взаємодії.

Основні критерії здорового психологічного клімату в колективі. Велику роль в успіху й розвитку підприємства

відіграє здатність не тільки керівника, але й кожного члена команди утримувати загальний курс. Можна говорити про здоровий психологічний клімат, якщо кожний працівник на підприємстві досить цілеспрямований і емоційно витривалий. Співробітники підприємства повинні бути здатні підтримувати ділові стосунки, тобто такі стосунки, які, навіть стаючи емоційно забарвленими, не зможуть перешкодити функціонуванню співробітника на підприємстві, а, отже, і діяльності підприємства в цілому.

У будь-якій організації важливим є той психологічний клімат, що формується керівником. Перше, на що необхідно звернути увагу керівникові, – наскільки кожний його працівник знає свої функції, і як ці функції відрізняються від інших. Для встановлення здорового психологічного клімату важлива наявність чіткого відчуття своїх меж як кожним окремим співробітником, так і відділеннями й відділами на підприємстві. Наступний критерій психологічного клімату – усвідомлення своїх переконань. При здоровому психологічному кліматі кожний працівник на підприємстві має свої базові цінності й погляди. Не менш важливим критерієм здорового психологічного клімату є визначення своїх позицій стосовно себе й інших працівників на підприємстві. Важливо, щоб кожний працівник звертав увагу в першу чергу на себе [48].

Основні характеристики керівника підприємства зі здоровим психологічним кліматом. Від особливостей взаємодії керівника з підлеглими залежать результати роботи підприємства, а стійкі позитивні результати й створюють психологічний клімат. У результаті таких взаємодій створюються наступні взаємозалежні процеси:

керівництво → ефективність → психологічний клімат.

У цьому ланцюжку не можна виділити пріоритети й установити однозначну послідовність, хоча саме керівник впливає

3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА...

на становлення психологічного клімату на підприємстві. Тому керівнику особливо важливо знати ті якості, які сприяють встановленню здорового психологічного клімату. Крім того, соціально-психологічний клімат залежить від стилю управління. У своїй діяльності з його оптимізації керівнику необхідно опиратися на найбільш активних, свідомих і авторитетних членів колективу.

Основні риси керівника, наявність яких дозволить йому сформувати здоровий психологічний клімат на своєму підприємстві:

- мужність самовизначення, тобто знає свої функціональні межі й межі своїх підлеглих і чітко їх дотримується;
- прагне вкладати сили й засоби не тільки у свій добробут, але й у добробут групи;
- рідко проявляє роздратування при своїх співробітниках;
- намагається уникати догм у своїй роботі;
- направляє більше енергії на зміну себе, ніж на зміну інших;
- знає й поважає весь спектр чужих думок;
- може змінити себе відповідно до сильних сторін своїх підлеглих;
- не піддається впливу безвідповідальних дій інших;
- намагається виховувати якості зрілого лідера у своїх послідовниках;
- знає й уміє розділяти й передавати відповідальність [48].

Контрольні питання

1. Що входить до соціально-психологічної підготовки виробництва?
2. Які основні психологічні характеристики колективу підприємства?
3. Які обставини впливають на ступінь задоволеності членів колективу?
4. Що таке психологічна сумісність?

3.7. Соціально-психологічна підготовка виробництва

5. Що таке соціально-психологічний клімат колективу?
6. Навести умови забезпечення соціально-психологічної сумісності.
7. Навести дві групи факторів, що формують соціально-психологічний клімат колективу.
8. Навести основні соціально-психологічні характеристики колективу.
9. Що таке дисциплінованість особистості в колективі?
10. Чим забезпечується і в чому проявляється організованість колективу?
11. Які основні критерії здорового психологічного клімату в колективі?
12. Навести основні характеристики керівника підприємства зі здоровим психологічним кліматом.

4. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЮВАННЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА В СУДНОБУДУВАННІ

4.1. Раціоналізація виробництва в суднобудуванні

Виробничий процес будівництва судна повинен бути орієнтований на випуск рентабельної і конкурентоспроможної продукції в умовах жорсткої економії всіх видів ресурсів. Для формування і реалізації такої ефективної виробничої політики й створення портфеля замовлень в умовах переходу підприємства до ринкової економіки необхідна мобільна й гнучка система технічної підготовки виробництва, технології, організації побудови суден і управління виробництвом.

Підвищення продуктивності праці й скорочення строків побудови судна шляхом упровадження дорогого устаткування потребує значних капіталовкладень. У той же час скорочення циклу створення судна за рахунок підвищення продуктивності інженерної праці й скорочення витрат часу на підготовку виробництва вимагають значно менших витрат. Більше того, на вітчизняних підприємствах поступово створюються всі необхідні умови для здійснення переходу на якісно новий рівень технологічної підготовки й організації виробництва. При цьому на перший план виходять інформаційні системи

4.1. Раціоналізація виробництва в суднобудуванні

управління з широким застосуванням сучасних програмно-обчислювальних комплексів.

Ключовим принципом прийнятої стратегії реорганізації підприємства повинен бути послідовний, науково-обґрунтований перехід від існуючої структури підготовки виробництва до нового її варіанта, що заснований на комп'ютеризації [2].

Перехід здійснюється, насамперед, шляхом реформування конструкторсько-технологічної служби, яка в нових умовах повинна працювати за предметно-замкнутим циклом "проектування-виробництво". Необхідно також розробити проект інформаційної системи управління виробництвом (рис. 4.1).

Використання нових ІТ дозволяє моделювати організаційно-технологічні схеми побудови суден за допомогою ПК і на їх основі проводити оптимізацію будівництва за заданими параметрами – строками здачі суден, завантаженням цехів верфі й машинобудування, стапельними розкладами у реальному масштабі часу.

Сьогодні на ПК можуть розроблятися графіки формування секцій, складальних одиниць і блоків, на базі яких будуються мережеві графіки будівництва суден і встановлюється критичний шлях для кожного судна. Надалі виконується розрахунок завантаження цехів, визначаються й аналізуються найкоротший шлях і резерви часу виконуваних робіт.

На сьогодні багато підприємств освоїли мережеве моделювання процесу побудови судна з використанням комп'ютерної техніки для роботи із цими моделями. Цим був зроблений серйозний крок в удосконаленні методів організації виробництва. Накопичений на той час досвід розробки й упровадження автоматизованих систем різного функціонального призначення показав, що найбільш ефективними методами організації виробництва в умовах його комплексної автоматизації є:

4. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЮВАННЯ...

- системно-структурний аналіз виробів і виробництва (конструктивно-технологічний аналіз виробництва підприємства-будівника);
- моделювання процесів КПВ і виготовлення виробу;
- економіко-математичні методи.

При мережевому моделюванні процесу побудови судна основним є той факт, що будь-яка складальна одиниця повинна задовольняти основну організаційно-технологічну умову: автономність її складання повинна бути забезпечена незалежно від складання інших одиниць.

Звідси факторами, що визначають конструктивну розбивку судна, є: технічні характеристики судна, основні організаційні й технологічні характеристики виробничого процесу побудови судна, основні технічні характеристики будівельних місць і спускових пристроїв, а також технічні характеристики ЗТО й підйомно-транспортного устаткування цехів верфі [19].

Конструктивна розбивка судна повинна забезпечити прив'язку предметів праці (конструкції судна) до живої праці, оснащеної засобами праці (виробничі підрозділи підприємства-будівника судна). Внаслідок того що конструктивна структура судна (розділи, підрозділи, групи) і виробнича структура підприємства-будівника визначаються не за функціональними, а за предметними ознаками, доцільно й структуру виробничого процесу побудови судна визначати так само.

В основі мережевого моделювання процесу побудови судна лежать планово-облікові одиниці робіт (ПООР), які є сукупністю технологічних комплектів (ТК) верфі. Відповідно до останніх галузевих документів "ТК верфі є сукупністю робіт, яка виконується цехом по певній частині судна за конструкторською документацією, результатом яких є кінцева продукція цеху, що здана за побудовним документом або передана суміжному по міжцеховому технологічному маршруту цеху для виконання цим суміжним цехом робіт із зазначеної частини судна".

4.1. Раціоналізація виробництва в суднобудуванні

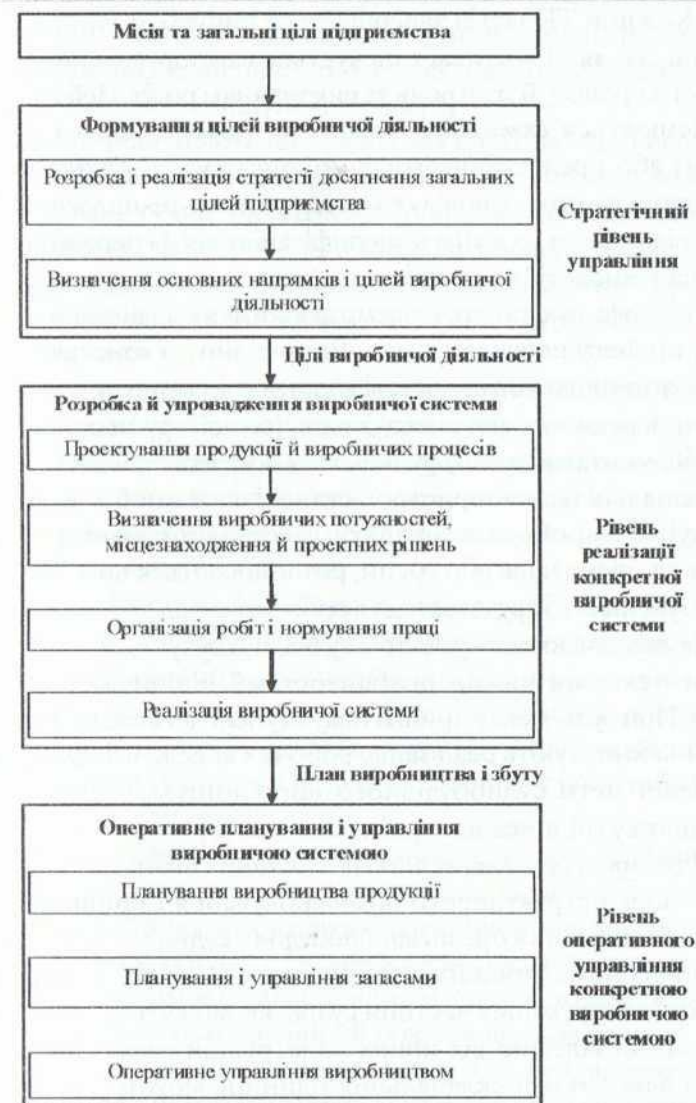


Рис. 4.1. Узагальнена інформаційна система управління виробництвом підприємства

Кожний ТК верфі завершується випуском кінцевої продукції, завдяки чому забезпечується самоорганізація виробничого процесу й контроль за виконанням робіт. Цей контроль здійснюється самими учасниками виробництва (суміжні цехи) або представниками замовника судна. Таким чином, основою такого розподілу є конструктивно-технологічний метод, відповідно до якого в специфікаціях верфі передбачається повна технологічна розбивка конструктивної структури судна на ТК верфі, сукупність і взаємозв'язки яких визначають структуру процесу побудови судна. Відповідно до конструктивно-технологічного методу, деталі конструкцій корпусу, складальні одиниці різних ступенів входження (секції, групи однотипних секцій, монтажні вузли, функціональні агрегати, монтажні блоки, зональні блоки, пристрої, суднові системи й т. д.) і комплектуючі вироби, що входять у відповідні конструктивні розділи, підрозділи або групи, розподіляються по ТК верфі.

Сукупність і трудомісткість робіт, які складають кожний ТК верфі, визначаються проектом судна, що будується, й організаційно-технологічними особливостями підприємства-будівника. При будь-якому прийнятому ступені деталізації ТК верфі вони забезпечують реалізацію робочих креслень і досягнення кінцевої мети суднобудівного виробництва – здачі судна замовнику (підписання прийомного акту).

Розбивка судна на *складальні одиниці* визначається можливістю конструктивного розчленовування і прийнятих методів технології та організації побудови судна залежно від виробничих можливостей заводу-будівника. *Складальні одиниці* – це такі конструктивні частини судна, які можуть бути складені окремо, незалежно від інших конструкцій судна. Характерними елементами складальних одиниць можна назвати: *по корпусу судна* – блок-секції, секції, вузли; *по механізмах* – агрегатні механізми, зональні блоки й т. п. Розбивка судна на

складальні одиниці залежить від типу й розміру судна, конструктивних особливостей судна, серійності побудови, виробничих умов заводу-будівника [2].

Для координації місць виконання робіт на судні введено поняття "будівельний район". *Будівельним районом* називається частина судна, що обмежена по довжині певними поперечними перебірками (від борту до борту) і по висоті – палубними платформами. Залежно від особливостей окремих типів суден будівельний район може обмежуватися іншими конструкціями.

Розбивка судна на будівельні райони здійснюється проектантом разом з підприємством-будівником при розробці технічного проекту й оформляється окремим кресленням (конструктивно-технологічна схема складання судна), у якому також подається конкретна розбивка кожного будівельного району на складальні одиниці.

Процес формування ТК з робіт, які стосуються конкретних конструкцій і виконуються різними цехами, здійснюється паралельно з розробкою фрагментів робочої мережевої моделі, що встановлюють взаємозв'язки й залежності між роботами цехів, які беруть участь у роботах з кожної конкретної конструкції. Фрагменти мережевої моделі поєднують у робочий мережевий графік побудови судна.

Істотні зміни в організації суднобудівного виробництва в галузі відбулися, коли виробничо-господарська діяльність підприємств стала перебудовуватися за принципами госпрозрахунку й самоокупності. На цей же час отримали подальший розвиток економіко-математичні методи, автоматизовані системи різного призначення й обчислювальна техніка. Все це створило сприятливі умови для розробки автоматизованих систем випуску організаційної документації. Такі системи були створені й отримали застосування на суднобудівних підприємствах. Теоретичною основою автоматизованого формування

зазначених документів є структуризація виробничого процесу й класифікація організаційно-технологічних документів з використанням принципу системного підходу.

Створення автоматизованих систем потребувало розробки методів формалізованого опису принципів технологій і організації побудови судна. Розробка методу формалізації є найважливішим завданням при організації технологічного проектування, рішення якого забезпечує імітаційне моделювання автоматизованого формування організаційно-технологічних документів, що визначають процеси побудови суден в цілому. Результати імітаційного моделювання й специфікації до робочих креслень є вхідною інформацією для автоматизованого формування організаційно-технологічних документів верфі.

Слід також зазначити, що однією з важливих умов автоматизації КПВ і виробничих процесів є уніфікація організаційно-технологічних і технологічних документів верфі. Автоматизація виробничих процесів передбачає створення адаптивних автоматизованих систем управління ТП, які орієнтовані на виробничу структуру підприємства, його цехів і ділянок зі збалансованими пропускними спроможностями і єдиним ритмом випуску. Організаційною основою такої збалансованості є оптимальні планування робочих місць, що забезпечують задані черговості виконання технологічних операцій або такти випуску деталей, складальних одиниць і виробів.

При розробці зазначених завдань автоматизованого технологічного проектування необхідно враховувати, що організаційна й технологічна підготовки є частиною сукупності взаємозалежних процесів КПВ і побудови судна. Тому структура розглянутої автоматизованої системи повинна відповідати вимогам інтеграції автоматизованих систем різного функціонального призначення, що визначає її інформаційний взаємозв'язок із САПР суден, АСУТП у різних видах суднобудівного виробництва й з АСУ суднобудівним підприємством.

Ефективне рішення функціональних завдань автоматизації організаційної й технологічної підготовки на основі імітаційного моделювання, а також використання інформаційного забезпечення можливі тільки при раціональній структурі підрозділів, що здійснюють цей процес. При цьому необхідно враховувати зміни документообігу між підрозділами в умовах автоматизованого проектування. Основним напрямком реалізації принципу єдиної бази даних систем автоматизованого проектування різного функціонального призначення (АСНД, САПР суден, САПР ТПВ верфі, АСУТП, АСУ) підприємством-будівником є організація переходу до електронних архівів замість традиційних паперових. Електронний архів конструкторських, технологічних і організаційних документів забезпечує інтерактивний режим вирішення завдань КПВ, при якому кінцеві користувачі (конструктори, технологи, організатори виробництва) здійснюють автоматизоване проектування з використанням імітаційних моделей усіх видів КПВ і виробничого процесу побудови судна [50].

Новим поштовхом до істотної зміни організації суднобудівного виробництва служить перехід виробничо-господарської діяльності підприємств до умов ринку. Це торкнулося навіть самого поняття організації виробництва.

Сьогодні поняття організації звучить так: *"Організація виробництва в суднобудуванні в умовах ринку – це сукупність взаємозалежних робіт, що визначають раціональне поєднання в просторі й часі живої праці із засобами й предметами праці підприємства суднобудування з метою забезпечення багаторазових продажів продукції суднобудування на внутрішньому й зовнішньому ринках в умовах конкуренції з вітчизняними й іноземними підприємствами. При цьому функціонування й відносини підприємства (юридичної особи) і його працівників (фізичних осіб) між собою й із зовнішнім*

4. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЮВАННЯ...

середовищем регулюються нормативно-технічними документами різної категорії (нормативно-технічне забезпечення організації виробництва) і нормами різних галузей права (правове забезпечення організації виробництва). До зовнішнього середовища належать: представницька, виконавча й судова влади всіх рівнів, громадські організації, установи фінансово-кредитної системи, замовники (покупці), постачальники (продавці) і конкуренти".

В останні роки результати діяльності вітчизняних і закордонних учених і фахівців дозволили розробити нові інформаційні комп'ютерні технології, які внесли істотні, а іноді корінні зміни в системи організації, планування й управління суднобудівним виробництвом. Усе ширше застосування в практичній діяльності суднобудівних підприємств отримують автоматизовані й інтегровані системи типу CAD/CAM/CAE, що засновані на нових ІТ й охоплюють усе ширшу сферу практичної виробничо-господарської діяльності суднобудівних підприємств.

Діяльність суднобудівних підприємств в умовах ринку, необхідність підвищувати рентабельність виробництва, конверсія виробництва, скорочення замовлень, освоєння нових ІТ і ряд інших, не менш важливих обставин, визначають зміни в структурі й характері діяльності виробничих підрозділів. Так, в умовах конверсії істотно зростає значення корпусних видів виробництва, і в той же час скорочуються деякі монтажні підрозділи [18].

Напрямки й масштаби цієї раціоналізації залежать від типу підприємства, розмірів виробництва, типу суден, що будуються, і т. п. Це говорить про те, що кожне підприємство повинне вирішувати завдання раціоналізації виробництва самостійно з урахуванням стратегії його перспективного розвитку. Раціоналізація основного виробництва викликає необхідність оптимізації складу й структури допоміжних підрозділів.

4.1. Раціоналізація виробництва в суднобудуванні

Раціоналізацію доцільно проводити на основі реструктуризації й об'єднання служб допоміжного виробництва за ознаками функцій обслуговування, що дозволяє підвищити мобільність обслуговування основного виробництва й скоординувати діяльність допоміжних служб у системі планування виробництва.

Говорячи про раціоналізацію суднобудівного виробництва, необхідно вказати таку її форму, як передача певних технологічно завершених обсягів робіт по будівництву суден стороннім самостійним підприємствам, включаючи спільні підприємства з іноземним капіталом, які спеціалізуються на певних суднобудівних роботах. У зарубіжній практиці раціоналізації ця форма називається "зниження глибини виробництва". Слід додатково зазначити, що створення таких форм та їх залучення в економічно обґрунтованих випадках до будівництва суден дозволяє:

- застосовувати у виробничих підрозділах цих фірм прогресивні ТП і ЗТО. Необхідні для цього капіталовкладення будуть значно нижчі у порівнянні з тими, які будуть потрібні при створенні таких виробництв на кожному суднобудівному підприємстві;
- залучати до роботи в цих фірмах зарубіжних фахівців, що сприяє освоєнню передового зарубіжного досвіду;
- збільшувати за рахунок спеціалізації на певних роботах завантаження цих фірм суднобудівними замовленнями, що сприяє підвищенню кваліфікації персоналу й, отже, підвищенню якості робіт.

З економічної точки зору "зниження глибини виробництва" забезпечує зниження витрат виробництва при будівництві суден за рахунок передачі спеціалізованим фірмам частини основних фондів (або їхньої ліквідації) і відповідного скорочення витрат на утримання цих фондів [2].

Контрольні питання

1. Навести схему узагальненої інформаційної системи управління виробництвом підприємства.
2. Назвати основну організаційно-технологічну вимогу при мережевому моделюванні процесу побудови судна.
3. Навести поняття, які характеризують технологічний комплект верфі відповідно до останніх галузевих документів.
4. Що таке будівельний район судна?
5. Навести поняття, які характеризують організацію виробництва в суднобудуванні в умовах ринку.
6. Дати визначення поняття "зниження глибини виробництва".
7. Що дозволяє така форма раціоналізації суднобудівного виробництва, як "зниження глибини виробництва"?

4.2. Раціоналізація управління підприємством

Найважливіші напрямки раціоналізації управління.

Центральною проблемою раціоналізації управління суднобудівним підприємством при переході до ринкових методів господарювання є вирішення двоєдиного завдання – забезпечення безперервної діяльності кожного підрозділу виробничо-господарської системи й координація їхньої роботи в часі й просторі. Тільки при дотриманні цих умов можна досягти ритмічного і своєчасного випуску продукції. Третім завданням є визначення кожному підрозділу економічних цілей, пов'язаних із головною метою підприємства – ефективністю роботи на ринку.

У сучасних умовах ці завдання на суднобудівному підприємстві доцільно вирішувати за допомогою вдосконалення трьох компонентів організації управління, що включають управління виробництвом на основі сучасних підходів до пла-

нування, оптимізацію структури управлінських підрозділів і автоматизацію управління на основі інформаційних комп'ютерних технологій.

Управління виробництвом продукції на суднобудівному підприємстві вимагає розробки системи управління будівництвом суден, що передбачає:

- знання поточного стану робіт на кожному судні за обсягом, номенклатурою й витратами виробництва;
- прогнозування строків настання ключових подій у процесі побудови суден і номенклатури робіт, що визначають терміни критичного шляху;
- формування системи планів робіт виробничих одиниць (підрозділів), що забезпечують просування будівництва на кожному із замовлень з урахуванням матеріально-ресурсних можливостей підприємства;
- визначення потреби у виробничих робітниках по спеціальностях і за часом виконання робіт;
- виявлення дефіциту необхідних ресурсів і відхилень ходу й результатів робіт на суднах, що будуються, від запланованих.

В інформаційну основу системи управління входять проектна документація, дані по виробництву, по фактичних витратах, аналізу відхилень фактичних витрат від запланованих з виявленням причин цих відхилень, рішення по їхньому усуненню.

Виконавчим інструментом системи є оперативне управління будівництвом, засноване на моделі процесу будівництва кожного судна у формі графіків, які містять інформацію для підготовки виробництва, управління побудовою та її забезпеченням. Ці графіки мають системоутворююче значення для управління виробництвом і підприємством.

Доцільно розробляти систему графіків, яка включає *генеральний графік* побудови головного судна, *оперативний*

4. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЮВАННЯ...

(мережевий) графік будівництва, а також комплексний укрупнений графік побудови замовлення [2].

Оперативний графік як частина технологічного графіка будівництва замовлення розробляється для одержання повного й досить докладного уявлення про загальний обсяг робіт на планований період (тиждень, місяць, квартал, рік) і повинен забезпечувати:

- організацію й управління будівництвом замовлення;
- визначення для кожної роботи по кожній ПООР усіх замовлень, що будуються, потреб у трудових, матеріальних і фінансових ресурсах;
- поточне планування виконання робіт у масштабі заводу виробничими підрозділами (цехи, виробничі відділи, контрагенти й ін.);
- організацію диспетчеризації робіт;
- одержання звітних даних про хід і результати робіт по формі, що забезпечує зворотний зв'язок з учасниками будівництва;
- уточнення циклу побудови й строків настання ключових подій у побудові кожного замовлення на основі уточненої інформації.

При розробці оперативного графіка визначають номенклатуру робіт і подій, строки початку й закінчення робіт та їхню послідовність відповідно до технології побудови, а також робочі місця, що беруть участь у роботі.

Комплексний укрупнений графік будівництва замовлення включає роботи оперативного графіка й роботи по підготовці виробництва: випуск робочої документації, підготовку основних фондів для виробництва продукції, виготовлення оснащення й т. д. У комплексному графіку повинні фіксуватися строки поставки матеріалів і комплектувального устаткування для планування роботи служб МТП.

4.2. Раціоналізація управління підприємством

Управління суднобудівним виробництвом на основі системи управління побудовою суден вимагає зміни принципів оперативно-виробничого планування. Підрозділам основного виробництва необхідно відмовитися від планування таких об'ємних показників, як звітні показники господарської діяльності й перейти на номенклатурно-календарне планування (на основі графіків будівництва суден), при якому для кожної позиції плану (ПООР) визначаються витрати виробництва, тобто витрати всіх видів виробничих ресурсів у вартісній формі.

Управління підприємством на основі названих принципів дозволяє максимально централізувати функції управління у відповідних службах і перейти до дворівневого управління, запровадивши безцехову структуру організації основного виробництва верфі. При цьому вирішується одне з найскладніших завдань, що викликає в наш час дисбаланс управління, – перехід від двох видів об'єктів, що управляються (виробничі підрозділи й судна, що будуються), до інтегрованих і централізовано керованих робочими місцями, наприклад ділянками основного виробництва [4].

Це дозволяє впровадити єдину систему виробничого планування для всіх служб підприємства, включаючи функціональні служби управління, організувати систему фінансового планування, безупинно контролювати хід виробничого процесу й реально управляти витратами виробництва стосовно деталей, конструкцій, етапів будівництва конкретного судна по кожному підрозділу (інтегрованому або локальному робочому місцю).

Перехід на єдину систему виробничого планування й моніторингу витрат виробництва кардинально змінює положення основних функціональних служб управління підприємством, включаючи їх у виробничий процес на правах

4. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЮВАННЯ...

безпосередніх контрагентів, підлеглих у своїй діяльності плану виробництва продукції.

Основними принципами такої участі служб управління підприємством у виробничому процесі повинні бути: розподіл повноважень між персоналом, тобто однозначність визначення цілей діяльності, прав і відповідальності кожної посадової одиниці апарату управління на всіх рівнях організації виробництва; документальна формалізація процесів управління та їхнє узгодження із системою документообігу; підконтрольність прийняття рішень на всіх рівнях управління.

Вирішальну роль у такій формалізації діяльності кожної служби підприємства й кожного працівника повинна зіграти *система якості* підприємства. Однак відповідно до розглянутого процесного підходу до управління *система якості* повинна бути формалізована в електронній формі, що й стане, по суті, основою реінжинірингу бізнес-процесів.

Організаційна структура служб управління індивідуальна для кожного суднобудівного підприємства. Разом з тим, єдині для підприємств ринкові економічні умови діяльності дозволяють визначити наступні загальні *блоки управління та їх завдання*:

- маркетинг і стратегічне планування із завданнями формування портфеля замовлень, ціноутворення й перспективного економічного планування діяльності підприємства;
- управління виробництвом продукції із завданнями єдиного комплексного планування виробництва продукції та його забезпечення всіма видами ресурсів, що становлять витрати виробництва, а також оперативного управління процесом виготовлення продукції;
- управління якістю продукції із завданнями стандартизації, сертифікації виробництва й продукції на відповідність міжнародним стандартам якості, ліцензування діяльності й т. д.;

4.2. Раціоналізація управління підприємством

– проектування продукції й ТПВ із завданнями забезпечення виробництва конструкторсько-технологічною, нормативно-технічною та іншою інженерною документацією, а також планування й реалізації технологічних інновацій;

– інженерно-виробниче забезпечення виготовлення продукції із завданнями підтримки працездатності технологічного й енергетичного устаткування, інших основних фондів, а також планування й впровадження інновацій капітального характеру;

– матеріально-ресурсне забезпечення виробництва продукції, включаючи завдання складування матеріалів, комплектувального устаткування й палива, митного оформлення імпорту матеріальних ресурсів і оптимізації логістичних ланцюгів;

– управління персоналом із завданнями забезпечення виробництва трудовими ресурсами за планом виробництва, підготовки й перепідготовки кадрів з використанням внутрішніх і зовнішніх форм навчання, рішення комплексу зобов'язань роботодавця, передбачених трудовим законодавством і колективним договором (заробітна плата, норми праці, компенсації й т. д.);

– бухгалтерський і податковий облік, економічна звітність, до якої входять завдання обліку й аналізу витрат виробництва за видами витрат, місцем виникнення (підрозділами) і носіями (видами продукції);

– фінансове забезпечення й контролінг (з його адаптацією до умов підприємства) із завданнями фінансового планування, оптимізації платежів за всі види споживаних ресурсів, визначення джерел їхнього покриття, контролю за відповідністю витрат виробництва затвердженому фінансовому плану, а також залучення позикових коштів і ефективного використання тимчасово вільної ліквідності підприємства;

4. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЮВАННЯ...

- збут готової продукції підприємства із забезпеченням своєчасних розрахунків за поставлену продукцію;
- управління підприємством із завданнями формалізації документообігу й процесів управління, розробки структур управління, організації інформаційних мереж і комп'ютерної бази, вибору й адаптації (проектування інтерфейсів) автоматизованої системи управління підприємством та інформаційно-ресурсного забезпечення виробництва;
- захист комерційних інтересів підприємства від несумлінної конкуренції.

Реалізацію завдань всіх названих функціональних блоків можна розглянути на прикладі організації конкретної служби суднобудівного підприємства – *інформаційно-технічного центру* [2].

Інформаційно-технічний центр підприємства. Виконання проектно-конструкторських робіт на суднобудівних підприємствах і освоєння ними CAD/CAM-систем визначають необхідність удосконалювання організації підготовки виробництва, в першу чергу технічної. Багато років така підготовка здійснювалася самостійними підрозділами головного конструктора й головного технолога.

Структура таких відділів і обсяг виконуваних ними робіт визначалися в кожному конкретному випадку типами суден, що будуються, технологією, організацією виробництва і його масштабами, рядом інших факторів. Традиційна організація інженерної підготовки виробництва, що існувала багато років, поступово ставала гальмом удосконалювання технічної підготовки виробництва в умовах застосування нових ІТ.

Практика показала, що виконання всього комплексу проектних робіт по транспортним суднам у ЦКБ недоцільно. Етап конструкторської підготовки виробництва й, насамперед, розробка робочого проекту, для скорочення строків побудови судна вимагає участі верфі й повинен виконуватися на заводі-

4.2. Раціоналізація управління підприємством

будівнику. З огляду на сформовану за багато років традиційну організацію технічної підготовки виробництва вважається доцільним упроваджувати поетапно змінені схеми конструкторсько-технологічної підготовки суднобудівного виробництва: спочатку – розподілену, а потім – предметно-замкнуту. Особливості організації названих схем проектування й технічної підготовки виробництва та їхньої відмінності від децентралізованої схеми наведені на рис. 4.2.

Кардинальне вирішення цієї проблеми повинне ґрунтуватися на комплексно-системному підході з об'єднанням усіх служб, що беруть участь у підготовці виробництва, в єдиний *інформаційно-технічний центр (ІТЦ)*. У своїй роботі такі центри повинні базуватися на нових комп'ютерних ІТ. Логічна структура таких центрів на кожному підприємстві може бути різною залежно від особливостей і умов роботи підприємств.

У наш час ІТЦ сучасних суднобудівних підприємств проводять технічну підготовку виробництва в повному обсязі, виконуючи наступні завдання:

- випуск *робочих інформаційних паспортів* (робочі конструкторсько-технологічні документи);
- випуск креслень оснащення, постановки судна на стапельному місці, креслень спускового пристрою і розрахунків по спуску, здавальної й звітної документації;
- випуск планово-облікової документації, ТП;
- розробка генерального, технологічного й оперативного графіків побудови судна, графіків підготовки виробництва й виготовлення оснащення;
- формування й ведення ПООР;
- комплекс завдань МТЗ виробництва;
- розрахунок виробничих потужностей, планування робіт з розвитку виробництва;
- автоматизоване проектування виробів МБЧ, ЗТО й інші завдання.

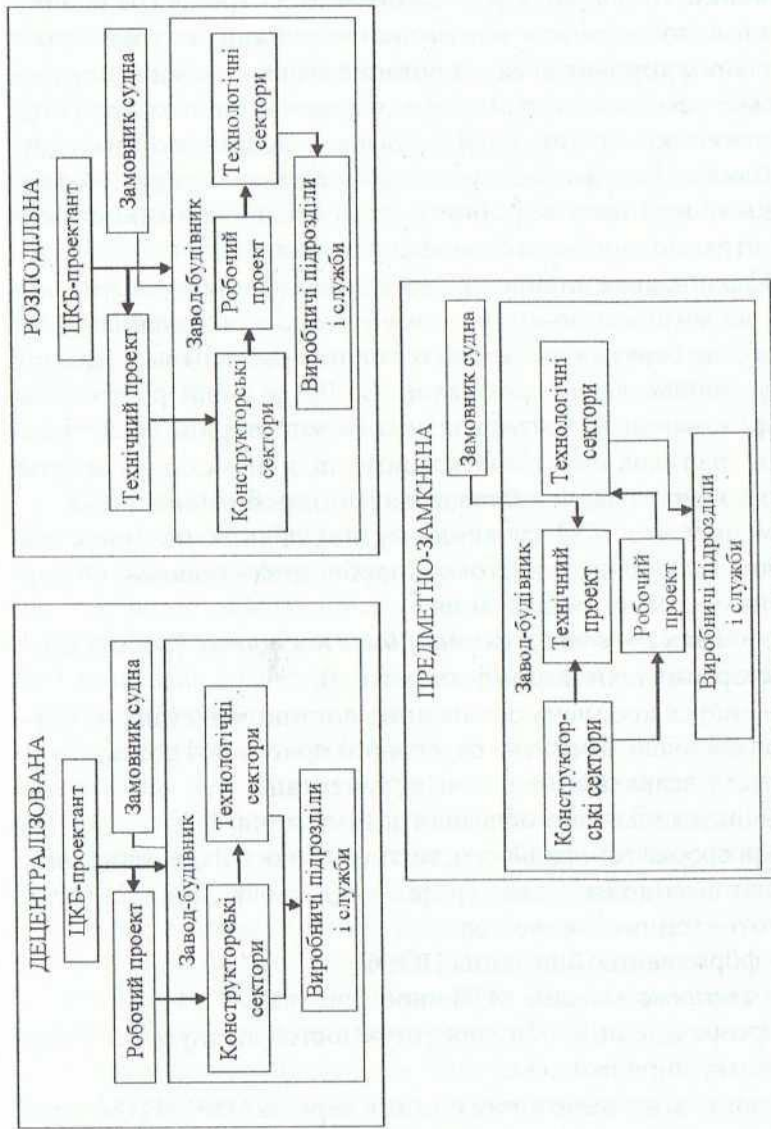


Рис. 4.2. Схеми типів конструкторсько-технологічної підготовки суднобудівного виробництва

Така схема забезпечує комплексне впровадження ІТ, інтеграцію систем САПР, АСТПВ, АСУ й удосконалювання на цій базі методів управління виробництвом, що дає можливість прискореного освоєння досвіду кращих зарубіжних верфей у частині скорочення строків проектування й побудови суден, підвищення їхньої якості на основі нових організаційних принципів.

Нові *робочі інформаційні паспорти* дозволяють робітникам і майстрам замість численних документів (робоче креслення в трьох проекціях, робоча технологія, таблиці зварювання, норми й стандарти) користуватися одним. Розробка робочих креслень у вигляді *робочих інформаційних паспортів* дозволяє перейти до паралельної технічної підготовки виробництва й скоротити її тривалість. Інформаційною основою такого (паралельного) проектування є єдина модель "*виріб-технологія-люди*". Відповідно інформаційною основою паралельної технічної підготовки виробництва є застосування нових ІТ та інтеграція знань із різних проблемних сфер життєвого циклу виробів: "*маркетинг-проекування-виробництво-супровід*". Це дозволяє заощаджувати не тільки час, але й кошти за рахунок підвищення якості виробів, скорочення змін (в 2–3 рази), що вносяться в конструкцію судна на стадії виготовлення, і спрощення інженерного супроводу будівництва судна [2].

Об'єднання конструкторських, технологічних та інших інженерних служб, а також різноманіття цілей і функцій підготовки виробництва потребують відповідної організаційної структури ІТЦ. Виходячи з логіки ТПВ організаційна структура ІТЦ повинна бути побудована на основі спеціалізованих відділень, що виконують такі функції (рис. 4.3):

- конструкторсько-технологічну підготовку й забезпечення роботи цехів верфі – відділення верфі;
- конструкторсько-технологічну підготовку й забезпечення виробництва виробів МБЧ – відділення машинобудування;

4. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЮВАННЯ...

– технічний розвиток підприємства – відділення технічного розвитку.

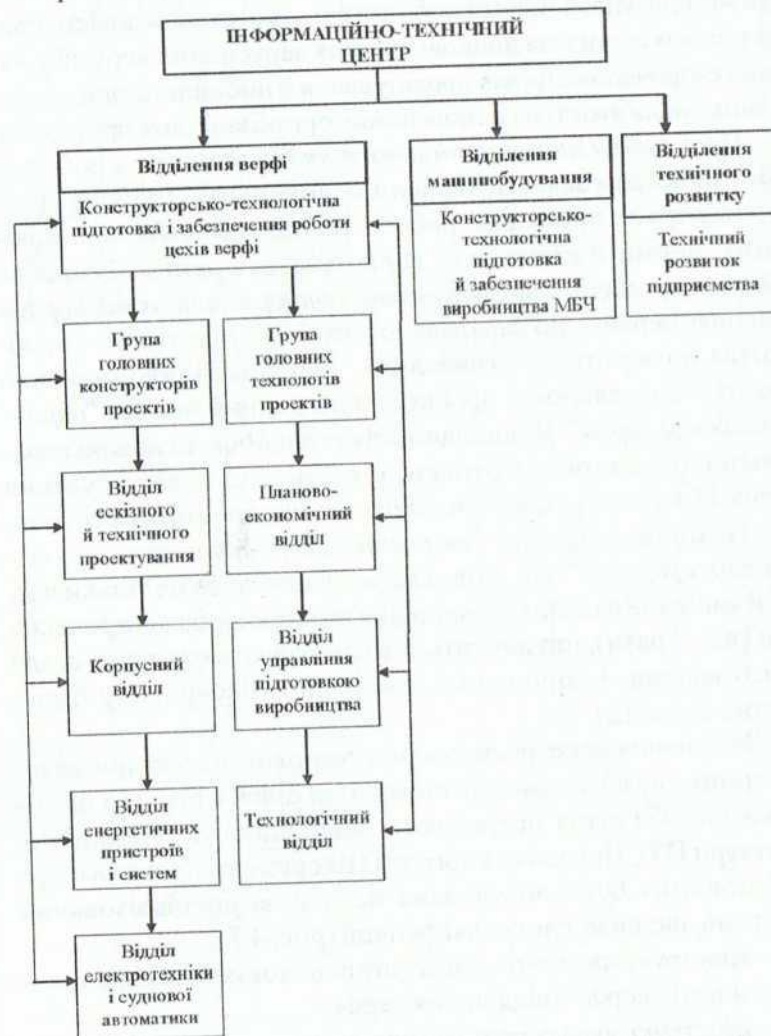


Рис. 4.3. Узагальнена організаційна структура інформаційно-технічного центру суднобудівного підприємства

4.2. Раціоналізація управління підприємством

Зрозуміло, що в міру набуття досвіду організаційна структура на підприємстві повинна розвиватися. Характеристика основних завдань, що розв'язуються ІТЦ на основі ІТ, та їхній розподіл між відділеннями подані в табл. 4.1.

Таблиця 4.1. Характеристика задач, що вирішуються ІТЦ

Найменування підрозділу ІТЦ	Група задач
Відділення верфі	Проектна документація. Висновки на проєкти. Специфікація на постачання імпортного обладнання
	Робоча конструкторська документація та її коректування. Експлуатаційна документація
	Відомості й креслення оснащення та технічного забезпечення судна
	Дані й документи з контролю точності виготовлення виробів і вагового контролю
	Дані для відомостей замовлення матеріалів й обладнання, матеріальні карти
	ТП і вказівки. Документи з опрацювання технологічності виробів. Документи з контролю технологічної дисципліни
	Графіки, розрахунки трудомісткості, планування і схеми розміщення виробництва, відомості ПООР (технологічні комплекти) й технологічні наряди
	Журнали приймань і посвідчень
	Рішення про технічну можливість виготовлення виробів, висновки по договорах
	Рішення й робоча конструкторська документація по výroбах машинобудування верфі
Відділення машинобудування	Висновки на проєкти суден по výroбах машинобудування

Інформаційно-технічний центр дозволяє зосередити конструкторську й технологічну підготовку суднового машинобудування в одному підрозділі. Це розвантажує бюро технологічної підготовки відповідних цехів і сприяє підвищенню

4. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЮВАННЯ...

ефективності робіт цехових служб з виявлення передових прийомів праці та розширенню масштабу їхнього застосування робітниками. Для повноцінного проектування виробів суднового машинобудування впроваджені САПР різних рівнів, що використовують спеціалізовані додатки для проектування штампувань, оснащення, пневматичних і електричних схем та пристроїв. При цьому повинні враховуватися принципи групової технології.

Відділення технічного розвитку, займаючись технічним розвитком підприємства, безпосередньо в розробці інформації по замовленнях основної програми підприємства не бере участь.

Інформаційно-технічний центр також розробляє інформаційне забезпечення для автоматизованої системи управління підприємством. При цьому розробка графіків побудови замовлень і ПООР орієнтована на кожне окреме замовлення.

Взаємодія між відділом автоматизованих систем проектування і управління підприємства й підрозділами ІТЦ здійснюється на основі обміну інформацією на стадії технічної підготовки виробництва з використанням комп'ютерних ІТ. Обмін виконується за допомогою розділів інформаційної моделі судна. Інформація для моделі судна формується спеціалізованою інформаційною системою, що розбиває роботи по судну на технологічні комплекти, визначає їхню трудомісткість та інші дані, формуючи відповідну базу даних. При цьому база даних по судну взаємодіє з базою даних по виробках МБЧ, яка формується системою проектування й технологічної підготовки виробництва. Зазначені бази даних неоднорідні по відношенню одна до одної і є складовими частинами бази даних інтегрованої системи управління підприємством. Обмін інформацією між ними може здійснюватися у вигляді текстових файлів по каналах обчислювальної мережі.

4.3. Розробка прогресивних технологічних процесів

Усе викладене підтверджує різноманіття завдань, які розв'язуються ІТЦ, і визначає необхідність досить розвинених структур його відділень.

Контрольні питання

1. Що передбачає система управління будівництвом суден?
2. Які види графіків входять до системи управління виробництвом і підприємством?
3. Що повинен забезпечити оперативний графік?
4. Що включає в себе комплексний укрупнений графік?
5. Як змінюється оперативно-виробниче планування при управлінні суднобудівним виробництвом на основі системного управління побудовою суден?
6. Як змінюється положення основних функціональних служб управління підприємством при переході на єдину систему виробничого планування й моніторингу витрат виробництва?
7. Навести загальні блоки управління та їх завдання для організаційної структури служб управління підприємством.
8. Навести особливості типів конструкторсько-технологічної підготовки суднобудівного виробництва.
9. Які завдання виконують ІТЦ сучасних суднобудівних підприємств для технічної підготовки виробництва?
10. Як повинна бути побудована організаційна структура ІТЦ, виходячи з логіки ТПВ?
11. Які завдання виконують спеціалізовані відділення ІТЦ?

4.3. Розробка прогресивних технологічних процесів

Аналіз стану різних видів суднобудівного виробництва свідчить про наявні можливості підвищення їхнього технічного рівня. Одночасно із цим є цілий ряд проблемних напрямків розвитку суднобудівного виробництва. Оскільки

розглянути всі напрямки в одній роботі неможливо, виділимо з них найбільш пріоритетні, що істотно змінюють методи й способи підготовки виробництва в суднобудуванні.

Проблема підвищення точності в судновому корпусобудуванні. Удосконалювання технології суднового корпусобудування в значній мірі пов'язане з проблемою точності. Важливість цієї проблеми підтверджується наявністю приганяльних робіт на всіх стадіях побудови корпусу судна, частка яких доходить до 40 % трудомісткості складання. Проблема підвищення точності в судновому корпусобудуванні є багатоаспектною й досить складною. Її вирішенню були присвячені дослідження ряду вчених і фахівців у вітчизняному й зарубіжному суднобудуванні. Всі ці дослідження й розробки внесли певний вклад у вирішення розглянутої проблеми. Разом з тим приганяльні роботи все ще існують у значних обсягах. У загальному випадку скорочення приганяльних робіт можна досягти двома шляхами: *активним і пасивним*. До *активних* відносяться шляхи скорочення, що забезпечують усунення причин приганяльних робіт: удосконалювання системи допусків, призначення взаємозалежних допусків на точність виготовлення й монтажу корпусних конструкцій на основі розмірно-технологічного аналізу корпусу судна, підвищення точності вимірів та інше. *Пасивні шляхи* спрямовані на вдосконалювання способів виконання приганяльних робіт і зниження їхньої трудомісткості. Надавати перевагу слід активним шляхам [42].

Розміри й положення у просторі конструкцій корпусу судна взаємозв'язані й взаємозалежні. Тому забезпечення необхідної точності з урахуванням цих взаємозв'язків може бути досягнуто лише на основі розмірно-технологічного аналізу, який повинен становити сутність розмірних розрахунків у судновому корпусобудуванні. Такий аналіз, заснований на

складанні й рішенні розмірних ланцюгів по корпусу судна, дозволяє вирішувати наступні завдання:

- розраховувати взаємозалежні технологічні допуски на розміри корпусних конструкцій і на їхнє положення при монтажу на стапелі;

- визначати номенклатуру корпусних конструкцій, які можуть бути виготовлені без монтажних припусків;

- визначати за допомогою розрахунків величину монтажного припуску в тих випадках, коли він необхідний.

Найбільш повно теорія й практика розмірно-технологічного аналізу розроблені в машинобудуванні. Незважаючи на спільність основних положень при вирішенні розмірних ланцюгів у машинобудуванні й судновому корпусобудуванні, розмірно-технологічний аналіз до останнього часу в суднобудуванні застосовується досить обмежено. У значній мірі це пояснюється технологією побудови корпусу судна (малою жорсткістю конструкцій при їх відносно великих розмірах, відсутністю залежності вимог до точності складання з'єднань під зварювання від розмірів конструкції та ін.). Усе це вимагає застосування спеціальної методики розмірно-технологічного аналізу корпусу судна. Тому й була розроблена методика, заснована на імовірнісному методі розрахунку розмірних ланцюгів по корпусу судна.

Прийнятий на перших етапах освоєння розмірно-технологічного аналізу принцип послідовного рішення й аналізу розмірних ланцюгів по корпусу судна, з одного боку, спрощував процедуру аналізу, тому що дозволяв розглядати кожний ланцюг самостійно, без явного зв'язку з іншими. З іншого боку, він знижував ефективність аналізу у зв'язку з труднощами обліку всіх розмірних зв'язків по корпусу судна в цілому й неможливістю з цієї причини оптимізувати прийняті рішення.

Розвиток математичних методів і обчислювальної техніки дозволили підійти до рішення розглянутого завдання на більш

високому науковому рівні, заснованому на моделюванні точності формування корпусу судна й застосуванні ПК для виконання розрахунків. У результаті досліджень були сформовані основні принципи такого моделювання й складання алгоритму виконання розмірно-технологічного аналізу в цих умовах.

Розроблене на цих принципах програмне забезпечення розмірно-технологічного аналізу було застосовано на практиці, у тому числі при дослідженні точностних залежностей по різних типах секцій.

Розглянутий підхід дозволив істотно підвищити ефективність розмірно-технологічного аналізу корпусу судна, але не виключив досить істотного недоліку методики його виконання – необхідності ручного введення вихідних даних. Сьогодні цей недолік усунутий завдяки можливості використання математичної моделі корпусу судна, що генерується автоматизованими системами типу CAD/CAM. Така модель містить усю необхідну для виконання розмірно-технологічного аналізу вихідну інформацію з корпусних конструкцій і корпусу судна в цілому. Наявність такої моделі дозволяє автоматизувати процедуру аналізу. Для цього в базу даних необхідно ввести типові замикаючі, складові ланки й розмірні ланцюги по корпусу судна, а також величини полів допусків (вимоги до точності) на всі ланки розмірних ланцюгів [2].

Перейдемо тепер до другого напрямку скорочення приганняльних робіт – до проблеми підвищення точності вимірів у судновому корпусобудуванні.

Роботи з контролю розмірів, форми й просторового положення конструкцій і механізмів при побудові судна мають характерну назву – суднові перевірочні роботи. Вони охоплюють практично всі стадії будівництва судна – від розмітки корпусних деталей до контролю положення судна на стапелі, монтажу механізмів і систем, робіт на плаву.

У процесі побудови корпусу виконується велика кількість вимірів. Так, тільки при формуванні корпусу середнього судна на стапелі виконується близько 5000 вимірів, без врахування вимірів місцевих деформацій, параметрів оброблення кромки під зварювання й величин "різностінності" кромки конструкцій, число яких може досягати 70–80 тис.

Усі виміри в судновому корпусобудуванні поділяються на лінійні й кутові, з яких переважають лінійні. Частка кутових вимірів незначна. Практика показує, що у всіх випадках, коли це можливо, кутові виміри переводять у лінійні.

Вимоги до вимірів визначаються насамперед технічними вимогами до точності виготовлення й монтажу судових корпусних конструкцій. Відхилення лінійних розмірів, що допускаються, у більшості випадків перебувають у межах $\pm 2-8$ мм, що при існуючих базах вимірів представляє собою досить високу точність. Відповідно, повинна бути досить високою точність вимірів.

У загальному випадку гранична погрішність методу вимірів не повинна перевищувати $1/3$ поля допуску контрольованого параметра, як це прийнято для аналогічних вимірів у машинобудуванні. Щодо до суднобудування межі погрішностей, що допускаються, вимірів розмірів, форми й взаємного положення деталей і конструкцій корпусу повинні бути не більше $0,33$ значень допусків на геометричні параметри, що перевіряються. При цьому значення розмірів, отриманих при вимірі з погрішністю, що не перевищує межі допустимої погрішності, приймаються за дійсні. Таким чином, погрішності засобів вимірів у судновому корпусобудуванні не повинні перевищувати $0,33 \times (4-16) \approx (1,3-5,4)$ мм [2].

Багато років у судновому корпусобудуванні для виконання лінійних вимірів застосовуються металеві рулетки, метри й лінійки, для горизонтального нівелювання – шлангові рівні,

для вертикального нівелювання – шнурові виски. Дослідження показали, що цей традиційно застосовуваний інструмент далеко не у всіх випадках, особливо при вимірах шнуровим виском на відкритому повітрі, забезпечує необхідну точність.

Примітивність традиційних методів і засобів виміру, навіть при високому рівні професійної майстерності суднових перевірників, не дозволяє застосовувати в суднобудуванні сучасні виробничі процеси. І сьогодні на більшості суднобудівних підприємств у корпусному виробництві для забезпечення остаточного складання виконується значний обсяг приганняльних робіт, а операції з монтажу механізмів і систем переносяться на завершальні етапи побудови судна. Все це визначило необхідність застосування більш точних засобів виміру, заснованих на використанні оптичних приладів, зокрема теодолітів.

Погрішність нівелювання теодолітами середньої точності становить 1,0...2,0 мм на можливих базах вимірів. Це значно менше, ніж при використанні шнурового виска й шлангового рівня, і цілком припустимо для розглянутих цілей. Виконані раніше дослідження підтвердили зазначену вище точність вимірів теодолітами й доцільність їхнього застосування.

На підставі викладеного оптичний метод був включений у галузевий стандарт. У той же час було встановлено, що існуючі теодоліти загального призначення не відповідають повністю вимогам суднового корпусобудування. Тому подальші дослідження й дослідно-конструкторські розробки були спрямовані головним чином на створення нових оптичних приладів.

Нові можливості підвищення точності виміру й скорочення приганняльних робіт відкриваються в наш час у зв'язку зі створенням оптико-електронних вимірювальних приладів і заснованих на їх основі вимірювальних систем. Усі існуючі системи, засновані на використанні нових приладів, можна

розділити на три типи: *теодолітні, лазерні й системи на основі тахеометра*. Дані системи різняться апаратними засобами та їх технічними характеристиками, характером обробки даних із використанням спеціального програмного забезпечення, областю застосування й іншими особливостями.

Теодолітна вимірювальна система є комбінацією двох і більше електронних теодолітів й обчислювального пристрою. Вона дозволяє виконувати безконтактні вимірювання об'єктів з високою точністю.

Лазерна вимірювальна система заснована на використанні лазерного далекоміра і надає можливість вимірювати місце розташування точок без застосування відбивних марок. Однак точність і галузь застосування цієї досить складної системи обмежуються невеликою базою вимірів і впливом метеорологічних умов.

Тахеометр є основою третього типу систем, він також забезпечує високу точність, малу витрату часу на вимір і обробку отриманих даних за допомогою комп'ютерів.

Дослідження показали, що найбільш придатними в наш час є тахеометри, що випускаються фірмами "Sokkia" (Японія) і "Leica" (Швейцарія). Такі прилади забезпечують високу точність і відносну простоту вимірів, широкі можливості обробки й подання їхніх результатів. До приладів може бути підключений реєстратор даних, що здійснює збирання, зберігання, обробку даних, вимірювання відстані й кутів. Дані, що зберігаються в реєстраторі, можуть видаватися безпосередньо на місці вимірювання або передаватися на ПК для наступної обробки, створення архіву й т. д. На базі приладів можливе створення *автоматизованої вимірювальної системи для суднового корпусобудування*. Розроблено концепцію такої системи, яка полягає в наступному [26]:

4. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЮВАННЯ...

- система повинна бути орієнтована на застосування сучасних оптико-електронних вимірювальних тахеометрів;
- первісними джерелами інформації для системи служать автоматизовані системи CAD/CAM, які містять математичну модель корпусу судна;
- система повинна підтримуватися відповідним програмним забезпеченням, яке включає бази даних по проектам суден, що будуються, типовим корпусним конструкціям, вимогам до параметрів проведення вимірів, що перевіряються;
- на стадії остаточної обробки результатів у системі повинна бути передбачена можливість зіставлення вихідних і фактичних даних, отриманих у процесі вимірювання. Обробка даних повинна здійснюватися з виведенням результатів на екран монітора або на друк у зручній для користувача формі.

Координатні методи вимірів і нова електронно-оптична техніка дають можливість міняти технологію контролю, підвищувати точність у процесі виготовлення й стежити за суміщенням конструкцій у реальному часі, що дозволяє значно скоротити додаткові роботи при стикуванні на стапелі.

Якщо процес складання укласти в систему взаємних координат з використанням вимірювальної системи, то крім проектною моделі можна створити так звану *виробничу модель*. Тоді стає можливим на стадії складання й виготовлення конструкції оцінити, підходе вона для встановлення на стапель або виходить за рамки допусків.

Надалі необхідно створити *технологію розмірного контролю* і вмонтувати її в діюче виробництво. Необхідно прагнути до того, щоб технології розмірного контролю на основі методів координатних вимірів стали основою при створенні "акуратних" виробничих процесів (процеси, що орієнтуються на загальне підвищення точності виготовлення корпусних елементів) у суднобудуванні [5].

4.3. Розробка прогресивних технологічних процесів

Роботи в суднобудівному виробництві. Інтенсифікація суднобудівного виробництва в нових економічних умовах у значній мірі пов'язана з підвищенням продуктивності праці. Для створення нових суден і збільшення їхнього випуску необхідно розробляти й впроваджувати принципово нові засоби виробництва, які дозволяють широко автоматизувати процеси і мають універсальність та можливість до швидкого переналагодження при зміні роботи. Остання обставина для суднобудівного виробництва має особливе значення. Суднобудування стає все більше індивідуальним або дрібносерійним, що характеризується багатономенклатурністю й частим замінюванням конструкцій, що виготовляються. Зазначеним вимогам найбільше відповідають гнучкі виробничі системи (ГВС), які створюються на базі *промислових роботів*, автоматичного устаткування, електронно-обчислювальної техніки й становлять собою найбільш високий рівень автоматизації виробничих процесів.

Під ГВС розуміється сукупність у різних поєднаннях устаткування з ЧПУ, роботизованих технологічних комплексів (РТК), гнучких виробничих модулів (ГВМ), окремих одиниць технологічного устаткування й систем, що працюють в автоматичному режимі протягом заданого інтервалу часу. ГВС мають властивість автоматизованого переналагодження при виробництві виробів довільної номенклатури у встановлених межах значень їхніх характеристик. За організаційною структурою виділяють *гнучкі автоматизовані лінії (ГАЛ), гнучкі автоматизовані ділянки (ГАД), гнучкі автоматизовані цехи (ГАЦ).*

Роботизовані технологічні комплекси становлять собою сукупність технологічного устаткування, промислового робота й засобів оснащення, яка автономно функціонує і здійснює багаторазові цикли. Склад і структура конкретних РТК визначаються змістом реальних ТП.

Під ГВМ розуміється одиниця технологічного устаткування для виготовлення виробів довільної номенклатури у встановлених межах значень їхніх характеристик із програмним управлінням, яка автономно функціонує, автоматично здійснює всі функції, що пов'язані з виготовленням виробів, і має можливість вбудовуватися в ГВС [1].

Одним з основних елементів усіх вищезгаданих структур є промисловий робот. *Промисловий робот* – це автоматична машина, стаціонарна або пересувна, до складу якої входять виконавчий пристрій у вигляді маніпулятора з кількома ступенями рухливості й перепрограмувальний пристрій програмного управління для виконання у виробничому процесі рухових і управляючих функцій (рис. 4.4).

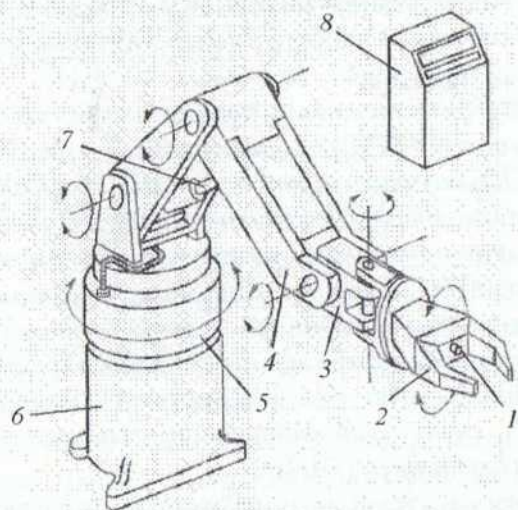


Рис. 4.4. Конструкція промислового робота:

- 1 – датчик зворотного зв'язку; 2 – захоплюючий пристрій; 3 – кисть;
4 – рука маніпулятора; 5 – колона; 6 – несуча конструкція (фундамент);
7 – привід руки; 8 – блок керуючого пристрою з пультом

Залежно від призначення й складності виконуваних операцій промислових роботів прийнято умовно поділяти на три покоління [2]. *Роботи першого покоління* (на практиці вони поки що найпоширеніші) працюють за жорсткою програмою. До таких роботів, зокрема, належать роботи з числовим програмним управлінням. Вони не здатні адаптуватися до змін зовнішньої обстановки й середовища, їх застосовують для виконання порівняно простих технологічних операцій. При цьому потрібен жорсткий порядок їхнього входу в систему (орієнтування деталей у вихідному положенні).

Адаптивні промислові роботи другого покоління працюють за гнучкою програмою. Їх оснащують датчиками зовнішнього середовища (сенсорними датчиками). Для управління застосовують крім розвинених систем ЧПУ ще й управляючі обчислювальні машини (УОМ). Більш висока конструктивна досконалість роботів другого покоління, у порівнянні з роботами першого покоління, дозволяє використовувати їх для рішення складних виробничих завдань.

Промислові роботи третього покоління, так звані *інтелектуальні роботи*, будуть здатні повністю адаптуватися до умов праці й виробництва, для чого їх необхідно оснащувати елементами інтелекту (системами штучного інтелекту). Управління такими роботами буде здійснюватися від УОМ. При цьому буде широко застосовуватися евристичне програмування, коли людина програмує тільки ціль дії робота, а самі дії та їхній порядок програмує для себе робот.

Створення роботів дозволяє крім рішення виробничих завдань вирішити й соціальні проблеми, а саме: ліквідувати дефіцит робочої сили; поліпшити умови праці; виконувати роботи в шкідливих для людини середовищах і аварійних ситуаціях.

Промислові роботи можуть працювати як самостійно, так і входити до складу РТК, ГВМ і т. д. Застосування ГВС різного

4. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЮВАННЯ...

рівня дає можливість одержати значний техніко-економічний і соціальний ефект.

У вітчизняному суднобудуванні розробки в галузі робототехніки з'явилися в 1970-х рр. і одержали істотний розвиток у наступному десятилітті. У свій час була розроблена програма роботизації, у якій пріоритет отримали автоматизація і роботизація корпусообробного, складально-зварювального, трубообробного й деяких інших видів виробництва. Істотні успіхи були досягнуті в корпусообробному виробництві, де були створені й впроваджені ГАД плазмового різання листового матеріалу на базі машин "Кристал" і "Гранат", об'єднаних автоматизованою системою управління. Відповідно до одного з реалізованих проєктів ГАД теплового різання містить у собі модуль групового управління декількома машинами плазмового різання, автоматизоване управління засобами технологічного оснащення, робот-перевантажувач листів і робот-перевантажувач деталей. Управління транспортною системою здійснюється від спеціального поста управління ЧПУ; також передбачено повний обсяг робіт по стабілізації плазмотрона й позиціонуванню листа. Уперше застосоване оптиковолоконне передавання інформації й технологічних команд із міні-ЕОМ у мікро-ЕОМ і назад. Таким чином, усі операції від моменту введення інформації про листи, що надходять з лінії очищення й ґрунтовки, до подачі деталей на ділянку комплектації виконуються автоматично.

Як приклад на рис. 4.5 наведена схема гнучкої автоматизованої лінії виготовлення дрібних деталей.

Застосування робототехніки в СЗВ досить складна науково-технічна проблема. Автоматизація процесу виготовлення секцій є сьогодні важкодійснюваним завданням через: великі розміри й масу деталей, що складаються, недостатню точність складання, жорсткі вимоги до величини зварювального зазору,

4.3. Розробка прогресивних технологічних процесів

необхідність прикладання значних зусиль при з'єднанні деталей, що стикуються, і т. п.

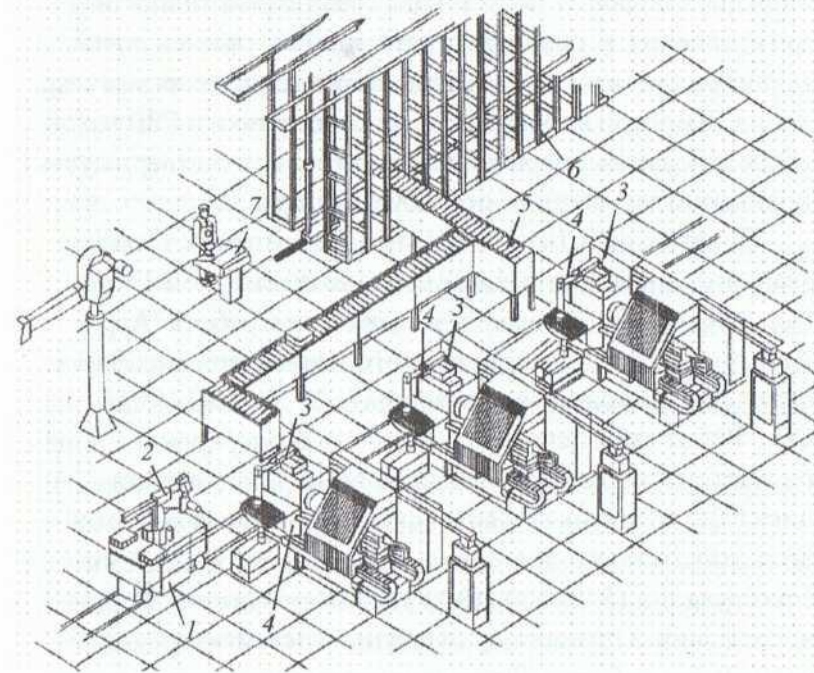


Рис. 4.5. Гнучка автоматизована лінія виготовлення дрібних деталей:

1 – транспортний робот; 2, 3 – робот; 4 – верстат;
5 – транспортна система; 6 – склад; 7 – пульт оператора ГАЛ

Разом з тим уже сьогодні створюються умови для вирішення цієї проблеми в майбутньому. Мова йде про комплексно-механізовані поточкові лінії, принципи побудови й організації яких, а також деякі типи устаткування, що входить до складу цих ліній, можуть бути корисними при створенні ГАД СЗВ. Рішення розглянутої проблеми доцільно починати

4. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЮВАННЯ...

зі створення ГАД дрібних вузлів корпусних конструкцій (книці, бракети, короткі таври). На даний час відомі технічні пропозиції про створення таких ГАД. Серед технологічних операцій виготовлення корпусних конструкцій як при існуючих технологіях, так і в умовах ГАД першорядне значення має зварювання. Тому при впровадженні робототехніки в СЗВ важливе місце займають зварювальні роботи, що підтверджується практикою зарубіжного суднобудування.

Початок роботи зі створення вітчизняних складально-зварювальних роботів відноситься до початку 1980-х рр. [41]. Перший з них був створений за прототипом робота "Apprentice" й призначався для електродугового зварювання суднових конструкцій електродом, що плавиться (1,2... 1,6 мм), у середовищі CO_2 . Робот забезпечував можливість безперервного й переривчастого зварювання з коливаннями зварювального пальника й без коливань при виконанні зварних швів від нижнього до вертикального просторового положення в межах зони обслуговування (570×600×1800 мм). Маніпулятор зварювального пальника працював у сферичній системі координат. Програмування робота здійснювалось методом навчання.

Потім був створений робот за прототипом універсального зарубіжного робота "Пума-560" для електродугового зварювання суднових конструкцій у середовищі CO_2 або суміші кисневмісних газів електродом, що плавиться, діаметром 1,2... 1,4 мм. Маніпулятор робота – це багатоланковий механізм із шістьма ступенями рухомості; працює в сферичній системі координат. Програмування виконується шляхом введення з клавіатури відеотерміналу й запису в оперативний запам'ятовуючий пристрій інструкцій, призначених для

4.3. Розробка прогресивних технологічних процесів

управління роботом. На базі універсального зварювального робота був створений РТК, у якому застосована геометрична адаптація з використанням зварювального дроту як сенсору.

Надалі основні зусилля були спрямовані на створення порталного зварювального робота. Він призначався для електродугового зварювання в CO_2 або в суміші кисневмісних газів дротом невеликого діаметра кутових швів таврових з'єднань суднових корпусних конструкцій з висотою набору не більше 250 мм. Зварювання можливе в положеннях від нижнього до вертикального з коливаннями зварювального пальника й без коливань. При зварюванні кутових швів у нижньому положенні передбачена можливість використання системи настановної й поточної геометричної адаптації на базі індуктивних датчиків.

Сучасні тенденції використання роботів для зварювання суднових корпусних конструкцій. Роботизоване зварювання застосовується у тих випадках, коли традиційне автоматичне зварювання з використанням зварювальних тракторів і спеціалізованих зварювальних порталів не можуть забезпечити зварювання корпусних конструкцій складної конфігурації (наявність горизонтальних/вертикальних швів, перехресні зв'язки і т. п.). Через значні габарити суднових корпусних конструкцій, що перевищують у кілька разів розміри зони дії існуючих традиційних зварювальних роботів, роботизоване зварювання вимагає використання додаткових засобів просторового переміщення (носіїв) роботів [9]. Сукупність носіїв і технічних засобів забезпечення зварювання, що входять до зварювального робота (роботів), є *роботизованим зварювальним комплексом* (рис. 4.6, 4.7).

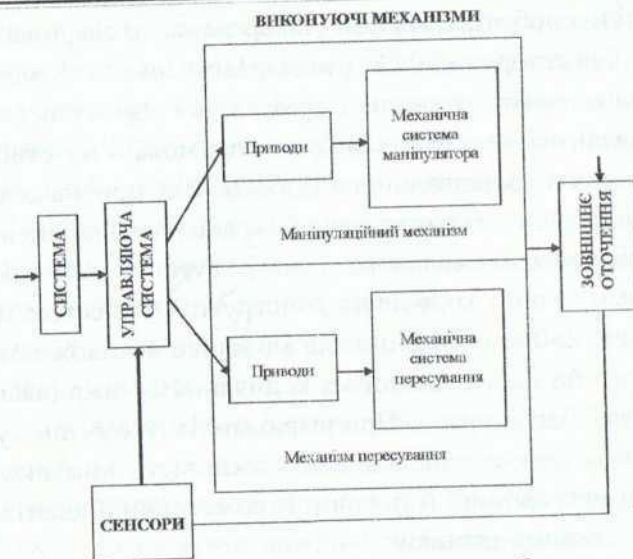


Рис. 4.6. Функціональна схема робота



Рис. 4.7. Склад роботизованого зварювального комплексу

Основними технічними характеристиками зварювального робота є кількість ступенів рухливості, вантажопідйомність, величина робочої зони й точність позиціонування. Існу-

ючі роботи для зварювання суднових корпусних конструкцій можна класифікувати за такими критеріями:

1. За типом конструкції, що зварюється:
 - роботи для зварювання відкритих корпусних конструкцій (мікропанелі, секції площинні/криволінійні, об'ємні);
 - роботи для зварювання закритих корпусних конструкцій (секції подвійного дна/борту).
2. За типом носія зварювального робота:
 - роботи, що розташовані на підлоговому носії;
 - роботи, що розташовані на порталному (мостовому) носії.
3. За способом базування зварювального робота під час зварювання:

- з базуванням на носії;
 - з базуванням на об'єкті зварювання.
4. За методом програмування процесу зварювання:
 - програмування навчанням;
 - програмування на базі CAD-моделі об'єкта зварювання;
 - програмування на основі даних системи технічного зору.

Ураховуючи складність та великі розміри суднових корпусних конструкцій, програмування роботизованого зварювання методом навчання не знаходить застосування.

Управляюча програма на основі даних CAD-моделі створюється поза виробничою ділянкою (off-line). Різновидом програмування на основі CAD-моделі є макропрограмування. Макропрограма (макрос) – це готова програма, що знаходиться в пам'яті робота й описує дії робота при зварюванні типових конструктивних елементів. Програмування роботизованого зварювання секції на базі макросів може здійснюватися оператором-зварником безпосередньо з пульта управління роботизованого комплексу.

При програмуванні на базі даних технічного зору виконується відеосканування секції. Отримане відеозображення

4. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЮВАННЯ...

дає координати положення набору та його перехресних зв'язків. Побудова управляючої програми виконується з використанням макросів, які знаходяться в пам'яті бортового комп'ютера, оператором-зварником на робочому місці (on-line).

Закордонний досвід роботизації складально-зварювального виробництва в суднобудуванні, а також вітчизняний досвід розробки засобів автоматизації на базі портальних систем створюють основу для розробки вітчизняних зразків роботизованих зварювальних комплексів.

Як показує практика, основною проблемою розробки вітчизняних роботизованих комплексів для зварювання суднових корпусних конструкцій у наш час є створення для них програмного забезпечення з метою автоматизації взаємодії механічної системи з великою кількістю ступенів рухомості з тривимірним об'єктом зварювання складної структури, тому основна кількість існуючих комплексів призначена для зварювання відкритих суднових конструкцій, доступ до зварних швів яких здійснюється зверху [9].

Накопичений у розглянутій сфері досвід, безумовно, буде корисним при створенні роботів нових поколінь. При цьому необхідно мати на увазі, що зварювальні роботи в наш час застосовуються за кордоном і при формуванні корпусу судна на побудовному місці. Так, одна із зарубіжних фірм розробила портативний зварювальний робот RV100, який призначений для виконання зварювання усередині корпусу судна. Робот переміщується в осередку й заварює всі кутові шви між перебірками й обшивкою без попереднього навчання. Маса робота – 30 кг. Блок управління перебуває поза осередком разом із кабелем робота. Робот має контактні датчики для ведення його по лінії шва.

Необхідно зазначити, що впровадження робототехніки є логічним розвитком комплексної механізації складально-

4.3. Розробка прогресивних технологічних процесів

зварювальних робіт. Основними умовами розробки й впровадження зварювальних роботів нового покоління є:

- проектування конструкцій з урахуванням їх виготовлення на роботизованих лініях і ділянках;
- створення зварювальних роботів з системами геометричної й технологічної адаптації;
- створення нової виробничої технології й організації виробництва, що враховують застосування роботів;
- забезпечення обсягів робіт, достатніх для завантаження роботів у дві й більше змін.

У зв'язку з останніми умовами багато фахівців висловлюються про доцільність створення регіональних складально-зварювальних виробництв по виготовленню вузлів корпусних конструкцій, а надалі й деяких секцій.

Крім розглянутих, у суднобудуванні виконувалися розробки зі створення промислових роботів й РТК для інших видів виробництв, зокрема створення ГВС для виготовлення труб і фарбування суден. Отже, розробки зі створення й впровадження робототехніки в суднобудівне виробництво досить перспективні й повинні з більшою енергією виконуватися надалі.

Контрольні питання

1. Якими шляхами досягається скорочення приганяльних робіт у суднобудуванні?
2. Які завдання дозволяє вирішувати розмірно-технологічний аналіз у судновому корпусобудуванні?
3. Що входить до суднових перевірочних робіт?
4. Яку величину не повинні перевищувати погрішності засобів вимірів у судновому корпусобудуванні?
5. Які інструменти використовувалися у судновому корпусобудуванні для виконання лінійних вимірів?

4. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЮВАННЯ...

6. Які вимірювальні системи з оптико-електронними вимірювальними приладами використовуються в наш час для підвищення точності вимірювання й скорочення приганяльних робіт?

7. Навести основні положення концепції автоматизованої вимірювальної системи для суднового корпусобудування.

8. Що розуміється під поняттям "гнучка виробнича система"?

9. Як поділяються за організаційною структурою гнучкі виробничі системи?

10. Назвати склад роботизованого технологічного комплексу для зварювання.

11. Що розуміється під поняттям "промисловий робот"?

12. Дати стислу характеристику роботам першого покоління.

13. Дати стислу характеристику роботам другого покоління.

14. Дати стислу характеристику роботам третього покоління.

15. Чому застосування робототехніки в СЗВ є досить складною науково-технічною проблемою?

16. Дати загальну характеристику зварювальним роботам.

17. Навести основні умови розробки й впровадження зварювальних роботів нового покоління.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. **Александров, В. Л.** Сборщик металлических корпусов судов [Текст] : учебник / В. Л. Александров, В. А. Смирнов, В. Ф. Соколов. – СПб. : Судостроение, 1998. – 432 с.

2. **Александров, В. Л.** Судостроительное предприятие в условиях рынка: проблемы адаптации и развития [Текст] / В. Л. Александров, А. В. Перельгин, В. Ф. Соколов ; под общ. ред. В. Л. Александрова. – СПб. : Судостроение, 2003. – 424 с.

3. **Венков, В. В.** Электронные модели корпусостроительного производства [Текст] / В. В. Венков // Судостроение. – 2000. – № 1. – С. 45–49.

4. **Власов, М. П.** Современные тенденции управления судостроительным производством [Текст] / М. П. Власов, В. И. Куперштейн, В. А. Рогозин // Судостроение. – 2000. – № 2. – С. 52–54.

5. **Вумек, Д.** Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании [Текст] / Д. Вумек, Д. Джонс. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2005.

6. **Гаврилюк, Л. П.** Концепция модернизации судостроительного производства [Текст] / Л. П. Гаврилюк // Судостроение. – 2009. – № 2. – С. 57–61.

7. **Глинских, А.** Мировой рынок CAD/CAM/CAE-систем [Текст] / А. Глинских // Компьютер-Информ. – 2002. – № 1 (117).

8. Горбач, В. Д. Модернизация производственных мощностей и освоение новых технологий – необходимое условие обеспечения конкурентоспособности судостроения [Текст] / В. Д. Горбач // Судостроение. – 2007. – № 6. – С. 59–63.

9. Горбач, В. Д. Область применения роботизированной сварки при изготовлении судовых корпусных конструкций [Текст] / В. Д. Горбач. – М. : ВИМИ, 1999. – Вып. 3. – 22 с.

10. Гореткина, Е. Что такое PLM? [Текст] / Е. Гореткина // PC Week. – 2003. – № 34.

11. Давидович, А. Н. Опыт внедрения программного комплекса ShipModel на судостроительных предприятиях [Текст] / А. Н. Давидович, Ю. И. Платонов, А. П. Черниченко // CADmaster. – 2007. – № 4. – С. 36–39.

12. Інноваційні технології проектування та побудови суден і засобів океанотехніки [Текст] : монографія / С. С. Рижков, В. С. Блінцов, В. Ф. Квасницький, К. В. Кошкін [та ін.]. – Миколаїв : НУК, 2009. – 356 с.

13. Информационные технологии – стратегический успех в повышении эффективности предприятий транспорта [Текст] / В. И. Седых, Л. Б. Леонтьев, В. Е. Лелюхин, С. П. Полоротов // Транспортное дело России. Спецвыпуск. – 2005. – № 3. – С. 3–6.

14. Колодяжный, А. Решение по поддержке полного жизненного цикла в судостроении [Текст] / А. Колодяжный // Машиностроение и смежные отрасли. – 2003. – № 4. – С. 18–22.

15. Кордюков, А. В. Технологическая подготовка производства с использованием методов искусственного интеллекта [Текст] / А. В. Кордюков // Материалы III Международной интернет-конференции молодых ученых "Инновационные технологии: теория, инструменты, практика (INNOTECH 2011)".

16. Коротких, Д. Проектное управление производством [Текст] / Д. Коротких // IT Manager. – 2015. – № 10. – С. 50–54.

17. Кружки качества на японских предприятиях [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://quality.eur.ru>.

18. Кузютина, М. Ю. Основные тенденции структурных преобразований в судостроительной отрасли [Текст] / М. Ю. Кузютина, В. М. Конопацкий // Судостроение. – 2004. – № 3. – С. 37–38.

19. Куперштейн, В. И. Моделирование организационно-технологических схем постройки судов при помощи укрупненных сетевых графиков [Текст] / В. И. Куперштейн, В. Ф. Соколов // Материалы первой международной конференции МОРИНТЕХ-95. – СПб., 1995.

20. Куперштейн, В. И. О совершенствовании управления изменениями в подготовке производства [Текст] / В. И. Куперштейн // Судостроение. – 2005. – № 6. – С. 41–43.

21. Ли, К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) [Текст] / К. Ли. – СПб. : Питер, 2004. – 560 с.

22. Липис, А. В. Возможности применения ERP-систем в судостроении [Текст] / А. В. Липис, В. А. Рыжов, В. А. Сизов // Судостроение. – 2003. – № 2. – С. 41–45.

23. Люгер, Джордж Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем [Текст] / Джордж Ф. Люгер ; пер. с англ. – М. : Издательский дом "Вильямс", 2003. – 864 с.

24. Макареня, Т. А. Организация и планирование производства [Текст] : учебное пособие / Т. А. Макареня. – Таганрог : ТТИ ЮФУ, 2007. – 350 с.

25. Муленко, В. В. Компьютерные технологии и автоматизированные системы в машиностроении [Текст] : учебное пособие / В. В. Муленко. – М. : Издательство РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2015. – 73 с.

26. Нгуен Чунг Ань. Применение тахеометров в судостроении – принцип измерения и пересчета координат [Текст] / Нгуен Чунг Ань, Н. П. Боронина, В. Н. Лубенко // Современный науч. вестн. – 2014. – № 7 (203). – С. 133–139. (Серия: Технические науки).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

27. **Никитин, В. А.** Роботы для сварки судовых корпусных конструкций [Текст] / В. А. Никитин // Судостроение. – 2014. – № 2. – С. 59–63.
28. ООО Инженерно-консалтинговая фирма "Солвер" [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.solver.ru>.
29. Опыт организации системы сквозного проектирования-изготовления для судостроения [Электронный ресурс] / А. М. Бененсон, Л. М. Рябенский, А. А. Тучков, И. В. Шептунов. – Режим доступа : www.consistent.ru.
30. Основы технологии судостроения [Текст] : учебник / Г. В. Бавыкин, В. П. Доброленский, А. В. Догадин, В. Д. Мацкевич, Ю. В. Лейзерман, А. С. Рашковский, В. Ф. Соколов ; под общ. ред. В. Ф. Соколова. – СПб. : Судостроение, 1995. – 400 с.
31. **Проватар, А. Г.** Анализ использования производственных мощностей судостроительных предприятий [Текст] / А. Г. Проватар, Д. А. Пичугин // Вестник АГТУ. – 2014. – № 3. – С. 53–57. (Серия: Морская техника и технология)
32. Пути сокращения сроков постройки судна [Текст] / В. Д. Горбач, Л. Ц. Адлерштейн, В. В. Макаров, В. Ф. Соколов // Судостроение. – 1995. – № 5. – С. 37–41.
33. Разработка и внедрение систем автоматизированного проектирования и технологической подготовки судостроительного производства (САПР/АСТПП) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.center.mk.ua>.
34. Решение SAP для судостроения [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании SAP. – Режим доступа : <http://www.sap.ru>.
35. **Роголин, А. Г.** Использование компьютерных технологий в управлении и организации производства в судоремонте [Текст] / А. Г. Роголин, А. Г. Токликишвили // Международный научный журнал "Инновационная наука". – 2015. – С. 58–61.

Список літератури

36. **Рябенский, Л. М.** Автоматизация технологической подготовки производства – основа для автоматизации планирования и управления производством на судостроительных предприятиях [Текст] / Л. М. Рябенский, В. А. Сизов // Сб. трудов НТО им. акад. А. Н. Крылова. – 1995. – Вып. 24.
37. САПР в судостроении [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://shipcad.newmail.ru>.
38. **Сахно, К. Н.** Система подготовки технической документации судостроительного производства с использованием программных средств [Текст] / К. Н. Сахно // Вестник АГТУ. – 2008. – № 5 (46). – С. 9–13.
39. **Суслов, А. Н.** CALS-технологии: развитие информационного обеспечения в судостроении [Текст] / А. Н. Суслов, Ю. М. Скрипченко // Судостроение. – 2000. – № 5. – С. 33–34.
40. **Таскаев, К. А.** Использование программы CAD CATIA в морском судостроении [Текст] / К. А. Таскаев // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 7. – С. 214–218.
41. **Тимченко, В. А.** Роботизация сварочного производства [Текст] / В. А. Тимченко, А. А. Сухомлин. – К. : Техника, 1988. – 175 с.
42. Точность в судовом корпусостроении [Текст] / В. Л. Александров, Л. Ц. Адлерштейн, В. В. Макаров, В. Ф. Соколов, Н. Я. Титов. – СПб. : Судостроение, 1994. – 170 с.
43. Универсальная CAD/CAM/CAE/PDM-система CATIA [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.catia.ru>.
44. **Фомина, Е. В.** Информационные технологии в системном подходе профессиональной подготовки кадров [Текст] / Е. В. Фомина // Транспорт Российской Федерации. – 2006. – № 4. – С. 72–73.
45. **Чан Динь Тьен.** Информационные технологии в судостроении: существующие системы, сферы и возможности их использования [Текст] / Чан Динь Тьен // Вестник АГТУ. – 2009. – № 1. – С. 105–109. (Серия: Морская техника и технология).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

46. Щедролосоєв, О. В. Інформаційні системи плазово-технологічної підготовки виробництва верфі [Текст] : навчальний посібник / О. В. Щедролосоєв, Ю. К. Яглицький. – Миколаїв : НУК, 2005. – 80 с.

47. Щербаков, Н. П. Совершенствование технологической подготовки производства путем использования экспертных систем [Текст] / Н. П. Щербаков // САПР и графика. – 2001. – № 8.

48. Экономика, организация и управление на предприятии [Текст] : учебник / М. Н. Корсаков, Ю. И. Ребрин, Т. В. Федосова, Т. А. Макареня, И. К. Шевченко [и др.] ; под ред. М. А. Боровской. – Таганрог : ТТИ ЮФУ, 2008. – 440 с.

49. Электронная информационная модель изделий судостроения на различных стадиях жизненного цикла [Текст] / О. М. Галкина, А. А. Рындин, Л. М. Рябенский, А. А. Тучков, И. Б. Фертман // CADmaster. – 2005. – № 1. – С. 27–30.

50. Электронный архив конструкторской документации на судостроительной верфи [Текст] / С. В. Давыденко, М. М. Павлович, Л. М. Рябенский, А. А. Тучков, И. Б. Фертман, К. В. Попов // Судостроение. – 2001. – № 6. – С. 31–40.

51. Яглицький, Ю. К. Технологічність корпусних конструкцій [Текст] : навчальний посібник / Ю. К. Яглицький. – Миколаїв : НУК, 2012. – 224 с.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА В СУДНОБУДУВАННІ: ОСОБЛИВОСТІ Й ВИМОГИ. ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	6
1.1. Вимоги, що пред'являються до підготовки виробництва	8
1.2. Застосування інформаційних технологій при створенні суднобудівної продукції	14
2. КОМПЛЕКСНІСТЬ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА В СУДНОБУДУВАННІ	35
3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА ДО ПОБУДОВИ СУДЕН	48
3.1. Організація конструкторської підготовки виробництва	48
3.2. Організація технологічної підготовки виробництва ...	90
3.3. Організаційно-економічна підготовка виробництва ...	142
3.4. Матеріально-технічна підготовка виробництва	176
3.5. Технічне переозброєння і реконструкція виробництва	202
3.6. Кадрова підготовка виробництва в суднобудуванні ..	216
3.7. Соціально-психологічна підготовка виробництва	235

ЗМІСТ

4. ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЮВАННЯ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА В СУДНОБУДУВАННІ ..	248
4.1. Раціоналізація виробництва в суднобудуванні	248
4.2. Раціоналізація управління підприємством	258
4.3. Розробка прогресивних технологічних процесів	271
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	291

Навчальне видання

ЯГЛИЦЬКИЙ Юрій Костянтинович

ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА В СУДНОБУДУВАННІ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчальний посібник

Редактор *А. О. Максименко*

Комп'ютерне складання та верстання *А. Д. Сорочинська*

Коректор *М. О. Паненко*

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 17,5. Тираж 100 прим. Вид. № 14. Зам. № 42.

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування

імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025

E-mail : publishing@nuos.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2506 від 25.05.2006 р.

ДЛЯ НОТАТОК

Blank lined page for notes, featuring a folded corner at the top left.



Яглицький Юрій Костянтинович

Кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва та ремонту суден Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. Закінчив Миколаївський кораблебудівний інститут імені адмірала Макарова, спеціальність «Суднобудування та судноремонт».

Автор понад 20 наукових і навчально-методичних праць, посібника з грифом Міністерства освіти і науки України «Технологічність корпусних конструкцій». Відповідальний виконавець у науковому напрямі зі створення ефективної системи кадрової роботи та механізму управління нею на верфі.

Основні навчальні дисципліни: «Підготовка виробництва до будівництва суден», «Основи технології суднобудування та ТЗ00», «Механізація і автоматизація технологічних процесів у суднобудуванні».

Сфери наукових інтересів: підготовка виробництва в суднобудуванні та судноремонті з використанням інноваційних технологій; моделювання технологічних процесів у суднобудуванні; впровадження 3D-вимірів у суднобудування, яхтинг та малі судна.

ISBN 978-966-321-346-0