

## САПР ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПЛАНУВАНЬ ЦЕХІВ ТА ДІЛЬНИЦЬ МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ

*Трофименко О.Г.*

Важливим моментом при проектуванні виробництва підприємств машинобудівного профілю є раціональне розміщення устаткування на виробничих ділянках, оскільки від нього залежить оптимальна продуктивність праці, культура виробництва та, в кінцевому рахунку, вартість виробів. При розробці САПР технологічних планувань підприємств (ТПП) до її програмного забезпечення висувались наступні умови:

- інваріантність програмного забезпечення, тобто можливість застосування на різноманітних підприємствах;
- можливість автономного функціонування програмних модулів, виходячи із задач, вирішуваних на даному підприємстві;
- системна єдність, яка на всіх стадіях роботи системи забезпечує уніфікований зв'язок між її модулями;
- доступність в освоєнні і експлуатації користувачами, які не є спеціалістами в області програмування;
- забезпечення можливості нарощування функцій і відкритих баз даних.

Запропонована САПР ТПП складається з наступних модулів.

"Темплет" – модуль для редагування бази даних темплетів обладнання та зміни її структури. Ієрархічна база даних містить класифікатор найбільш розповсюджених моделей обладнання підприємств регіону. При відсутності в базі даних необхідного обладнання передбачена можливість його створення і внесення в базу даних.

"Будівельник" – модуль для побудови будівельної підоснови промислових і адміністративно-побутових споруджень. Цей модуль може проектувати всі необхідні елементи будівельного креслення (зовнішні та внутрішні стіни, перегородки, колони, ворота, проїзди, повздовжні і поперечні осі тощо). В подальшому процесі проектування ця будівельна підоснова є "фундаментом" для розміщення обладнання.

"Планування" – модуль для забезпечення основних функцій проектування розміщення обладнання по виробничих приміщеннях. В модулі "планування" реалізована підпрограма розрахунку розмірів прямокутних темплетів верстатів при розміщенні їх відносно стін та колон та один відносно одного у відповідності до нормативів. Приймання проектних рішень здійснюється на основі виконання математичного експерименту з імітаційною моделлю проектувального об'єкта або його складових елементів.

"Специфікація" – модуль розробки специфікацій планувань.

"Редактор" – модуль генерації, перегляду, редагування і виводу на друк текстових документів.

"Архів" – модуль створення і ведення архіву цехів, що є в наявності на підприємстві.

Для створення планування потрібно задати технологічний процес та послідовно вибрати типи та кількість обладнання у відповідності з поточною тех-

нологічною операцією для подальшого розміщення його на плануванні цеху.

В розробленій САПР ТПП було застосоване темплетне макетування [1] для планування робочих місць і обладнання, що дало можливість суттєво скоротити час на формування плану, а також раціонально використовувати виробничу площу при розташуванні устаткування. На темплетному зображенні технологічного устаткування, крім габаритних розмірів верстата в заданому масштабі, вказують місце знаходження допоміжного організаційного спорядження, а також місце підведення енергоносіїв, технологічних мастильно-охолоджувальних рідин тощо.

Темплети і технічні характеристики найбільш розповсюджених моделей обладнання зберігаються в базі даних системи. Передбачається, що процес поповнення бази даних може проходити безперервно як силами розробників, так і силами користувачів шляхом заповнення "Картки обладнання", де містяться основні паспортні дані і геометричні параметри обладнання (рис. 1). Усе обладнання розбите по функціональних ознаках на групи, які утворюють ієрархічну деревоподібну структуру.

Для створення і внесення в базу даних нових темплетів обладнання, розроблено програмний блок взаємодії з прикладною системою КОМПАС, яка є професійним програмним продуктом і орієнтована на використання при різноманітних проектно-конструкторських роботах. Використання даної технології дозволило не перевантажувати програму написанням коду графічного редактора креслення темплетів.

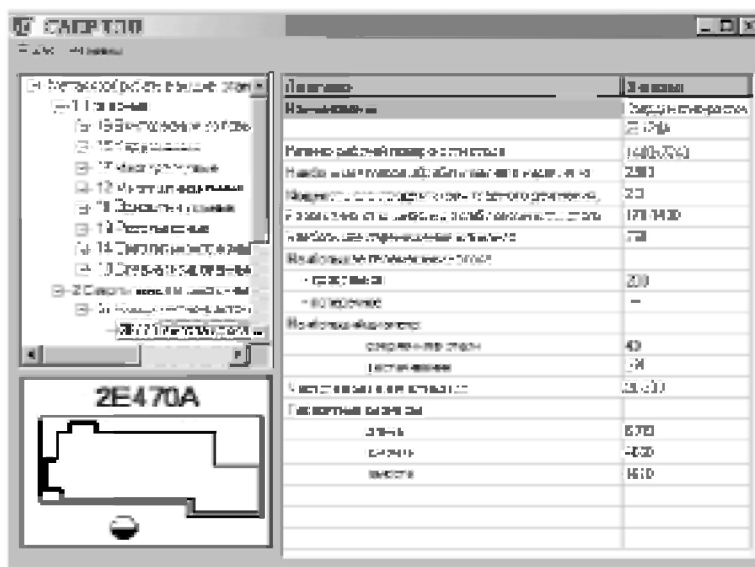


Рис. 1. Головне вікно системи

При розробці системи реальну конфігурацію елементів обладнання для зручності описували прямокутником, розміри якого враховували як розміри самого елемента, так і розміри його фундаменту, а в деяких випадках, і зону обслуговування [2]. Перелічені розміри однозначно задані відповідними нормативами і зберігаються в базі даних САПР. Але, оскільки наперед не відомо, як буде повернутий темплет, і які елементи конструкції будуть примикати до нього, остаточні габарити прямокутника обчислюються при кожній зміні його розташування відповідно до існуючих нормативів спеціальною підпрограмою.

Перед початком компоновання прямокутних темплетів на плані проєктант визначає розміри цеху та відводить місця для складів і технічних служб. Крім того для подальшого вибору нормативної ширини проїздів і проходів із бази даних задається вид міжопераційного транспорту, який враховує габарити та масу переміщуваних вантажів. Далі реальна виробнича площа цеху розбивається проїздами на ділянки розміру  $L \cdot H$  для подальшого розміщення прямоку-

тних темплетів обладнання.

Розміщення прямокутних елементів на цих ділянках починається від центрального проїзду з темплетів обладнання, яке буде використовуватись на початку технологічному процесу. Після кожного вибору необхідного темплету

згідно технологічного процесу проєктант має можливість задати варіант розміщення його відносно транспортного засобу (наприклад, конвеєра): вздовж, поперек, під кутом, а також у вигляді замкнутого кільця. Вибір того чи іншого варіанта розміщення обладнання залежить від типу виробництва, довжини технологічного потоку, довжини ділянки з розміщеними верстатами, способу відведення стружки із верстатів тощо. Варіант створеного планування показано на рис. 2.

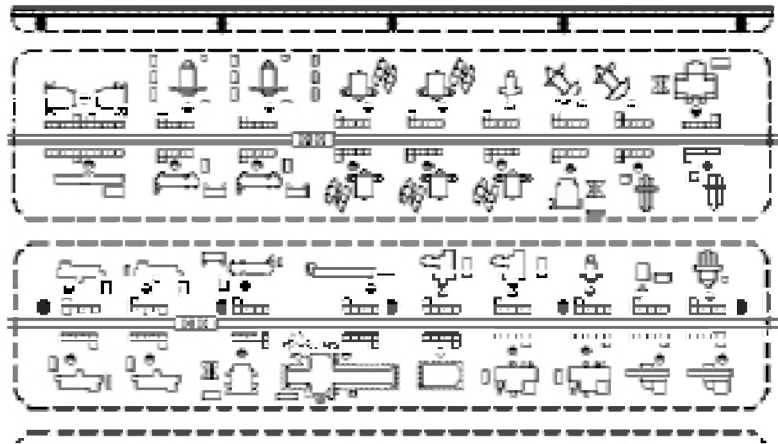


Рис. 2. Приклад створеного планування

Як показує практика, доцільним є створення декількох варіантів технологічних планувань, з яких вибирають оптимальний згідно критерію [3]:

$$W = \sum_{i=1}^n \sum_{\alpha\beta=1}^{\omega} q_i l_{\alpha\beta}, \text{ [т}\cdot\text{м/рік]},$$

де  $n$  – кількість найменувань заготовок (виробів), переміщуваних на ділянці (цеху) в заданий проміжок часу, рік;  $\omega$  – кількість операцій виробничого процесу виготовлення  $i$ -го виробу, шт.;  $q_i$  – маса виробів  $i$ -го найменування, які переміщують за встановлений проміжок часу, т;  $l_{\alpha\beta}$  – відстань між  $\alpha$  і  $\beta$  робочим місцем (позицією), на яку здійснюється переміщення виробу  $i$ -го найменування, м.

Погодження формуючого рішення з показниками ефективності проєкту здійснюється за допомогою архіву створених планувань.

### Література

1. Когут М.С. Механікоскладальні цехи та ділянки у машинобудуванні: Підручник. – Львів: Львівська політехніка, 2000. – 352 с.
2. Симонов В.В. Разработка математических моделей и оптимизация технологических решений для автоматизированного проектирования литейных цехов: Дис. ... канд. техн. наук. – Л.: ЛГТУ, 1990. – 150 с.
3. Проектирование автоматизированных участков и цехов / В.П. Вороненко, В.А. Егоров, М.Г. Косов и др. – М.: Высш. шк., 2000. – 272 с.