

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ПОРТАТИВНИХ ВЕРСТАТІВ АГРЕГАТНО-МОДУЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"

У сучасному світі експлуатується досить велика кількість унікальних машин та установок (і кількість таких машин постійно зростає) з тривалим терміном служби. Зазвичай це великогабаритні машини та агрегати: турбіни електростанцій, магістральні трубопроводи, гірничодобувна техніка, судна тощо. Ремонт та модернізація таких об'єктів машинобудування потребує застосування механічної обробки за місцем експлуатації без повного демонтажу обладнання, що дозволяє значно скоротити терміни виконання необхідних робіт, а відтак і фінансові витрати. Якщо раніше такі роботи виконувались, переважно, висококваліфікованими робітниками з використанням ручного інструменту та додаткових оригінальних технологічних пристроїв, то останнім часом для цього все частіше використовуються портативні верстати. Як показали дослідження, прогнозований обсяг випуску портативних верстатів за 10 років з 2020 по 2030 роки збільшиться практично вдвічі у фінансовому вираженні (з \$23 млрд. у 2020 році до \$43 млрд. у 2030 році) [1]. Передбачається що, найбільш затребуваними портативні верстати будуть у нафтогазовій промисловості, машинобудівному виробництві та енергетичній галузі.

Порівняно зі стаціонарними верстатами мобільними портативні верстати мають кілька принципових відмінностей:

- не заготовка транспортується до верстата, а портативний верстат транспортується до об'єкта обробки.

- не заготовка базується і закріплюється на верстаті, а портативний верстат базується, монтується з окремих вузлів та закріплюється на існуючій деталі, при цьому сама оброблювана деталь зазвичай виконує функцію несучої системи верстата.

- портативний мобільний верстат практично завжди виконує одну конкретну технологічну операцію, що унеможливує використання редукторів та пристроїв перетворення руху, дозволяє максимально точно, враховуючи параметри процесу різання, опрацювати конструкцію елементів верстата.

- компонування портативного верстата має на увазі простоту транспортування, монтажу та демонтажу вузлів й елементів за умов забезпечувати необхідну точність обробки, оскільки портативний верстат монтується безпосередньо на об'єкті обробки.

- після виконання виробничого завдання портативний верстат необхідно демонтувати задля забезпечення нормального функціонування основного виробу.

- конкретний портативний верстат практично не використовують повторно.

Зазвичай при експлуатації такого обладнання споживачами використовуються дві схеми роботи. Перша полягає у придбанні верстата у особисту власність та, найчастіше, із залученням фахівців підприємства-виробника обладнання для виконання ремонтних та відновлювальних робіт. У цьому випадку, після виконання необхідних робіт, верстат стає марним, оскільки такі ремонти здійснюються не дуже часто (періодичність може досягати кількох років або десятків років). Друга схема передбачає запрошення фахівців підприємства-виробника портативного обладнання разом з верстатом для виконання ремонтно-відновлювальних робіт, що дозволяє підвищити якість та скоротити час виконання робіт за рахунок досвіду монтажу та експлуатації такого обладнання. При цьому портативний верстат залишається у власності підприємства-виробника. В цьому випадку можливе і доцільне повторне використання модулів та елементів при створенні нових

верстатів, оскільки час роботи обладнання в цьому випадку відносно невеликий порівняно з регламентними термінами експлуатації агрегатів і технологічних модулів. Вочевидь, що друга схема для підприємства замовника краща з економічної точки зору, а для підприємства розробника дозволяє багаторазово використовувати силові та виконавчі модулі при розробці нових компоновальних схем портативних верстатів.

Розглянуті вище особливості створення та експлуатації портативних верстатів, а також аналіз варіантів кінематики формоутворення та компоновальних схем реально випущених портативних верстатів для різних галузей промисловості дозволили авторам зробити висновок про те, що агрегатно-модульний принцип компонування портативних верстатів є найбільш доцільним [2].

Такий підхід дозволяє:

- розробити модель синтезу структур компоновок портативних верстатів на основі агрегатно-модульного принципу;
- підвищити точність обробки за рахунок більш детального опрацювання уніфікованих елементів верстата;
- багаторазово використовувати агрегати та технологічні модулі при створенні портативних верстатів під конкретні технологічні завдання;
- розробити каталог портативних станків агрегатно-модульної конструкції для механічної обробки великогабаритних деталей та вузлів;
- використовувати параметричні 3D моделі оригінальних вузлів та елементів із постійним поповненням бази таких моделей.

Укрупнено математична модель синтезу структур компоновок портативних верстатів представлена у вигляді НІРО діаграми.

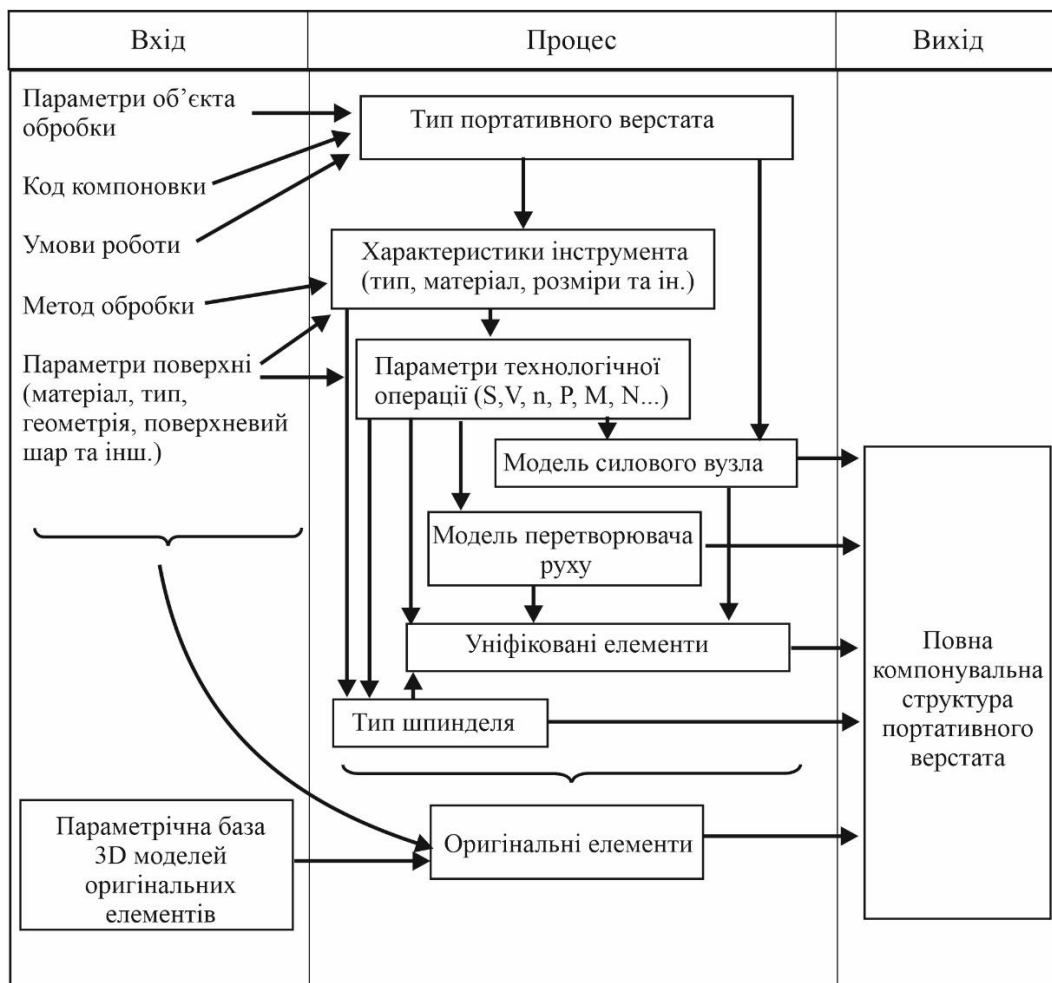


Рисунок 1 – НІРО діаграма синтезу компоновок портативних верстатів

Спочатку, на підставі умов роботи та коду компоновання верстата, вибирається тип портативного верстата, для якого надалі формуватимуться інші елементи компоновання. Паралельно з цим вибирається метод технологічного впливу на об'єкт обробки (технологічна операція) на підставі його технічних та розмірних характеристик (матеріал, його фізико-механічні властивості, форма та розміри оброблюваної поверхні, жорсткість конструкції, доступ до зони обробки, наявність поверхонь, які можуть бути використані як базові тощо). Для вибраного методу обробки підбирається ріжучий інструмент та встановлюються його характеристики.

Наступним етапом є визначення параметрів обраної технологічної операції (швидкість різання, подача, кількість обертів, силові характеристики тощо). Даний етап може виконуватися як автоматично на підставі нормативних матеріалів бази даних, так і вручну технологом на основі раніш отриманих знань обробки аналогічних деталей (поверхонь) з наступним введенням необхідної інформації в систему проектування.

Отримана технологічна інформація та обраний варіант компоновання верстата дозволяють організувати вибір моделей необхідних силових вузлів, уніфікованих механізмів перетворення рухів, шпіндельної групи та деяких інших уніфікованих елементів конструкції портативного верстата. Вибір може здійснювати за декількома критеріями (вартість, габарити, маса тощо) залежно від необхідності забезпечити найбільш ефективне рішення. Зазвичай як критерій вибору приймається вартість, інші характеристики виступають як системи обмежень. Пошук може здійснюватися як на внутрішній базі даних, що включає наявні на виробництві або у найближчих партнерів модулі та агрегати, так і розширеній базі даних, яка включає відомих серійних постачальників необхідного обладнання (особливо це стосується енергетичного обладнання: пневмодвигунів та пневмомоторів).

Вочевидь, що використання запропонованої концептуальної моделі процесу проектування дозволяє значно скоротити терміни випуску портативних верстатів за рахунок автоматизації процесу проектування компоувальних рішень, широкого застосування уніфікованих вузлів і технологічних модулів (як нових, так і тих, що використовувались раніше), наявності параметричної бази 3D моделей оригінальних елементів і деталей, наявності технологічних процесів обробки оригінальних деталей та технологічних процесів монтажу портативних верстатів на місці експлуатації.

Зрештою, такий підхід дозволяє скоротити вартість портативного верстата.

Список використаних джерел

1. Забезпечення точності при обробці об'єктів важкого машинобудування портативними верстатами /І.Е. Яковенко, О.А. Пермяков, Є.В. Басова, О.В. Котляр, О.О. Руденко //Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Машинознавство та САПР/ Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків : НТУ «ХПІ», 2023. № 1 2023. – С. 160–166. – ISSN 2079-004X, doi: 10.20998/2079-0775.2023.1.15
2. Analysis and Synthesis of Mobile Portable Machine Tools Layouts /I. Yakovenko, D. Shepeliev, V. Sharlay, A. Permyakov, S. Slipchenko, Yu. Havryliuk //International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) - 2022 pp 160–171. https://doi.org/10.1007/978-3-031-15944-2_16
3. Prospects for the Development of Process Equipment in Aggregate-Modular Design for Sustainable Mechanical Engineering /I. Yakovenko, A. Permyakov, S. Dobrotvorskiy, Yev. Basova, A. Kotliar, A. Zinchenko // International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics, 2023, Issue 13, p. 145-156. [dx.doi.org/10.17683/ijomam/issue13.18](https://doi.org/10.17683/ijomam/issue13.18)
4. Про створення каталогу портативних верстатів агрегатно-модульної конструкції для механічної обробки великогабаритних деталей і вузлів турбоагрегатів /О.А.Пермяков, М.Г.Іщенко, Д.К.Шепелєв //Матеріали тридцять першої міжнародної конференції «Нові технології в машинобудуванні. – Харків : ТОВ «Планета-Прінт», 2021. – С.19-20.