

МАШИНОБУДУВАННЯ: ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ І МІЖНАРОДНІ ЗІСТАВЛЕННЯ

С. Ю. Володін, О. Є. Маслюкова

Одеський національний морський університет

Анотація: *Машинобудування – найважливіший учасник ринків інноваційних товарів та технологій виробничо-технічного призначення, воно пропонує передові моделі виробничих товарів та пред'являє попит на прогресивну конструкційну сировину. Виробництва машинобудування формують максимум інноваційного імпульсу, який ініціює інноваційну діяльність у суміжних галузях, здійснюючи перехід на новий етап розвитку громадського випуску та його конкурентоспроможності.*

Машинобудування безпосередньо впливає на підвищення продуктивності праці, внаслідок випуску нових приладів, обладнання та машин, що не поступаються за якістю світовим зразкам, а також впливає на технічне переозброєння виробництв, формує основу для найбільш економічного споживання матеріалів, енергії та сировини, що тягне за собою зниження матеріаломісткості та енергоємності товарів, сприяючи нарощуванню конкурентоспроможності виробництв. Машинобудування є базовою галуззю економіки, а також технологічним ядром світової промисловості.

Як показує аналіз портфеля замовлень світового суднобудування, зайнятість верфей визначається переважно експортними контрактами. Попит на будівництво нових суден нині формують три групи країн – це, по-перше, економічно найбільш великі і розвинені країни із значним обсягом морської торгівлі, по-друге, традиційні морські перевізники і так звані нові індустріальні країни.

К змінам традиційного укладу портової галузі навів цілий комплекс демографічних, технологічних та екологічних факторів, які впливають на повсякденну діяльність та формують низку важливих тенденцій. Оскільки адміністрація у порту, портові оператори, регулятори та інші стейкхолдери є важливими ланками в ланцюжку створення цінності порту, їм необхідно розуміти, які зміни можуть відбутися і якими будуть їх наслідки.

Торгові шляхи, конкурентна позиція гравців, екосистеми та розподіл вантажопотоків постануть перед нами у зовсім іншому незвичному сьогодні вигляді. Це означає, що всім варто підготуватися до розробки нових стратегій та бізнес-практик.

Майбутнє світової портової та судноплавної галузі все ще залишається невизначеним, але слід очікувати істотних змін у чотирьох важливих напрямках, а саме: торговельні шляхи, конкурентна позиція портів, екосистеми та розподіл вантажопотоків. Ці тенденції вплинуть на діяльність кожного учасника цього ринку.

Від повсюдного штучного інтелекту та індустрії plug-and-play Industry 4.0 до зміни ролей інженерів – наступне десятиліття принесе нові виклики та можливості.

Ключові слова: *машинобудування, акумулятор, порти, тенденції, роботи, штучний інтелект, газорозподіл.*

MECHANICAL ENGINEERING: DEVELOPMENT TRENDS AND INTERNATIONAL COMPARISONS

S. Yu. Volodin, O. Ye. Maslyukova

Odessa National Maritime University

Abstract: *Mechanical engineering is the most important participant in the markets for innovative goods and technologies for industrial and technical purposes, it offers advanced models*

of industrial goods and makes a demand for progressive structural raw materials. Mechanical engineering industries form the maximum innovative impulse that initiates innovative activities in related industries, carrying out transition to a new stage in the development of public output and their competitiveness.

Mechanical engineering has a direct impact on increasing labor productivity, due to the release of new instruments, equipment and machines that are not inferior in world quality to samples, and also affects the technical re-equipment of production, forms the basis for the most economic consumption of materials, energy and raw materials, which leads to a decrease in material intensity and energy intensity of goods, helping to increase competitiveness productions. Mechanical engineering is the basic branch of the economy, as well as the technological core world industry.

As the analysis of the order portfolio of world shipbuilding shows, the employment of shipyards determined mainly by export contracts. The demand for the construction of new ships is currently formed groups of countries – these are, firstly, the economically largest and most developed countries with a significant volume of maritime trade, and secondly, traditional maritime carriers and the so-called new industrial countries.

The traditional way of the port industry has been changed by a complex of demographic, technological and environmental factors that affect daily activities and form a number of important trends.

Since the port administration, port operators, regulators and other stakeholders are important links in the value chain of the port, they need to understand what changes can occur and what their consequences will be.

Trade routes, competitive position of players, ecosystems and distribution of cargo flows appear before us in a completely different and unusual form today. This means that everyone needs to be prepared to develop new strategies and business practices.

The future of the global port and shipping industry is still uncertain, but significant changes should be expected in four important areas, namely: trade routes, competitive position of ports, ecosystems and distribution of cargo flows. These trends will affect the activities of each participant in this market.

From ubiquitous artificial intelligence and plug-and-play Industry 4.0 to the changing roles of engineers, the next decade will bring new challenges and opportunities.

Keywords: *mechanical engineering, battery, ports, trends, robots, artificial intelligence.*

Машинобудування – найважливіший учасник ринків інноваційних товарів та технології виробничо-технічного призначення, воно пропонує передові моделі виробничих товарів та пред'являє попит на прогресивну конструкційну сировину. Виробництва машинобудування формують максимум інноваційного імпульсу, який ініціює інноваційну діяльність у суміжних галузях, здійснюючи перехід на новий етап розвитку громадського випуску та його конкурентоспроможності.

Машинобудування безпосередньо впливає на підвищення продуктивності праці, внаслідок випуску нових приладів, обладнання та машин, що не поступаються за якістю світовим зразкам, а також впливає на технічне переозброєння виробництв, формує основу для найбільш економічного споживання матеріалів, енергії та сировини, що тягне за собою зниження матеріаломісткості та енергоємності товарів, сприяючи нарощуванню конкурентоспроможності виробництв.

Машинобудування є базовою галуззю економіки, а також технологічним ядром світової промисловості. У світових масштабах машинобудування найважливішими центрами є США, ЄС, Японія та Китай. За загальним валовим випуском продукції машинобудування ЄС залишається поки що найбільшою світовою ланкою. Однак його незабаром може потіснити Китай, який протягом останніх 10 років значно збільшив виробничі потужності. Зайнятість у галузі машинобудування Китаю щорічно зростала на 6 % у період з 2000 р. до 2014 р., що не можна сказати про розвинені країни, де навпаки вона скорочувалася (у ЄС – на 2 %, у Японії та США – на 3 %). Цей процес свідчить про поступове перенесення продуктивних потужностей із Заходу на Схід. Головна причина такого розвитку – у питомих трудових витратах Китаю, які вп'ятеро нижчі, ніж у ЄС, утричі нижчі, ніж у США, вдвічі нижче, ніж у Японії. Світове транспортне суднобудування практично все сконцентроване в одному регіоні – у країнах «великої трійки» Східної Азії (Японія, Корея та Китай). Щорічно ці три країни забезпечують 92–94 % усіх світових поставок нового транспортного флоту. З великим відривом від них зараз йде група також азіатських країн, які прагнуть розвивати національне суднобудування – це Філіппіни, Тайвань, В'єтнам та Індія. Світовий експорт суден має негативну тенденцію. Так, за останні 6 років він упав на 25 %, досягши рівня 117 млрд. дол. у 2016 р.

Лідерами експорту є Корейська Республіка – 33 %, Китай – 24 % та Японія – 10 % від світового експорту у 2016 р. Експорт Кореї у 2016 р. порівняно з 2010 р. упав на 19 %, у Китаї – на 30 % і у Японії – 57 %. У 2016 р. в світовому експорті суден, переважають судна для перевезення продукції. Так, на ринку переважають судна типу балкер – 39 %, контейнеровози – 26 % та нафтові танкери – 9 %.

Як показує аналіз портфеля замовлень світового суднобудування, зайнятість верфей визначається переважно експортними контрактами. Замовлення від національних судноплавних компаній складають у Китаї – 30 %, в Японії – 26 %, у Південній Кореї – 11 %. В країнах БРІКС суднобудування більшою мірою орієнтується на виконання власних національних потреб: у Бразилії їх частка сягає 77 %, в Індії – 50 %.

Попит на будівництво нових суден нині формують три групи країн – це, по-перше, економічно найбільш великі і розвинені країни із значним обсягом морської торгівлі (США, Японія, Німеччина), по-друге, традиційні морські перевізники (Греція, Норвегія) і так звані нові індустріальні країни (Китай, Сінгапур, країни Південно-Східної Азії).

Портові тренди до 2030 року в світі та Україні. К змінам традиційного укладу портової галузі навів цілий комплекс демографічних, технологічних та екологічних факторів, які впливають на повсякденну діяльність та формують низку важливих тенденцій. Оскільки адміністрація у порту, портові оператори, регулятори та інші стейкхолдери є важливими ланками в ланцюжку створення цінності порту, їм необхідно розуміти, які зміни можуть відбутися і якими будуть їх наслідки.

Торгові шляхи, конкурентна позиція гравців, екосистеми та розподіл вантажопотоків постануть перед нами у зовсім іншому незвичному сьогодні вигляді. Це означає, що всім варто підготуватися до розробки нових стратегій та бізнес-практик. Тоді як багато досліджень дають різні комплексні сценарії, ми пропонуємо огляд окремих тенденцій та їх можливих результатів.

Основна причина такого підходу – неможливість універсального узагальнення портової галузі через її неоднорідність та складність. Але абсолютно точно, що для всіх у цій галузі настає час змін.

Наростаюча складність портових операцій призводить до диверсифікації та інтенсифікації землекористування. Потрібно знайти нові можливості синергії між портом та містом.

Приклад: порт Амстердам, другий за величиною в Нідерландах, зіштовхнувся із серйозним викликом як стрімкого розростання міста. Керівництво шукає стратегії підвищення цінності порту для спільноти та бізнесу, одночасно намагаючись збалансувати потребу у багатоцільовому використанні землі міста.

- Успішними стануть ті порти, які збільшать ефективність використання своїх територій.

- Порти, які не справляться з цією задачею, припинять своє існування та будуть поглинуті містом.

- Порти будуть створювати нові екосистеми з містами і продовжувати отримувати вигоди від синергії між містами і портами в існуючих кластерах.

- Порти стануть ще більш потужним драйвером інновацій та джерелом доходів для близьких міст.

Внаслідок старіння населення очікується розширення застосування автоматизації у нових галузях, що призведе до збільшення ризиків кібербезпеки та необхідності поширення технологічних знань.

Приклад: термінали по всьому світу автоматизуються: від портів у районі Гамбург-Гавр до найбільших хабів на Близькому Сході, від мега-терміналів у Китаї до пілотних проектів з використанням технології «інтернет речей» у Південній Африці, а також мережі 5G в Антверпені, портових смарт-платформ у Роттердамі, унікальних систем відстеження та контролю за проходженням суден у Ванкувері та ін.

- Смарт-порти, які зуміли побудувати ефективну систему кібербезпеки, мають конкурентну перевагу.

- Успішні порти інвестували кошти у технологічний прогрес та створення захищеної інфраструктури для забезпечення безпеки даних та операцій.

- Успішні порти спільними зусиллями створюють синергічні ланцюжки поставок у своїй екосистемі та кластері.

- Підвищення рівня прозорості операцій призведе до формування сильніших та ефективніших кластерів, які конкуруватимуть один з одним.

- Роль контейнерних вантажів очікувано є дуже важливою у світовій торгівлі.

- Збільшення обсягів транспортування інших вантажів та пасажирських перевезень призведе до підвищення інтересу приватних інвесторів до цих секторів.

- Порти будуть пропонувати більш різноманітні та спеціалізовані послуги.

Найближчими роками морська індустрія активно розвиватиметься. Майбутнє світової портової та судноплавної галузі все ще залишається невизначеним, але слід очікувати істотних змін у чотирьох важливих напрямках, а саме: торговельні шляхи, конкурентна позиція портів, екосистеми та розподіл вантажопотоків. Ці тенденції вплинуть на діяльність кожного учасника цього ринку.

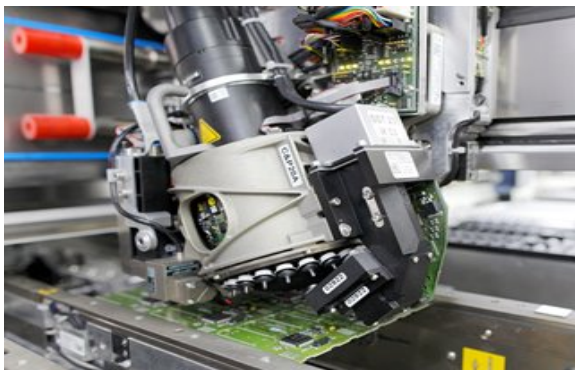
6 найважливіших тенденцій в інженерії у 2020–2021х роках. Від повсюдного штучного інтелекту та індустрії plug-and-play Industry 4.0 до зміни ролей інженерів – наступне десятиліття принесе нові виклики та можливості.

1. Автономія всюди. Штучний інтелект, ймовірно, визначить наступне десятиліття. Він вже почав збільшувати свою частку в інженерному програмному забезпеченні, де програми генеративного проектування автоматично оптимізують проекти САПР, щоб найкраще відповідати функціональному визначенню деталі, включно з тим, як вона буде виготовлена. Попереду ще буде.

Постачальники програмного забезпечення також розробляють системи штучного інтелекту, щоб консультувати інженерів щодо вибору матеріалів та відповідності вимогам. Тим часом програмне забезпечення автоматизації роботизованих процесів (RPA) дає ботам можливість виконувати такі службові інженерні роботи, як перевірка наказів про зміни, управління відомістю матеріалів та пошук можливостей стандартизації деталей серед кількох продуктів.

Штучний інтелект все частіше проявляється в автономних системах. Сюди входять транспортні засоби та дрони, а також роботи, які перевозять деталі на фабриках і складах (і які одного дня можуть замінити конвеєрні стрічки), і роботи, які доставляють ліки та матеріали в лікарні. Штучний інтелект робить можливим широкий спектр складних продуктів, які автономно реагують на навколишнє середовище або голосові команди.

Протягом наступного десятиліття штучний інтелект стане розумнішим, швидшим і набагато точнішим. Але спочатку він повинен подолати вагомий бар'єр: довіру. Пройде більша частина десятиліття, перш ніж хтось довіриться



шосе, повному автономних автомобілів, або багатомільйонному заводу, який приймає власні рішення без підтримки людей.

На заводі Siemens системи автоматично тестують друковані плати, тоді як центральні комп'ютери аналізують дані, щоб перевірити, чи можуть машини відхилитися від специфікацій.

2. *Більший і кращий аналіз Big Data.* Усі вже чули термін «Big Data», але більшість додатків працюють на відносному потоці даних, обмеженому машиною, фабрикою або зворотним зв'язком з ряду продуктів у цій галузі.

Це швидко змінюється завдяки зростаючому поширенню датчиків Інтернету речей (IoT), які полегшують збір інформації в реальному часі. Додайте до цих бездротових мереж 5G, які обіцяють не тільки підвищити швидкість передачі даних у 5–100 разів, але й мають набагато нижчу затримку, ніж існуючі мережі 4G.

Вищі швидкості та нижча затримка дозволяють робити в реальному часі речі, які зараз немислимі. Вони можуть дозволити програмам відстежувати місцезнаходження автономних транспортних засобів і контролювати їх швидкість і розташування, щоб оптимізувати трафік у всьому місті. Або вони можуть оптимізувати використання заводського обладнання та виконання завдань через бездротову мережу.

3. *Світ Plug-and-Play.* Сьогодні такі технології, як AI, IoT, великі дані, 5G, автономні роботи та блокчейн, є окремими рішеннями. Забезпечити взаємодію різноманітних передавальних приладів з виробничою системою виконання, яка, у свою чергу, може взаємодіяти з хмарним пакетом аналітики даних, нелегке завдання. Це залишає перед виробниками два вибору: вони можуть або знайти постачальника, який об'єднає всі ці можливості разом, хоча це може об'єднати їх в єдину і часто дорого запатентовану систему. Або, якщо вони хочуть поєднувати найкращі програми свого класу, вони повинні платити програмістам за інтеграцію пристроїв і програмного забезпечення, щоб формати даних були сумісні в системі.

Будуть значні зміни, і до цього готуються великі інженерні та виробничі компанії. Ми бачимо поштовх до більшої стандартизації, підвищеної сумісності та швидшого розгортання.

Ці зміни знизять витрати великих компаній на створення систем, які охоплюють все підприємство, і дадуть можливість невеликим компаніям з меншими ресурсами розгорнути весь спектр технологій Індустрії 4.0.

4. *Більш складні пристрої.* Люди хочуть більше від своїх пристроїв, а інформаційні технології надають ці можливості. Автомобілі є найкращим прикладом цієї тенденції. Подивіться не тільки на споживчі функції, як-от телефони з голосовим керуванням, музичні системи чи інтернет-центри, а й подумайте про системи безпеки. Сучасні автомобілі зазвичай беруть на себе гальмування, коли автомобіль починає заносити або наближається до транспортного засобу, що йде попереду.

Вони попереджають водіїв, коли вони збиваються зі своєї смуги або якщо інший транспортний засіб знаходиться в їхній сліпій зоні. Деякі мають повністю автономне водіння по шосе, а інші можуть паркуватися самостійно. Якщо вони вважають, що аварія ймовірна, вони можуть навіть затягнути реміні безпеки та відрегулювати положення сидіння.

Ця тенденція пошириться на інші прилади – роботів, виробниче обладнання, програмне забезпечення для проектування, споживчі товари –

оскільки ми створюємо системи для втілення людських намірів у дії. Такі інтуїтивно зрозумілі системи можуть здатися користувачам простими, але для інженерів становлять серйозні проблеми. Ті, хто створює їх, повинні переконатися, що вони безпечні для всіх випадків використання, а потім знайти способи перевірити ці дедалі складніші продукти.

5. *Старі галузі знову в моді.* «Порушення» – це надмірно вживаний термін, який може спричинити відключення мозку, але інформаційні технології дають інженерам можливість знову робити колись неякісні продукти новими. Візьмемо, наприклад, автомобільну. Десять років тому хто б міг уявити, що така компанія-вискочка, як Tesla, буде продавати понад 100 000 автомобілів на квартал і матиме вартість акцій вище, ніж Toyota, Daimler чи GM?

У багатьох випадках ці нові компанії поєднують нові бізнес-моделі з новими технологіями, такими як акумулятори, достатньо потужні для живлення транспортних засобів, і 3D-друк, щоб радикально зменшити кількість деталей у ракетах. Є підстави вважати, що ця тенденція тільки починається. Візьмемо, наприклад, автономних роботів.

Сьогодні стартапи можуть почати з кошика для покупок, повного готових датчиків і механічних деталей, додавання операційної системи зі штучним інтелектом (ROS), програмне забезпечення для зондування та картографування, і вони готові розпочати розробку. Це пояснює, чому зараз є буквально сотні компаній, які запускають автономних роботів для галузевих застосувань, починаючи від очищення теплообмінників і закінчуючи відпуском ліків у лікарнях. Шукайте ще більше зривів – і можливостей – в інших сферах, оскільки штучний інтелект стає дешевшим і стандартизованишим.

6. *Мінлива професія.* Інженери традиційно несуть персональну відповідальність за проекти, над якими вони працювали. Сьогодні, оскільки продукти стають все більш складними, інженери все частіше працюють у мультидисциплінарних командах.

Інженери-механіки повинні співпрацювати з інженерами-електротехніками, щоб додати вбудовані можливості, інженери-технологи для оптимізації дизайну для виробництва, а також спеціалісти із закупівель і маркетингу, щоб гарантувати, що продукт відповідає цілям вартості, обслуговування та функціональності. Це робить дизайн більш демократичним, але це також може підірвати почуття особистої відповідальності інженера. Професія повинна буде вирішити це в найближче десятиліття.

Усе це відбувається на тлі компаній після кризи, які все ще керують дуже економними інженерними командами. Під час рецесії компанії скоротили штат і багато хто перемістили інженерну роботу до менш витратних країн за кордоном. Це навряд чи зміниться. Натомість протягом нового десятиліття корпорації, ймовірно, доповнять своїх інженерів програмними інструментами на основі штучного інтелекту, щоб досягти більшої продуктивності.

Топ нових технологій у машинобудуванні.

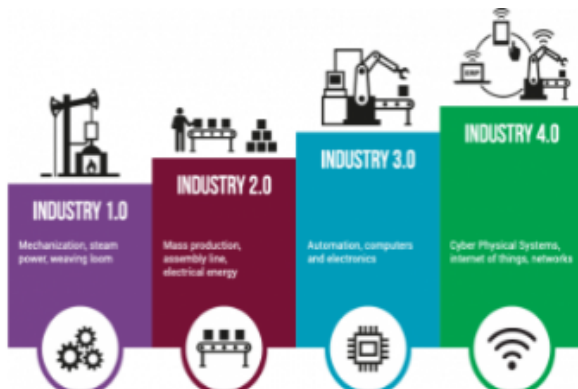


Акумулятор енергії маховика. У накопиченні енергії може бути використаний принцип маховика. Маховик накопичує енергію у вигляді моменту руху обертової маси, яка називається ротором. Робота, виконана для обертання маси, зберігається у вигляді кінетичної енергії. Маховики дозволили розробити більш складні машини, такі як парові двигуни та двигуни внутрішнього згоряння, забезпечивши постійну безперервну потужність у вигляді пульсуючого джерела енергії. Маховик продовжує мати широкий спектр застосувань у механічній системі.

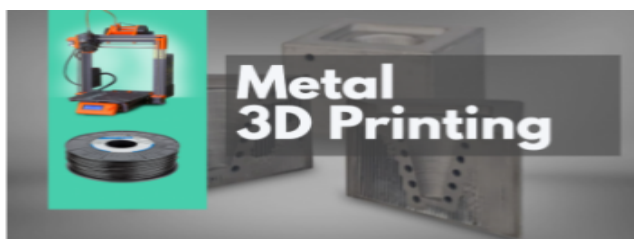


Фрикційне зварювання. Фрикційне зварювання (FSW) – це процес з'єднання в твердому стані, який створює надзвичайно високоякісні високоміцні з'єднання з низьким викривленням. В заготовку вставляється нерозхідний прядильний інструмент. Обертання інструменту створює тертя, яке нагріває матеріал до пластичного стану. Коли інструмент проходить через зварне з'єднання, він видавлює матеріал у вигляді характерного потоку і підробляє матеріал після нього. Отриманий твердофазний зв'язок з'єднує дві частини в одну. Цей процес не використовує зовнішній (наповнювальний) матеріал, захисні гази та вимагає низького споживання енергії в порівнянні з іншим процесом зварювання.

Індустрія 4.0 (Четверта промислова революція). Індустрія 4.0 інкапсулює майбутні тенденції розвитку галузі для досягнення більш інтелектуальних виробничих процесів, включаючи опору на кібер-фізичну систему, Інтернет речей, хмарні обчислення та когнітивні обчислення, що веде до впровадження та роботи розумних фабрик. Концепція індустрії 4.0 обіцяє багато позитивних змін у сучасному виробництві, включаючи масове налаштування, гнучке виробництво, збільшення швидкості виробництва, високу якість продукції тощо.



3D друк металу. Металевий 3D-друк є різновидом технології адитивного виробництва, це безінструментальний метод виробництва, який дозволяє створити повністю щільну металеву деталь за короткий час, з високою точністю, свободою дизайну деталей, складністю деталей, невеликою вагою, консолідацією деталей. 3D-принтеру потрібна CAD (комп'ютерне



проектування), щоб розпочати процес, створюючи детальне зображення з усіх ракурсів бажаного дизайну. Після того, як програмне забезпечення CAD було використано для завершення проектування, його потрібно перетворити у формат .STL (стереолітографія), щоб 3D-принтер з металу інтерпретував інструкцію.

ЛІТЕРАТУРА

1. <https://www2.deloitte.com/ua/uk/pages/press-room/expert/infrastructure-interview-port-trends.html>.
2. <https://www.asme.org/topics-resources/content/7-biggest-trends-for-engineering-in-the-2020s>.
3. <https://blog.kct.ac.in/future-trends-in-mechanical-engineering/>.
4. <https://ecfor.ru/wp-content/uploads/2016/11/22-trejtyak-mashinostroenie-tendentsii-razvitiya.pdf>.

***Володін Сергій Юрійович** ст. викладач кафедри «Технічне обслуговування і ремонт суден», Одеський національний морський університет.*

***Маслюкова Олександра Євгенівна** студентка 1 групи 3 курсу факультету портового інжинірингу», Одеський національний морський університет.*