

Міністерство освіти і науки України
Національна академія наук України
КПІ ім. Ігоря Сікорського
Механіко-машинобудівний інститут
Наукова рада по механіці твердого деформівного тіла НАН України
ТОВ «Прогрестех - Україна»
ДП «Антонов»
Інститут проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України
Інститут гідромеханіки НАН України
Інститут механіки ім. С.П. Тимошенко НАН України
Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України
Фізико-технологічний інститут металів і сплавів НАН України
ВАТ «Український науково-дослідний інститут авіаційної технології»
Познанський університет технологій (Польща)
Отто-фон-Геріке університет, м. Магдебург (Німеччина)
Технічний університет, м. Габрово (Болгарія)

МАТЕРІАЛИ

XXI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

ПРОГРЕСИВНА ТЕХНІКА, ТЕХНОЛОГІЯ ТА ІНЖЕНЕРНА ОСВІТА

**6 – 9 жовтня 2020 р
Київ, Україна**

УДК 612.7

Міжнародна науково-технічна конференція "Прогресивна техніка технологія та інженерна освіта", м. Київ, 6 – 9 жовтня 2020 р.: Матеріали конференції – Київ: 2020.

До збірника матеріалів конференції включено тези представлених доповідей, в яких наведені результати досліджень з сучасних проблем механіки деформівного твердого тіла, прогресивної техніки і технології машинобудування, ресурсозберігаючих процесів пластичної обробки матеріалів, а також з актуальних проблем гідроаеромеханіки і мехатроніки. Збірник призначений для широкого кола науковців та спеціалістів, працюючих в галузі машинобудування, буде корисним викладачам, аспірантам та студентам технічних вищих навчальних закладів.

Зміст

секція СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ МЕХАНІКИ ДЕФОРМІВНОГО ТВЕРДОГО ТІЛА

Сторожук Є.А., Чернишенко І.С., Корнієнко В.Ф. ВЕКТОРНА ФОРМА МЕТОДУ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ТОНКИХ ОБОЛОНОК.....	8
Хворостяний В.В., Родичев Ю.М., Качинская И.Р. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОВРЕЖДАЕМОСТИ И СОПРОТИВЛЕНИЯ РАЗРУШЕНИЮ КЕРАМИКИ ПРИ ЛОКАЛЬНОМ РАЗРУШЕНИИ КРОМКИ ИНДЕНТОРОМ РОКВЕЛЛА.....	13
Кришук М.Г., Єщенко В.О. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ТЕСТУВАННЯ НЕСУЧОЇ СПРОМОЖНОСТІ БІОМЕХАНІЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ МЕТАЛООСТЕОСИНТЕЗУ	17
Фернаті П.В. МЕТОД ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ПІДТВЕРДЖЕННЯ ГІПОТЕЗИ ІСНУВАННЯ ЄДИНОЇ ІЗОХРОННОЇ ДІАГРАМИ ДЕФОРМУВАННЯ.....	22
Шидловський М.С., Заховайко О.П., Мусієнко О.С. ВПЛИВ РЕГЕНЕРАЦІЇ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ НА ЗМІЩЕННЯ ЧАСТИН ПЕРЕЛОМІВ ПІД НАВАНТАЖЕННЯМ.....	27
Шидловський М.С., Димань М.М., Заховайко О.П., Мусієнко О.С. ПРОСТОРОВІ ПЕРЕМІЩЕННЯ ТОЧОК ПЕРЕЛОМІВ КІСТОК ІЗ ЗАСОБАМИ ФІКСАЦІЇ ПРИ ЦИКЛІЧНОМУ НАВАНТАЖЕННІ.....	31
Заховайко О., Шидловський М., Терлецький Р., Овчаренко Є. УСТАНОВКА І МЕТОДИКА ВИПРОБУВАНЬ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ЕНДОПРОТЕЗІВ СКРОНЕВО-НИЖНЬОЩЕЛЕПНИХ СУГЛОБІВ	35
Павлюк Я.В. ВИЗНАЧЕННЯ РЕЛАКСАЦІЇ НАПРУЖЕНЬ В ТОНКОСТІННИХ ТРУБЧАСТИХ ЕЛЕМЕНТАХ ІЗ НЕЛІНІЙНО-В'ЯЗКОПРУЖНИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА УМОВ РОЗТЯГУ ТА КРУЧЕННЯ	39
Кобзар Ю.М. МОДЕЛЬ РУЙНУВАННЯ ГЛАДКИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ СТРИЖНІВ ПРИ БАГАТО- ЦИКЛОВОМУ СИМЕТРИЧНОМУ КРУЧЕННІ.....	44

Бабенко А.Є., Боронко О.О., Трубачев С.І. РОЗРАХУНОК БАГАТОШАРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ	48
Грабовський А.П., Бондарець О.А., Бабієнко І.І. ВПЛИВ ЕВОЛЮЦІЇ ПРОЦЕСІВ ДЕФОРМУВАННЯ НА КІНЕТИКУ НАКОПИЧЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ.....	51
Бур'янов О.А., Кваша В.П., Марцьоха А.В., Фам Д.К., Мусієнко О.С. ЧИСЕЛЬНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНАЧИМОСТІ СКЛАДОВИХ ЗВ'ЯЗКОВОГО АПАРАТА В СТАБІЛІЗАЦІЇ АКРОМІАЛЬНО- КЛЮЧОВОГО СУГЛОБУ	54
Maslov B.P. DYNAMIC VISCOELASTIC PROPERTIES OF ISOTROPIC COMPOSITES WITH PRESTRESSED COMPONENTS	59
Голуб В.П. ЩОДО РОЗРАХУНКУ ДОВГОВІЧНОСТІ ТОНКОСТІННИХ ТРУБЧАСТИХ ЕЛЕМЕНТІВ ВНАСЛІДОК ВТОМИ ЗА УМОВ ДВОВІСНОГО НАВАНТАЖЕННЯ	63
Романов О.В. ДО ПИТАННЯ ВПЛИВУ ВИДУ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ НА ПРОЦЕС ДЕФОРМУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	68
Карнаухов В.Г., Козлов В.І., Зінчук Л.П. ВИМУШЕНІ КОЛИВАННЯ В'ЯЗКОЕЛЕКТРОПРУЖНОЇ ШАРУВАТОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ПАНЕЛІ З УРАХУВАННЯМ ГЕОМЕТРИЧНОЇ НЕЛІНІЙНОСТІ І ДЕФОРМАЦІЙ ЗСУВУ	73
Бабак А.М. ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРІАЛУ ВІД РІВНЯ ВПЛИВУ ПЛАС-ТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ПРИ ЦИКЛІЧНОМУ НАВАНТАЖЕНІ ДЛЯ АЛЮМІНІЄВОГО СПЛАВУ Д16ЧТ	77
Устименко П.Р., Сидоренко Ю.М., Пашин М.О. НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ПЛАСТИНИ ТОВЩИНОЮ 4 ММ ЗІ СПЛАВУ АМГ6 ВІД УДАРНОГО ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОДА-ІНДЕНТОРА В УМОВАХ ПІДВИЩЕНИХ ТЕМПЕРАТУР	80

секція **ПРОГРЕСИВНА ТЕХНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ**

Pjević M., Popović M., Tanović Lj. CORRELATION BETWEEN STATIC INDENTATION AND MICRO CUTTING MARBLE-BASED MATERIAL	84
Войтенко В.І. СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНИЙ СИНТЕЗ ОПИСУ ОБРОБЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОБУДУВАННЯ	89

Шепеленко І.В., Немировський Я.Б., Посвятенко Е.К. ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ НАНЕСЕННЯ АНТИФРИКЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ	94
Дегтярев И.М., Нешта А.А., Самардак Н.Ф. ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ШТИФТОВЫХ КОНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ИЗГОТОВЛЕНИИ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	97
Нешта А.А., Дегтярев И.М., Самардак Н.Ф. ПРОБЛЕМЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШАЙБ СФЕРИЧЕСКИХ ДЛЯ РАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	101
Шевченко О.В. ВПЛИВ РАДІАЛЬНОЇ ПОДАТЛИВОСТІ ПРУЖНОЇ СИСТЕМИ ІНСТРУМЕНТУ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА НА ТОЧНІСТЬ ОБРОБКИ.....	106
Данилейко О.О., Джемелінський В.В., Лесик Д.А. ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ МЕТАЛЕВИХ ВИРОБІВ КОМБІНОВАНОЮ ТЕРМОДЕФОРМАЦІЙНОЮ ОБРОБКОЮ.....	110
Dobrov I.V., Semichev A.V. MECHANICAL SIMULATION OF THE MOTION OF GEOSTATIONARY SATELLITES.....	114
Литвин О.В., Паньков С.Б. ПРОЕКТУВАННЯ РОБОТІВ-МАНІПУЛЯТОРІВ ОСОБЛИВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	119
Litvin O., Yashchuk I., Pankov S. PREREQUISITES FOR THE USE OF NEURAL NETWORKS IN THE SYNTHESIS OF STRUCTURES IN MECHANICAL ENGINEERING	124
Пузир В.Г., Михалків С.В., Ходаківський А.М., Бульба В.І. ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТЯГОВИХ РЕДУКТОРІВ ЕЛЕКТРО- ПОЇЗДІВ НЕЙРОМЕРЕЖЕЮ ДОВГОЇ КОРОТКОСТРОКОВОЇ ПАМ'ЯТІ	129
Петраков Ю.В. ЕФЕКТИВНІСТЬ ЦИФРОВОГО ВИРОБНИЦТВА В МАШИНОБУДУВАННІ.....	133
Романенко В.В., Блощинин М.С., Ал Наваісех Тарік Мухамад Ясін РЕАЛІЗАЦІЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЛИВАРНОГО ВИГОТОВЛЕННЯ ПОЛІГШЕНИХ КОРОЗІЙНОСТІЙКИХ БІМЕТАЛІВ.....	138
Резнік В.С. МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ОБЛАСТІ НЕЛІНІЙНО-ПРУЖНОГО ДЕФОРМУВАННЯ.....	142
Турманидзе Р.С., Попхадзе Г.З., Инашаридзе К.С. УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИМПЛАНТОВ ТАЗОБЕДРЕННЫХ СУСТАВОВ ЧЕЛОВЕКА ПУТЕМ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ИХ СФЕРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ.....	145
Неженцев О.Б. УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ДИНАМІЧНОГО ГАЛЬМУВАННЯ МЕХАНІЗМІВ ПЕРЕСУВАННЯ ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ КРАНІВ	148
Веселовська Н.Р., Гнатюк О.Ф. МЕТОДИ ВИБОРУ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ВИЗНАЧЕНИХ ПАРАМЕТРІВ І СИНТЕЗУ КОМПЛЕКСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГІДРОІМПУЛЬСНИМ ПРИВОДОМ.....	152

Струтинський В.Б., Юрчишин О.Я., Кравець О.М. ГОЛОВНІ АСПЕКТИ ПРОЕКТУВАННЯ МАНІПУЛЯТОРІВ МОБІЛЬНИХ РОБОТІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	154
Салій С.С., Головка Л.Ф., Романенко В.В., Блощин М.С. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ І ЯКОСТІ БІМЕТАЛЕВИХ МАТЕРІАЛІВ КОМБІНОВАНИМИ ЛАЗЕРНО-ЛИВАРНИМИ ПРОЦЕСАМИ	157
Назаренко І.І., Бондаренко А.Є., Запривода А.В., Сліпецький В.В. ФІЗИЧНІ АСПЕКТИ ДИНАМІЧНОГО РУХУ СЕРЕДОВИЩ СКЛАДНОЇ СТРУКТУРИ.....	163
Равская Н.С., Парненко В.С., Николаенко Т.П., Родин Р.П. ОБЩАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИИ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ ИНСТРУМЕНТОВ НЕЗАВИСИМО ОТ ИХ КОНСТРУКЦИЙ	166
Корбут Є.В. НАУКОВІ ОСНОВИ ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ РІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ОБРОБКИ ВОЛОКНИСТИХ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ШЛЯХОМ МОДИФІКАЦІЇ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ	171
Почужевський О.Д., Веснін А.В., Крейсман Е.А. КОНСТРУКЦІЯ ПРОТИПІДКАТНОГО ЗАХИСТУ ДЛЯ ВЕЛИКОВАНТАЖНИХ КАР’ЄРНИХ АВТОСАМОСКИДІВ.....	174
Розов Ю.Г., Дмитрієв Д.О., Русанов С.А. ПРОГНОЗУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРЕЦИЗІЙНИХ ТРУБЧАСТИХ ВИРОБІВ МЕТОДОМ ПРОКАТУВАННЯ-ОБТИСНЕННЯ НА ОПРАВЦІ НЕПРИВОДНИМИ РОЛИКАМИ.....	178
Посвятенко Н.І., Посвятенко Е.К., Рибак І. СТВОРЕННЯ РЕЛЬЄФІВ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛЕЙ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ ЛІНІЙНИМ ІНДЕНТУВАННЯМ	182
Лавріненко А.Д., Тітов В.А., Злочевська Н.К. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ІГЛАДЖУВАННЯ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ З КОМПЛЕКСНИМИ УЛЬТРАЗВУКОВИМИ КОЛИВАННЯМИ ІНСТРУМЕНТУ	186
Павлик П.М., Саленко О.Ф., Суліма О.Г. ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ НОВИХ ПРОГРЕСИВНИХ АПАРАТІВ ЛЕГШИХ ПОВІТРЯ.	190
Міщук Д.О., Бойченко А.В., Міщук Є.О. НЕЙРОННА МЕРЕЖА В СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ БУДІВЕЛЬНОГО МАНІПУЛЯТОРА	195
Колосова О.П., Ванін В.В., Колосов О.Є., Сівецький В.І., Гондляр О.В. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ НИЗЬКОЧАСТОТНОЇ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ОБРОБКИ РІДКИХ ПОЛІМЕРНИХ СЕРЕДОВИЩІ ТА ВОЛОКНИСТИХ НАПОВНЮВАЧІВ	199
Назаренко І.І., Дєдов О.П., Свідерський А.Т., Ручинський М.М., Сліпецький В.В. ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ СКЛАДНОЇ СТРУКТУРИ.....	202

секція **АВІАЦІЙНА ТА РАКЕТНО-КОСМІЧНА ТЕХНІКА**

Цибенко А.С., Кришук Н.Г., Рассемакин Б.М. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТОХАСТИЧЕСКИХ ВИБРАЦИЙ РАКЕТО-НОСИТЕЛЯ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ НАНОСПУТНИКА POLITAN-2-SAU	206
Степін О.В. СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО УПРАВЛІННЯ ЗНАННЯМИ В ІНЖЕНЕРНО- СЕРВІСНИХ ОРГАНІЗАЦІЯХ АВІАБУДУВАННЯ	212
Кривова С.Г., Зубаньов О.Є. ТИПОВІ МОДЕЛІ ЛОКАЛІЗАЦІЇ КООПЕРАТИВНОГО ВИРОБНИЦТВА В ЛІТАКОБУДУВАННІ	216
Lesyk Dmytro, Martinez Silvia, Pedash Oleksii, Dzhemelinskyi Vitaliy, Lamikiz Aitzol MICROSTRUCTURAL AND MICROHARDNESS EVOLUTION IN SLM-PRINTED INCONEL 718 ALLOY TURBINE BLADES TREATED BY HOT ISOSTATIC PRESSING	221

секція **ПРОБЛЕМИ ВИЩОЇ ІНЖЕНЕРНОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ**

Гладський М.М.; Барандич К.С. ДОСВІД ПІДГОТОВКИ ПРОФЕСІЙНИХ ІНЖЕНЕРІВ ЗА ДУАЛЬНОЮ ФОРМОЮ ЗДОБУТТЯ ОСВІТИ	225
Воронцов Б.С. ВПРОВАДЖЕННЯ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЛОГІСТИКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС	231
Узунов О.В. ЗАОХОЧЕННЯ СТУДЕНТІВ ТА ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ В РЕЖИМІ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ	239

УДК 621.865.8-047.84(045)

Проектування роботів-маніпуляторів особливого призначення

Литвин О.В.; Паньков С.Б.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

Анотація: розвиток робототехніки в останні роки дав початок великій кількості нових роботизованих пристроїв. Так, виникає необхідність у вирішенні задачі проектування нових, більш адаптованих і універсальних роботизованих механізмів, пов'язаних з концептуальним проектуванням складних конструктивних елементів. Основним завданням на початку проектування та розробки нових прототипів роботизованих механізмів є конкретизація параметрів майбутнього робота, відповідно, до сфери та умов його застосування. Особливу увагу потрібно звертати при проектуванні роботів-маніпуляторів особливого призначення, які використовуються при екстремальних умовах. Так, на стадії проектування роботизованих пристроїв необхідно звертати як на спеціалізовані особливості відповідно сфері застосування, так і на загальні вимоги до них. Проектування та подальше конструювання роботизованих пристроїв повинне здійснюватися на підставі синтезу та аналізу за критерієм «ефективність-якість-вартість» з врахуванням специфіки використання та можливого його адаптування до умов експлуатації.

Ключові слова: проектування; робототехніка; робот-маніпулятор; системне проектування; конструювання; сервісна робототехніка.

Бурхливий розвиток робототехніки в останні роки дав початок великій кількості нових роботизованих пристроїв, які застосовуються у різних галузях діяльності людини. Розроблення таких технологічних пристроїв потребує використання та синергетичного поєднання всього потенціалу сучасних наукових досягнень у напрямках інформаційних технологій (ІТ), робототехніки, мехатроніки, нанотехнологій, промислового машинобудування тощо [1].

На даний час все складніше знайти сферу, яка б не зазнала роботизації. Так, виникає необхідність у вирішенні задачі проектування нових, більш адаптованих і універсальних роботизованих механізмів, пов'язаних з концептуальним проектуванням складних конструктивних елементів, які вимагають аналізу та оцінювання великої кількості можливих альтернатив. Планування та розробка роботів-маніпуляторів, як і будь-якого іншого продукту/технічного об'єкту (ТО), є поетапним процесом (рис.1) з типовими завданнями, методами та інструментами для кожної стадії проектування (рис.2).



Рис.1. Етапи створення робота-маніпулятора

Створення продукту включає в себе всі етапи від первісної ідеї/потреби до специфікації, яка охоплює всю інформацію про основні/спеціалізовані характеристики, продуктивність, очікувану вартість, кількість, прогнозованому часу і вартості розробки.

Рішення задачі починається з її осмислення та формування технічного завдання - першого і обов'язкового етапу проектування. У машинобудуванні цей етап іноді називають зовнішнім проектуванням. Цим підкреслюють, що розробка технічного об'єкта (ТО) вже починається з постановки задачі (технічних вимог) і формування технічного завдання (ТЗ). Важливим результатом етапу є узгодження цілей розробки і призначення проектного об'єкта (його функцій), системи показників якості тощо [2].

Ключові фактори розробки робота-маніпулятора	Проміжний результат	Діяльність по проектуванні робота-маніпулятора (продукт)	Етап проектування
- ефективний час (час виходу на ринок) - орієнтований на ринок (відповідає потребі) - успішний (специфікація виконання) - конкурентноздатний - економічно-ефективний - інноваційний	ідея	аналіз ринку та продукту дослідження	планування продукту
	функціональна специфікація	планування продукту та специфікація	системний аналіз
	концепція	концептуальне проектування специфікація критичних функцій	проектування системи
	технічна специфікація	оцінка концепції та деталізації	
	прототип	проектування апаратних складових, програмного забезпечення, виробництва та інтеграції	
	передсерійний продукт	перепроєктування	редизайн системи
	серійний продукт	масштабні випробування перепроєктування	продукт

Рис.2. Процес проектування робота-маніпулятора

Основним завданням на початку проектування та розробки нових прототипів роботизованих механізмів є конкретизація параметрів майбутнього робота, відповідно, до сфери та умов його застосування. Специфіка використання, умови експлуатації та функціональне призначення робота визначають його конструктивні особливості, ступінь складності системи управління, масогабаритні характеристики, різноманітність периферійного обладнання тощо. Тому, наступні стадії утворюють внутрішнє проектування та націлені на пошук рішення задачі розробником. Сюди входять етапи синтезу принципу дії, структури і параметрів проектного об'єкта (рис.3).

Особливу увагу потрібно звертати при проектуванні роботів-маніпуляторів особливого призначення, які використовуються при екстремальних умовах. Оскільки екстремальні середовища, з їх недетермінованими умовами роботи та різноманітністю операцій, зумовлюють проведення інтенсивних дій по створенню та вдосконаленню маніпуляційних пристроїв, керованих людиною-оператором [3].

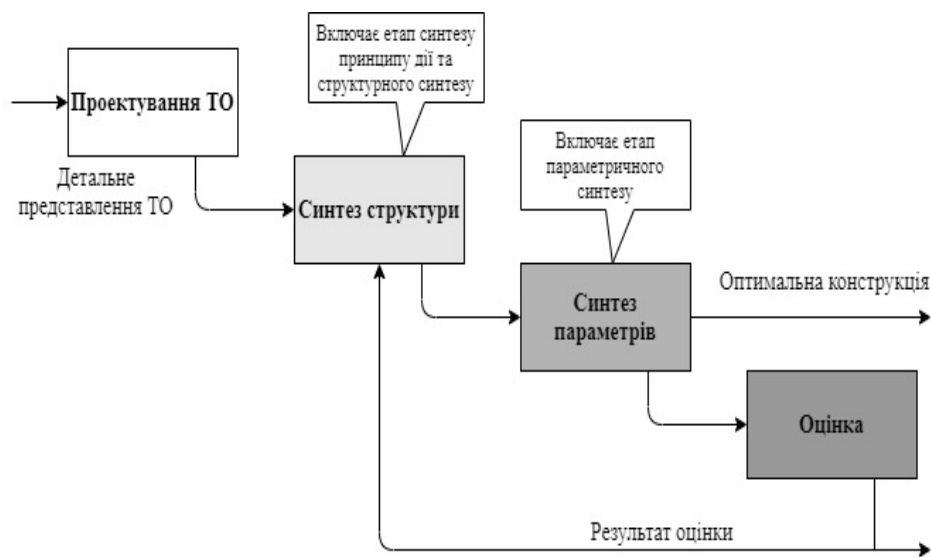


Рис.3. Функціональна схема процесу внутрішнього проектування

Так, на стадії проектування роботизованих пристроїв необхідно звертати як на спеціалізовані особливості відповідно сфері застосування, так і на загальні вимоги:

- до системи пересування: стійкість до переміщення у важкопрохідній місцевості, висока маневреність, рухливість і прохідність;
- до системи керування: мініатюризація компонентів, можливість самостійного відновлення зв'язку внаслідок її втрати, здатність вільно орієнтуватися в просторі, здатність приймати самостійно рішення;
- до системи маніпулювання: вантажопідйомність, точність позиціонування відповідно до передбачуваного функціонування, швидко переналагоджувана, адаптивна та широкодіапазонна система маніпулювання об'єктами;
- загального характеру: конструкційні особливості повинні вирішувати покладені на нього функції, надійність та гнучкість для роботи в детермінованому/недетермінованому середовищі, мобільність для швидкого розгортання при виконанні екстрених завдань, конструкція робота повинна забезпечувати його витривалість та пристосування до шкідливих середовищ.

Наступні етапи системного аналізу і проектування включають функціональну специфікацію робота, концептуальну конструкцію і деталізацію апаратного та програмного забезпечення, а також повну документацію всієї інформації, що відноситься, безпосередньо, до виробництва, складання, експлуатації та технічного обслуговування робота. Етап проектування закінчується експериментальною перевіркою прототипу робота. Етап перебудови системи охоплює всі дії, спрямовані на поліпшення системи робота на основі виявлених недоліків, якості, продуктивності і потенційних витрат, створення модифікацій і запланованих різновидів варіантів продукту.

Методики, які супроводжують процес системного проектування реалізують принципи системного аналізу, які спрямовані на формалізацію процесу дослідження системи, процесу постановки і розв'язання задачі. На рис.4 показана загальна інженерна модель етапу проектування відповідно до методу системного проектування [4]. Системний аналіз та конструювання складаються з двох методів і трьох моделей. Він підтримує інженера як при функціональному аналізі, так і при проектуванні роботизованої системи.

Роботизовані пристрої є досить складними механізмами, які складаються з багатьох функціональних складових вузлів, які забезпечують типову дію робота. Так, при побудові

роботизованих механізмів рекомендується використовувати модульний підхід, який полягає в тому, щоб використовувати конструкційно-закінчені, уніфіковані або стандартні конструктивні складові.

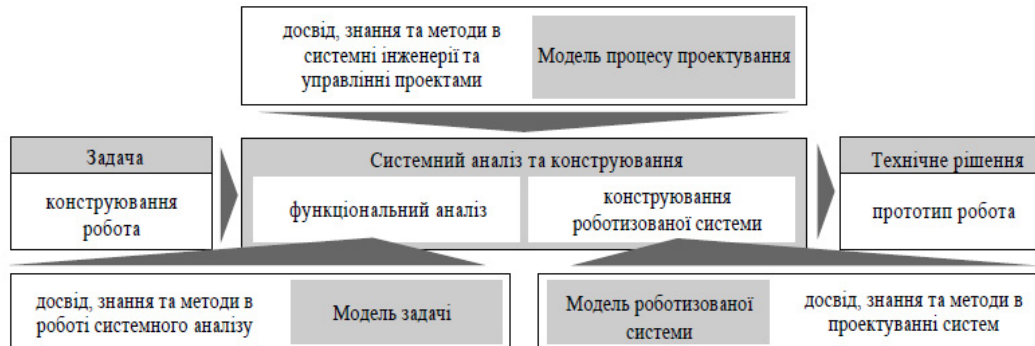


Рис.4. Загальний метод системного проектування для розробки робота-маніпулятора

Модульний підхід при проектуванні робота-маніпулятора (рис.5) дозволить істотно скоротити цикл «синтез-конструювання-виготовлення», оскільки для створення будуть використовуватися самостійні функціональні вузли. Перевагою цього є зручність та гнучкість, як при створенні так і вдосконаленні існуючих роботів, оскільки конструктивні елементи розглядаються як самостійні підсистеми із підтримкою функціональних зав’язків до головного модуля системи [5]. Це дозволить спростити подальшу діагностику та ремонт робота в процесі експлуатації та реалізацію по перепрофілюванню робота за рахунок зміни лише функціональних підсистем.



Рис.5. Модульний підхід проектування робота-маніпулятора

Проектування та подальше конструювання роботів повинне здійснюватися на підставі синтезу та аналізу за критерієм «ефективність-якість-вартість» з врахуванням специфіки використання та можливого його адаптування до умов експлуатації.

Метою подальших досліджень є синтез конструктивних елементів роботизованого маніпулятора особливого призначення. Саме прогрес в синтезі захватних та маніпуляційних елементів роботизованого маніпулятора дозволить вдосконалити такі роботомеханічні системи та пристосувати до виконання робіт в недоступних або небезпечних умовах для здоров'я людини.

Список літератури

1. Литвин О. В., Ящук І. Р., Паньков С. Б. Аналіз передумов застосування нейронних мереж при синтезі конструкцій в машинобудуванні. *Наукові нотатки*. 2018. №. 64. С. 92-98.
2. Ящук І. Р., Паньков С. Б. Оптимизация процесса синтеза новых технических решений в машиностроении. – 2019.
3. Литвин О., Паньков С. Роботизовані маніпулятори особливого призначення. *Технічні науки та технології*. 2020. №. 1(19). С. 88-95.
4. Warnecke, H. J., Schraft, R. D., Hagele, M., Barth, O., & Schmieder, G. (1999). Manipulator design. *Handbook of industrial robotics*, 1, 43.
5. Reddy Vemula, B. (2020). *Evaluation of Industrial Robot Mechanical Systems for Applications that Require Human-Robot Collaboration* (Doctoral dissertation, Mälardalen University).

Design of robotic manipulators Special Purpose

Olexander Litvin; Serhii Pankov

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine

Abstract: the development of robotics in recent years has given rise to a large number of new robotic devices. Thus, there is a need to solve the problem of designing new, more adapted and universal robotic mechanisms associated with the conceptual design of complex structural elements. The main task at the beginning of the design and development of new prototypes of robotic mechanisms is to specify the parameters of the future robot, respectively, to the scope and conditions of its application. Particular attention should be paid when designing special-purpose manipulator robots used in extreme conditions. Thus, at the design stage of robotic devices it is necessary to pay attention to both specialized features in accordance with the scope, and the general requirements for them. The design and further design of robotic devices should be based on synthesis and analysis on the criterion of "efficiency-quality-cost" taking into account the specifics of use and its possible adaptation to operating conditions.

Keywords: engineering; robotics; robot manipulator; system engineering; designing; service robotics.