

**ВИКОРИСТАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-СТРУКТУРНОГО АНАЛІЗУ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ
ЗАТИСКНОГО ПАТРОНА****USING OF FUNCTIONALLY-STRUCTURAL ANALYSIS FOR PLANNING OF CLAMPING CARTRIDGE**

У сучасних умовах для багатьох машинобудівних підприємств і проектних фірм на перший план висувуються завдання розроблення нових і вдосконалення існуючих засобів затискного оснащення. Стримуючим фактором у підвищенні ефективності від застосування нових конструкцій затискних патронів є хаотичний підхід в прийнятті рішень щодо конструювання та формування комплектів затискного оснащення.

Метою дослідження є вирішення завдання створення нових конструкцій затискних патронів та втілення прогресивних методів пошуку нових технічних рішень на основі функціонально-структурного аналізу. Метою функціонально-структурного аналізу може бути поліпшення функціонування, як окремих компонентів, так і затискного патрона в цілому, а також виявлення недоліків у затискного патрона і формулювання завдань щодо їх усунення.

Розроблено структуру конструктивної та функціональної реалізації процесів затиску, а також принципи синтезу затискних патронів з використанням ієрархічних рівнів. Розроблено ієрархічну модель технологічної системи «Затискний патрон». Це дає можливість обґрунтувати вибір профілю затискних елементів та виду передавально-підсилюючих ланок (важільних, клинових, плунжерних, спіральних, гвинтових, зубчастих та пружних), що забезпечує надійний затиск, якісне базування, жорсткість системи патрон-деталь при механічній обробці заготовок.

Ключові слова: затискний патрон, цанговий патрон, технічна система, функціональний аналіз, ієрархічна модель, пошук, нові рішення.

Вступ

Конструювання верстатних пристроїв, в т.ч. затискних патронів, складає вагомий частину трудомісткості і собівартості технологічної підготовки машинобудівного виробництва. У сучасних умовах для багатьох машинобудівних підприємств і проектних фірм на перший план висувуються завдання розробки нових і вдосконалення існуючих засобів затискного оснащення. Стримуючим фактором у підвищенні ефективності від застосування нових конструкцій затискних патронів є хаотичний підхід в прийнятті рішень щодо конструювання та формування комплектів затискного оснащення.

При створенні нових конструкцій затискних патронів необхідно знати умови (функції) взаємодії затискних елементів з об'єктом закріплення, умови передачі енергії і сили та напруження в елементах патрона, схеми виникнення пружних відтискань та похибок в системі патрон - об'єкт закріплення.

Відомі дослідження [1, 2], в яких запропоновано використовувати принципи системного аналізу для розв'язання винахідницьких завдань при розробці порівняно простих пристроїв. Безліч технічних рішень об'єкта розробки представляють у вигляді наочної деревовидної структури, гілки якої складаються з елементів (ознак) технічних рішень, з'єднаних дугами

графів, що відображають їх підпорядкованість та порядок застосування.

В роботі [4] розроблено багатоваріантну структуру конструктивних та функціональних можливостей реалізації процесів затиску, а також принципи синтезу необхідного технологічного оснащення, яке вдосконалюється з використанням трьох ієрархічних рівнів (корпус; передавально-підсилюючі ланки; привод механізму затиску).

Розроблено також узагальнену модель силових (енергетичних) потоків в затискному патроні, структурні формули затискних механізмів та видів передавально-підсилюючих ланок (8 видів клинових, важільних, спіральних, пружних, гвинтових та плунжерних) для різних силових потоків, в т.ч. патронів для тіл обертання. Для затиску в патроні тіл обертання кількість варіантів розташування сил та моментів становить 48.

Відомі пропозиції проектування технологічної оснастки комплектами (сімействами), які мають включати монтаж конструкцій в необхідному діапазоні їх розмірів і мас, що нагадує процес нормалізації, тобто систематизацію інформації та зведення її до нормалізованих таблиць [4].

На сьогоднішній день не існує простої інженерної методичної основи з проектування затискних патронів (крім цангових), яка б вирішувала проблему синтезу та

виключення помилок на ранніх стадіях проектування при оптимізації прийнятих рішень. Відсутність методології проектування затискних патронів, зокрема плунжерних та штокових, необхідність системного підходу до проектування визначають актуальність теми дослідження.

Метою дослідження є вирішення завдання створення нових конструкцій затискних патронів та втілення прогресивних методів пошуку нових технічних рішень на основі функціонально-структурного аналізу.

Метою функціонально-структурного аналізу може бути поліпшення функціонування як окремих компонентів, так і затискного патрона в цілому, а також виявлення недоліків у затискного патрона і формулювання завдань щодо їх усунення.

Виклад основного матеріалу

Структурна схема зазвичай складається на основі технічного завдання, тобто словесного опису, і структурних схем систем-аналогів або прототипу. Вона одночасно представляє модель технічної системи затискного патрона і модель мислення конструктора при вирішенні конкретної задачі.

Різні типи структурних схем, як і будь-які інші моделі, відрізняються рівнем абстракції. У міру підвищення абстракції структурні схеми можна розташувати в наступній послідовності: конструктивно-функціональні, потоково-інформаційні, структурно-енергетичні і реполь [3]. Будь-яка з цих схем є спрямованим графом, вершинами якого є елементи структури, а ребрами — співвідношення між елементами.

Функціональний аналіз є найбільш узагальнений і універсальний підхід до вирішення різних завдань. Моделі функціонально-структурного аналізу: ієрархічна, потокова функціональна схема, конструктивна функціональна схема.

Створення нового затискного патрона починається з аналізу потреб і формулювання функцій, які він повинен виконати.

Функціональний аналіз потрібно починати з побудови ієрархічної моделі та зв'язку функцій. Потім в технічній

системі необхідно виділити функціональні компоненти і провести аналіз виконуваних ними функцій. Оскільки метою створення патрона є виконання головної корисної функції, то функціональні компоненти потрібно виділяти по відношенню їх до неї.

Головна корисна функція (службове призначення) затискного патрона — забезпечити стабільне положення заготовки у верстаті та надійно, швидко і точно прикласти у визначених місцях заготовки регламентоване зусилля закріплення.

Процес затиску можна розділити на два етапи. Перший етап — швидке по заданій траєкторії або вільне переміщення заготовки до зони установки.

Друга частина процесу містить переміщення заготовки в зоні затиску на опори та установочні елементи до заданого положення з накладанням або без накладання обмежень, які характеризуються як встановленням, так і базуванням заготовки. Відповідно для цих етапів процесу затиску виділяються два типи модулів обмежень.

Для забезпечення функціонування затискного патрона треба забезпечити виконання головних його функцій. Головні (зв'язані) функції затискного патрона: визначення положення заготовки на верстаті (Ф1), утримування заготовки в заданому положенні (Ф2), сприймання сили різання (Ф3), забезпечення точності закріплення (Ф4) (рисунок 1). А вимога мати високу жорсткість, надійність, довговічність є підпорядкованою функцією. Її можна визначити, якщо виконуються перші чотири функції.

При проведенні функціонально-структурного аналізу та пошуку можливих напрямів вдосконалення патрона можна скористатися наступними рекомендаціями:

1. Сформулювати ідеальне технічне рішення для патрона у цілому і його компонентів.
2. Відповідно до принципу відповідності функції і структури провести оцінку рівня виконання функцій для виділених функціональних компонентів на якісному рівні: недостатній, адекватний, надмірний.

Функціональний аналіз потрібно починати з побудови ієрархічної моделі зв'язку функцій затискного патрона (таблиця 1).

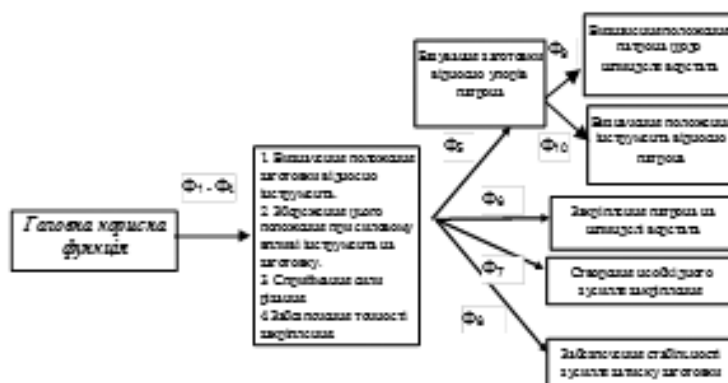


Рисунок 1 — Взаємозв'язок функцій, що виконуються затискним патроном

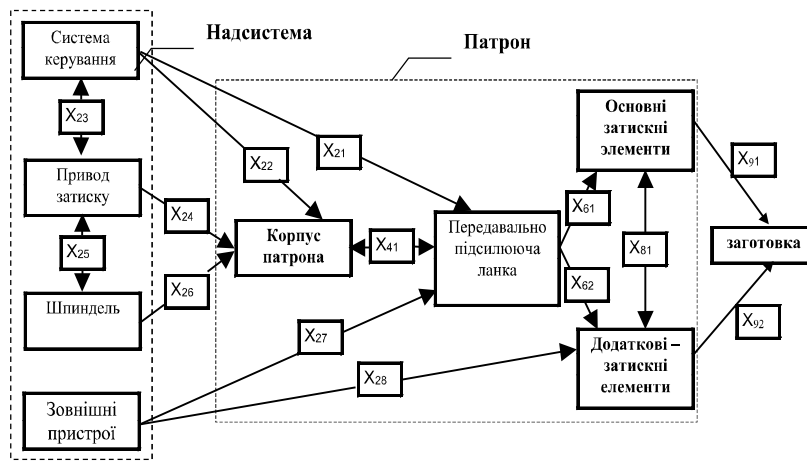


Рисунок 2 — Конструктивно-функціональна схема затискного патрона

Потім у технічній системі необхідно виділити функціональні компоненти і провести аналіз виконуваних ними функцій.

Так, наприклад, можна побудувати узагальнену конструктивно-функціональну схему токарного патрона (рисунок 2).

Конструктивно-функціональна схема спрямовує увагу на вибір конструкторсько-технологічних рішень деталей і вузлів: матеріалів, форми, взаємного розташування конструктивних елементів та видів з'єднань. Види і кількість з'єднань істотно впливають на трудомісткість процесів складання і виробничі витрати. До посадкових поверхонь, як правило, пред'являються більш високі вимоги по точності виготовлення, ніж до інших поверхонь.

Ієрархічна модель дозволяє виявити основні, допоміжні і додаткові функції, які необхідно передбачити для того, щоб виконувалася головна корисна функція (рисунок 3).



Рисунок 3 — Ієрархічна функціональна модель затискного патрона

Виділення функцій дозволяє залучити операцію ізолюючої абстракції для пошуку небажаних ефектів. Наприклад, можна відзначити наступні небажані ефекти від зусилля закріплення.

1. Деформація заготовки від зусилля закріплення і зусиль різання.
2. Утворення вм'ятин на заготівці від контактуючих деталей: опорних і затискних елементів.

Для усунення вищезазначених ефектів може бути запропоновані конструкції цангового патрона (рисунок 4). Цанговий патрон містить корпус з розташованою в ньому затискною цангою з робочими губками, кожна губку затискної цанги споряджено пазами з розміщеними

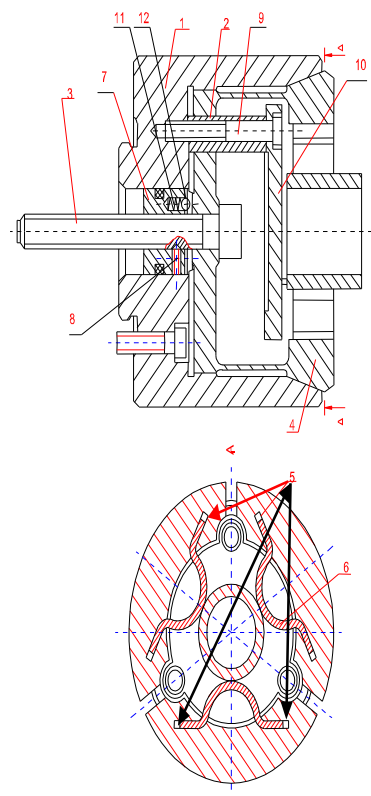


Рисунок 4 — Цанговий патрон

Таблиця 1

Опис функцій компонентів затискного патрона

Найменування компонента	Функції, що виконує компонент
Установочні	Визначення положення корпусу патрона відносно шпинделя верстата
Передавально-підсилюючий механізм	Є останньою ланкою підсилення підсистеми «привод-патрон»
Додатковий передавально-підсилюючий механізм	Виконання допоміжних переміщень вузлів патрона (поворот заготовки типу хрестовина в патроні і т.і.)
Упори	Визначення положення заготовки відносно установочних елементів
Основні затискні елементи	Передача зусилля затиску на заготовку.
Допоміжні затискні елементи	Центрування заготовки
Привод затиску	Створення зусилля затиску
Корпус	Визначення взаємного положення всіх конструктивних елементів між собою і їх положення на столі верстага і щодо інструменту
Шпиндель	Передача крутного моменту на патрон, для приєднання
Система керування	Управління процесом затиску

в них пластинчастими пружними елементами, а затискна поверхня пружного елемента виконується різного діаметра в залежності від діаметра деталі, що затискається.

Технічний результат полягає у забезпеченні більш широкого діапазону закріплюваних заготовок та зменшенні деформації заготовки від зусилля закріплення і зусиль різання за рахунок наявності адаптивних елементів, по яких проходить центрування при затиску заготовок з максимальним і мінімальним діаметрами, та прорізей на торцях патрона, що проходять через вісь.

Висновки

Розроблено структуру конструктивних та функціональних реалізацій процесів затиску, а також принципи синтезу затискних патронів з використанням ієрархічних рівнів. Розроблено ієрархічну модель технологічної системи "Затискний патрон". Це дає можливість обґрунтувати вибір профілю затискних елементів та виду передавально-підсилюючих ланок (важільних, клинових, плунжерних, спіральних, гвинтових, зубчастих та пружних), що забезпечує надійний затиск, якісне базування, жорсткість системи патрон-деталь при механічній обробці заготовок.

Література

1. Половинкин, А. И. Основы инженерного творчества: учебн. пособ. для студ. вузов / А.И. Половинкин. — [3-е изд., перераб. и доп.]. — М.: Машиностроение, 1988. — 368 с.
2. Гамрекели, М.Н. Метод синтеза оптимальных аппаратурно-функциональных технических комплексов / М.Н. Гамрекели // Известия вузов. Машиностроение -2006. - № 9. — С. 75—84.
3. Кузнецов, Ю.Н. Теория технических систем. Учебник./ Ю.Н. Кузнецов, Ю.К. Новоселов, Н.В. Луцив — Севастополь: СевНТУ, 2011. — 246 с.
4. Карпик, Р.Т. Таксономічні підходи до створення бази знань систем автоматизованого проектування верстатних пристроїв / Р.Т. Карпик, Б.Д. Сторож, О.О. Слабий // Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль у машинобудуванні та приладобудуванні: Вісн. Нац уні-ту «Львівська політехніка». — 2012. — № 746. — С. 216—219.
5. Литвин О.В., Вороненко О.Г. Цанговий патрон/ Патент України на корисну модель № 100461 від 27.07.2015 р., МПК (2014.01) B23В 31/00. Опубл. 27.07.2015, бюл. № 14.

References

1. Polovinkin, A.I. Osnovy inzhenerenogo tvorchestva: uchebn. posob. dlia stud. vuzov / A.I. Polovynkyn. — [3-e izd., pererab. i dop.]. — M. : Mashynostroenye, 1988. — 368 s.
2. Hamrekely, M.N. Metod sinteza optymalnykh apparaturno-funktsionalnykh tekhnicheskikh kompleksov / M.N. Hamrekely // Izvestiya vuzov. Mashynostroenye. — 2006. — № 9. — S. 75—84.
3. Kuznetsov, Yu.N. Teorya tekhnicheskikh sistem. Uchebnik / Yu.N. Kuznetsov, Yu.K. Novosiolov, N.V. Lutsiv — Sevastopol: SevNTU, 2011. — 246 s.
4. Karpik, R.T. Taksonomichni pidkhody do stvorennia bazy znan system avtomatyzovanogo proektuvannia verstatnykh prystroiv / R.T. Karpuk, B.D. Storozh, O.O. Slabyi // Optyimizatsiya vyrobnychych protsesiv i tekhnichnyi kontrol u mashynobuduvanni ta prykladobuduvanni: Visn. Nats. un-tu «Lvivska politehnika». — 2012. — № 746. — S. 216—219.

5. Lytvyn, O.V., Voronenko, O.H. Tsangovyi patron/ Patent Ukrainy na korysnu model № 100461 vid 27.07.2015 r., МРК (2014.01) B23B 31/00. Opubl. 27.07.20154, byul. № 14.

Надійшла 20.11.2015 року

УДК 621.941

Использование функционально-структурного анализа при проектировании зажимного патрона

**О.В. Литвин,
Н.В. Гаврушкевич**

Предлагается для создания новых оригинальных конструкций использовать функциональный анализ, который может применяться на различных этапах создания зажимных патронов. Создание любого зажимного патрона начинается с анализа потребностей и формулирования функций, которые он должен выполнить, чтобы удовлетворить эти потребности. В процессе синтеза генерируется множество возможных вариантов исполнения частей структуры усовершенствованной системы, то есть генерируется множество альтернатив для каждого иерархического уровня. Варианты возможных конструкций зажимных устройств, оснащенных гибридными передаточно-усиливающими звеньями, можно представить в виде конструктивно-функциональной схемы. Разработано дерево целей, которое может быть основой для построения иерархии целей для каждого конкретного зажимного патрона (или группы патронов) с учетом их специфики.

Для обеспечения функционирования патрона сформулированы основные функции: преобразования энергии, формирования сигналов управления и передачи веществ и энергии к рабочему органу.

Разработана структура конструктивных и функциональных реализаций процессов зажима, а также принципы синтеза зажимных патронов с использованием иерархических уровней. Разработана иерархическая модель технологической системы «патрон».

Ключевые слова: поиск, новые решения, зажимной патрон, цанговый патрон, техническая система, функциональный анализ, иерархическая модель.

УДК 621.941

Using of functionally-structural analysis while engineering the designing chuck

**O.V. Lytvyn,
N.V. Gavrushkevich**

Construction of machine tools, including chucks, is a powerful part of technological preparation of machine-building production and labor input costs. In modern conditions for many engineering companies and design firms in the foreground tasks of the development of new and improvement of existing facilities clamping equipment. The limiting factor in increasing the efficiency of the use of new designs chucks is chaotic approach in taking decisions on the design and formation of sets of clamping equipment.

It is proposed to create new and original designs use a functional analysis that can be applied at various stages of the chucks. Create any chuck begins with needs analysis and the formulation of functions that it must perform to meet these needs. In the process of synthesis generates many possible embodiments of parts of the structure of an improved system that is generated by a set of alternatives for each hierarchical level. Variants of possible construction of clamping devices with hybrid transmission units can be represented in the form of structural and functional scheme. Designed tree purposes, which may be the basis for the purposes of constructing the hierarchy for each chuck (cartridges or groups) based on their specificity.

To ensure the functioning of the cartridge sets out the basic functions of energy conversion, the formation of substances control and signaling and energy to the working body.

The structure design and function of the clip process, as well as the principles of synthesis chucks using the hierarchical levels. A hierarchical model of "chuck" of the technological system.

Keywords: chuck, collet chuck, technical system, functional analysis, hierarchical model, search, new solutions.