



**ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ**

**Инженерно-педагогически факултет – Сливен**

**Катедра „Механика, машиностроене и топлотехника“**

**Маг. инж. Йорданка Тончева Славчева**

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ТИПИЗАЦИЯ  
НА ХИДРАВЛИЧНИ ЦИЛИНДРИ И ТЕХНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ  
В РАМКИТЕ НА ЕДИНИЧНОТО И ДРЕБНОСЕРИЙНО  
ПРОИЗВОДСТВО**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

на дисертация за придобиване на образователна и научна степен  
**"ДОКТОР"**

Област: 5. Технически науки

Професионално направление: 5.1 Машинно инженерство

Научна специалност: Машинознание и машинни елементи

**Научни ръководители: Проф. д-р Любомир Димитров**  
**Проф. д.т.н. Станимир Карапетков**

СЛИВЕН, 2017 г.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита от Катедрения съвет на катедра „Механика, машиностроене и топлотехника“ към Инженерно-педагогически факултет-Сливен на ТУ-София на редовно заседание, проведено на 04.07.2017 г..

Публичната защита на дисертационния труд ще се състои на 19.10.2017 г. от 13:00 часа в зала 1207 на Инженерно-педагогически факултет – Сливен на Технически университет – София на открито заседание на научното жури, определено със заповед № ОЖ-273 от 14.07.2017 г. на Ректора на ТУ-София в състав:

1. Проф. д-р Любомир Димитров – председател
2. Доц. д-р Михаела Топалова
3. Проф. д-р Димитър Карастоянов
4. Доц. д-р Димитър Караиванов – научен секретар
5. Доц. д-р Владимир Монов

Рецензенти:

1. Доц. д-р Михаела Топалова
2. Проф. д-р Димитър Карастоянов

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се в Учебен отдел на Инженерно-педагогически факултет – Сливен на ТУ-София.

Дисертантът е докторант в самостоятелна форма на обучение към катедра „Механика, машиностроене и топлотехника“ към Инженерно-педагогически факултет-Сливен на ТУ-София. Изследванията по дисертационната разработка са направени от автора, като някои от тях са подкрепени от научноизследователски проекти.

Автор: маг. инж. Йорданка Славчева

Заглавие: Идентификация и типизация на хидравлични цилиндри и техните елементи в рамките на единичното и дребносерийно производство

Тираж: 30 броя

Отпечатано в ИПК на Технически университет – София

# **I. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД**

---

## **Актуалност на проблема**

Една от характеристиките на съвременното индустриално производство е неговата демасовизация, която отчита индивидуалните потребности и вкусове на отделните потребители. Това превръща съвременното производство все повече в дребносерийно и единично. Най-важното условие за успешното реализиране на единичното и дребносерийното производство е подходящата класификация и типизация на произвежданата продукция и използваните технологични процеси. Класификацията е важен подход за ефективно управление на индустриалното предприятие при този тип производство. Подходящата класификация дава възможност единичното и дребносерийното производство да се планира и осъществява в съответствие с особеностите на масовото производство – висока автоматизация на труда, ниски разходи за производство, ниска себестойност, по-добър контрол и управление в рамките на дадено предприятие. Типизацията от своя страна позволява унифицирането при проектирането и производството на изделия.

## **Цел на дисертационния труд, основни задачи и методи за изследване**

### **Цел:**

Да се повиши ефективността на конструктивно-технологичната подготовка на производството на хидравлични цилиндри в условията на единичното и дребно-серийно производство чрез създаване на класификационна структура на хидравличните цилиндри и система от параметрични редове в рамките на семействата.

### **Задачи:**

1. Да се анализира съществуващата организация и управление на конструктивно-технологичната подготовка на производството на хидравлични цилиндри
2. Да се извърши анализ на съществуващите видове ХЦ и техните особености в рамките за ХЕС-АД
3. Да се разкрият принципите на класифициране и типизиране на хидравличните цилиндри
4. Да се разработи методика за класифициране на хидравличните цилиндри от гледна точка на повишаване на ефективността на конструктивно-технологичната подготовка на производството в условията на единичното и дребносерийно производство
5. Да се разработят принципи и подходи за създаване на параметрични модели с цел повишаване ефективността на конструктивно-технологичната подготовка на производството, като се определят

характеризиращите признаци и параметри за всяка група хидравлични цилиндри от класификационната структура

6. Да се създаде нова методология за разработване на параметрични модели чрез интегриране на конструктивната и технологичната подготовка (CAD – CAM частта)
7. Да се разработят няколко нови параметрични модела по новосъздадената методология
8. Да се провери експериментално ефективността на новосъздадената методология.

### **Научна новост**

- Разработена е методология за класифициране на хидравличните цилиндри и техните детайли, като са идентифицирани етапите на класифициране.
- Определени са факторите, определящи типовите представители в отделните класове и родове.
- Разработени са принципи и подходи за създаване на параметрични модели с цел повишаване ефективността на конструктивно-технологичната подготовка на производството, като са определени характеризиращите признаци и параметри за всяка група (семейство) хидравлични цилиндри.
- Разработени са принципи за конфигуриране на система за автоматизирано проектиране на хидравлични цилиндри

### **Практическа приложимост**

Резултатите биха могли да бъдат използвани от специалистите, занимаващи се с внедряване на PLM и ERP системите в производството на машиностроителни изделия.

### **Апробация**

Част от резултатите от дисертационния труд са докладвани и дискутирани на:

- Четвърта национална научно-техническа конференция – Автоматизация на инженерния труд в машиностроенето „РАИТ’96”, гр.София, ноември, 1996 г.
- Национална конференция с международно участие "СЛИВЕН '2013", гр. Сливен, юни, 2013 г.;
- Научна конференция РУ & СУ’14, гр. Русе, октомври, 2014 г.;

- Национална конференция с международно участие "СЛИВЕН '2015", гр. Сливен, юни, 2015 г.;
- Научна конференция по теоретична и приложна механика „Дни на механиката”, гр. Варна, септември, 2015 г.;
- Научна конференция по теоретична и приложна механика „Дни на механиката”, гр. Варна, септември, 2016 г.;

### **Публикации**

Някои постижения и резултати от дисертационния труд са публикувани в 6 бр. научни статии от които 1 бр. самостоятелни. Статиите са публикувани в следните сборници и списания:

- Сборник научни доклади от Четвърта национална научно-техническа конференция – Автоматизация на инженерния труд в машиностроенето. „РАИТ’96”, година III, брой 9, стр. 48-54, 1996, София.
- Списание „Механика на машините”, бр. 104, година XXI, книга 5, стр. 35-38, 2013, Издателство ТУ-Варна.
- Научни трудове на Русенски университет, том 53, серия 1.2, 2014.
- Списание „Топлотехника”, бр. 10, година 6, книга 2, стр. 59-62, 2015, Издателство ТУ-Варна.
- Списание „Машиностроене и Машинознание”, бр. 24, година X, книга 2, стр. 75-78, 2015, Издателство ТУ-Варна.
- Списание „Машиностроене и Машинознание”, бр. 26, година XI, книга 1, стр. 101-108, 2016, Издателство ТУ-Варна.

### **Структура и обем на дисертационния труд**

Дисертационният труд е в обем от 152 страници, като включва увод, 5 глави за решаване на формулираните основни задачи, списък на основните приноси, списък на публикациите по дисертацията и използвана литература. Цитирани са общо 118 литературни източници, като 31 са на латиница и 64 на кирилица, а останалите са интернет адреси. Работата включва общо 86 фигури и 19 таблици. Номерата на фигурите и таблиците в автореферата съответстват на тези в дисертационния труд.

## **II. СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД**

---

### **ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР**

Съвременното индустриално производство все повече се характеризира с неговата демасовизация (чрез отчитане на индивидуалните потребности и вкусове на отделните потребители [85,108,68]) и все повече се превръща в дребносерийно и единично. Едно от най-важните условия за успешното реализиране на единичното и дребносерийното производство е подходящата класификация и типизация на произвежданата продукция и използваните технологични процеси. Класификацията е важен подход за ефективно управление на индустриалното предприятие при този тип производство. Подходящата класификация дава възможност единичното и дребносерийното производство да се планира и осъществява в съответствие с особеностите на масовото производство – висока автоматизация на труда, ниски разходи за производство, ниска себестойност, по-добър контрол и управление в рамките на дадено предприятието.

В резултат на извършения литературен обзор са формулирани следните изводи:

1. Характерна особеност на хидравлични цилиндри е тяхното изключително многообразие. По отношение на серийността, производството на хидравлични цилиндри спада към дребносерийното, а в много случаи и към единичното производство. За да се отговори на специфичните изисквания на клиента и в същото време да е налице конкурентоспособност, трябва да се автоматизира процеса на проектиране. Изисква се той да бъде гъвкав и бързо изпълним, което е особено важно при такава серийност на производството. Създаването на системата за автоматизирано проектиране, по принцип трябва да е обвързано с конкретно производство, конкретен машинен парк и оборудване.

2. Малката серийност и специфичността на всяка една поръчка в производството на хидроцилиндри, налага неотложната необходимост от класификация и типизация на хидравличните цилиндри, произвеждани в дадените условия. Посочените по-горе условия налагат и създаване на система за параметрично моделиране на основните класификационни групи в 3D среда.

### **ГЛАВА 2. ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ХИДРАВЛИЧНИТЕ ЦИЛИНДРИ И ТЕХНИТЕ ЕЛЕМЕНТИ**

От разгледаните източници става ясно, че съществува голямо разнообразие от хидравлични цилиндри, които се различават по начина на действие и конструктивното изпълнение. [14,60,107,106,114,112,98,118] Класификацията на хидравличните цилиндри се извършва по различни признаци. Според БДС 11369:1988 “Единна система за общо машиностроителна хидравлика. Цилиндри хидравлични. Класификация и означения” [15], те са представени на фиг.2.3.

Според направлението на работната течност хидравличните цилиндри се разделят на две групи: едно-действащи и двойно-действащи.

Хидравличните цилиндри могат да се класифицират и по конструкцията на работното тяло. Най-широко разпространени са хидравличните цилиндри с работен орган под формата на бутало или плунжер, като буталните хидравлични цилиндри могат да бъдат изпълнени с единичен или двоен бутален прът, а плунжерните хидравлични цилиндри могат да бъдат само с едностранно действие и с единичен бутален прът.



Фиг. 2.3. Цилиндри хидравлични - класификация и означения [15]

### Изводи

Многообразието от хидравлични цилиндри е огромно. За да се отговори на специфичните изисквания на клиента и в същото време да е налице конкурентно способност, трябва да се автоматизира процеса на проектиране, да се направи гъвкав и бързо изпълним, което е особено важно при дребносерийното и единично производство.

Поради малката серийност и всеки път различната специфичност на всяка една поръчка се появява неотложна необходимост от параметрично моделиране на хидравличните цилиндри. Параметризацията е мощно средство за автоматизация и бързо изработване на конструктивната и технологична документация на новите заявки цилиндри.

## ГЛАВА 3. ПРИНЦИПИ И ПОСЛЕДОВАТЕЛНОСТ НА КЛАСИФИКАЦИЯТА И ТИПИЗАЦИЯТА НА ЕЛЕМЕНТИТЕ НА ХИДРАВЛИЧНИТЕ ЦИЛИНДРИ

След обстоен анализ, представен в Глава 2, на системите за класифициране на машинни елементи и изделия като цяло, и в частност на елементите на хидравличните цилиндри, може да се направи заключението,

че класификацията им трябва се организира на две нива: Функционално и Структурно [51].

Машинните елементи на функционално ниво се групират според функцията (ролята, предназначението, действието), която те изпълняват. Това се налага от цялата идея за класифицирането, а именно да се подредят и опишат обектите (детайлите и изделията), които могат да се използват за извършване на определено действие. На това ниво се прави анализ и декомпозиция на обекта на изследване.

Групирането на *структурното ниво* се извършва по елементи от структурата (конструкцията), чрез които се постигат функционалните параметри на обекта (детайл или изделие). Групирането на структурно ниво също е подчинено на функционалните особености на обектите.

Всяко от тези нива на групиране (класифициране) има поднива, които доуточняват групирането, така че в крайна сметка да се формира структура. Всяко по-долно ниво от тази структура служи да обезпечи съществуването на по-горното ниво по един или няколко възможни начина. Класифицирането следва да се извършва логически и да следва нивата: функционално с подразделите, а след това структурното с подразделите. Като цяло последователността на класифициране трябва да следва начина на мислене на конструктора и начина на мислене на технолога, т.е. създаването на класификационната структура трябва да следва начина на създаване на обектите.

### **3.1. Нива на групиране**

#### **3.1.1. I-во ниво: функционално ниво на групиране.**

На това ниво се описват и класифицират всички функционални особености на обекта на изследване (детайл или изделие), които гарантират изпълнението на неговото функционално предназначение, като те се групират в следната последователност:

**3.1.1.1. Функционално предназначение.** На това ниво се групират обектите изпълняващи едно и също функционално предназначение. Под *функционално предназначение* тук и по-долу ще се разбира максимално уточнено и ясно формулирано описание на целта за която е проектиран обекта. На този етап се описва ролята на обекта като цяло в конструкторската схема. Тук се предявяват всички изисквания към неговото функциониране.

**3.1.1.2. Функционална структура.** След пълното изясняване на функционалното предназначение на обекта, трябва да се пристъпи към определяне на функционалната структура, която би реализирала неговото функционално предназначение. Естествено е, че съществуват няколко възможни структури за осъществяване на идеята. Класификацията на това ниво трябва да се разклони по тези възможни конструктивни (структурни) варианти.

**3.1.1.3. Функционални елементи.** Тук се описват елементите (и техните особености) с които се гарантира изпълнението на функционалната



структура (т.е. функционалните елементи) и по тяхната сродност се извършва подразделянето (класификацията).

Всяка една от групите може да има подгрупи, елементите в които да се групират по някакъв допълнителен признак от дадена група. Така например за хидравличните цилиндри, в групите „функционални елементи” може да има подгрупи в които те да се подразделят на „хидравлични цилиндри с демпфиране” и „хидравлични цилиндри без демпфиране”. Буталните и плунжерните цилиндри могат да имат подгрупи „с едностранно изнасяне” и „с двустранно изнасяне” и т.н. Дълбочината на групиране е изключително важен елемент в класификационните схеми и зависи от много параметри, нещо, което ще бъде описано по-долу.

### 3.1.2. II-ро ниво: структурно ниво на групиране

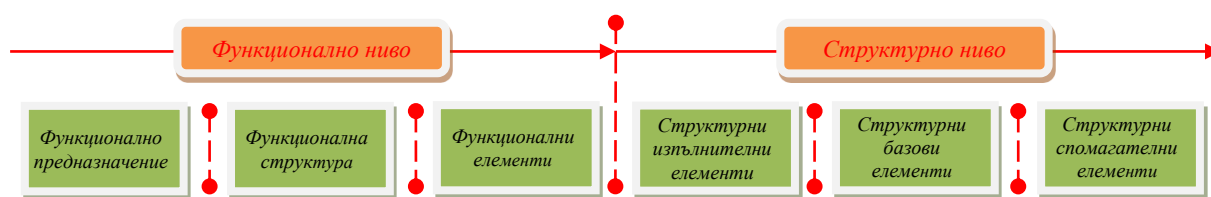
След като е дефинирано функционалното предназначение, определена е функционалната структура и са описани елементите, които ще изпълняват функцията на обекта, се пристъпва към създаването на неговата структура. Логиката на създаване на структурата изисква на първо място да се опишат изпълнителните елементи на обекта, след това да се определи тяхното положение в пространството, а в последствие да се определи и положението на присъединяемите към тях обекти [27,37]. На тази последователност е подчинена и предлаганата по-долу класификационна схема.

**3.1.2.1. Структурни изпълнителни елементи.** Това са елементите, които пряко осигуряват функцията на обекта (изделие или детайл). Това е набор от изпълнителни повърхнини или техни съчетания [37].

**3.1.2.2. Структурни базови елементи.** Това са елементите, които не участват пряко в изпълнителните функции, но гарантират функционирането на изделието, като осигуряват положението на елемента в пространството. За изделието това са специални детайли или отделни повърхнини, които определят положението на изделието към други изделия, към които то се монтира, а за детайлите това са основните базови повърхнини на детайла [27,37].

**3.1.2.3. Структурни спомагателни елементи.** Такива са елементите, които осигуряват положението на присъединяемите елементи към дадения елемент. За изделието това са изделия или отделни повърхнини, определящи в пространството положението на присъединяемите елементи. За детайла това са спомагателните повърхнини [27,37], които фиксират положението на присъединяемите детайли към дадения детайл.

Така описаните нива на групиране са показани графично на фигура 3.1.



Фиг. 3.1. Последователност на създаването на класификационна структура

Дълбочината на групиране може да бъде различна и се определя от броя елементи в обектовата структура. Колкото повече са елементите, толкова по-дълбоко може да стигне групирането. В крайна сметка целта на групирането е да се улесни работата с обектите, да се приложат груповите технологии и да се поевтини тяхното конструиране и изработка.

Групирането на обектите на функционално ниво е строго дискретно, т.е. всеки изследван обект може да попадне само в една от функционалните подгрупи. Това не е така при последващото групиране в структурното ниво. Границите на структурните групи обикновено са размити, т.е. един обект може да попадне в една, втора или в повече групи [78]. Въпросът тук е какви са критериите за определяне на границите на групата? Както вече се отбеляза една от целите на групирането е да се приложат груповите технологии. Това означава, че групирането на структурно ниво може да се определя и от възможността за използване на определени технологични процеси и от наличното технологично оборудване

### **3.2. Класификационни схеми**

Под класификационна схема ще се разбира подреждане на обектите в йерархични групи в зависимост от последователно прилагани критерии. Критериите са изградени в зависимост от свойствата на обектите. В дадената работа се има предвид таксономична класификация, в която категориите са подредени в йерархия, която може да се представи с една (или повече) дървовидни структури.

#### **3.2.1 Съществуващи схеми за класифициране**

Схемите за класифициране на машинните елементи условно биха могли да бъдат разделени на 3 вида [26,73,36]:

- Йерархична (дървовидна) схема;
- Верижна (кодова, линейна) схема;
- Смесена схема

#### **3.2.2. Избор на класификационна схема**

Класифицирането на машини, елементи и възли (хидравлични цилиндри) може да се извърши в йерархична (дървовидна) схема, но тя би била изключително голяма и би било трудно да се работи с нея дори и при използване на съвременна изчислителна техника.

Само верижно-кодвата схема е неприложима за класифициране на машини елементи и възли поради голямото им разнообразие и твърде различните параметри, с които те се описват.

Смесената схема е най-удачния вариант за класифициране на машини елементи и възли (в случая за хидравлични цилиндри и техните елементи), защото при нея е възможно да се оформят групи от елементи, които имат идентични параметри и последващото описване на характеризиращите параметри е сравнително лесно. Затова в настоящата работа се предлага

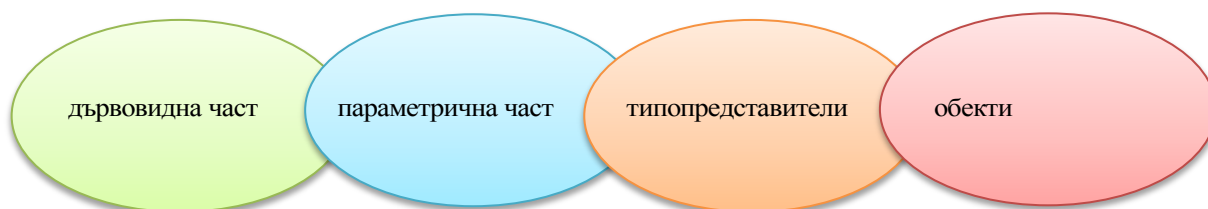
класифицирането да се извърши по смесената схема – „дървовидно-линейна”. Новото което се предлага е в дървовидната част да се оформи функционалността на хидравличните цилиндри, а в линейната да се опишат параметрите, с които те се характеризират. Така предложената схема е показана на фиг.2.3 и тя се състои от:

- *Дървовидна част.* В дървовидната част се прави основното групиране. То се извършва по основните, най-общите, признаци по които биха могли да се групират обектите подлежащи на класифициране. Дървовидната част не може да бъде безкрайно голяма. За да може удобно да се работи с нея, се препоръчва тя да е до 3-7 нива. Дървовидната част обхваща функционалното и структурно нива на класификацията. Описаните на по-горните нива параметри задължително се наследяват от обектите на по-долните нива, което е един от принципите на дървовидната класификация.

- *Параметрична (клетъчна, линейна) част.* В параметричната част се описват главните параметри по които се отличават обектите в родовата група (например: диаметър на буталото, ход на цилиндъра, вид накрайници, вид питатели и т.н.) Тези параметри могат да бъдат числови, номенклатурни (атрибути) или стрингови.

- *Типопредставители.* В цялата гама обекти, които удовлетворяват параметричната част могат да се намерят „почти” еднакви, или т.н. „типопредставители”, които да бъдат взети за еталон на дадена група от конкретни обекти. Типопредставителите се определят на базата на структурата на обектите които групират (ако са съставни, сборни) и на базата на тяхната реализация (технология на производство) ако обектите са единични (детайли). Типопредставителят може да не бъде конкретен обект, а имагинерен обект.

- *Конкретни обекти.* Най-често конкретните обекти се задават с чертежи, 3D модели, обяснителни записки и други, които могат да опишат обекта с най-малки подробности, необходими за целите на класификацията. Например болта тук е с конкретна глава, с конкретни размери, конкретен материал, конкретни точностни, якостни и други характеристики.



Фиг. 2.3. Общ вид на „дървовидно-параметричната” структура

Не съществува строга граница между четирите части на класификационната схема. Четирите части взаимно се припокриват (границите са размити) и части от едната част могат да преминават в друга. Колко да бъде припокриването зависи от типа производство (масово,

сериен, дребносериен, единичен), наличното оборудване и индивидуалния подход на инженера. Не бива нито една от съставните части (дървовидната, параметричната или броя типопредставители) да бъде прекалено голяма, защото тогава с тях трудно се работи.

Структурата представена на фигура 2.3 дава реда по който се извършва класифицирането на обектите – от най-високото ниво (дървовидното) до конкретния обект.

### **3.2.2.1 Дървовидно групиране**

Най-удобния начин за описване на класификационната структура е дървовидното групиране<sup>1</sup>. То групира обектните свойства в дървовидна структура от групи, която показва как са свързани групите. Дървовидната структура се състои от:

- *Корен.* Коренът на дървото представя една група, която обхваща цялото неклассифицирано множество и съдържа всички обектни свойства.

- *Основни групи.* Основните групи са първите разклонения на йерархичното дърво. Те излизат от корена и са много ключова част от дървото, защото те определят как ще се разклони то още от първо ниво на йерархичната структура.

- *Междинни групи.* Междинните групи (малките клони) са основното средство, с което се извършва допълнителното класифициране на обектите в рамките на всеки голям клон. Това са и групите, които определят колко дълбока ще е класификационната структура в рамките на клона, като за да се постигне оптимална класификация трябва да се открие баланса между твърде дълбока и подробна класификация и плитка, но информационно достатъчна за управлението на обектите класификация;

- *Родови групи.* Родовите групи са следващите клони в рамките на дървото. Те могат да бъдат една, две или повече.

- *Листа на дървото.* Това са самите обекти. Всяко листо има едно специфично обектно свойство, което го отличава от другите обекти.

Теоретично е възможно в рамките на един клон да има само родови групи без междинни групи.

### **3.2.2.2 Параметрична част**

Параметричната част представлява набор от параметри, които напълно характеризират обекта на ниво родова група.

В параметричното описание може да има както параметри, които се дефинират на това ниво, така и също така и параметри, които се наследяват по дървовидната схема. Всеки един параметър трябва да се дефинира. Както споменахме и по-горе, параметрите, дефинирани на по-горни нива в дървовидната структура, се наследяват от по-долните нива. Целта е дефинирането на обобщаващите параметри да става на възможно най-високо ниво. Това позволява на по-високото ниво да се обхванат възможно най-много подмножества обекти.

---

<sup>1</sup> Основоположник на дървовидната структура е Карл Линей *Carolus Linnaeus*, за първи път публикувана през 1735 година в неговия труд „*Sistema Naturae*”

### **3.3. Типизация и типопредставители**

След създаване и временно използване на класификационната структура на обектите в рамките на всяка родова група с времето възникват подмножества от типови обекти, които имат доста сходни инженерни структури и сходни технологии на производство и монтаж. Поради това е добре тези множества да бъдат групирани с цел по-лесното отнасяне на нови обекти към вече съществуващите групи от обекти, чиято управляемост е изяснена. Резултата от това е, че управляемостта на новите обекти се постига за по-кратко време. В рамките на родовата група това може да стане чрез просто (линейно) подреждане на тези обекти по типови параметри. Този подход се нарича „типизация”. Типизацията представлява допълнително групиране на подобните обекти в рамките на класификационна родова група, като подобие се оценява на базата на структурни, технологични, стойностни или други, предварително подбрани критерии. Тя има за цел да групира подобни помежду си обекти в различни подмножества на базата на тези критерии, като по този начин да улесни бъдещото им управление.

Типизацията позволява:

- Да се разработят конструктивната и технологичната документации за производство на обобщаващите обекти от типизиращите класове от най-високо ниво и тези разработки да се прилагат за приобщените конкретни обекти от тези класове, които се различават от обобщаващия само по някой незначителен параметър. За обектите с по-съществени разлики конструктивната и технологичната документации ще претърпи известно изменение.

- Да се определи себестойността на обобщаващите обекти от класовете от най-високо ниво и тя да се пренесе върху приобщените от тези класове, както и да послужи като основа за бързото определяне на себестойността и цената на обектите от наследяващите класове.

#### **3.3.1. Основни принципи на типизацията**

„Типопредставителят” обобщава всички функционални, а също така всички или част от структурните особености на групата, в която се намира. При избор на типопредставител в настоящата работа се използва т.н. „обектно-ориентиран подход” [66]. Съгласно обектно-ориентирания подход типопредставителите са обекти, които си приличат по функция и общ вид, но могат да се различават по размери и по някои незначителни особености в конструкцията [66].

#### **3.3.2. Типопредставител**

Как се определя типопредставителя? Има различни начини за определяне на центъра на групиране, който в случая се явява „типопредставител”. В машиностроенето типопредставителя може да бъде определен по един от следните три начина:

- *Най-често срещания обект в групата.*

- *Обект, който съдържа абсолютно всички особености на обектите, представени в групата.*
- *Обект, който има в конструкцията си основните характерни елементи за групата.*

По-често използван е третия начин, който позволява към базовия типопредставител да се добавят характерни елементи от библиотеки с данни. Например при ХЦ се прави един параметричен цилиндър с основните функционални размери, а структурните елементи (питатели, захващане и други) се добавят към параметричния цилиндър според нуждите на клиента.

### **3.3.3. Конкретни обекти**

Най-често конкретните обекти се задават с чертежи, 3D модели, обяснителни записки и други, които могат да опишат обекта до най-малки подробности, необходими за целите на класификацията.

На базата на тези принципи е изградена цялостна класификационна структура на хидравличните цилиндри и техните елементи. Тази класификационна структура е показана в следващата четвърта глава.

## **3.4. Изводи**

1. Предложена е по-пълна методика за изграждане на класификационни структури за изделията от машиностроенето, с отчитане на тяхната функционалност и структура.

2. Определена е последователността на създаване на класификационни структури. Класификационната структура на обектите в машиностроенето трябва да следва начина на тяхното създаване: от идеята за обекта, кинематичната схема, конструктивната разработка, технологията за изработване, технологията за монтаж, технологията за изпитване, опаковане и рециклиране.

3. При създаване на класификационни структури групирането на обектите трябва да се извършва на две нива:

- функционално ниво. Критериите за групиране на цилиндрите на функционално ниво се обуславят от тяхното функционалното предназначение и функционална структура.

- структурно ниво. Критериите за групиране на хидравличните цилиндри на структурно ниво се обуславят от елементите на структурата: структурни изпълнителни елементи, структурни базови елемент и структурни спомагателни елементи.

4. Анализирани са класификационните схеми: йерархична, верижна и смесена. Дадени са препоръки за избор на подходяща схема за класификация.

5. Дадено е определение за типопредставите. Определени са неговите свойства и са формулирани основните принципи за типизация на обектите.

## **ГЛАВА 4. КОНФИГУРИРАНЕ НА СИСТЕМА ЗА АВТОМАТИЗИРАНО ПРОЕКТИРАНЕ НА ХИДРАВЛИЧНИ ЦИЛИНДРИ**

Все по-нарастващата конкуренция, в резултат на глобализацията на пазарите, принуждава фирмите да променят своите производствени стратегии към масова персонализация (mass customization) [68,70]. Целта на масовата персонализация е ефективното производство на продукти, които да отговарят на индивидуалните нужди на клиента.

Една от възможните методологии, позволяваща доближаването до масовата персонализация е развитието на голямо разнообразие от конфигурируеми продуктови фамилии [86,90]. Процесът на проектиране на конфигурируеми продукти се извършва на два етапа:

- проектиране (разработване) на конфигуратор за група от близки изделия. Под „близки изделия“ тук се разбира изделия сходни по предназначение, свойства и по размери;
- реализиране на конкретно решение.

**Разработване на конфигуратор.** Проектирането на конфигуратор е процесът по време на който се определят функционалните и технологични свойства, а също така и оразмеряването и правилата за сглобяване на основните и допълнителни компоненти на група от изделия. По време на тази задача, дизайнерът трябва да направи възможно най-добрият компромис между голям набор от противоречиви ограничения, като се вземат предвид взаимоотношенията съществуващи между материали, форми, размери, условия на якост, производствени процеси и технологични ограничения за всички компоненти на продукта (или група от сходни продукти). Придобитите знания по време на тази фаза от проектирането (конфигуриране на необходимите знания [55]) уточняват множеството от възможни конфигурации на продукта.

**Реализиране на конкретно решение** по задание на клиент. Реализирането на конкретно решение е процесът, по време на който се проектира конкретният член на семейството от продукти, който трябва да отговори на нуждите на потребителя. По време на тази фаза, инженерът трябва да избере най-доброто решение от многото опции (понякога десетки или стотици) и той трябва да определи какво е влиянието, което всеки отделен избор има върху крайния продукт, от гледна точка на: разходите, съвместимост на елементите, функционалност, маркетингови ограничения и други.

При разработването на конфигуратора е използван feature-based подхода, разработен с помощта на CAE технологията, за поддръжка на масовото персонализиране в областта на проектирането на хидравлични цилиндри. Тук понятието функция (feature) играе значителна роля. Функциите (features) широко се използват в съвременните CAD системи, като позволяват проблемно ориентираните знания в рамките на дизайнерските системи, да се

доближат до проблема за представяне на знанията в рамките на системите за проектиране.

Системата за масова персонализация в завод за хидравлични цилиндри ХЕС АД – Ямбол е разработена изцяло, като се започва от анализа и систематизирането на знанията използвани от експертите по време на проектирането на фаза конфигурация на семейства хидравлични цилиндри. По време на тази фаза са разгледани различни типове хидравлични цилиндри: едно-действащи, двойно-действащи, плунжерни, телескопични и други специални, характерни за производствената гама на завода. Техните свързващи параметри са идентифицирани, формализирани и конфигурирани. Съставните им елементарни компоненти са определени по отношение на форма, правила за оразмеряване и бази данни от стандартизирани елементи. Груповите елементи и монтажните групи са дефинирани по отношение на ограниченията за селекция, номенклатура и контрол за съвместимост на елементите. Направените анализи и изводи по време на анализа след това са нанесени в съответната конфигурация, която е в основата на система СЕМБА [50]. С помощта на разработената система, потребителят може да се възползва от модела на конфигурацията по време на фазата на решение: той може за кратко време лесно да оцени и да генерира алтернативна конфигурация или решения от променящата се глобална концепция (например тип цилиндър) и/или местно решение (например налични уплътнения, питатели и други). След като е определена подходящата конфигурация, потребителят може да се възползва от богатата база данни по отношение на: избор на материала; да определи прогнозната стойност на партидата, начина на обработка и монтаж и други.

#### **4.1. Анализ на хидравличните цилиндри**

##### **4.1.1. Предназначение и особености на хидравличните цилиндри**

Хидравличният цилиндър е устройство, което е част от една по-сложна механична машина и обикновено служи за преместване на товари: например при булдозери, камиони, самосвали, хидравлични преси и т.н. В работа се придържа до определението за хидравличен цилиндър, от ISO 5598-2008: "Устройство, което преобразува енергията на течност в линейна механична сила и движение" [76], т.е. хидростатичното налягане върху флуида в цилиндъра се трансформира в механична енергия и буталото извършва линейно движение.

На фиг.4.4. графично е показана обобщената класификация на описаните видове хидравлични цилиндри, изработвани в ХЕС АД.





Фиг. 4.4. Класификационна схема на хидравличните цилиндри, изработвани в ХЕС АД

#### 4.2. Основни параметри по които се конфигурират хидравличните цилиндри

Хидравличният цилиндър трябва да бъде подходящо конфигуриран за всяко конкретно приложение. Процесът на конфигурация може да се разглежда като избор на подходящ набор от стойности за технологични и функционални параметри, които характеризират цилиндъра. Основните технически параметри за конфигуриране на хидравличен цилиндър са:

- тип цилиндър: едно-действащ, двойно-действащ (с едностранно изнасяне, двустранно изнасяне), плунжерен, телескопичен, специален;
- номинално налягане в цилиндъра (MPa);
- вътрешен диаметър на цилиндъра (mm);
- диаметър на буталния прът (mm);
- работен ход на буталото (mm);
- максимална скорост при работно и при възвратно движение (m/s);
- тип закрепване на тялото на цилиндъра;
- тип закрепване на пръта (накрайници);
- тип питатели за тръбната връзка;
- наличие на демпфиране и път (или време) на демпфиране;
- работна температура;
- други: боядисване, опаковане, обозначаване, наличие на датчици за преместване и други.

#### **4.3. Структура на системата**

Разработеният генеративен продукт е йерархична структура, състояща се от семейства, родове, видове и елементи. Свойствата и отношенията са определени от експертите на ХЕС и с участие на автора, и включват различни спецификации за проектиране, бази данни, инженерни и технологични правила, както и най-добрите практики както на завода, така и на подобни предприятия от отрасъла. Йерархичната структура на семействата хидравлични цилиндри е показана на фигурата по-долу (фиг.4.5). Тук трябва още един път да се подчертае, че йерархичната структура се определя не само от предназначението на изделието, но и от това, за коя фаза от производствения процес тя ще се използва. Тук се разглежда йерархичната структура от гледна точка на проектирането на хидравличните цилиндри. В дисертационния труд на д-р Мила Ключкова [35] йерархичната структура е съобразена с начина на монтаж и изпитване на хидравличните цилиндри, произвеждани в ХЕС АД.

След като моделът на структурата е напълно разработен се пристъпва към разработване на графичен потребителски интерфейс за неговото прилагане, който да позволи на крайния потребител да взаимодейства с модела чрез генеративния продукт.

Моделът използва като вход, спецификациите за дизайн и чрез съответните процедури автоматично генерира продуктов дизайн на хидравличен цилиндър. Когато спецификациите на входящите параметри се променят, системата полуавтоматично актуализира модела на продукта, и генерира нова дизайнерска версия.

В системата е създадена огромна база данни за съхранение на таблици, стандарти, нормали, стандартни елементи и други. Упоменатата вече фигура 4.5 показва архитектурата на разработената конфигурационна схема на системата за автоматизирано проектиране на хидравлични цилиндри.



## 4.5. Потребителски интерфейс

По време на една работна сесия, потребителят въвежда стойностите за основните моделни свойства, съгласно точка 4.2. - тип цилиндър, налягане, диаметър и т.н. Благодарение на знанията, съхранявани в конфигуратора, системата полуавтоматично генерира решения за възможни конфигурации, включващи геометрични модели, избор на материали, организация на производството, организация на монтажа и изпитването и определяне на себестойността. Потребителят може да взаимодейства с конфигуратора чрез потребителския интерфейс (виж фиг.4.6.) и да осъществява корекции, с цел да се определи най-доброто решение за конкретния случай.

The screenshot shows a software window titled 'Спецификация - Редактиране' (Specification - Edit). It contains several input fields and a table. The top section includes fields for 'ID Обект' (Object ID), 'Създаден обект' (Created object), and 'Автор на Инженерна Спецификация' (Author of Engineering Specification). Below these are fields for 'Инженерна Спецификация' (Engineering Specification), 'Вид' (Type), 'Състояние' (Status), 'No', 'ИМО' (IMC), 'Авторизация' (Authorization), 'с/д' (с/д), and 'КСЯ' (КСЯ). There is also a field for 'Инвестирана Стойност' (Invested Value) and a 'Партата' (Part) field. The main part of the window is a table with columns: 'Структурен номер' (Structural number), 'В' (В), 'И' (И), 'А' (А), 'Крайна Структурна Част' (Final Structural Part), 'И' (И), 'И' (И), 'О' (О), 'Технологично количество' (Technological quantity), 'Структурно' (Structural), 'Общо' (Total), 'М.ед.' (Unit), 'ИМО-Т' (IMC-T), and 'Единица' (Unit). The table lists several parts, including 'С ЦК 090/Г/01.02.00.А', 'С ЦОВ 090/Г/01.02.00.А', 'Е Цл 090/Г/01.02.00.А', 'Е Пл 230x170x10/01.01.А', 'Е Дн 090/01.02.А', and 'Д ЕА 022М20x1 5 - Колело'. The bottom of the window has a toolbar with buttons like 'Добавяне...' (Add...), 'Изтриване' (Delete), 'Преглед...' (View...), 'Потв. измененията' (Confirm changes), 'Обновяване' (Update), 'Стр. печат' (Print sheet), 'Нова версия' (New version), 'Работен клон' (Working clone), '20 - Производство К20', 'Печат СтрС' (Print sheet), 'Печат' (Print), 'OK', and 'Cancel'.

Фиг. 4.6. Екранна форма за редактиране на хидравличен цилиндър

## 4.6. Пример за моделиране на нов цилиндър в CAD среда на SolidWorks

### 4.6.1. Последователност на работа с DriveWorksXpress

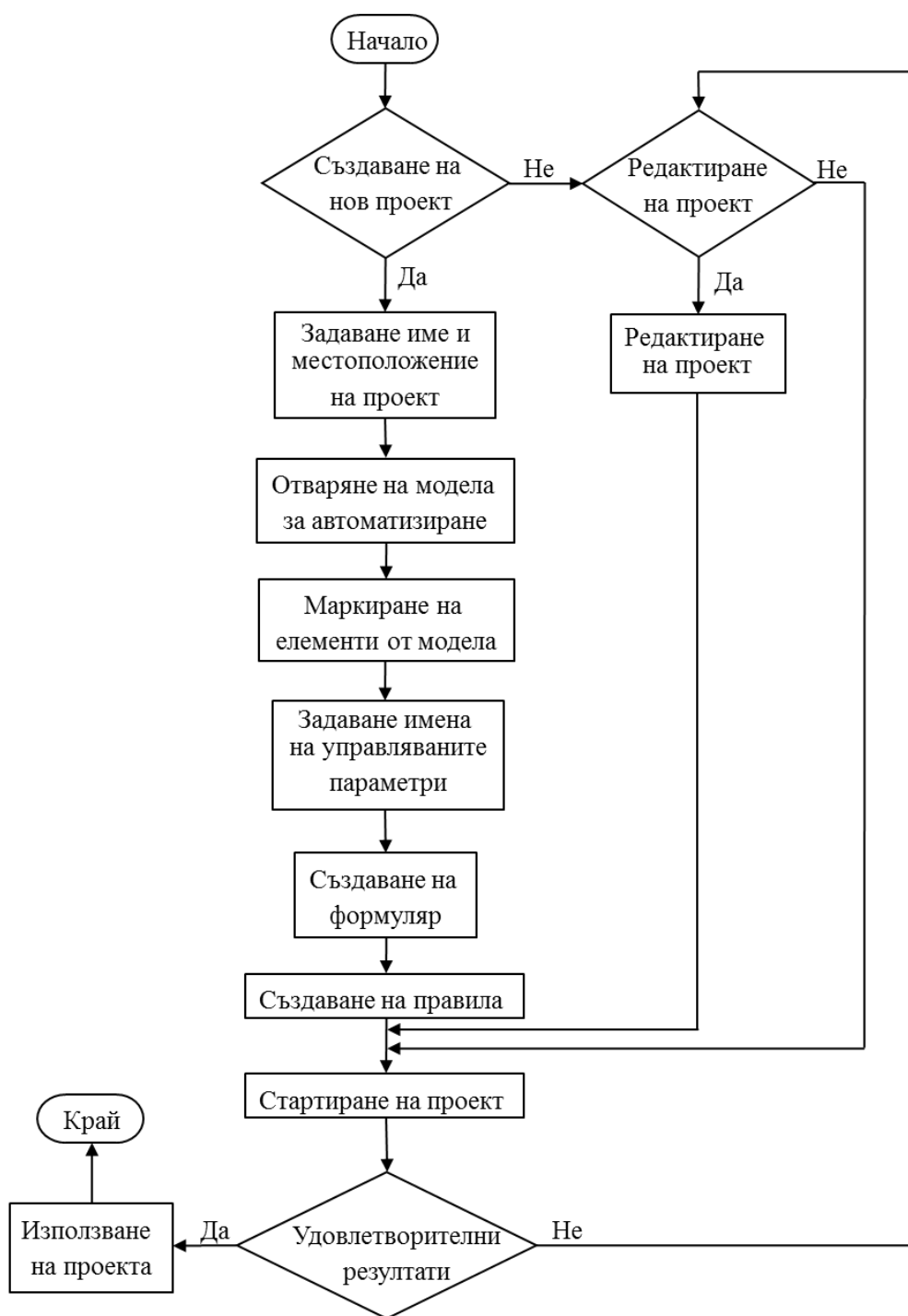
Тук се разглежда параметрично моделиране на двойно-действащ хидравличен цилиндър. При него хода на цилиндъра може да приема всякакви стойности (в разумни граници), както и неговия диаметър. Следователно, всеки път, когато новото задание е с различен ход и диаметър, е необходимо да бъдат повторно проектирани частите и изработени наново чертежите. Това ще изисква по заявка на поръчителя те да бъдат съставени за всяко запитване, което може да отнеме дни, и ще бъде свързано с много повтарящи се за инженера операции, което от своя страна ще се отрази във времето за отговор на запитването.

DriveWorksXpress се използва за автоматизиране на процеса на проектиране. Могат да се създават безкрайни вариации на модела въз основа на създадения проект, настроен еднократно с помощта на правила, и стартиран отново и отново. Някои видове модели са по-подходящи за

компютърно проектиране, отколкото други. При изготвянето на модели за автоматизация трябва да се помисли как те се вписват в сглобената единица и какви промени са възможни в детайлите след автоматизация [72].

#### 4.6.3. Параметризиране модела на двойно-действащ хидравличен цилиндър с помощта на приложението DriveWorksXpress

Последователността на работа, описана в точка 4.6.1, е представена с блок-схема на фиг.4.31.



Фиг. 4.31. Последователност на работа

#### 4.7. Изводи

1. В главата е показан конфигуризатор на система за автоматизирано проектиране на хидравлични цилиндри.

2. Даден е реален пример за конфигуриране на параметричен двойно действащ бутален цилиндър.

3. С така изградената система, всеки един потребител (конструктор или продавач) може лесно да генерира и оцени за кратко време редица алтернативни решения, както за общо решение (например тип цилиндър), а също така и за частични промени: налични уплътнения, питатели и други. Така създадената система за автоматизирано проектиране на хидравлични цилиндри позволява:

- да се намали цената на нестандартните конструкции;
- да се съкрати времето за отговор на запитване от клиент;
- да се повиши качеството на продукта;
- да се намалят повтарящите се задачи;
- да се намали се времето за изготвяне на конструкторска документация.

### ГЛАВА 5. ИНЖЕНЕРЕН ОРГАНИЗАЦИОННО-СТОЙНОСТЕН АНАЛИЗ НА ПРОИЗВЕЖДАНИТЕ ХИДРАВЛИЧНИ ЦИЛИНДРИ

След като един цилиндър бъде проектиран по реда описан в предните глави, следва да се направи оценка на неговата стойност. В тази глава се прави инженерен организационно-стойностен анализ на себестойността на изработваните изделия.

На фиг.5.1 е показана екранната форма на обобщения инженерен организационно-стойностен анализ на изделие, а по-долу е описан начинът по който той се изчислява.

| Вложени Стойности за единица УОБ | Спрямо Цена за Продажба                      | Спрямо Цена за Доставка |
|----------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------|
| BC 6 Коректив (минимален)        | 1.40 BGN /бр.                                | %                       |
| BC 5 Организация                 | 2.90 BGN /бр.                                | %                       |
| BC 4 Специфични разходи          | 3.00 BGN /бр.                                | %                       |
| BC 3 Операционни Места           | 18.80 BGN /бр.                               | %                       |
| BC 2 Труд                        | 8.26 BGN /бр.                                | %                       |
| BC 1 Субстанция                  | 57.56 BGN /бр.                               | %                       |
| <b>Агрегирана (ОТС)</b>          | 8.26 27.06 30.06 32.96 34.36 BGN /бр.        | %                       |
| <b>Пълна (Субстанция + ОТС)</b>  | 57.56 65.82 84.62 87.62 90.52 91.92 BGN /бр. | %                       |

Фиг. 5.1. Екранна форма на обобщения инженерен организационно-стойностен анализ на изделие

### 5.1. Вложена стойност за субстанцията на обекта – BC1

Вложената стойност от първи ред отразява субстанцията т.е. стойността на материалите, заготовките, покупните изделия (уплътнения, чистачи и други), които се влагат в обекта. Тази себестойността е постоянна за цялата траектория на обекта, като тя не се влияе от броя на операциите по траекторията. Вложената стойност от субстанцията на един обект е равна на сумата от вложените стойности на субстанциите на всички обекти, които го изграждат, или:

$$BC1_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n BC1_i \quad (5.1)$$

където:

$BC1_{\Sigma}$  – вложена стойност от първи ред (BC1) по траекторията на крайния обект;

$BC1_i$  – вложена стойност от първи ред (BC1) за елементите от изграждания обект;

$n$  – брой на елементите в структурата.

### 5.2. Вложена стойност за труд по траекторията – BC2

Вложената стойност от втори ред (фиг.5.2) отразява стойността за труд, който се влага в процеса на настройване на операциите по съответната траектория и труда който се влага за логистичното управление на отделните операции и траекторията като цяло [56]. Вложената стойност за труд по траекторията включва както инженерната оценка на труда при прякото му влягане в реализацията (настройка и изпълнение) на операции, така и всички свързани с него допълнителни разходи (данъци, осигуровки и други отчетени чрез корекционни коефициенти в предприятието  $f_1$ ).

Вложената стойност за труд по съответна траектория се определя по израза:

$$BC2_{\Sigma} = \sum_{j=1}^k BC2_j \cdot f_1 \quad (5.2)$$

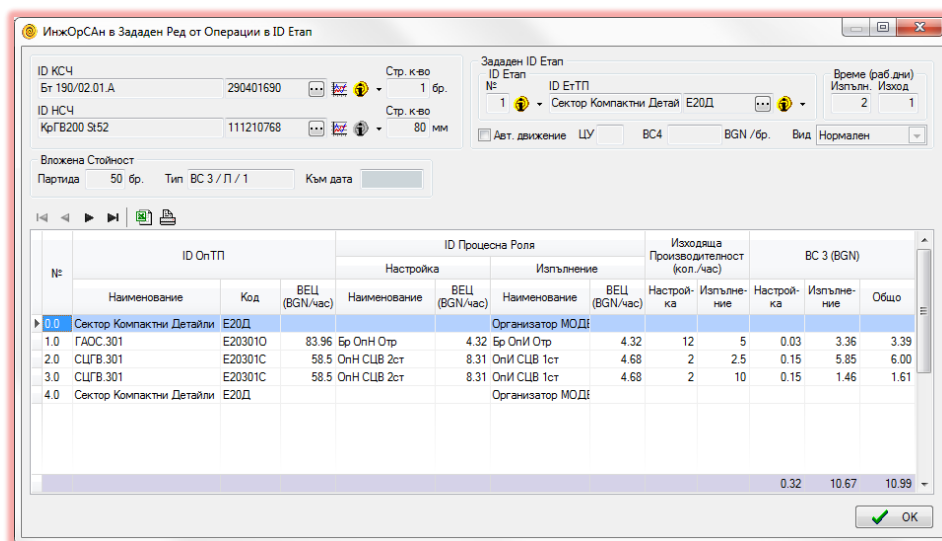
където:

$BC2_{\Sigma}$  – вложена стойност за труд (BC2) по траекторията в цялост;

$BC2_j$  – вложена себестойност за труд при реализиране на конкретна операция от траекторията;

$f_1$  – коефициент на обща инвестиция в труд, функция от общата организационна ефективност и броя операции по разглежданата траектория;

$k$  – брой на операциите по разглежданата траектория.



Фиг. 5.2. Примерна екранна форма за определяне на вложената стойност по траектория BC2

### 5.3. Вложена стойност за операционно място по траекторията – BC3

Вложената стойност от трети ред е сума от вложените за операционните места стойности по отделните операции, реализиращи разглежданата траектория на обект. Тя се определя по зависимостта:

$$BC3_{\Sigma} = \sum_{j=1}^k BC3_j \quad (5.3)$$

където:

$BC3_{\Sigma}$  – вложена стойност за операционни места (BC3) по траекторията в цялост;

$BC3_j$  – вложена стойност за операционни места (BC3) при реализиране на конкретните операции;

$k$  – брой на операциите по разглежданата траектория.

### 5.4. Вложена стойност за специфичните разходи по траекторията – BC4

Вложената стойност за специфични разходи по траектория на обект се определя по зависимостта:

$$BC4_{\Sigma} = \sum_{j=1}^k (BC4_j^{\text{КОМП}} + BC4_j^{\text{КООП}}) \quad (5.4)$$

където:

$BC4_{\Sigma}$  – вложена стойност за специфични разходи по траекторията в цялост;



$BC4_j^{\text{комп}}$  – вложена стойност за специфични комплектовки по вътрешно реализирани операции;

$BC4_j^{\text{кооп}}$  – вложена стойност за кооперативно реализирани операции;

$k$  – брой на операциите по разглежданата траектория.

### 5.5. Вложена стойност за обща организация – BC5

Подходът за определяне на BC5 се основава на допускането, че вложеният във всяка траектория организационен ресурс е пропорционален на непосредствено вложения в нея труд – BC2. За целта се въвежда коефициент на обща инвестиция за организация, който се означава с  $f_2$ . Анализът и определянето на коефициента на обща инвестиция за организация се правят за времеви интервал не по-малък от една година, като се ползват изследванията за предходните 12 месеца.

Вложената стойност от пети ред се определя чрез следното уравнение:

$$BC5_x = BC2_x \cdot f_2 \quad (5.5)$$

където:

$BC5_x$  – вложена в траекторията стойност за обща организация;

$BC2_x$  – вложена стойност за труд (BC2) по траекторията в цялост;

$f_2$  – статистически определен, субективен коефициент на обща инвестиция за организация валиден за текущия времеви интервал.

### 5.6. Вложена стойност за специфични за обекта разходи – BC6

Вложена стойност от шести ред обхваща разходваните за обекта ресурси или направените за него разходи, които нямат системен (спрямо предприятието) характер. Такива са специфични за обекта данъци, патентни такси и разходи по други отношения във връзка с обекта, които не могат да бъдат обхванати непосредствено при неговото проектиране или производство. Подходите за определянето на вложената стойност за специфични за обекта разходи са следните:

Чрез задаване на абсолютна стойност на BC6, за конкретната траектория, съобразено със количеството на обекта по съответната поръчка;

Чрез задаване на корекционен фактор спрямо пълната вложена стойност от пети ред, при което корективът се отнася към всички обекти от оборотния поток на предприятието.

Най-често се използва корекционен спрямо пълната вложена стойност от пети ред, когато специфичните разходи се разпределят равномерно върху целия обем на производство (в най-общ смисъл). В този случай чрез субективни критерии се определя минимален коректив, който отчита BC6 като част от пълната вложена стойност до пети ред. Тогава формализираното определяне на BC6 е следното:

$$BC6_x = \sum_{j=1}^k BC5_x \cdot f_3 \quad (5.6)$$

където:

$BC6_{\Sigma}$  – вложена стойност от шести ред, определена чрез коректив;

$BC5_{\Sigma}$  – пълна вложена стойност от пети ред;

$f_3$  – субективно определен, минимален корекционен фактор на  $BC6$ .

### **5.7. Агрегирана вложена стойност**

Агрегираната вложена стойност отчита натрупването по редовете на изразходваните, вложени в траекторията на обект стойности, без отчитане на субстанцията ( $BC1$ ). Тези сечения са необходими за целите на инженерните организационно-стойностни анализи.

#### **5.7.1. Агрегирана вложена стойност от трети ред – ABC3**

Това е сумата от вложените стойности за труд ( $BC2$ ) и вложените стойности за операционни места ( $BC3$ ) по разглежданата траектория. Формалният израз за определяне на агрегираната вложена стойност от трети ред ( $ABC3$ ) е:

$$ABC3 = BC2_{\Sigma} + BC3_{\Sigma} \quad (5.7)$$

#### **5.7.2. Агрегирана вложена стойност от четвърти ред – ABC4**

Това е сумата от вложените стойности за труд ( $BC2$ ), вложените стойности за операционни места ( $BC3$ ) и вложената стойност за специфични разходи ( $BC4$ ) по разглежданата траектория. Формалният израз за определяне на агрегираната вложена стойност от четвърти ред ( $ABC4$ ) е:

$$ABC4 = BC2_{\Sigma} + BC3_{\Sigma} + BC4_{\Sigma} \quad (5.8)$$

#### **5.7.3. Агрегирана вложена стойност от пети ред – ABC5**

Агрегираната вложена стойност от пети ред отчита пълният разход на ресурси направен „в“ и „от“ технологична среда на предприятието за реализиране на разглежданата траектория. Това е сумата от вложените стойности за труд ( $BC2$ ), вложените стойности за операционни места ( $BC3$ ), вложената стойност за специфични разходи ( $BC4$ ) и вложената стойност за обща организация ( $BC5$ ) по разглежданата траектория. Формалният израз за определяне на агрегираната вложена стойност от пети ред ( $ABC5$ ) е:

$$ABC5 = BC2_{\Sigma} + BC3_{\Sigma} + BC4_{\Sigma} + BC5_{\Sigma} \quad (5.9)$$

#### **5.7.4. Пълна вложена стойност**

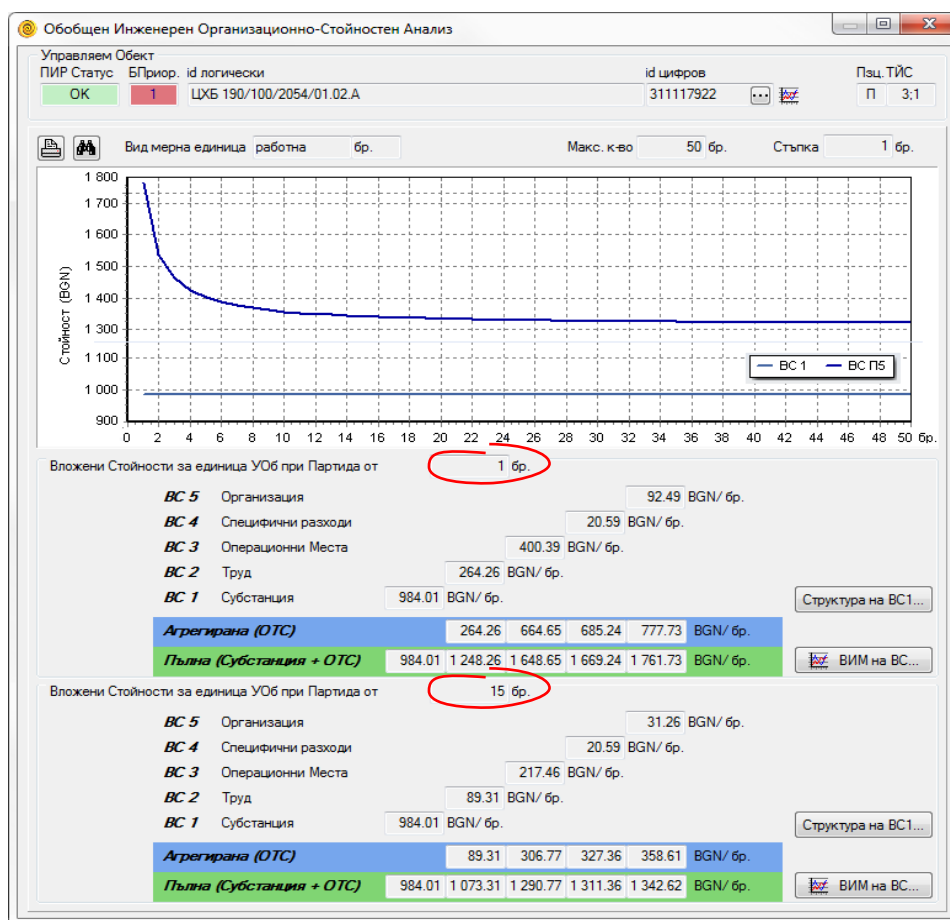
С оглед на инженерните организационно-стойностни анализи пълната вложена стойност, също може да бъде разгледана спрямо редовете на влагане, при което не се разглежда уравнение за определяне на пълна вложена стойност от първи ред, тъй като тя би съвпаднала с  $BC1$ . Изразите за определяне на пълната вложената стойност по редове на влагане са следните:

$$\begin{aligned}
BC2_{TOT} &= BC1_{\Sigma} + BC2_{\Sigma} \\
BC3_{TOT} &= BC1_{\Sigma} + BC2_{\Sigma} + BC3_{\Sigma} \\
BC4_{TOT} &= BC1_{\Sigma} + BC2_{\Sigma} + BC3_{\Sigma} + BC4_{\Sigma} \\
BC5_{TOT} &= BC1_{\Sigma} + BC2_{\Sigma} + BC3_{\Sigma} + BC4_{\Sigma} + BC5_{\Sigma} \\
BC6_{TOT} &= BC1_{\Sigma} + BC2_{\Sigma} + BC3_{\Sigma} + BC4_{\Sigma} + BC5_{\Sigma} + BC6_{\Sigma}
\end{aligned}
\tag{5.10}$$

## 5.8. Използване на инженерно - организационно стойностния анализ

Обобщеният резултат от инженерния анализ на траектория на обект, спомага за определяне на оптималното количество на производствените партии на обектите, което от своя страна служи като база за предприятието при воденето на диалози с неговите клиенти. Нека се разгледат графичните обобщени резултати от инженерния анализ, направен чрез СЕМБА, за съпътстващите нашия пример обекти – Затвор и Хидравличен цилиндър.

На фиг.5.1 и фиг.5.3 е представен обобщен анализ на вложената стойност в траекторията на двата обекта (Зт и ЦХБ) при изменение на количеството в производствената партида от 1 до 50 броя. Направена е съпоставка между вложената стойност за единица обект при размер на партидата от 1 обект и размер на партидата 15 обекта.



Фиг. 5.3. Сравнение на обобщения инженерен организационно-стойностен анализ на изделие и партида от 15 броя изделия

### **5.9. Изводи**

1. В настоящата глава е разработен инженерно-стойностен анализ на себестойността на изделията, като по-специално е обърнато внимание на времевите периоди за изпълнение на операциите.

2. Определена е структурата на вложената стойност в изделие (хидравличен цилиндър);

3. Разработена е методика за определяне на вложената стойност за изделие.

От анализа следва, че при увеличаване на количеството на обекти в партидата, себестойността на обектите намалява, заради по-малкото относителни разходи, които се калкулират в себестойността: време за настройване на операцията, разходи за организацията.

## **НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ И ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ**

### **Научно-приложни приноси:**

1. Разработена е методология за класифициране на хидравличните цилиндри и техните детайли, като са идентифицирани етапите на класифициране.

2. Определени са факторите, определящи типовите представители в отделните класове и родове.

3. Разработени са принципи и подходи за създаване на параметрични модели с цел повишаване ефективността на конструктивно-технологичната подготовка на производството, като са определени са характеризиращите признаци и параметри за всяка група (семейство) хидравлични цилиндри.

4. Разработени са принципи за конфигуриране на система за автоматизирано проектиране на хидравлични цилиндри

### **Приложни приноси:**

1. Определена е структурата на вложената стойност в изделие (хидравличен цилиндър). Разработена е методика за определяне на вложената стойност за изделие. Предложен е алгоритъм за нейното изчисляване.

2. Генерирани са типопредставители за определени видове хидравлични цилиндри.

3. Допълнена е базата данни на произвежданите в ХЕС-Ямбол хидравлични цилиндри.

4. Разработени са няколко нови параметрични модела по новосъздадената методология

5. Резултатите от дисертационния труд са приложени в производствената практика на фирмите "ХЕС" ООД - гр. Ямбол. Тези резултати биха могли да бъдат използвани и от специалистите, занимаващи се с внедряване на PLM и ERP системите в производството на машиностроителни изделия.

## СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Топалова, М., К.Атанасов. **Й.Атанасова**, Автоматизирана система за класификация и групиране на детайли по настройки, Четвърта национална научно-техническа конференция – Автоматизация на инженерния труд в машиностроенето. „РАИТ’96”, година III, бр. 9, София, 1996.
2. **Славчева, Й.**, Л.Димитров, А.Хараламбус, Относно автоматизираното проектиране на хидравлични цилиндри, Механика на машините, кн. 104, Сливен, 2013, 35-38, ISSN 0861-9727.
3. Цанков, П., **Й.Славчева**, Основни хидравлични зависимости за една конструкция телескопичен цилиндър със синхронизация, Научна конференция РУ & СУ’14, научни трудове на русенския университет, том 53, серия 1.2, 2014, ISSN 1311-3321.
4. Цанков, П., Г.Стефанов, **Й.Славчева**, Телескопичен хидравличен цилиндър със синхронизация – основни принципи, параметри и хидравлични зависимости, Топлотехника, кн. 10, 2015, Сливен, 59-62, ISSN 1314-2550.
5. **Славчева, Й.**, Параметрично моделиране на хидравлични цилиндри в CAD среда, Машиностроене и машинознание, кн. 24, Варна, 2015, 75-78, ISSN 1312-8612.
6. **Славчева, Й.**, М. Ключкова, Л. Димитров. Принципи и последователност за изграждане на класификационни структури на машиностроителни изделия, Машиностроене и машинознание, кн. 26, Варна, 2016, 101-108, ISSN 1312-8612.

## SUMMARY

### IDENTIFICATION AND TYPING OF HYDRAULIC CYLINDERS AND THEIR COMPONENTS IN SINGLE AND SMALL-SCALE PRODUCTION

MSc Yordanka Slavcheva

One of the characteristics of modern industrial production is its demasovization, which takes into account the individual needs and taste of individual consumers. This makes modern production more and more retail and single. The most important condition for the successful realization of the single and small-scale production is the appropriate classification and typing of the obtained production and used technological processes. Classification is an important approach to effective management of the industrial enterprise in this type of production. Appropriate classification enables single and small-scale production to be planned and implemented in accordance with mass production - high automation of labor, low production costs, relatively fast production, better control and management within the enterprise. Typification in turn permits uniformity in product design and manufacturing.

This thesis is a result of many years of work on the types of hydraulic cylinders and their construction characteristics, as well as studies of the methods of grouping and classification in machine building. As a result, a classification structure of hydraulic cylinders and their components, produced by the Hydraulic Elements and Systems Plc JSC, Yambol, was developed. It is tailored to the specificity of this plant, although it would be applicable to other plants producing hydraulic cylinders.

**Keywords:** hydraulic cylinders, grouping, grouping methods, classification systems, grouping levels, principles for developing classification structures, representative elements