

Възможности и методи за повишаване на конкурентоспособността на промишлени изделия

Юлиан Димитров, Васко Добрев

Opportunities and methods for increasing the competitiveness of industrial products: The paper justifies the necessity to analyzing the structure of Bulgarian industrial products to become more competitive. Presented is an example of the production of gearboxes reducers family manufacturing "Modul" PLC. Discussed is a method for optimizing the design and parameters of family reducers. Analyzed parametric constraints affecting the optimization process. Discusses the characteristics of parametric constraints. Presented paper demonstrates the need for further steps to optimize the structures of Bulgarian industrial products.

Key words: *design machine element, machine-building, reduction gear, industrial products, optimization.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Произвежданите през годините от български производители промишлени и машиностроителни изделия, като например редуктори, сега трудно могат да бъдат конкурентни на същите такива чуждо производство. Пример за това твърдение е състоянието на производството и продажбите на редуктори производство на машиностроителния завод "Модул", гр.Бяла. Причините са обективни, и трябва да се работи по тяхното отстраняване. Дълги години се произвеждат изделия с едни и същи конструкции, не се работи активно по тяхното оптимизиране и модернизиране, така че да станат с параметри конкуриращи останалите. Тази задача не е само техническа, но и икономическа, защото зад всяко изделие стои икономическия ефект от неговото производство, продажба и приложение.

Целта на представената разработка е да представи последователните стъпки за конструктивен анализ при оптимизиране на конструкцията на съществуваща фамилия редуктори за подобряване на техническите и икономически показатели.

ИЗЛОЖЕНИЕ

В процеса на конструиране на нови изделия или оптимизирането на съществуващи конструкторът трябва да следва поредица от препоръки:

Изброените препоръки не са задължителни, но изпълнението им поставя основата за конструирането на конкурентно изделие в технически и икономически аспект.

1. Същност на проблема.

В миналия век българското машиностроене бе на добро ниво – голям обем на продукцията, сравнително високо качество на машиностроителните изделия, предназначени предимно за пазарите в социалистическите страни. След последните политическите и обществени промени, родното машиностроене се сблъсква с конкуренцията на западните производители. Резултатът не е добър за българската продукция. Причините – машиностроителните заводи не са работили в условията на пазарна икономика и свободна конкуренция, липсва използването на високи технологии и ноу-хау, в следствие приватизацията повечето големи заводи се унищожават или разбиват на по-малки, което води до загуба на добрите традиции в машиностроенето.

За пример, онагледяващ споменатия проблем, можем да сравним машиностроителни изделия, произвеждани от конкуриращи се фирми (българска, австрийска и германска).

Сравняват се редуктори с еднакви или много близки технически данни: тип на редуктора, мощност на входа на редуктора, честота на въртене на изходящия вал, предавателно отношение (Таблица 1).

Таблица 1. Технически данни на мотор-редуктори.

Означение	Страна производител	Тип на редуктора	Мощност на входа на редуктора, kW	Предавателно отношение / честота на въртене на изхода, min ⁻¹
ДРЦСД80	Модул, България	мотор-редуктор съосен	1,5	20 / 71
GST062M-09032	Lenze, Австрия	мотор-редуктор съосен	1,5	20.04 / 71
R67DRE90L 4	SEW, Германия	мотор-редуктор съосен	1,5	19.89 / 70

В таблица 2 са посочени параметрите, по които е извършено сравнението.

Таблица 2. Технически параметри на сравняваните мотор-редуктори.

Означение	Размери			Въртящ момент на изходящия вал, Nm	Тегло, kg
	Дължина, mm	Широчина, mm	Височина, mm		
ДРЦСД80	598	240	246	189	53
GST062M-09032	497	196	198	197	36
R67DRE90L 4	563	210	210	199	45

Без да се стига до задълбочен анализ, като изводи от сравнението се забелязва следното: редукторите производство на завод "Модул" гр.Бяла са с по-големи размери и по-голямо тегло, което означава че са вложени повече материали, необходимо е било по-дълго време за обработка. Всичко това води до оскъпяване на изделието и намаляване на неговата конкурентноспособност. Като качество и технически показатели редукторите на "Модул" гр.Бяла не се отличават съществено от конкурентите си, но се получават с повече енергия и материали, което ги оскъпява. Би могло да се помисли по промяна външния вид на редуктора с цел да се повиши неговата конкурентноспособност.

Извод: Конструкцията на редукторите може да е била много добра и иновативна по времето на конструирането и, но от тогава е изминало много време, навлезли са нови технологии при конструирането и производството на елементите на редукторите. Следователно трябва да се направят промени. Тези промени може да не са генерални, защото производството на фирмата е с доказано качество и име през годините, но трябва да се премине към процес на оптимизация на определени дейности от процеса на конструиране и производство. Трябва да се анализира всяка стъпка, при която може да настъпи подобрене на техническите параметри на редукторите или промяна към намаляване на производствените разходи, като всичко трябва да се съобрази към настоящата икономическа обстановка на вътрешния и външен пазар. За целта е необходимо да се направи конструктивен анализ на фамилията редуктори. Ако е необходимо да се проектира нова фамилия от редуктори. Предложената необходимост от оптимизация се отнася главно за действията на конструкторите и процеса на конструиране. Въпреки че всички фактори свързани с технологията на производство трябва да са предвидени при конструирането. За процеса на оптимизиране е необходимо да се използва определен математичен метод.

2.Метод на оптимизация.

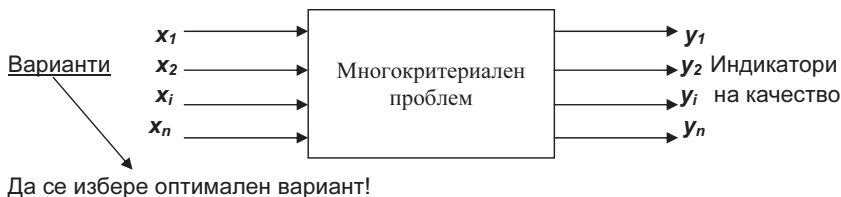
Оптимизацията на конструкцията на съществуващите фамилии редуктори е целенасочена дейност за получаване на най-добър резултат в определен смисъл и

при определени условия. Обекта на оптимизация е съществуващата конструкция, по-точно процесите свързани с конструирането и.

За намиране на оптимално решение е необходимо:

- избор и формулировка на цел на оптимизацията (фиг.1);
- определяне на ограниченията, т.е. на реалните възможности за постигане на тази цел;
- намиране на подходящ начин за постигане на целта при удовлетворяване на ограниченията.

Задачите, в които се търси най-доброто решение, се наричат оптимизационни или екстремални задачи. За решаването им се използват подходящо разработени методи, наречени методи за оптимизация.



Фиг.1 Схема на формулировката на задачата за многокритериална оптимизация

Методът за оптимизация е най-важната предпоставка за решение на оптимизационните задачи, тъй като той осъществява процеса на търсене на най-добрия резултат, независимо от характера на обекта за оптимизация.

В най-общ вид една оптимизационна задача се дефинира по следния начин. Търси се максималната стойност на целевата функция

$$\max Q(x) = \max Q(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

в пространството определено от управляващите параметри

$$x \in G_x$$

и наложените ограничения от други функции:

$$\varphi_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = \varphi_{0il}, i = 1, 2, \dots, m_1 < n$$

$$\psi_j(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq \psi_{0j}, j = 1, 2, \dots, m_2.$$

Задачата за оптимизация е да се намерят такива стойности на управляващите параметри $x^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$, за които се изпълнява условието:

$$Q(x^*) = Q(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) = Q_{\max} > Q(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

При спазване на ограниченията:

$$x^* \in G_x$$

$$\varphi_i(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) = \varphi_{0il}, i = 1, 2, \dots, m_1 < n$$

$$\psi_j(x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) \geq \psi_{0j}, j = 1, 2, \dots, m_2.$$

$$\text{т.е. } x^* \in G_{x, \varphi, \psi}$$

Множеството от точки, които удовлетворяват наложените ограничения, се нарича множество на допустимите решения за целевата функция $Q(x)$ или за краткост допустима област - $x^* \in G_{x, \varphi, \psi}$.

За оптимизиране на конструкцията на съществуващата фамилия редуктори е най-подходящо да се използва „метода за многокритериално оптимизиране“.

Всеки обект, в зависимост от аспекта на разглеждане, притежава множество характеристики, които са функции на параметрите му. В някои от задачите се изисква една или няколко от тези характеристики да получат съответна зададена стойност или да не излизат извън рамките на зададен интервал на изменение. Последното се отнася и за някои от параметрите на обекта. Първоначално се определя обекта и целта на оптимизиране изразяваща се с целевата функция.

Обект на оптимизиране – конструкция на съществуваща фамилия редуктори произвеждани в завод „Модул“, гр.Бяла.

Целева функция – целта на оптимизацията е да се получи максимален въртящ момент на единица тегло (минимална себестойност на редукторите на единица предавана мощност, минимална себестойност на единица тегло), при запазване качеството на всички функционални, експлоатационни и ремонтни характеристики.

Това е количествената оценка на състоянието на оптимизируемия обект. Тя е свързана с желано ниво на качеството, което е избраната цел в оптимизационния процес.

Определят се всички параметри свързани с процеса на оптимизация.

Управляващи параметри (задавани)– предавана мощност, честота на въртене, въртящ момент, тегло на редуктора, цена и др.

Конструктивни параметри (изчисляеми)– междуосово разстояние, модул, брой зъби и др.

Параметри приети за константи – ред на стандартни междуосови разстояния и модул на зъбните колела.

Ограничения (управляващи параметри) – схема на конструкцията, материал на детайлите, избор на методи за получаване на заготовките, технологичност на елементите и конструкцията, външен вид на конструкцията, методи на проектиране и създаване на конструктивна и технологична документация.

Всяко изделие притежава множество характеристики, които са функции на параметрите му. Удовлетворяването на заложените в ограничения изисквания трябва да гарантира: реално съществуване на обекта; неговото правилно функциониране; постигане на някои набелязани в условието на задачата цели.

Следващата стъпка е анализ за особеностите и тежестта на влияние на всяко оптимизационно ограничение.

3. Анализ на параметричните ограничения влияещи на процеса на оптимизация

3.1 Избор на материал.

При избора на материала е необходимо да се отчетат:

- физико-химичните свойства (относително удължение, топлоустойчивост, линейно разширение, корозионна устойчивост, електропроводимост, магнитни свойства);
- механическите свойства - якост на опън σ_b , граница на провлачване σ_s , ударна жилавост, твърдост на материала);
- технологични свойства (свиваемост, леярски свойства, обработваемост).

Изборът на материал зависи и от условията на работа на механизма, характера на натоварванията, вида и характера на напреженията, цената и достъпността на материала.

3.2 Избор на схема на конструкцията.

При избор на схема на конструкцията е необходим стремеж за отсъствие на излишни детайли и механизми, използване на агрегати с опростена конструкция, използване на стандартизирани и унифицирани детайли и механизми.

Препоръчително е:

- използване на типови детайли и детайли от общо предназначение – крепежни елементи, шпонки, лагери, лагерни опори, вериги, ремъци и др;
- използване на конструктивно-технологични елементи при оформянето на детайлите на механизмите – резбови повърхнини, шпонкови и шлицови съединения, фаски, центрови отвори;
- използване на основни стандартизирани конструктивни параметри като модул и междуосово разстояние (при зъбните предавки).

При разработването на ново изделие или оптимизиране на съществуваща конструкция е необходимо да се направи проучване за технологичните процеси

които ще се използват, необходимото технологично оборудване и инструментална екипировка. Разходите за разработване на нови специализирани машини и инструменти се начисляват на себестойността на произведената продукция. При създаването на нови конструкции или оптимизирането на съществуващи е необходимо да се използват възможно най-малък брой типоразмери детайли и конструктивни елементи. Процеса на съкращаване на номенклатурата от детайли, влизащи в едно изделие или в серия изделия се нарича унификация. Унификацията не се отнася само за детайлите но и за отделни възли и агрегати, техните параметри – материали, размери, допуски и технически изисквания.

Процеса на създаване на група от еднородни изделия с различни технически параметри или дори с различно предназначение от унифицирани възли се нарича агрегатиране. Така се получава разнообразие от самостоятелни сборни единици съставени от различни унифицирани възли наречени агрегати. Агрегатирането позволява да се пускат в производство изделия с единична или малка серия от агрегати със производствени разходи доближаващи се до такива произведени при едросерийното и масово производство. Агрегатирането до голяма степен намалява обема на конструкторската и технологичната подготовка на ново производство, като по този начин се намаляват сроковете за производство и себестойността на тези изделия.

3.3 Избор на конструкции на детайли, чиито заготовки се получават чрез прогресивни методи.

Прогресивните методи определят формите на заготовката да бъдат най-близки до формата на детайла – точно леене, прахова металургия, шамповане. Това изисква минимална последваща обработка, следователно и по-малко разход на енергия и средства.

3.4 Технологичност на детайлите.

Технологична е онази конструкция, за реализирането на която е необходим възможно най-малко труд, енергия и средства. Технологичността се залага в конфигурацията на елементите в процеса на конструирането им. Необходимо е да бъде съобразена с редица изисквания:

- специфични изисквания според вида на материала - за заварени конструкции, отливки, изковки и шамповки;
- специфични изисквания според вида на механичната обработка;
- специфични изисквания според вида на химико-термичната обработка – избраните методи на термообработка трябва да съответстват на химическия състав и технологичните свойства на материала.

3.5.Процес на създаване на конструктивна и технологична документация.

Задължително е използването на съвременен CAD-CAM софтуер за разработване на промишлените изделия и генериране на нужната конструктивна документация и технологична документация. Така се съкращава многократно времето за намиране на оптимален вариант за конструкцията на промишлените изделия. При необходимост може да се използва и технологията на 3D прототипирането (3D Rapid Prototyping) за създаване на прототип за изследване на избрания оптимален вариант, като по този начин отпада необходимостта от производство на пробна серия и изследването и.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Трябва да се анализират технологичните и икономически условия в България и да се произвеждат изделия със съвременни концепции, а остарелите да се оптимизират за да станат икономически и технологично конкурентноспособни.

Представения пример очертава необходимостта от постоянни действия по оптимизиране на конструкциите на промишлените изделия които се произвеждат от български фирми. По този начин българската продукция ще бъде

конкурентоспособна и продаваема на международните пазари. Докладът доказва че, процеса на оптимизация е важен и конструкторите в българските фирми постоянно трябва да работят в тази насока.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Заблонский, К. Основы проектирования машин. Вища школа, Киев, 1981.
- [2] Реймерс А., Основы конструирования машин. Справочное пособие, Машиностроение, Москва, 1965.
- [3] Дунаев, П. Конструирования узлов и детали машин. Высшая школа, Москва, 1966.
- [4] Орлов, П. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие. Книга 1. Машиностроение, Москва, 1988. ISBN 5-217-00221-2
- [5] Иванов, И. Технологични изисквания при конструиране. Техника, София, 1985.
- [6] Цонев С., В. Витлиемов, П. Коев, Методи за оптимизация. РУ, Русе, 2004. ISBN 954-712-229-0
- [7] Стоянов, С. Интелигентни методи за оптимизация. ХТМУ София, Лекция по проект BG051PO001-3.3.04/40, 2010.
- [8] www.lenze.com/bg
- [9] www.sew-eurodrive.com
- [10] http://modul-biala.com/bg/p_dv_red.htm

За контакти:

Инж. Юлиян Димитров, Катедра “Машинознание, машинни елементи и инженерна графика”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 461, e-mail: ydimitrov@uni-ruse.bg

Доц. д-р. Васко Добрев, Катедра “Машинознание, машинни елементи и инженерна графика”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 492, e-mail: vdobrev@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.