

ПОВИШАВАНЕ НА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТТА ЧРЕЗ ОПТИМИЗАЦИЯ НА КОНСТРУКЦИЯТА С DESIGN STUDY НА SOLIDWORKS

СЪБИ СЪБЕВ

Технически Университет София, Филиал Пловдив
sabi_sabev@tu-plovdiv.bg

Резюме: В статията е разгледана оптимизацията на конструкцията, като инструмент за конкурентно предимство. Методиката на разгледаните примери може да се използва за широк спектър от технико-икономически фактори, които участват в процеса на проектирането на ниво синтез и оптимизация. Design study може да се използва за генериране на голям на брой потенциални сценарии, както при проектиране на детайли, така и при проектиране на сглобени единици.

Ключови думи: конкурентно предимство, оптимизация, конструкция, проучване на проектирането

INCREASING COMPETITIVENESS THROUGH DESIGN OPTIMIZATION WITH SOLIDWORKS DESIGN STUDY

SABI SABEV

Technical University – Sofia, Branch Plovdiv
sabi_sabev@tu-plovdiv.bg

Abstract: The article examines design optimization as a tool for competitive advantage. The methodology of the considered examples may be used for a wide range of technical and economic factors that are involved in design process at levels of synthesis and optimization. The design study tool may be used to generate a large number of potential scenarios, both in design of parts and in design of assembled units.

Key words: competitive advantage, optimization, design, design study

1. Въведение

На ръба на четвъртата индустриална революция, в условията на висока конкуренция, наситени пазари и на прага на рецесия необходимостта от оптимизиране на себестойността на продукцията е неизбежна. В процеса на дефиниране на новия продукт е необходимо производителите да фокусират вниманието си върху собствените ресурси и контрола на разходите. Това в особена сила е необходимо за фирми, стремящи се към разходно лидерство или фокус върху разходите - конкурентни стратегии.[1-5]

В промишления отрасъл трудно може да се прилага бизнес стратегия „диференциация“ тъй като голяма част от продуктите са стандартни и често цената е водеща, поради което планирането и

провеждането на бизнес стратегиите „разходно лидерство“ или „фокус върху разходите“. Тъй като само една компания може да има разходно лидерство е необходимо внимателно планиране на разходите на всички нива, особено управленските. Конкуренцията с тази стратегия е голяма, тъй като всяка компания иска да има стратегическа позиция спрямо всички останали. Разходното лидерство осигурява предимство и в петте конкурентни сили:

➤ Интензитет на конкурентните сили

При успешно интегриране на бизнес стратегиите „разходно лидерство“ и фокус върху разходите компанията е по атрактивна спрямо конкурентите си, тъй като винаги може да си позволи по-ниска цена от тях, особено при ниска диференциация. Без значение от интензитета на конкурентни сили, компанията има ключова стратегическа позиция спрямо конкурентите си.

➤ Сила при преговарянето с клиенти
Тъй като успешното прилагане на бизнес стратегиите разходно лидерство и фокус върху разходите води до по-голям пазарен дял и по-големи печалби, компанията има голяма сила при преговарянето с клиенти.

➤ Сила при преговарянето с доставчици
Аналогично със силата при преговарянето с клиенти, при преговарянето с доставчици разходното лидерство води до по-голяма сила.

➤ Опасност от заместители
Най-честата причина за заместване е ниската цена, което отрежда ключово предимство и в тази конкурентна сила.

➤ Опасност от навлизането на нови конкуренти
Опасността при навлизане на нови конкуренти е ниска, заради ниската цена и високия пазарен дял вследствие на приложената стратегия.

Едно от основните направления в тази стратегия е проектирането на продукта-заложените ниски разходи при създаването на дизайна, при проектирането на технологични процеси, техническа екипировка и др. Част от методологията на проектирането са синтез, анализ и оптимизация. Оптимизационните задачи имат важно значение както в етапа на проектиране на технологичния процес и изработване на машиностроителния обект, така и при тяхното реализиране и експлоатация.

Оптимизационните задачи се състоят в намиране на комбинация от стойности на факторите, при които се получава най-целесъобразна стойност на оптимизацията [6-9]. За всеки конкретен случай е необходимо да се подбере и подходящ оптимизационен метод, което не винаги е възможно. Съществуват много и различни видове оптимизационни методи, които трудно могат да бъдат класифицирани. Оптималните стойности се намират чрез числено решение на математичните модели или по чисто експериментално-статистически методи.

Целта на този труд е оптимизация на модела с помощта на Design study, интегриран в SOLIDWORKS.

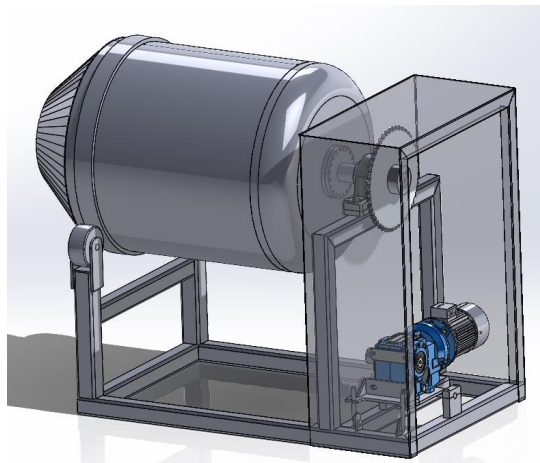
2. Методика на изследването

Оптимизацията с Design study представлява процес на търсене на най-добро проектно решение от всички възможни решения при конкретните условия на реализация на проекта. Най-доброто решение се нарича оптимално за определените зададени условия. Посредством оптимизацията има възможност за

усъвършенстване, т.е. за подобряване на конструктивното решение. По такъв начин оптимизацията е процес за намиране на най-доброто решение.

Разгледани са два примера, като е търсен баланс между коравина и минимална цена (минимална маса).

Първия пример за приложението на тази оптимизация е носещата рамка на тумблер за месо, фиг.1 .



Фиг. 1. 3D модел на тумблер

За постигане на целта е необходимо първо да се зададат променливите показани в табл.1.

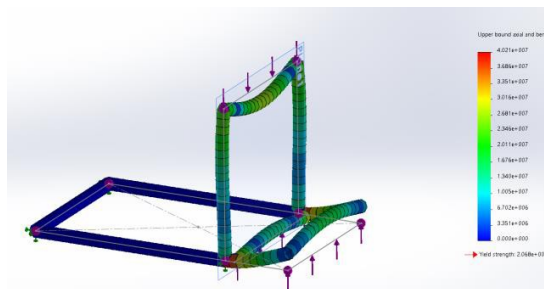
Таблица 1. Променливи

Name	Type	Value	Units
ТРЪБА	Range with Step	Min:40 Max:80 Step:10	mm
ДЕБЕЛИНА	Range with Step	Min:2 Max:4 Step:1	mm

Втората стъпка е да се дефинират условията и целта на оптимизационната задача, показани в таб.2. В конкретният случай изпитваната тръбна конструкция е от неръждаема стомана марка AISI304. За нея се търси приложеното максимално напрежение, което да е 5 пъти по-малко от максималното допустимо за конкретния материал е $2 \times 10^8 \text{ N/m}^2$, също така преместването и масата на конструкцията да са минимални.

Таблица 2. Условия на оптимизацията

Name	Goal	Properties	Weight	Study name
Mass	Minimize	Mass	5	-
Beam stress	Is exactly $4e+007N/m^2$	Beam stress	5	Static 1
Премества ване	Minimize	Премества ване	5	Static 1



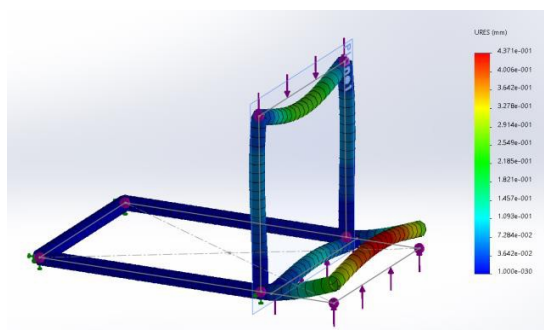
Фиг. 2. Графика на напреженията

След задаване на необходимите условия се генерират възможните сценарии, в случая са 15 и са показани в табл.3.

Таблица 3. Варианти за оптимизация

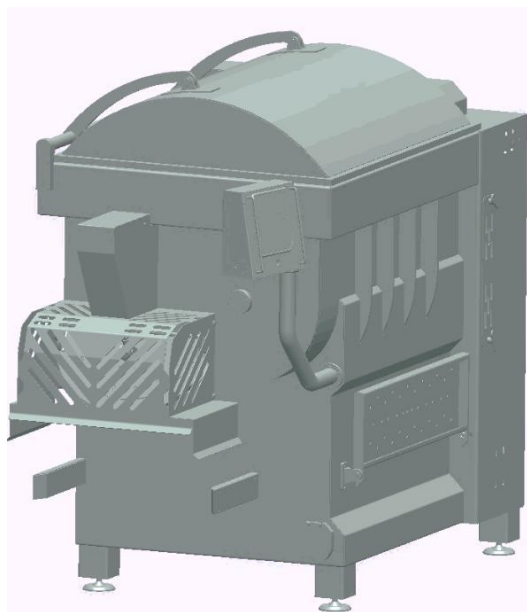
Component name	ТРЪБА	ДЕБЕЛИНА	Маса	Напрежение в градусата	Преместване
Units	mm	mm	g	N/m ²	mm
Current	80	4	69089	1.61E+07	0.1569
Initial	80	4	69089	1.61E+07	0.1569
Optimal	70	2	30614	4.02E+07	0.4371
Scenario 1	40	2	16425	1.45E+08	2.548
Scenario 2	50	2	21181	8.56E+07	1.2336
Scenario 3	60	2	25910	5.66E+07	0.6969
Scenario 4	70	2	30614	4.02E+07	0.4371
Scenario 5	80	2	35292	3.00E+07	0.2944
Scenario 6	40	3	24071	1.03E+08	1.8194
Scenario 7	50	3	31205	6.03E+07	0.8679
Scenario 8	60	3	38301	3.95E+07	0.4855
Scenario 9	70	3	45358	2.79E+07	0.302
Scenario 10	80	3	52377	2.07E+07	0.2026
Scenario 11	40	4	31339	8.31E+07	1.4622
Scenario 12	50	4	40853	4.78E+07	0.6871
Scenario 13	60	4	50316	3.10E+07	0.3806
Scenario 14	70	4	59728	2.17E+07	0.235
Scenario 15	80	4	69089	1.61E+07	0.1569

На фиг.2 и 3 са показани резултатите на оптималния вариант за изследваната тръбна конструкция.



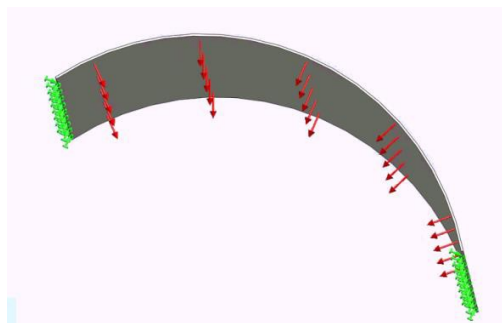
Фиг. 3. Графика на преместването

Втория пример за приложението на модула Design study е за оптимизация на вакуумен капак на смесител за кайма. Условията в които работи капача са от атмосферно налагане до абсолютен вакуум (-1 bar), фиг.4.



Фиг. 4. Смесител вакуумен

Капака се изследва при максимално натоварване от -1bar. Граничните условия за статичното натоварване са показани на фиг.5.



Фиг. 5. Гранични условия

За втория пример е необходимо първо да се зададат променливите - техните максимални и минимални стойности и стъпката на изменение, табл.4. Те в случая са дебелина на листовия материал от който е направен капака и радиуса на огъване.

Таблица 4. Променливи

Name	Type	Value	Units
Радиус	Range with Step	Min:500 Max:700 Step:50	mm
Дебелина	Range with Step	Min:3 Max:6 Step:1	mm

Следващата стъпка е да се дефинират условията на оптимизацията, както в предния пример, табл.5. При тази оптимизация материалът е същия - AISI 304 на вакуумния капак. За него се търси преместването и масата да са минимални, като по-голяма тежест има преместването, табл.5.

Таблица 5. Условия на оптимизацията

Name	Goal	Weight	Study name
Mass	Minimize	1	-
Displacement	Minimize	5	Static 1

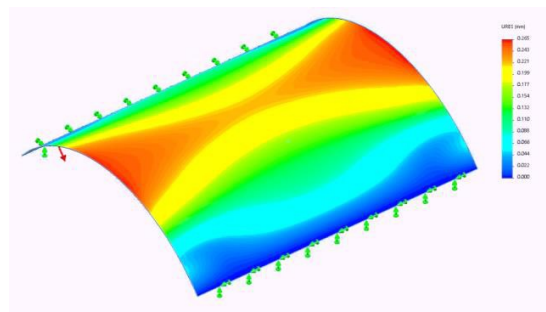
След задаване на необходимите условия показани по-горе се генерират възможните сценарии - 20 варианта. Те са показани в табл.6. В таблицата с резултатите се забелязва, че

оптималния вариант е при радиус 700мм и дебелина на листовия материал 5мм.

Показана е и графиката на преместването при получения оптимален вариант, фиг.6. При него максималната стойност е 0.2647mm.

Таблица 6. Варианти на експеримента

Component name	Радиус	Дебелина	Маса	Преместване
Units	mm	mm	g	mm
Current	700	6	77004	0.23
Initial	700	6	77004	0.23
Optimal	700	5	64124	0.26
Scenario1	500	3	38420	0.45
Scenario2	550	3	47302	0.39
Scenario3	600	3	41867	0.37
Scenario4	650	3	39707	0.39
Scenario5	700	3	38420	0.45
Scenario6	500	4	51263	0.33
Scenario7	550	4	63126	0.24
Scenario8	600	4	55870	0.25
Scenario9	650	4	52983	0.28
Scenario10	700	4	51263	0.33
Scenario11	500	5	64124	0.26
Scenario12	550	5	78979	0.17
Scenario13	600	5	69895	0.20
Scenario14	650	5	66280	0.22
Scenario15	700	5	64124	0.26
Scenario16	500	6	77004	0.23
Scenario17	550	6	94861	0.14
Scenario18	600	6	83944	0.17
Scenario19	650	6	79597	0.19
Scenario20	700	6	77004	0.23



Фиг. 6. Графиката на преместването

3. Заключение

Повишаващите се изисквания на пазара на машиностроителната индустрия за снижаване себестойността на изделията, съчетана с висока точност и надеждност изискват оптимизация на широк спектър технико-икономически фактори.

Предложената методика може да се използва прилага в процеса на проектиране на различни детайли, възли, машини и системи.

Оптимизацията е ключов етап в проектирането, както целта е да се намери най-рационалният сценарий, който включва в себе си ключови характеристики и води до повишаване на конкурентоспособността.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванова, А. *Приложение на информационните технологии за изследване, моделиране и анализ на фирмената конкурентоспособност.* Diss. Дисертация за присъждане на образователна и научна степен „Доктор”
2. Георгиев, Георги. "Възможности за намаляване себестойността на продукцията чрез използване на нови методи за проектиране и производство на детайли." НАУЧНИ ТРУДОВЕ НА РУСЕНСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ - 2015, том 54, серия 2. стр.135-139.
3. Димитров, Юлиан, and Васко Добрев. "Възможности и методи за повишаване на конкурентоспособността на промишлени изделия." НАУЧНИ ТРУДОВЕ НА РУСЕНСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ - 2012, том 51, серия 4.
4. K. Schwab, *The Forth Industrial Revolution*, Crown Business, New York, 2016.
5. Николай Милев. *Метод на „целевата себестойност” (target costing) УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАЗОВАНИЕ. ТОМ VII (I) 2011* .
6. Slavov, Stoyan, and Mariya Konsulova-Bakalova. "Optimizing weight of housing elements of two-stage reducer by using the topology management optimization capabilities integrated in SOLIDWORKS: A case study." *Machines* 7.1 (2019).
7. IANCU, Cătălin. "ABOUT OPTIMIZATION DESIGN STUDY ON SOLIDWORKS." *Fiability & Durability/Fiabilitate si Durabilitate* 1 (2017).
8. Arora, Arpit, et al. "Design & analysis of progressive die using SOLIDWORKS." *Materials Today: Proceedings* 51 (2022): 956-960.
9. Vardaan, Kumar, and Paras Kumar. "Design, analysis, and optimization of thresher machine flywheel using Solidworks simulation." *Materials Today: Proceedings* 56 (2022): 3651-3655.