

ЯКОСТНО-ДЕФОРМАЦИОНЕН АНАЛИЗ ЗА СТАТИЧНОТО ПОВЕДЕНИЕ НА ТЯЛО НОСЕЩО НА ММ С ЦПУ ОТ ПОЛИМЕР БЕТОН

СЪБИ СЪБЕВ, ПЛАМЕН КАСАБОВ

Резюме: В статията се представят възможностите на инженерния статичен анализ по метода на крайните елементи (МКЕ), демонстриран върху примерен виртуален прототип на корпусен детайл „Тяло Носещо“ на ММ с ЦПУ. Анализът е проведен с помощта на САЕ системата SolidWorks. определени са деформациите и напреженията, необходими за оптимизиране конструктивните параметри на изделието на етап проектиране.

Ключови думи: полимер бетон, 3D, деформации, напрежения, корпусен детайл.

STRENGTH-DEFORMATION ANALYSIS OF THE STATIC BEHAVIOR OF A POLYMER CONCRETE BASE PART OF A CNC METAL CUTTING MACHINE

SABI SABEV, PLAMEN KASABOV

Abstract: This study presents the capabilities of the engineering static analysis according to the Finite Elements Method (FEM), demonstrated on a 3D virtual prototype of a body part "Base" of CNC metal cutting machine. The analysis is performed with help of CAE system SolidWorks. The deformations and pressures are determined which are necessary for optimizing the constructive parameters of the product during the design stage.

Keywords: polymer concrete, 3D, deformations, pressures, body part.

Увод

Корпусен елемент "Тяло Носещо" от носещата система на фрезови машини има важна роля в осигуряването на правилното взаимно разположение между заготовката и режещия инструмент. При обработката на тежки детайли (тип корпус), възел "Тяло Носещо" се явява едно от звената във веригата на силовите и топлинните потоци. Следствие на това, логично е да очакваме в корпусния елемент съответните деформации, влияещи пряко върху работната точност на машината. Чрез правилното оразмеряване и оптимизиране формата на съответния корпусен елемент се минимизират деформациите още на етап проектиране.

Имайки предвид сложната геометрична форма на болшинството корпусни елементи,

дължаща се на множеството присъединителни и стружко отвеждащи отвори, ребра и функционални закръгления, пресмятането на деформациите и напреженията в повечето случаи е много трудна и трудоемка задача.

Физичното прототипиране и изпитване отнемат много време и ресурси. Всичко това рефлектира върху производителността, качеството, точността и себестойността на продукцията, а понякога и върху функционалността на определен възел.

Пазарната икономика в условия на глобализацията, бързоразвиващите се пазари, конкуренцията в качествен и ценови аспект са отличителните черти в които работят машиностроителните фирми днес. Тези условия налагат неизбежното навлизане на

автоматизиране на инженерния труд във всички области на машиностроенето.

За намаляване на производствения цикъл се налага използването на все по-интелигентен и интуитивен CAD/CAM софтуер. Те дават възможност на инженера бързо и лесно постигане на жизнения цикъл за проектиране и производство на машиностроителния продукт. Изделието се проектира директно чрез изготвяне на 3D (тримерен) модел, от високо ниво на сложност. Чертежите, съобразени със стандартизационните изисквания, се генерират автоматично от системата. При промени в конструкцията не е необходимо да се започва винаги отначало, при това е възможно да се работи и в екип при използване на PDM системи (Product Data Management) за управление на данните за моделите, чертежите, спецификациите, NC - програмите и др.

За анализирането на оптималната форма и статичното поведение на корпусния прототип, по време на конструирането се извършват с помощта на софтуерните системи за инженерни пресмятания и анализ - CAE (Computer Aided Engineering) - компютърно подпомогнат инженеринг. Това обикновено е отделен модул към CAD системите или самостоятелен софтуер, използващ модели на изделието създадени с помощта на CAD системите и импортирани към него. По този начин, при минимално използвани ресурси, се извършва проверка на качеството на изделието, преди още да е направена каквато и да е инвестиция за производството му.

Виртуалното инженерство включва широк спектър от инженерни дейности като: анализи, симулации, оптимизации и др., свързани както с процеса на конструиране (CAD), така и с този на производство (CAM). Инженерните анализи са основен елемент на виртуалния прототипинг.

Една от най-често извършваните операции от CAE системите върху виртуалния прототип е анализ по метода на крайните елементи FEA (Finite Element Analysis). Този метод се използва като универсално средство за пресмятания и анализ на поведението на механични системи при силови, топлинни и др. натоварвания, [1].

Основното за този метод е, че непрекъснатата еластична структура на конструкцията се разделя на краен брой малки, дискретни елементи. Те биват: линейни, равнинни или пространствени, с проста геометрична форма, свързани един с друг във възлови точки, разположени по границите им. Преместванията на тези възлови точки под

въздействието на натоварвания, приложени в тях са неизвестни променливи в системата от уравнения, решението на които представя поведението на цялата конструкция. В задачата за анализ на напреженията тези уравнения са за статичното равновесие на възлите. Най-често използваните двумерни крайни елементи са триъгълни или четириъгълни. Двумерните крайни елементи се използват при решаване на двумерно напрегнато (деформационно) състояние.

Като пространствени крайни елементи най-често се избират тетраедър или паралелепипед. От дискретизацията зависи точността на получените резултати, като с намаляване на размерите на крайните елементи (което означава увеличаване броя им в дадена област) точността се повишава за сметка на изчислителното време, [2].

Въз основа на гореизложеното целта на изследването е: методичното представяне на статичния анализ за корпусен елемент "Тяло Носещо" от носещата система на фрезови машини върху CAE системата.

2. Методика на експеримента

Методиката за провеждане на статичния анализ обхваща следните мероприятия:

- ✓ Подготовка на 3D геометричния модел на виртуалния прототип с помощта на CAD продукт;

- ✓ Дефиниране на материалните константи за прототипа от полимер бетон (ПБ):
 - модул на Юнг (модул на еластичност) - E ;
 - плътност на материала - ρ ;
 - коефициент на Поасон - μ ;

- ✓ Генериране на дискретизирания изчислителен модел, базиран на метода на крайните елементи;

- ✓ Задаване на силовото статично натоварване върху модела;

- ✓ Въвеждане на ограничителните (гранични) условия;

- ✓ Избор на параметрите от числените резултати;

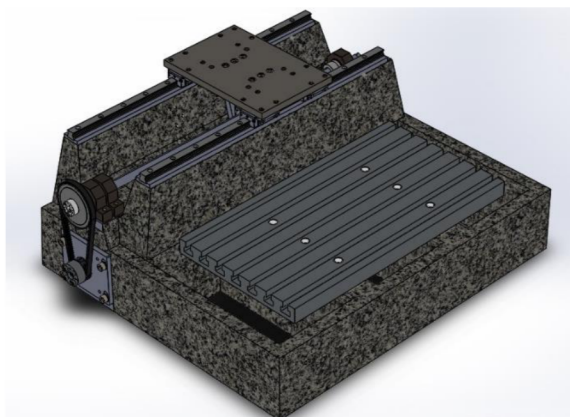
- ✓ Обработка на резултатите - графично и таблично.

На база конструктивната документация, е генериран 3D геометричният модел на виртуалния прототип с помощта на CAD продукта SolidWorks, фиг.1.

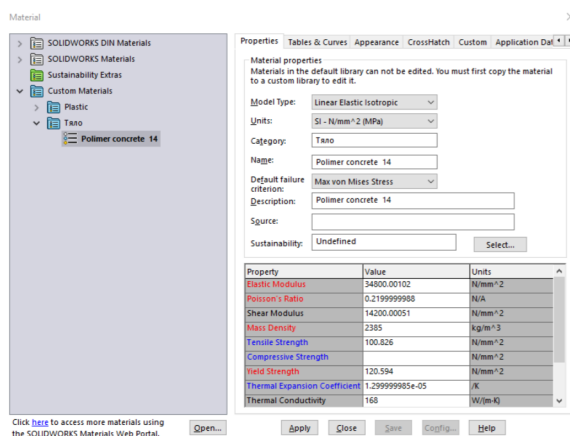
Якостно-деформационния анализ за статичното поведение на корпусен елемент "Тяло Носещо" от носещата система на фрезови машини на CAE модула Simulation вграден в

SolidWorks. За целта дефинираме изследването (Study name) и избираме типа на анализа (Analysis type) - Static.

Задават се конкретните материални константи за подготовения 3D модел на от полимер бетон, фиг.2.

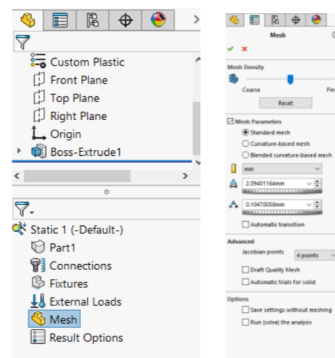


Фиг.1. 3D модел на "Тяло Носещо"



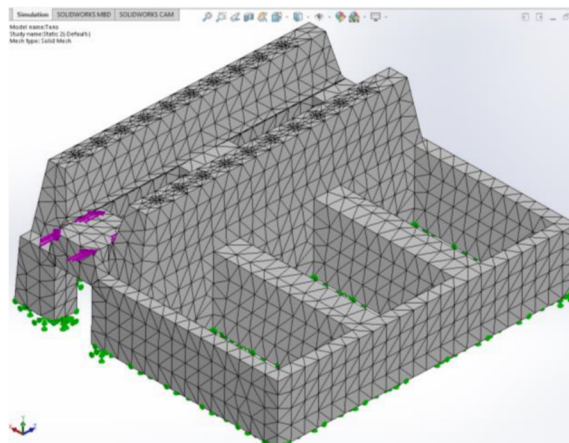
Фиг.2. Диалогови прозорци "Material"

След етап дефиниране на материала, генерираме дискретизирания изчислителен модел, чрез създаване на мрежа (Create Mesh) от крайни елементи, фиг.3.



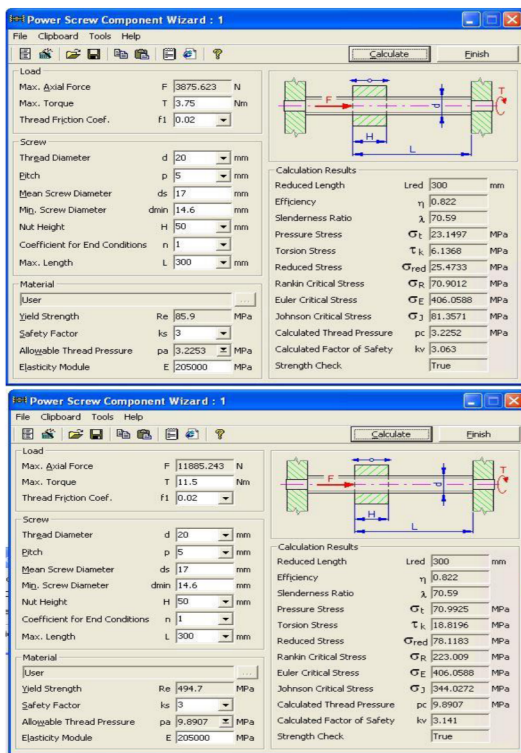
Фиг.3. Диалогови прозорци "Mesh"

От диалоговия прозорец определяме параметрите на крайните елементи: едрина и качество на мрежата; вид на елементите - тетраедър; размери на елементите - минимален и максимален; брой на възлите и елементите и т.н..



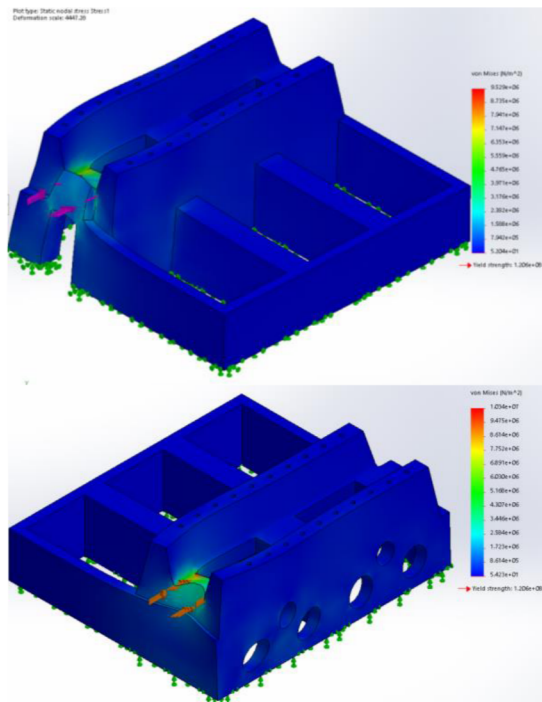
Фиг.4. Дискретизиран модел

Към така генерирания дискретизиран модел, фиг.4 прилагаме реалното статично натоварване. Това са реакциите от силите пресметнати при натоварване на сачмено винтова двойка с пиков въртящ момент 11,5Nm и при номинален въртящ момент 3,75Nm, фиг.5.

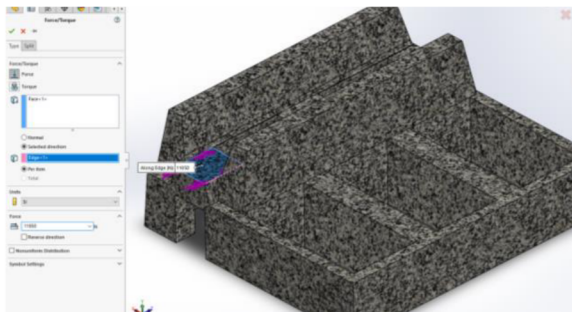


Фиг.5 Резултати от проведения тест за издръжливост при 11,5Nm и 3,75Nm

Резултатите от анализа са показани по долу:

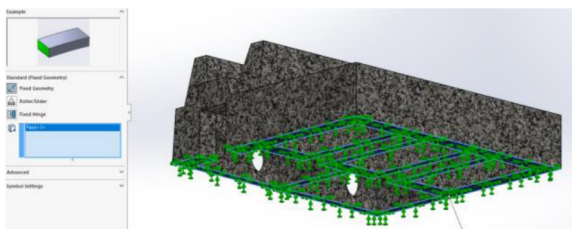


Фиг.8 Напрежения при аксиално натоварване 11885 N

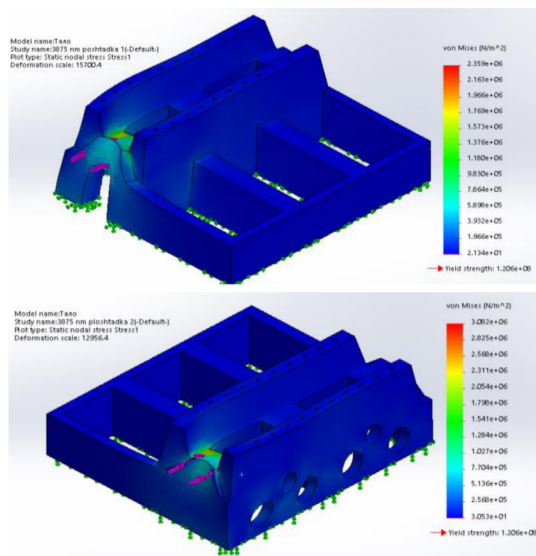


Фиг.6. Силово натоварване на 3D модела

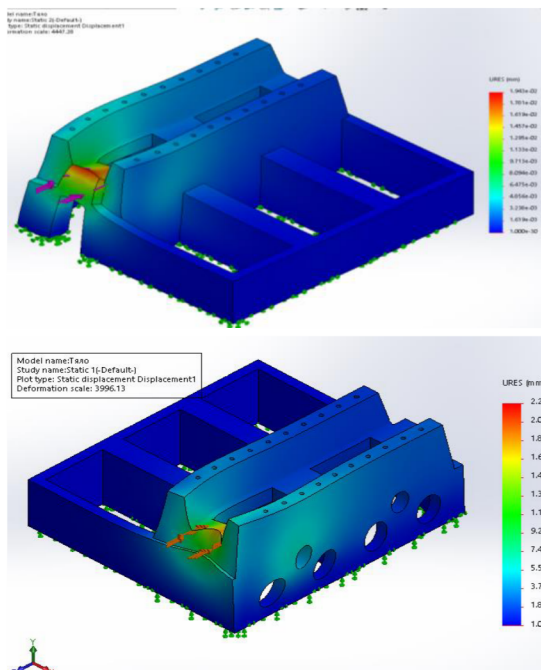
Въвеждането на ограничителни (гранични) условия при изпитването на съставения изчислителен модел е показано на фиг.7. Тук избираме типа на опорите (*Type*), в конкретния случай - (*Fixed Geometry*) непозволяваща транслация по трите направления.



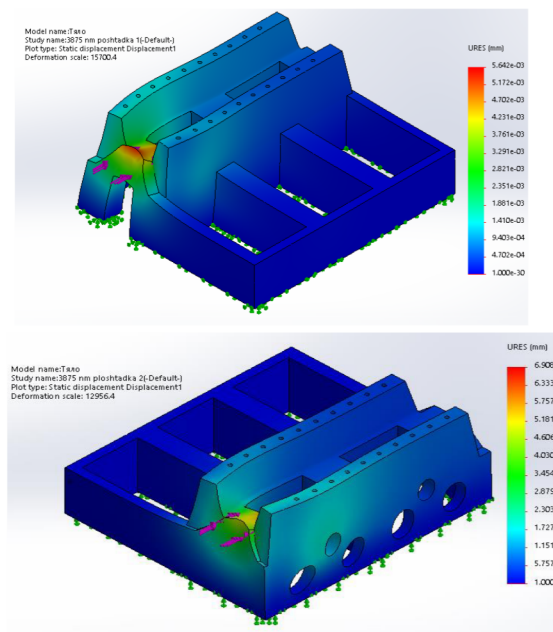
Фиг.7. Гранични условия



Фиг.9 напрежения при аксиално натоварване 3875 N



Фиг.10 Деформации при 11885 N



Фиг.11 Деформации при 3875 N

3. Анализ на получените резултати

1. При така направените статични изпитвания при нормално и максимално работно натоварване се наблюдава равномерно разпределение на напреженията по корпуса. Има повишено натоварване в областта на лагерните вложки, фиг.10.

2. От анализа може да се съди, че тялото се държи стабилно при различните натоварвания и не се налагат конструктивни мероприятия.

Стойностите на максималните напрежения, определени по четвърта (IV) якостна теория, са в границите на 3 до 10 МПа, фиг.8 и 9.

Резултатите от настоящата работа се свеждат до:

- Извършено е теоретико-методично представяне на етапите за провеждане на статичен анализ, чрез CAE системи за инженерни пресмятания, симулации и анализи на корпусни детайли от металорежещите машини.
- Генериран е 3D модел на корпусен елемент "Тяло Носещо" от носещата система на фрезови машини в CAD система SolidWorks.
- Извършен е статичен симулационен анализ по метода на крайните елементи (МКЕ) на корпусен елемент "Тяло Носещо", при две ключови натоварвания.
- Получени са количествени стойности за деформациите и напреженията на модела.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алямовский, А. А. SolidWorks 2007/2008. Компютерное моделирование в инженерной практике. БХВ-Петербург, 2008, 1028с.
2. Алямовский, А. А. SolidWorks / COSMOSWorks Инженерный анализ методом конечных элементов. Москва., 2004, 799с.
3. Гатев, Г., А. Георгиев, В. Георгиев, П. Патарински, Ст. Пашов. Ръководство за курсово проектиране по технология на машиностроенето, „Техника“, София. 1980. 368 с.