

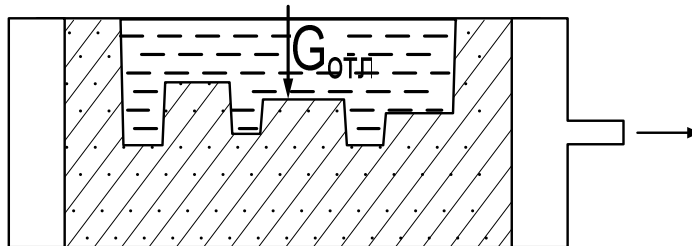
МОДЕЛ НА НАПРЕГНАТОТО СЪСТОЯНИЕ НА ВАКУУМИРАНИ ЛЕЯРСКИ ФОРМИ

Гл. ас. Р. Рангелов, доц. д-р П. Добрев, доц. д-р Г. Тодоров, К. Камберов

Резюме

Представен е изчислителен модел с помощта на който може, по метода на крайните елементи, да се пресмята провисването на вакууирана пясъчна леярска форма в зависимост от големината на вакуума и теглото на отливката. Пресметнатото по модела провисване на вакууирана леярска форма се различава от измереното с 10 – 15%.

Отливките елементи на металната екипировка представляват масивни отливки, разположени предимно в долната полуформа. Когато материалът от който се изработват тези елементи е чугун, по време на отливането, кристализацията и охлаждането, формата е подложена на въздействието на значителни по големина сили, стремящи се да я деформират (фиг. 1).



фиг. 1. – сили, действащи върху леярската форма.

Тази деформация може да повлияе на формирането на работната повърхнина на изделието и да стане причина за получаване на некачествен инструмент т. е. да се получи несъответствие на размерите и формата с тези на модела. Ето защо интерес представлява поведението на вакууираната пясъчна форма подложена на подобно силово въздействие. За целта е изработена опитна уредба която дава възможност да се измери деформацията на формата в зависимост от промяната на различните технологични фактори и преди всичко масата на отливките и стойността на вакуума [1].

Предложен е модел на напрегнатото състояние на вакууирани леярски форми, който дава възможност да се прогнозира деформациите на формата в зависимост от размерите на светлия отвор на касата, големината на вакуума и масата на отливката.

Получените от изследването резултати са използвани за установяване на обобщени механични параметри – напр. модул на еластичност на вакууирана пясъчна форма. Това позволява моделиране на силово - деформационното поведение на формата за изработване на различни по геометрия елементи. Познаването на деформациите на леярската форма под действието на масата

на отливката може да се използва за намаляване отклоненията в размерите и формата на крайното изделие.

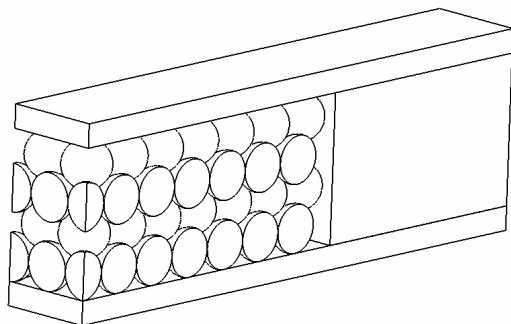
За тази цел е създаден и пресметнат модел от крайни елементи. Резултатите от експериментите, проведени върху примерен образец – каса и формовъчен пясък, са ползвани за пресмятане на параметрите на материала при различните стойности на вакуума. Това пресмятане е извършено с помощта на моделиране на изпитвания образец чрез ползване на числени методи.

Изследването е проведено в следната последователност:

- Създаване на експериментална установка за определяне провисването на формата.

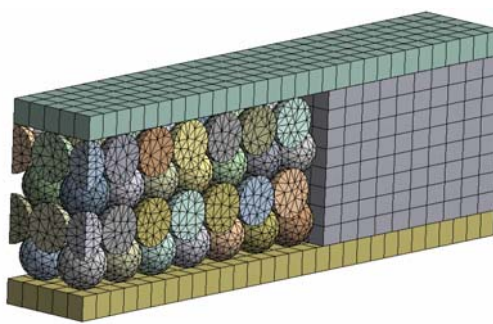
- Числено определяне параметрите на материала (модул на еластичност) въз основа на експерименталните резултати.

Изграден е детайлен модел на формата. Моделът представлява скалирано копие на част от изследвания експериментално образец. Скалирането е относно касата, като са запазени големината на частиците, а подреждането им е избрано с така, че обемът да е максимално запълнен. Геометрията на изследваният сегмент е показана на фигура 2.



фиг. 2 – геометричен детайлен модел на формата

Въз основа на този геометричен модел е изграден и модел от крайни елементи, в който е отчетено и триенето между частиците. Коефициентът на триене е приет съобразно наличните в литературата данни [2] и има



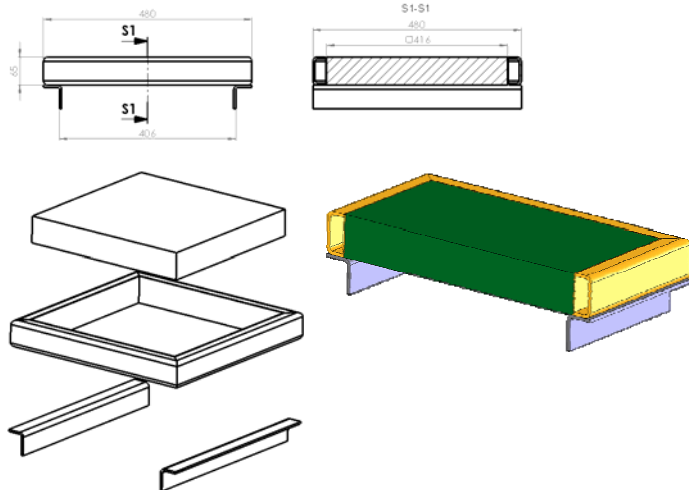
фиг. 3. – детайлен скалиран модел от крайни елементи

стойност 0,63. Контактите между самите частиците и между частиците и стените на касата отчитат триенето. Създаденият модел от крайни елементи е показан на фиг. 3.

Резултатите от проведените първоначални пресмятания показват необходимостта от промени в

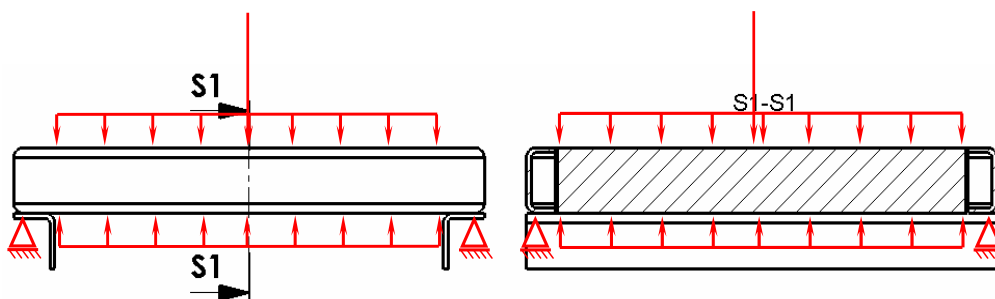
изходните параметри на модела – главно в коефициента на триене до достигане на резултати, съпоставими с измерените. Това се налага поради реално стохастичният характер на разполагане на частиците, разликата във формата им и други геометрични характеристики, които е трудно да бъдат отчетени.

Като извод от проведените симулации може да се посочи, че тази степен на детайлност на моделирането не е необходима за целта на изследването – установяване на обобщени характеристики на материала. В резултат на това се преминава към обобщено моделиране на пясъка (като



фиг. 4. - обобщен геометричен модел на формата

Граничните условия за модела са съгласно схемата показана на фиг. 6 и съответстват на проведените експерименти с опитния образец. Отнети са степените на свобода в опорите на модела съобразно схемата на закрепване на гредата на две опори. Натоварването съответства на използваното при проведените експерименти и се изразява в приложен съсредоточен товар G в центъра на модела и разпределен товар – налягане V_c .

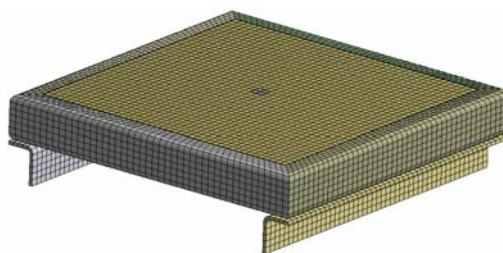


фиг. 6 – гранични условия на симулационния модел

недискретна среда) с цел установяване на характеристиките ѝ според предварително получените експериментални резултати.

Обобщеният числен модел точно пресъздава изследвания образец без да моделира в детайли пясъка. Изграденият за целта геометричен модел включва металната каса и обема на пясъка и е показан на фиг. 4.

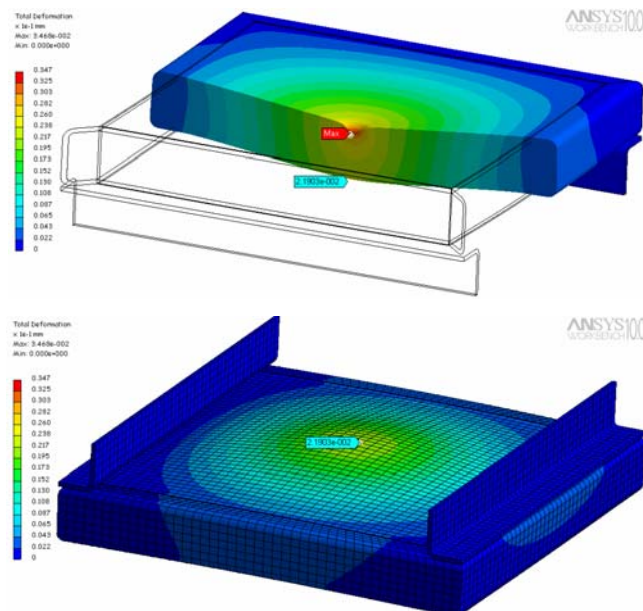
Геометрията на този обобщен модел е ползвана при създаването на модела от крайни елементи, показан на фиг. 5.



фиг. 5. — обобщен модел от крайни елементи

Проведени са серия от симулации, съответстващи по брой на проведените експерименти. При тези симулации е търсена такава стойност на модула на еластичност, при която ще бъде постигнато преместване в пясъка, съответстващо на експериментално установеното.

Сумарните премествания в модела при големина на вакуума $V_c = 0.25 \times 10^5$ Pa и товар $G = 16,74$ kg са показани на фиг. 7. Максималното преместване от 0.02 mm е при модул на Юнг $E = 630$ MPa.



фиг. 7 – сумарни премествания в модела при вакуум $V_c = 0.25 \times 10^5$ Pa и товар $G = 16,74$ kg

Резултатите от проведените пресмятания са обобщени в таблица 1.

таблица 1

G, kg \ Vc	Модул на еластичност, E, MPa					
	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.20
8,37	-	-	-	-	-	195
16,74	-	1540	700	420	270	140
33,48	2700	1290	565	285	150	65

Получените резултати дават основание за бъдещо използване на определените материални механични характеристики (модул на еластичност) за вакуумирана пясъчна форма при други размери на леевската форма и работната ѝ кухня. Симулирането на силово - деформационното поведение на вакуумираната форма позволява да се прогнозира деформациите на отливаният детайл преди създаване на самата форма и дава възможност за тяхното минимизиране.

Литература:

1. Рангелов, Р., П. Добрев, Изследване на деформациите на вакуумирани пясъчни форми, AMTEX05, Русе, 2005.
2. Javed, S. and C. W. Lovell. Use of Foundry Sand in Highway Construction. Joint Highway Research Project No. C-36-50N, Department of Civil Engineering, Purdue University, July, 1994.