

ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ НА КОМПЛЕКС ОТ СВОЙСТВА В ОБЛАСТТА НА МАТЕРИАЛОЗНАНИЕТО

Станислав Христов, Николай Тончев
stan.hristov@mail.bg, tontchev@gmail.com

**Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”, София, ул. „Гео Милев” № 158
БЪЛГАРИЯ**

***Ключови думи:** Магнезиеви сплави, механични свойства, моделиране, оптимизация, материалознание, конвергенция.*

***Резюме:** Статията представлява обобщение на възможностите за анализ и оптимизация при изследвания на влиянието на химическия състав върху комплекса от свойства на различни сплави и композиции. За леснота на изложението са разгледани различни двумерни случаи, с които могат да се онагледят резултатите за по-добро възприемане. Разгледаните примери са свързани с реална база от данни от състави и свойства на леярски магнезиеви сплави. С изследването е доказано, че чрез графичния анализ не е възможно да се определи точно оптимално решение на комплекса или свойства от състава. По тази причина е направена и характеристика на оптимизационна процедура, която трябва да се използва при подобни случаи.*

1. УВОД

В съвременното науките не могат една без друга. Всяка една може да даде предимство, с което по един или друг начин да се допълни другата. Такова сливане би могло да се определи като конвергенция. В материалознанието такава конвергенция съществува повече от две десетилетия, а именно тази между информатика и наука за материалите. Това разбира се носи своите предимства, които са изключително застъпени в областта на анализа и оптимизацията. Методът „проба – грешка“ изисква много време, материали, финансови средства и редица други ресурси. Именно по тази причина в настоящето, метода „проба-грешка“ отстъпва мястото си на методите за анализ чрез компютърен софтуер, които все по-широко се разпространяват. Съвременното проектиране на технологични процеси използва експеримента само за проверка на резултата от достигната оптимална числена симулация. Изпълнението на симулацията се основава на добре изучена теория. Изследванията се базират на реален, достоверен, планиран експеримент. По тази причина отклоненията на теоретичните резултатите от реалните са в рамките на статистическата грешка.[1]

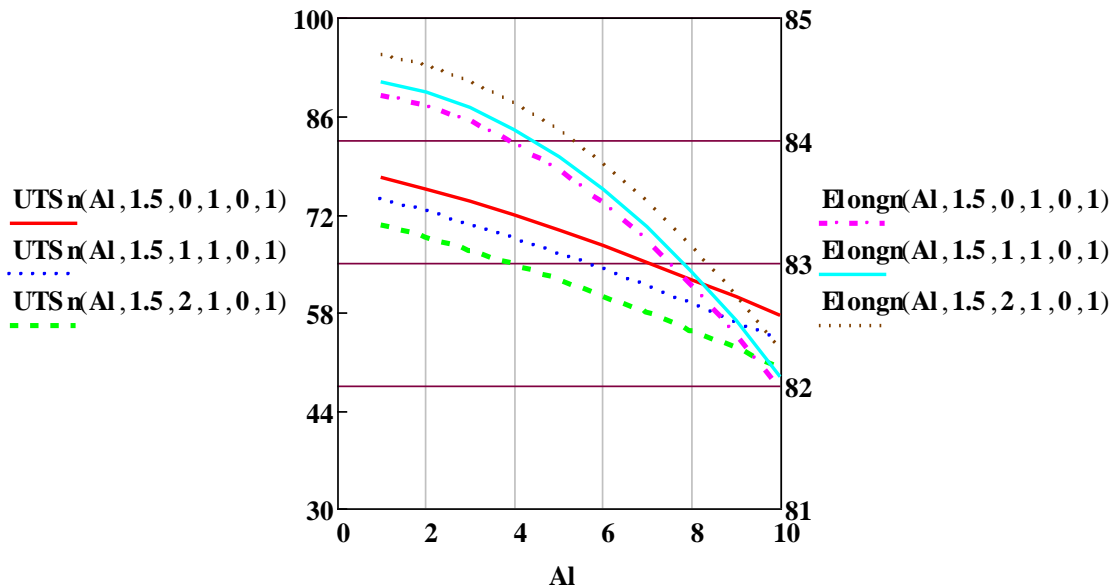
За простотата на анализа онагледяването в следващите примери е осъществено чрез реални двумерни случаи на магнезиеви сплави.

2. ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА АНАЛИЗ ЧРЕЗ ГРАФИЧНО ПРЕДСТАВЯНЕ

Важно е да се отбележи, че често пъти желаните свойства на материалите зависят от различни управляващи технологични параметри. Оптималните параметри на

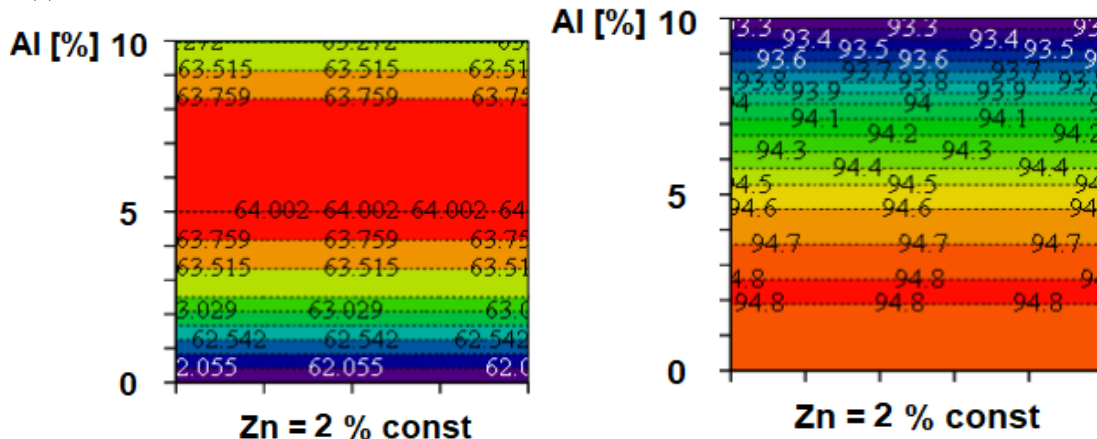
едно желано свойство не са оптимални за друго свойство. Именно за това се говори за противоречие /на свойствата/ между тях. Необходимо е да се определи възможността за анализиране на повече от едно свойство, като по този начин може да се фиксират оптимални нива, удовлетворяващи изискванията на конструкторите и технолозите.

Първият вариант на анализ използва възможността стойностите на изследваните свойства да се разполагат по двете ординати, а по абсисната ос управляващият параметър варира свободно в зададен интервал. Двете групи криви са по три броя, защото освен алуминият в три нива се изменя и друг легиращ елемент, в конкретния случай – цинк.

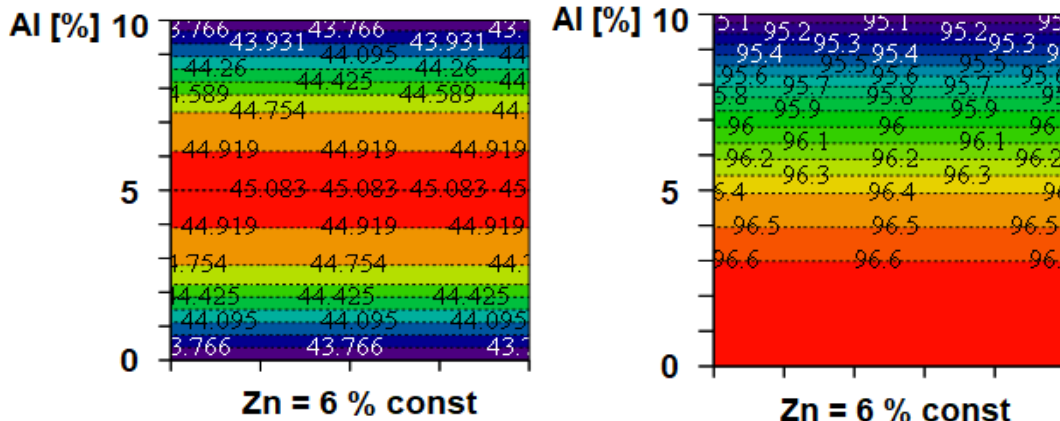


Поради различното мащабиране на графиката може да се контролира кое от двете свойства се изменя по-стръмно под влиянието на тези управляващи параметри. Изменението на пластичността изглежда по-стръмно, но в действителност е едва няколко единици, докато при якостта на опън графиката е по-плавна, но се изменя в голям диапазон. Не винаги се очаква комплекс от максимални свойства. Съществува и възможност, при която желанието на лицето, вземащо решение, да има максимално едно и минимално друго свойство (например максимална якост).

Съществува и друг начин за графичен анализ, а именно отново чрез диаграми с линии на постоянно ниво, като при тях двете свойства се разглеждат в две отделни части.[2] Тук единият елемент отново се изменя свободно, а другият е фиксиран. Така например в следващите примери в лявата част винаги стои изследваното свойство якост, а в дясната – пластичност. Червените области са с максималните нива на изследваните свойства.

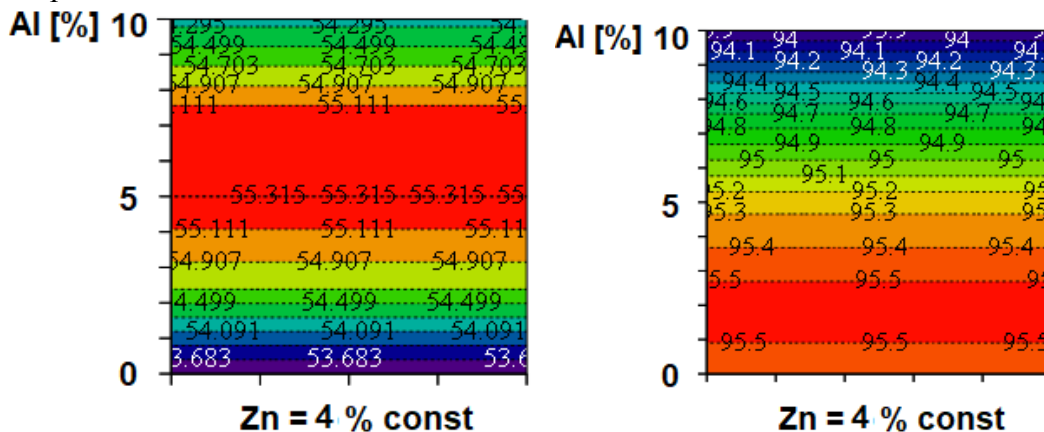


В този случай има максимални нива на якост, но това се отразява негативно на пластичността. В случая за якостта оптималното ниво би било около и над 5%, но за пластичността те са около 2%. Друг вариант би било огледалното обръщане на двете свойства и тогава графиката би изглеждала по следния начин:



Максимални нива на пластичност се наблюдават при Zn 6%, но това е за сметка на относително невисоката якост в случая. Това е потвърждение на по-горе споменатото противоречие между свойствата.

Както може да се очаква компромисното решение е при цинк 4%, а за алуминия около 5%. Това се потвърждава със следната диаграма и би било достатъчно да удовлетвори изискванията към изделието:

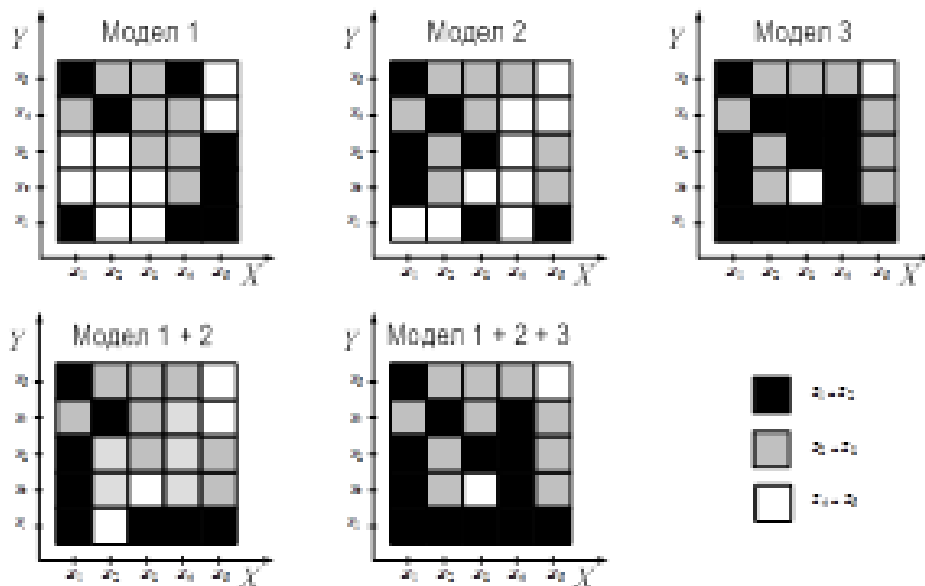


Съществуват и други начини на анализ чрез подобни диаграми, които не биват засягани в този доклад.

3. ПРОЦЕДУРА ПО МНОГОКРИТЕРИАЛНА ОПТИМИЗАЦИЯ

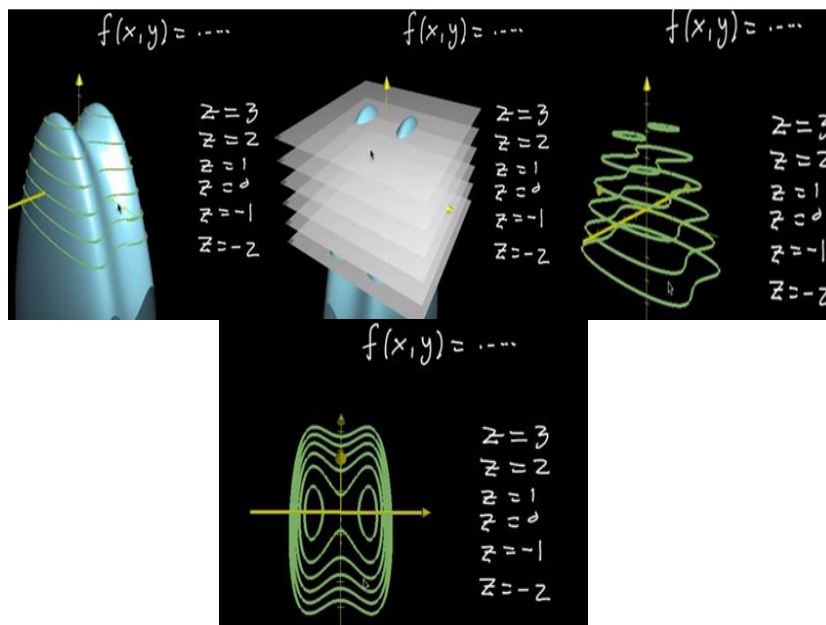
Оптимизацията в най-общи линии представлява подобряване (промяна) на две или повече свойства. За да се осъществи оптимизацията е необходимо спазването на определена процедура. Важна част от нея е привеждането на изследваните величини към една и съща скала. Тя често пъти се налага именно заради това, че е трудно на база на анализа да се определят точните стойности, отговарящи на максимални стойности за комплекс от свойства.

При долу поставения начин на матрично представяне се дава възможност за комбинирането на няколко свойства, като по този начин лесно може да се избере кои от стойностите да бъдат подложени на оптимизация. В случая само белите квадрати са тези, отговарящи на добрите свойства и те участват в процедурата по оптимизация.

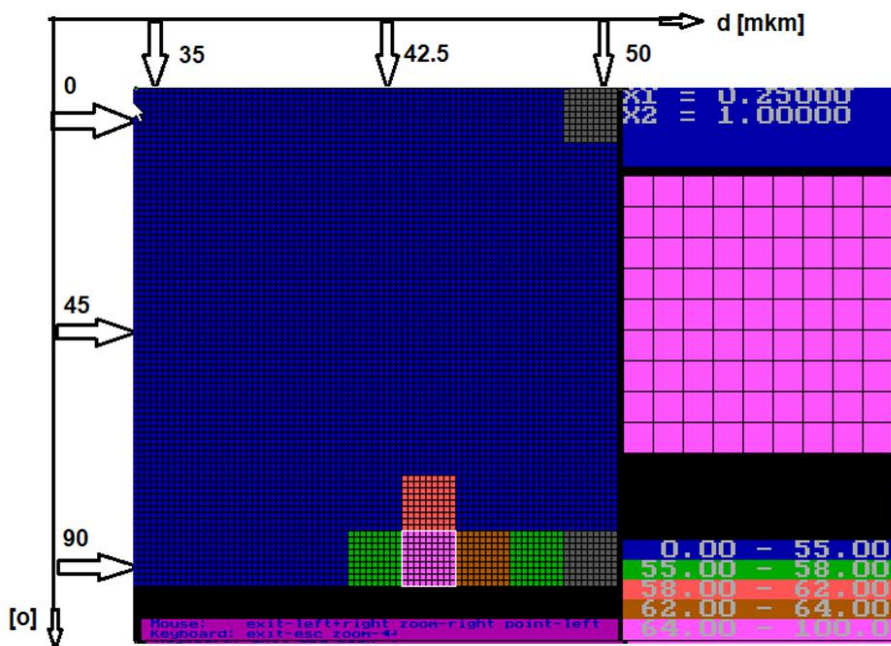


Потребителят чрез различни подвижни равнини сече повърхнината на отклика. Равнините се движат по ординатната ос, а диапазонът между тях се е оцветен в определен цвят. Този цвят се проектира върху съответното квадратче от дефиниционната област. Така потребителя анализира областта и определя максималните и минималните стойности. Стойността на изследваната величина е съответен цвят.

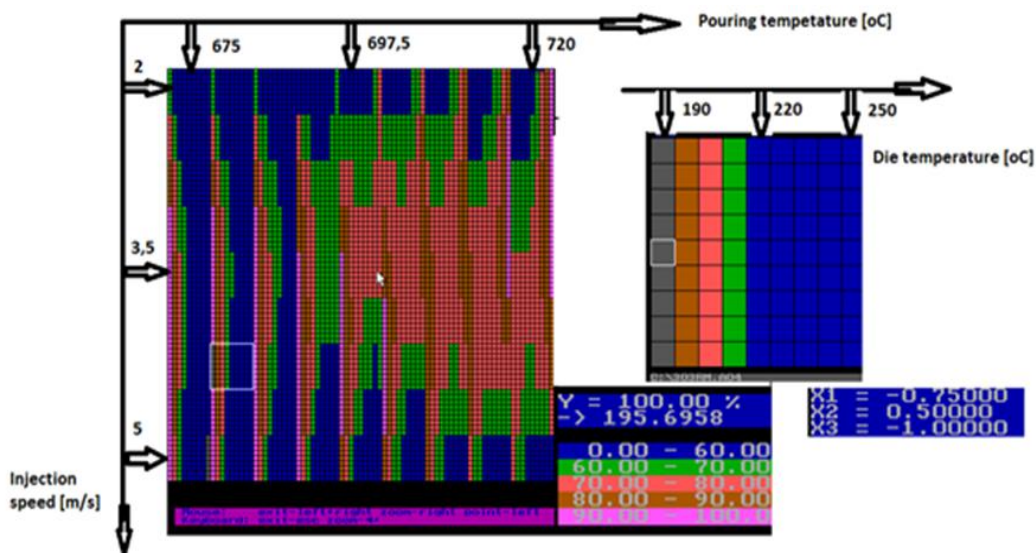
Нагледен пример за подобно онагледяване е представено, както следва:



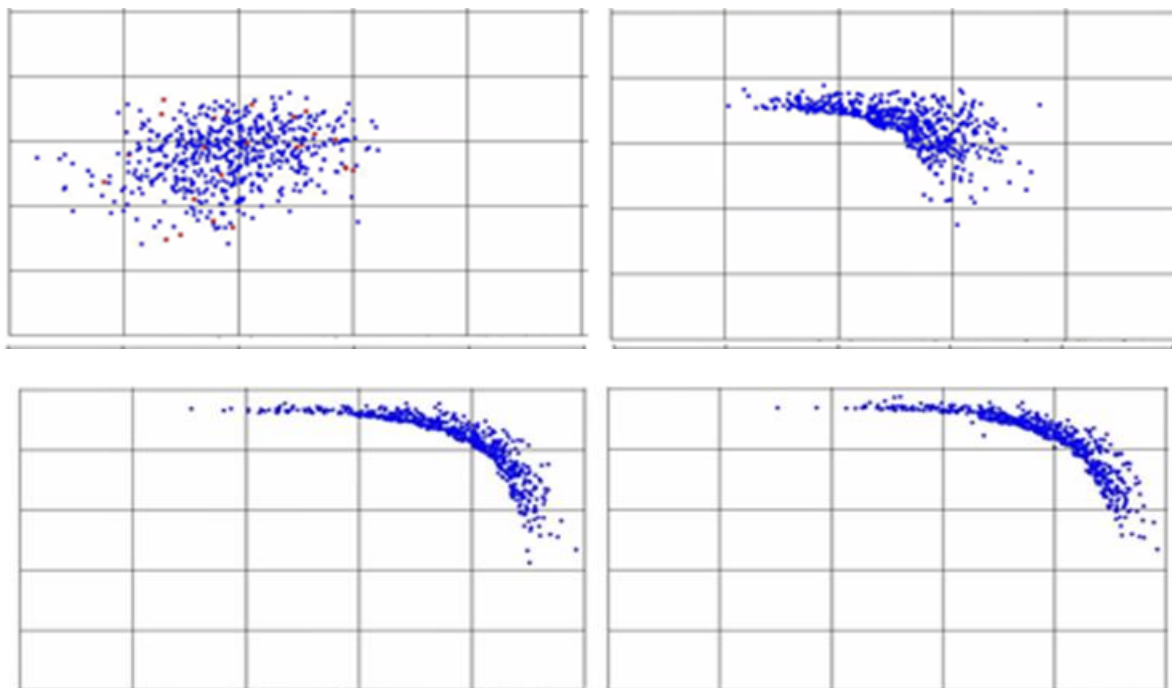
Тази подредба в определен смисъл е подредба на диаграми с линии на постоянно ниво. Те са подредени така, както е ориентирана координатната система. От началото на координатната система се променят началните стойности на X_1 и X_2 с определена стъпка.



При два параметъра се определя оптималната стойност (розова) над определен процент, която показва най-доброто състояние на комплекса от свойства и при какви параметри то се среща. Важно е да се отбележи, че софтуерът автоматично оцветява областите с добри параметри. Ситуацията е същата и при тримерен случай. Тримерното изображение използва следната логика: нечетен параметър хоризонтално (първи и трети) и четен параметър вертикално (втори). При фиксирани два може да се зададат девет стъпки на изменение на третия. Примерът за такъв случай е посочен по-долу:



Друга възможност е и използването на така наречения фронт на Парето. Той се строи в равнината на критериите (свойствата).



Окончателната итерация е тази в десния долен ъгъл, като на всяка точка от нея съответстват комбинация от свойства и комбинация от технологични параметри. [3]

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представеният подход може да бъде използван не само в една предметна област. Интересно би било практическото му приложение с определен икономически ефект, целящ понижаване на разходите за производство, повишаване на производителността и качеството на изделията, както и удовлетвореност на крайния потребител и съвместимост с природата чрез постигане на енергоефективност.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1.] Tontchev N., (2014) Materials Science, Effective solutions and Technological variants, LAMBERT Academic Publishing, 142 p.
- [2.] Tontchev N., Z. Cekerevac, (2014): Approach and Application in Multicriteria Decision Support in the Field of Materials Science. MEST Journal, (MEST) 2, no. 118-29..
- [3.] Tontchev N., (2012): Effective solutions to the processing of metallic materials on iron bases, Publishing house of University of Transport "Todor Kableshkov", Sofia, (in Bulgarian).

OPPORTUNITIES FOR ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF A COMPLEX OF PROPERTIES IN THE FIELD OF MATERIAL SCIENCE

Stanislav Hristov, Nikolay Tontchev
stan.hristov@mail.bg, tontchev@gmail.com

*Todor Kableshkov University of Transport,
Sofia, 158 Geo Milev Str.
BULGARIA*

Key words: Magnesium alloys, mechanical properties, modeling, optimization, material science, convergence.

Abstract: This article summarizes the possibilities for analysis and optimization in studies of the influence of the chemical composition on the complex of properties of different alloys and compositions. For the convenience of the representation of the two different dimensional cases that are examined, to illustrate the results for a better perception. Of examples discussed that relate to a real database of casting magnesium alloy compositions and properties. The study has shown that by graphic analysis it is not possible to determine the exact optimal solution of the complex or properties of the composition. For this reason, an optimization procedure characterization has been made which should be used in such cases.