

ВЛИЯНИЕ НА МОРФОЛОГИЯТА НА КВАРЦОВИТЕ ПЯСЪЦИ ВЪРХУ ФИЗИКО-МЕХАНИЧНИТЕ СВОЙСТВА НА ЛЕЯРСКИТЕ ФОРМИ И СЪРЦА

INFLUENCE OF THE MORPHOLOGY OF THE SILICA SANDS UPON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF FOUNDRY MOULDS AND CORES

ВЛИЯНИЕ МОРФОЛОГИИ КВАРЦОВЫХ ПЕСКОВ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ И СТЕРЖНЕЙ

Dr.Eng. Dossev V.¹,
Laempe EAST Co¹, Ruse, Bulgaria;
E-mail: laempeeast@datatower.net;

Eng. Valchev A.²,
Kaolin AD², Senovo, Bulgaria;
E-mail: avalchev@kaolin.bg

Dr.Eng. Rachev P.³,
Technical University³, Ruse, Bulgaria;
E-mail: p_rachev@abv.bg;

The silica sands are massively applied for the production of metal castings by usage of moulds and cores. One of the modern tendencies for the regulation of the properties of the moulding sands and respectively of foundry cores, is the opportunity to use silica sands with proper morphology. The geometry of the sands influence directly or indirectly the physical, mechanical and technological properties of the produced moulding sands and foundry cores.

In the present article the results of the investigations upon silica sands with different surface shapes are shown. The attention is made upon the influence of the sand surface morphology upon some important physical and mechanical properties, upon the regulation of the amount of binders in the mixtures. There are recommendations made, concerning the choice and usage of the given silica sands for the production of concrete castings and production conditions.

KEYWORDS: CASTINGS, QUARTZ SANDS, MOULDS, CORES, MORPHOLOGY, PHYSICAL, MECHANICAL PROPERTIES

1. Увод

Независимо от неблагоприятните икономически условия и спада на произвежданите отливки, относителният дял на еднократните форми не само се запазва, но и нараства [1]. Това се обяснява с търсенето на ефективни технологични решения формиращи конкурентна себестойност. Баланса на последните е основна причина за това, в условията на намалено търсене на ляти заготовки, да се засилва тенденцията за прилагане на икономически по-изгодни смеси за формообразуване, базирани най-вече на новите, съвременни кварцови пясъци (КП) и свързващи вещества.

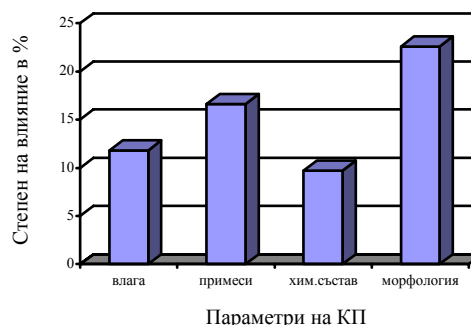
Известно е [2] че, основните компоненти на смесите предназначени за форми и сърца са пясъците и различните свързващи вещества. При пясъците базово приложение намира кварцовия пясък. По-голямо разнообразие се наблюдава в подбираните свързващи системи. Всяка една леярска смес при избрания вид пясък и свързваща композиция минава през съответен оптимум на технологични и икономически показатели.

2. Предпоставки и начини за решаване на проблема

Знае се [3] че, към КП напоследък се поставят все по-високи изисквания, не само по отношение на примеси, влага, химически състав, но и по отношение на морфологията (Фиг.1.), даваща оценка на състоянието и качеството на повърхнината.

Именно по тази критична граница на разделяне между пясъчните зърна и свързващите се образуват и лимитират всички физико-механични и технологични свойства на формите и сърцата.

Както бе отбелязано преди [1] обикновенните кварцови пясъци вече изчерпват своите възможности и използването им в съвременните процеси на производство на форми и сърца без подобряване на техните характеристики е невъзможно.



Фиг.1. Степен на влияние на параметрите на КП на комплексната оценка на тяхната приложимост за леярски форми и сърца

На база на последните изводи и съответните тенденции за задъблочаване на продуктово разнообразие Каолин АД разработи нова гама пясъци от фамилията UKSS.



Фиг.2а. Форма на пясъчинка от КП UKSS



Фиг.2б. Различни форми на зърна на кварцов пясък UKSS

Най-съществената особеност при тях е специфичната морфология даваща възможност за подбор и управление в широк спектър от свойствата на леярските форми и сърца (Фиг.2а,2б.)

3.Решение на проучения проблем

Известно е [4] че, свързващите в смесите се концентрират в контактната зона между зърната на пясъка, образувайки филми и „мостове” с различни по зъкръглост форми. Причината за това е разликата на налягането отвън и отвътре на слоя на течната фаза на свързващото. Допускайки идеална сферична форма на зърната, разликата в двете налягания можем да определим по формулата $(p_{вн} - p_{вт}) = \sigma[(2/R+\delta) - 1/\gamma_1 + 1/\gamma_2]$, където:

- „ σ ” - повърхностно напрежение на границата „течна фаза – газ”;
- „R” – радиус на пясъчното зърно;
- „ δ ” – дебелина на слоя свързващо;
- „ γ_1 ” и „ γ_2 ” - вътрешен и външен радиус на мениска на филма свързващо в контактната зона;

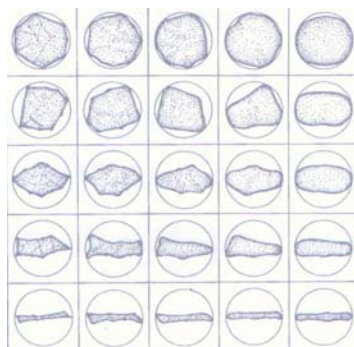
След съответни математически преобразувания и допускни получаваме формулата $\Delta P = \sigma/R \{ 2 - [2/(\sin\phi + \cos\phi - 1) + (\cos\phi/1 - \cos\phi)] \}$, където:

- „ ϕ ” – е ъгъла между оста преминаваща през двата центъра на контактуващите пясъчни зърна и точката на геометричния преход между радиусите „ γ_1 ” и „ γ_2 ”.

От тази формула могат да се направят редица изводи за формирането на якостта между пясъчинките, факторите които влияят на този процес и начините за управление и оптимизиране на необходимите свойства.

Единият от изводите касаещ формата и релефа на пясъчните зърна е съпротивлението на оттичане на свързващата течна фаза към моста в контактната зона. Това съпротивление е по-голямо при пясъците с по-неблагоприятна морфология – ръбести и с по-ниска степен на заобленост.

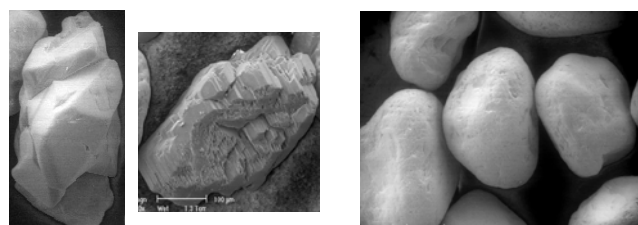
На практика няма КП с абсолютно идеална морфология и се приема формата на пясъка (Фиг.3.) да се описва геометрично с няколко критерия – степен на сферичност и степен на заобленост (ъгловатост).



Фиг.3. Таблица Ръсел-Тейлор за определяне на коефициента Km

Границата на тези критерии варира от 0 до 100, като общата характеристика за морфологията се определя с произведението им и в нашият случаи с въвеждането на „Km”, - поправъчен коефициент на морфологичност.

Якостта е едно от най-важните физико-механични свойства на формите и сърцата. Тя представлява съвкупност от две компоненти - якостта на свързващата композиция (кохезионна якост) и якостта на границата на връзката с кварцовото зърно – (адхезионна якост) [5]. Тъй като при повечето свързващи системи адхезионната якост е лимитираща то състоянието и качеството на повърхнината на пясъчинката е от решаващо значение (Фиг.6.).



Фиг.4. Пясъци с различни коефициенти на ъгловатост (а) и сферичност(б)

4.Резултати и дискусия

За съпоставимост на резултатите при изпитание на якост на огъване, освен кварцовият пясък UKSS са оценявани и КП LA32 (SIFRACO) (Фиг.5.) и H31 (QUARZ WERK) (Фиг.6.), всичките с различен „Km”.



Фиг.5. Кварцов пясък LA32 на фирма SIFRACO



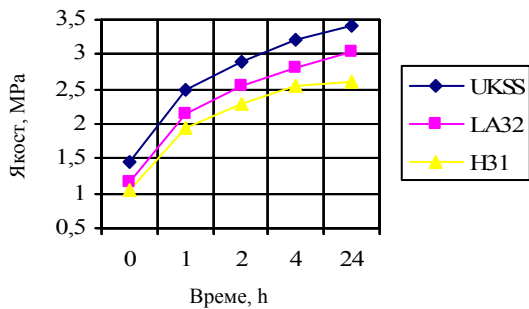
Фиг.6. Кварцов пясък H31 на фирма QUARZ WERK

Резултатите от изпитанията на якост (Фиг.7.) показват, че якостта на огъване за UKSS е по-висока в сравнение с тази за КП LA32 (SIFRACO) и H31 (QUARZ WERK) с 12-15% при първия и с около 25-30% при втория.

Отчитайки получения резерв от „якост на огъване” на база данните от изпитанията (Фиг.7.), използвайки приетия в практиката метод на търсене на технологичния оптимум на съдържание на сравнимите свързващи композиции при $\sigma_{ог} = \text{constanta}$, и приемайки условно стойностите на $\sigma_{ог}$ на базовия пясък UKSS, с максимално благоприятна морфология, за 100% якост, можем да определим оптималните граници на компонентите от съставите на различни системи на свързване в смесите.

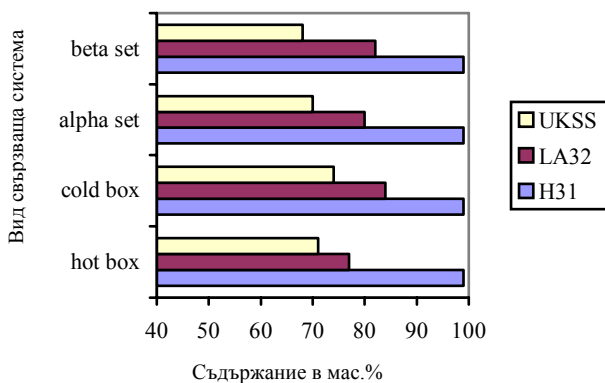
Резултатите (Фиг.8.) показват че, с известно приближение, може да се управлява и прогнозира намаляването или

регулирането на свързващата композиция чрез въвеждане на поправъчните коефициенти K_m , отчитащи по-горните морфологични критерии. За сравняваните КП, за LA32, $K_m=0.87$, а за H31- $K_m=0.82$.



Фиг.7. Якост при система Phenol-CO₂ с КП – UKSS, LA32 и H31

Показателно е че при някои свързващи системи (например Hot box и Alpha set, приложението на КП UKSS може да доведе до намаляване на количеството на свързващите до 25-30%. Обикновено използваното на КП с подобрена морфология може да съкрати разходите за свързващи средно до 20%.



Фиг.8. Граници на минимизиране на съдържанието на свързващите при различни системи на втвърдяване и $\sigma_{ог} = \text{constanta}$

5. Заключение

1. Специфичната морфология на кварцовия пясък UKSS на Каолин АД, дава възможност за гъвкав избор на свързващите компоненти при производството на форми и сърца.

2. Оптимизирането и регулирането на характеристиките чрез използването на UKSS може да доведе до намаляване на разхода на различните свързващи системи в границите 70-80 мас.% от съществуващите.

3. С достатъчна достоверност е направена качествена и количествена оценка на значимостта на отделните особености на повърхнината и формата на кварцовите пясъци.

4. Проведените изпитания показват че, при съпоставимост на критерият „Якост на огъване“ за изпитваните КП с еднаква степен на еднородност на зърнометрията, коефициентите на морфология „ K_m “ могат да се прилагат в практиката в прогнозиране и управление на физико-механичните свойства.

5. Резултатите показват високата ефективност при приложение на новите, с подобрена морфология, кварцови пясъци на Каолин АД в съвременното производство на качествени отливки.

6. Литература

1. Досев В.И., Вълчев А.А., Рачев П.В. Съвременните кварцови пясъци на Каолин АД-основа за ефективно технологично обновяване и модернизация в металолееето. „Машини, Технологии, Материали“, София, 2008, №.2-3, стр.18-20.
2. Берг П.П., Формовочные материалы, М., 1963
3. Основные направления улучшения и стабилизация свойств формовочных смесей., Калашникова А.Я., Галкин Г.П. в сб. „Развитие методов и процессов образования литейных форм“ М.Наука.1997.
4. Формирование прочности отверждаемой смеси., Мельников В.С.,Ковалев Ю.Г., Шадрин Л.П. в сб. „Развитие методов и процессов образования литейных форм“,М., Наука.1979.
5. Жуковский С.С., Лясс А.М. Формы и стержни из холоднотвердеющих смесей. М. „Машиностроение“.1978.