УДК 669.07

Р.В.КУРТЕНКОВ, *студент, kurtenkov@mail.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

R.V.KURTENKOV, *student, kurtenkov@mail.ru*
Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University)

АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

Проанализировано влияние химического состава на содержание углерода в стали, в процессе обработки месячных исходных данных получена математическая модель, предложено оптимальное решение входных параметров (т.е. химического состава).

***Ключевые слова*:** входные параметры, выходная функция, массив, данные, анализ, химический состав, углерод, сталь, легирующий элемент, содержание, влияние, диаграммы состояния, математическая модель.

ANALYSIS OF STATISTICAL DATA OF LECTURE OF THE ALLOYED STEELS

Influence of a chemical compound on the carbon contents in a steel is analysed, in the course of processing of month basic data the mathematical model is received, it is offered optimum significances of source parametres at the carbon contents in a steel.

***Key words*:** entrance parameters, target function, file, data, analysis, chemical compound, carbon, steel, alloying element, content, influence of parameters, condition diagrammes, mathematical model.

Цель работы – проанализировать влияние входных параметров на выходную функцию. Массив данных для анализа составил 31 плавку за месяц. Усредненный химический состав стали, произведенной на ООО «ОМЗ – Спецсталь», следующий, %: C 0,095; Mn 0,8681; Cr 0,18; Ni 2,17; Mo 0,42; Si 0,3; V 0,04; Cu 0,19; Al 0,0084; N_2 0,0072; As 0,0086.

По литературным и практическим данным [1-4] известно влияние каждого элемента на свойства стали. Например:

1) никель сообщает стали коррозионную стойкость, высокую прочность;

2) кремний как технологическая примесь (при содержании менее 0,37 %) влияния на свойства стали не оказывает;

3) молибден увеличивает упругость, сопротивление окислению при высокой температуре;

4) марганец – как технологическая примесь (при содержании менее 0,8 %) используется для устранения вредного влияния серы;

5) медь увеличивает антикоррозионные свойства.

Изменение свойств легированной стали зависит не только от природы и количества легирующих элементов, но и от их взаимного влияния и взаимодействия с углеродом.

За выходную функцию было принято содержание углерода, так как оно влияет на качество стали, а за входные параметры – химический состав.

В процессе обработки месячных исходных данных по выплавке стали была полу-

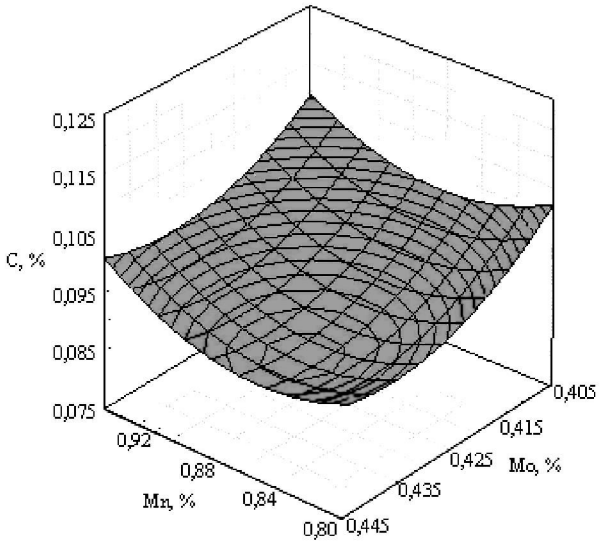


Рис.1. График зависимости содержания углерода от содержания марганца и молибдена
$C = 3{,}3674 + 11{,}0175Mo - 1{,}9855Mn + 13{,}4386Mo^2 - 0{,}7739MoMn + 1{,}3111Mn^2$

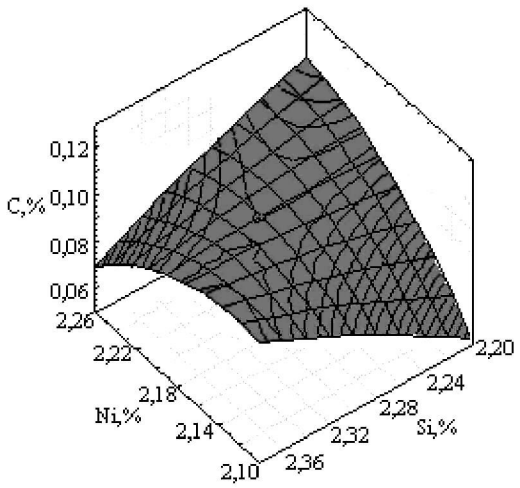


Рис.2. График зависимости содержания углерода от содержания кремния и никеля
$C = -10{,}4555 + 8{,}6856Ni + 6{,}8994Si - 1{,}7705Ni^2 - 3{,}0742NiSi - 0{,}2997Si^2$

чена математическая модель, вид которой представлен уравнением

$$C = 0{,}197 - 0{,}111Mn + 0{,}035Ni - 0{,}156Mo + 0{,}096Si - 0{,}240Cu.$$

Из уравнения видно, что наибольшее влияние на выходную функцию (С) оказывают Si, Ni, Cu, Mn, Mo. С увеличением содержания кремния и никеля увеличивается содержание углерода в стали, а марганец, молибден и медь оказывают противоположное влияние. Были проанализированы двойные диаграммы C-Ni, C-Cu, C-Mn, C-Mo, которые объясняют данные закономерности.

Из исследованных на сегодняшний момент диаграмм состояния известно, что углерод с никелем образует область твердого раствора с предельной растворимостью углерода в никеле примерно 1,5 % при $T = 1050$ °С; марганец с углеродом образует несколько химических соединений (карбидов) Mn_3C и Mn_7C_3, а молибден образует с углеродом химическое соединение Mo_2C.

Если сравнить влияние кремния и никеля на углерод, то первый оказывает большее влияние. В ходе ведения процесса плавки кремний удаляют в первую очередь, исходя из большего сродства его к кислороду.

Медь в исходной шихте находится в основном в окисленной форме. Поскольку углерод характеризуется бóльшим сродством к кислороду, чем медь, он выгорает в основном в виде CO или CO_2.

Было проанализировано парное влияние элементов (Mn, Mo) и (Si, Ni) на содержание углерода в стали. Полученные результаты представлены на рис.1 и 2. Из графиков видно, что минимальное содержание С~0,08 % наблюдается при следующем содержании входных параметров, %: Mo = 0,44÷0,45; Mn = 0,88÷0,92; Si = 0,2÷0,28; Ni = 2,10÷2,14.

Были найдены оптимальные значения входных параметров при минимальном содержании углерода (С~0,08 %), для данной марки стали, %: C 0,08; Mn 0,9; Ni 2,15; Mo 0,44; Si 0,25; Cu 0,22.

Полученные значения хорошо согласуются с исходными данными выплавки среднелегированной стали. Следовательно, выходная функция (содержание углерода) адекватно описывается приведенным уравнением.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Диаграммы состояния двойных металлических систем: Справочник / Под ред. Н.П.Лякишева. М.: Машиностроение, 1997. Т.2. 1026 с.

2. *Зедгинидзе И.Г.* Планирование эксперимента для многокомпонентных систем. М.: Наука, 1976. 390 с.

3. *Корн Г.* Справочник по математике (для научных работников и инженеров) / Г.Корн, Т.Корн. М.: Наука, 1977. 351 с.

4. *Элиот Р.П.* Структура двойных сплавов. М.: Металлургия, 1970. Т.1. 454 с.; Т.2. 472 с.

REFERENCES

1. Diagrams of a condition of double metal systems. The directory / Under the editorship of N.P.Ljakisheva. Moscow: Mechanical engineering, 1997. V.2. 1026 p.

2. *Zedginidze I.G.* Planning of experiment for multicomponent systems. Moscow: Nauka, 1976. 390 p.

3. *Korn G*, *Korn T.* Spravochnik on the mathematician (for science officers and engineers). Moscow: Nauka, 1977. 351 p.

4. *Eliot R.P.* Struktura of double alloys. Moscow: Metallurgija,1970. V.1. 454 p.; V.2. 472 p.

Научный руководитель канд. техн. наук, доцент *С.Н.Салтыкова*