

Казанков Виталий Александрович

магистрант

Боровик Антон Сергеевич

магистрант

Яковенко Андрей Геннадьевич

магистрант

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный

технический университет им. Г.И. Носова»

г. Магнитогорск, Челябинская область

ПОИСК УРАВНЕНИЯ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ХИМИЧЕСКИМ СОСТАВОМ И ПРОЧНОСТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ГОРЯЧЕГО ПРОКАТА

Аннотация: в данной исследовании проведён поиск уравнения зависимости между химическим составом и прочностными характеристиками (σ_T и σ_B) готового горячего проката. Для анализа были взяты конструкционные и углеродистые марки стали с известным химическим составом и прочностными характеристиками. В итоге были получены по два уравнения для пяти элементов: углерода, кремния, марганца и никеля.

Ключевые слова: уравнения зависимости, горячий прокат, предел текучести, предел прочности, углерод, кремний, марганец, никель.

Существует несколько способов влияния на прочность и текучесть горячекатаной стали [1]:

- легирование;
- режим прокатки;
- термическая обработка.

Управление этими тремя инструментами позволяет получать прокат с заданными характеристиками. Легирование стали является основным способом повышения прочностных и в тоже время сохранения пластических характеристик горячего проката.

Для анализа были взяты конструкционные и углеродистые марки стали с известным химическим составом и прочностными характеристиками. В итоге были получены по два уравнения для четырёх элементов: углерода (С), кремния (Si) и марганца (Mn) [2].

Выбрав марки сталей с различным содержанием углерода и, при этом, с небольшим разбегом остальных химических элементов, построим массив данных (таблица 1).

Таблица 1

Содержание углерода и прочностные свойства сталей

Марка стали	Содержание углерода, %	Предел текучести, МПа	Предел прочности, МПа
08ю	0,07	175	300
20кп	0,2	295	380
18кп	0,18	225	430
08	0,08	175	315
10	0,1	170	295
15	0,15	220	330
20пс	0,2	250	380
20	0,2	215	410
15к	0,15	225	430
12к	0,12	225	350
25	0,25	310	490
30	0,3	290	490
35	0,32	300	530
40	0,4	275	520
45	0,45	245	600
58	0,58	300	600

По данным таблицы 1, построим графики зависимости предела текучести и предела прочности от содержания углерода.

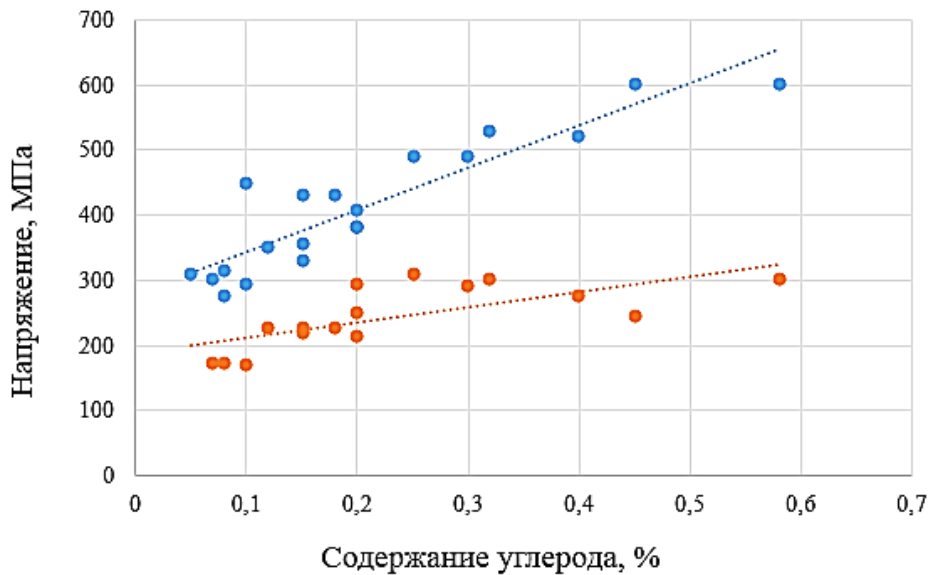


Рис. 1. Графики зависимости предела текучести и предела прочности от содержания углерода

Построив линию тренда, были получены уравнения зависимости от содержания углерода:

1) для предела текучести:

$$\sigma_T = 231,69x + 189,13 ; \quad (1)$$

2) для предела прочности:

$$\sigma_B = 645,59x + 278,69 ; \quad (2)$$

Полученные уравнения действительны для диапазона от 0,05 до 0,58% углерода.

Аналогично получим уравнения зависимости для других химических элементов

Таблица 2

Содержание марганца и прочностные свойства сталей

Марка стали	Содержание марганца, %	Предел текучести, МПа	Предел прочности, МПа
08ю	0,27	175	300
08	0,45	175	315
08пс	0,5	175	300
13ГС	1,27	360	510
10Г2Б	1,4	380	520
14Г2	1,4	340	470

09Г2С	1,5	345	490
09Г2Д	1,6	310	450
09Г2	1,6	300	440
12Г2СБ	1,6	380	550
15ГС	1,1		500
16ГС	1,05	280	480
17Г1С	1,35	350	510
18к	0,7	275	465
22к	0,85	265	510

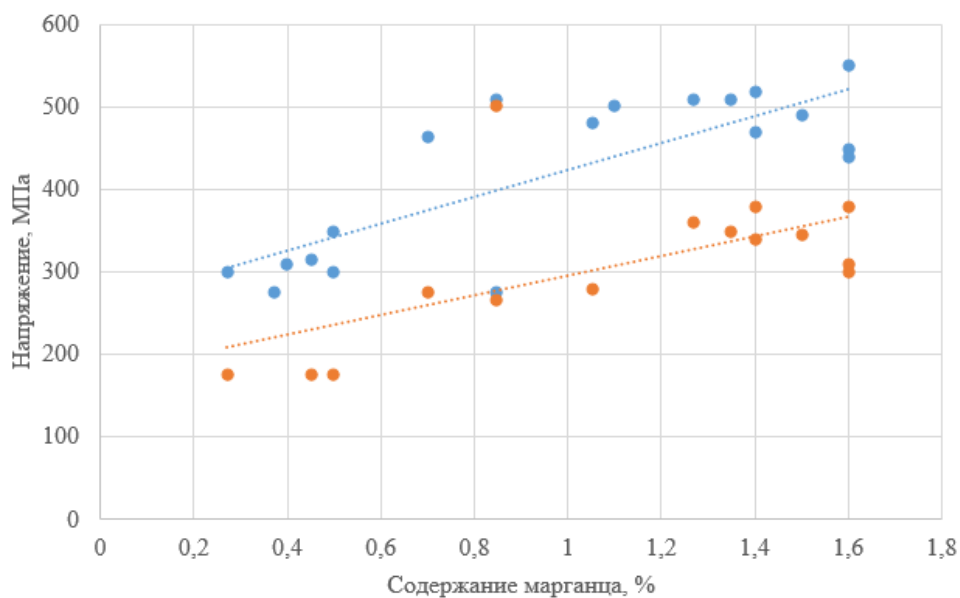


Рис. 2. Графики зависимости предела текучести и предела прочности от содержания марганца

Построив линию тренда, были получены уравнения зависимости от содержания марганца:

1) для предела текучести:

$$\sigma_T = 145,86x + 124,95 ; \quad (3)$$

2) для предела прочности:

$$\sigma_B = 163,37x + 244,54 ; \quad (4)$$

Полученные уравнения действительны для диапазона от 0,3 до 1,6% марганца.

Таблица 3

Содержание кремния и прочностные свойства сталей

Марка стали	Содержание кремния, %	Предел текучести, МПа	Предел прочности, МПа
08	0,27	175	315
08кп	0,03	–	275
08пс	0,1	175	300
09Г2СД	0,65	345	500
10пс	0,12	–	350
Сталь 10	0,27	170	295
12к	0,27	225	350
12ГС	0,65	320	470
16ГС	0,55	280	480
13ГС	0,5	360	510

По данным таблицы 3, построим графики зависимости предела текучести и предела прочности от содержания кремния.

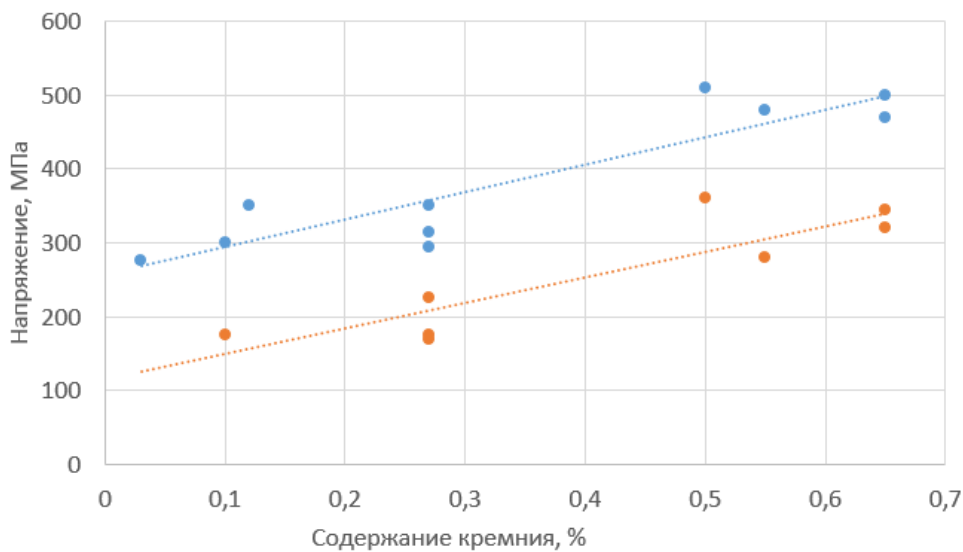


Рис. 3. Графики зависимости предела текучести и предела прочности от содержания кремния

Построив линию тренда, были получены уравнения зависимости от содержания кремния:

1) для предела текучести:

$$\sigma_T = 324,63x + 115,43 ; \quad (5)$$

2) для предела прочности:

$$\sigma_B = 325,17x + 260,95, \quad (6)$$

Полученные уравнения действительны для диапазона от 0,05 до 0,65% кремния.

Общие уравнения для предела текучести (9) и для предела прочности (10) имеют вид:

$$\sigma_T = 231,69 \cdot C + 145,86 \cdot Mn + 324,63 \cdot Si + 189,13, \quad (9)$$

$$\sigma_B = 645,59 \cdot C + 163,37 \cdot Mn + 325,17 \cdot Si + 278,69. \quad (10)$$

Заключение

Полученные уравнения имеют широкий спектр применения, от определения исходных прочностных характеристик сталей в теоретических расчётах, до выбора инструмента для механической обработки.

Полученные уравнения имеют ограниченный диапазон верности; реальные значения предела текучести и прочности могут отличаться от полученных с помощью уравнений.

Список литературы

1. Малеткина Т.Ю. Общая классификация и обозначение металлов и сплавов: методические указания для самостоятельной работы / Сост. Т.Ю. Малеткина. – Томск: Изд-во Том. гос. ун-та, 2015. – 40 с.
2. Центральный металлический портал РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.metallicheskiy-portal.ru