

УДК 691.714

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ НА СВОЙСТВА СТАЛИ

◆◆◆◆

EFFECT OF IMPURITIES ON THE PROPERTIES OF STEEL

Варенцов Виталий Витальевич

студент факультета гидромелиорации,
Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина
vit.v-12@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние углерода, марганца, кремния и других примесей на свойства стали. В описании отражены как позитивные, так и негативные стороны легирующих элементов. Представлены некоторые допустимые процентные содержания элементов в составе стали.

Ключевые слова: свойства стали, содержание углерода, марганец, графитизация, прочность, раскислители, пластичность, вязкость.

Varentsov Vitaly Vitalievich

Student of the Faculty of Hydromelioration,
Kuban State Agrarian University
named of I.T. Trubilin
vit.v-12@mail.ru

Annotation. In the article the effect of carbon, manganese, silicon and other impurities on the properties of steel. The description reflects both positive and negative aspects of alloying elements. Some permissible percentages of elements in steel are shown.

Keywords: properties of steel, carbon content, manganese, graphitization, strength, deoxidizer, plasticity, viscosity.

З а последнее десятилетие использование черных металлов в качестве сырья для сталеплавильного производства увеличилось. В настоящее время в процессе производства стали металлургическая промышленность использует большое количество различных примесей. Пропорции и объем добавляемых элементов может быть разнообразен. Элементы могут влиять на качество стали косвенно или напрямую, в зависимости от конкретного легирующего элемента (первичный или вторичный). Если наличие элемента требует особых условий обработки стали (например, отжига), тогда считается, что это косвенно влияет на сталь [1]. Однако если элемент влияет на физические свойства стали, либо находясь в твердом состоянии, разделяет границы зерен или образует интерметаллические соединения, тогда считается, что это влияет на качество стали напрямую. Большая часть работы будет сосредоточена на прямом влиянии первичных и вторичных добавок на физические и химические свойства стали.

Углерод является обязательной частью стали любого вида, так как сталь – это сплав железа с углеродом. Допустимым считается 0,3 %, именно после такого количества можно приступить к закалке. Предельно допустимое значение 2,14 %. С увеличением углерода в составе возрастает твердость, упругость и прочность. Но также есть и минусы: обрабатываемость, пластичность и сопротивление нагрузке уменьшаются [2].

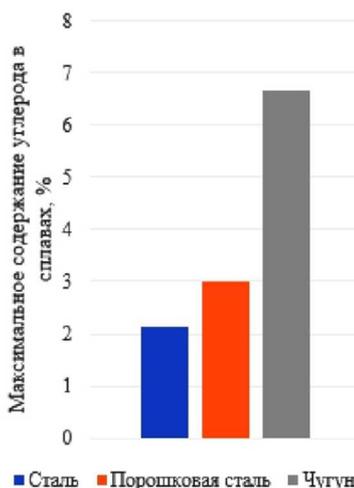


Рисунок 1 – Максимальное содержание углерода в различных материалах

Такие газовые смеси как водород, азот и кислород чаще негативно влияют на качество стали:

1. Водород образует трещины, значительно снижая работоспособность стали, вызывает водородную хрупкость.

2. Азот можно использовать как заменитель углерода, при это достигается гораздо лучший результат в плане хрупкости. Но вызывает нестойкость против динамических нагрузок.

3. Кислород ухудшает механические характеристики.

Марганец в основном известен как стабилизатор Fe₃C в черной металлургии. При определенных условиях, карбид железа может диссоциировать на металлическое железо и графит в процессе, известном как графитизация. Однако хорошо известно, что добавление 0,3 % марганца гарантирует, что графитизация не произойдет. Марганец также предотвращает разрыв стали во время горячей прокатки иликовки. Присутствие примесей FeS приводит к потере прочности металла на локализованных участках, особенно при горячей прокатке из-за своей хрупкости [3]. Однако добавление марганца способствует образованию сульфида марганца (MnS), а не FeS. Включения сульфида марганца обычно рассредоточены по стали и достаточно пластичны, чтобы деформироваться во время нормального нагрева, прокатки иликовки. Обычно достаточно отношения марганца к сере 8:1 для подавления жаростойкости.

Кремний косвенно приносит пользу стали благодаря ряду процессов. Во-первых, кремний окисляется с образованием кремнезема (SiO₂) во время продувки кислородом для удаления, в основном, углерода. Кремний также играет важную роль в раскислении жидкой стали [4]. Обычно, перед началом разливки, необходимо раскислить расплав. Кремний в форме куска, порошка или стержня добавляется в расплав и является основным раскислителем производства заготовки для сортового проката и конструкционных изделий. Как упоминалось выше, в разделе марганца, кремний увеличивает вероятность появления графитизации. Кремний показывает увеличение прочности на разрыв за счет образования силикатных включений, но это снижает обрабатываемость материала. Сплавы с высоким содержанием кремния также используются для специальных электротехнических сталей из-за их способности увеличивать проницаемость и удельное электрическое сопротивление, а также уменьшить гистерезисные потери. Это сделало кремнистую сталь привлекательным выбором для трансформаторов, пластины для электродвигателей, генераторы и реле.

Хром в основном известен тем, что значительно увеличивает коррозионную стойкость стали, когда присутствует в концентрациях более 4 %, что используется в огромном количестве современных нержавеющих стальных сплавов. Хром также усиливает образование карбидов, что может улучшить износостойкость. Как и в случае с никелем, хром в твердом растворе, но снижает пластичность, увеличивает глубину закаливваемости. Хром вызывает несколько, но существенных косвенных проблем в сталеплавильном производстве [5]. Оксид хрома стабилен только при очень высоких температурах и поэтому не может быстро окисляться при нормальных условиях рабочих температур. Для этого требуется больше тепла, более длительное время нагрева. 13 % хрома гарантированно делает сталь нержавеющей.

Фосфор дает стали ряд положительных преимуществ, таких как улучшенная прокаливаемость, коррозионная стойкость и обрабатываемость (только для вторично сульфированных сталей) [6]. Однако эти положительные эффекты сильно перевешиваются большими потерями пластичности и вязкости. Поэтому фосфор почти во всех случаях считается нежелательной примесью.

Вывод: так или иначе примеси присутствуют в составе стали. Некоторые из них являются вредными, такие как азот, кислород и водород. Примеси добавляют в целях достижения лучших показателей качества стали под разные задачи. Из вышерассмотренных примеров видно, что легированные элементы оказывают ощутимое влияние на механические и технологические свойства стали. Нельзя не отметить тот факт, что нет такого элемента, который бы давал исключительно положительный эффект, нужно учитывать и негативные моменты включения в состав тех или иных веществ. Допустимые количества примесей указываются в стандартах.

Литература

1. Шиховцов А.А. Влияние внутренних и внешних факторов на замедленное хрупкое разрушение стали // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 11. – Ч. 9. – С. 1841–1845.
2. Шиховцов А.А., Мишин В.М. Кинетика и микромеханика замедленного разрушения стали // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 4. – С. 858–861.
3. Ильинский В.А., Костылева Л.А., Гребнев Ю.В. Оптимизация состава литой среднеуглеродистой стали // *Сталь*. – 1985. – № 1. – С. 24–26.
4. Шиховцов А.А., Мишин В.М. Влияние концентрации напряжений на пороговые нагрузки при замедленном разрушении стальных деталей // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2013. – № 4. – С. 134–135.
5. Мишин В.М., Шиховцов А.А. Локальное замедленное разрушение порошковых сталей, содержащих мартенсит // *Международный журнал экспериментального образования*. – 2015. – № 11. – С. 665–667.
6. Гребнев Ю.В., Краева Н.Г. Влияние химсостава на структурную неоднородность и хладноломкость стали 45ФЛ // *Литейное производство*. – 2000. – № 4. – С. 7–9.

References

1. Shikhovtsov A.A. Influence of internal and external factors on delayed brittle fracture of steel // *Fundamental research*. – 2013. – № 11. – Part 9. – P. 1841–1845.
2. Shikhovtsov A.A., Mishin V.M. Kinetics and micromechanics of delayed fracture of steel // *Fundamental research*. – 2013. – № 4. – P. 858–861.
3. Ilyinsky V.A., Kostyleva L.A., Grebnev Yu.V. Optimization of the composition of cast medium-carbon steel // *Steel*. – 1985. – № 1. – P. 24–26.
4. Shikhovtsov A.A., Mishin V.M. Influence of stress concentration on threshold loads during delayed fracture of steel parts // *International Journal of Applied and Fundamental Research*. – 2013. – № 4. – P. 134–135.
5. Mishin V.M., Shikhovtsov A.A. Local delayed destruction of powder steels containing martensite // *International Journal of Experimental Education*. – 2015. – № 11. – P. 665–666.
6. Grebnev Yu.V., Kraeva N.G. Effect of chemical composition on structural heterogeneity and cold brittleness of steel 45FL // *Foundry production*. – 2000. – № 4. – P. 7–9.