

Металлические сплавы и диаграммы состояния

Теоретическое занятие

Специальность: 15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических
процессов и производств (по отраслям)

ОП.03 Материаловедение

Тема 1.3. Металлические сплавы и диаграммы состояния

Преподаватель: Сентябрева Г. Н.

Основы теории сплавов

Структура и свойства чистых металлов существенно отличаются от структуры и свойств сплавов, состоящих из двух или большего числа металлов.

Сплавами называются сложные тела, полученные сплавлением или спеканием двух или более металлов или металлов с неметаллами. По числу входящих компонентов сплавы подразделяют на двойные, тройные и т. д., по характеру металла, являющегося основой сплава, – на черные (сталь, чугун) и цветные (латунь, бронза и др.). Внутреннее строение сплавов, как и металлов, кристаллическое и определяется взаимосвязью между составляющими компонентами.

В металловедении пользуются следующими терминами и понятиями. Сплавы, состоящие из двух или нескольких элементов различного количественного состава, называются системами. Система – это совокупность бесконечно большого числа сплавов, образованных данными металлами (и неметаллами)

В металловедении изучают сплавы, в которые входит несколько элементов. Поэтому, когда говорят «система Си-Zn» или «система Fe-Ni», это означает, что рассматривают сплавы, состоящие из этих элементов. В системе Fe-Fe₃C изучают взаимоотношение между Fe и химическим соединением Fe₃C

Фазой называется однородная часть системы. В сложных системах, состоящих из нескольких фаз, существуют поверхности раздела между фазами. В сплавах фазами могут быть чистые металлы, жидкие или твердые растворы, химические соединения. Фазы отличаются одна от другой по агрегатному состоянию (жидкий алюминий и твердый алюминий – две разные фазы), химическому составу, т. е. концентрации компонентов в каждой фазе, типу кристаллической решетки (железо с решеткой о. ц. к. и г. ц. к. – тоже две разные фазы). Число сосуществующих фаз обозначают буквой Φ .

Компонентами называют вещества, образующие систему. Компонентами могут быть чистые металлы (элементы) или устойчивые химические соединения.

В металловедении под компонентами обычно понимают элементы (металлы и неметаллы), которые образуют сплав. Следовательно, чистые металлы представляют однокомпонентные системы, сплавы из двух элементов – двухкомпонентные системы и т. д. Число компонентов обозначают буквой K

Степень свободы определяется числом независимых переменных (например, температура, концентрация сплава, давление), которые можно изменять в определенных пределах, не нарушая равновесия. Равновесным называется состояние сплава, которое не изменяется во времени. При равновесии сохраняется число сосуществующих фаз. Если при этом условии можно менять только температуру (одна переменная), то число степеней свободы равно единице; если и температура, и состав фазы должны быть постоянными, то число степеней свободы равно нулю. Число степеней свободы обозначают буквой S .

Значение сплавов как конструкционных материалов

Сталью называют деформируемый (ковкий) сплав железа с углеродом и другими примесями. Содержание углерода в стали обычно не превышает 1,3 %. Получение железа в чистом виде представляет собой трудоемкий и дорогостоящий процесс. Механические свойства, в частности прочность, чистого железа ниже свойств сплавов железа. В чистом виде железо – материал дорогой, его используют для специальных целей. Обычно в технике – и в быту используют сталь. Значение стали в народном хозяйстве чрезвычайно велико. Нельзя практически назвать ни одной отрасли хозяйства, где бы ни применяли сталь.

Детали машин и приборов, передающих нагрузку, должны обладать жесткостью и прочностью, достаточными для ограничения упругой и пластической деформации, при гарантированной надежности и долговечности. Из многообразия материалов в наибольшей степени этим требованиям удовлетворяют сплавы на основе железа – чугуны и особенно стали. Стали обладают высоким наследуемым от железа модулем упругости и тем самым высокой жесткостью, уступая в этом лишь бору, вольфраму, молибдену, бериллию, которые из-за высокой стоимости

используются только в специальных случаях. Высокая жесткость и доступность обуславливают широкое применение сталей для изготовления строительных металлоконструкций, корпусных деталей, ходовых винтов станков, валов и многих других деталей машин.

Высокую жесткость стали сочетают с достаточной статической и циклической прочностью, значение которой можно регулировать в широком диапазоне изменением концентрации углерода, легирующих элементов и технологии термической и химико-термической обработки.

Применяемые в технике сплавы на основе меди, алюминия, магния, титана, а также пластмассы уступают стали по жесткости, прочности или надежности. Кроме комплекса этих важных для работоспособности деталей свойств, стали могут обладать и рядом других ценных качеств, делающих их универсальным материалом. При соответствующем легировании и технологии термической обработки сталь становится износостойкой, либо коррозионностойкой, либо жаростойкой и жаропрочной, а также приобретает особые магнитные, тепловые или упругие свойства. Стали свойственны также хорошие технологические свойства. К тому же она сравнительно недорога.

Вследствие этих достоинств сталь – основной металлический материал промышленности. В настоящее время ежегодно выплавляются стали и сплавы на основе железа около 2000 марок. Большое разнообразие химического состава стали позволяет получать различные свойства и удовлетворять запросы многих отраслей техники.

Закономерности всех изменений системы в зависимости от внутренних и внешних условий подчиняются правилу фаз.

Правило фаз устанавливает возможное число фаз и условия, при которых они могут существовать в данной системе, т. е. в сплаве из данного числа компонентов. Правило фаз выражает зависимость между количеством фаз, числом компонентов и числом степеней свободы системы:

$$C = K + B - \Phi,$$

где C – число степеней свободы; K – число компонентов; Φ – число фаз; B – внешние переменные факторы (температура, давление).

Если принять давление постоянным, что допустимо при рассмотрении металлических систем $\{B = 1\}$, т. е. если из внешних переменных факторов учитывать только температуру, то

$$C = K + 1 - \Phi$$

Диаграммы состояния сплавов двухкомпонентных систем

При исследовании строения сплавов, при выборе режимов термической обработки, температуры разливки жидких сплавов, режимов обработки давлением и т. п. используют диаграммы состояния. Диаграммы состояния представляют собой график, по оси ординат которого откладывают температуру, а по оси абсцисс – состав сплава.

Большинство сплавов, применяемых в технике, состоит более чем из двух элементов. Если количество третьего элемента незначительно, то систему можно практически рассматривать как двойную. Если концентрация третьего элемента значительна или когда влияние третьего элемента на структуру и свойства очень велико, строят диаграммы состояния тройных сплавов.

Диаграмма состояния представляет собой графическую зависимость состояния сплавов данной системы от их концентрации (химического состава) и температуры. По ней можно установить, какие превращения происходят в сплавах при нагреве и охлаждении, определить, при каких температурах произойдет затвердевание. Они дают возможность предвидеть изменение свойств сплавов и выбирать оптимальные режимы термической обработки.

Эти вопросы особенно интересуют литейщиков, так как, зная ответы на них, можно не только назначать температуру для расплавления металла, но и предвидеть, насколько сплав окажется однородным, каковы будут его жидкотекучесть, пористость и другие свойства. Для установления технологии горячей обработки

сплавов необходимо знать, какие превращения происходят в твердом состоянии, чтобы назначить режимы обработки и не допустить оплавления деталей.

Если изменение в строении сплава, находящегося в твердом состоянии, невозможно при изменении температуры, то термическая обработка в большинстве случаев теряет смысл.

Наконец, требуется оценка структуры не только качественная, но и количественная. Для оценки свойств сплава важно знать не только, из каких фаз он состоит, но и какую долю всей массы сплава занимает каждая фаза.

Для определения области применения, использования сплава в виде готовых изделий необходимо знать, какую форму и размеры имеют кристаллы отдельных фаз, т. е. установить микроструктуру сплава.

Диаграммы состояния строят экспериментальным путем на основе результатов термического анализа, изучения структур сплавов в твердом состоянии, по результатам физических методов исследований.

Список использованной литературы

1. Адаскин А. М. Материаловедение и технология материалов. Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 288 с.
2. Плошкин В. В. Материаловедение. Учебник для среднего профессионального образования. – М.: Юрайт, 2016. – 408 с.