

К.В. ГОРЕВ, акад. АН БССР,
В.И. ГУРИНОВИЧ, В.Ф. ЛИСИЦЫН (ФТИ)

ЧАСТИЧНЫЕ ПОЛИТЕРМИЧЕСКИЕ РАЗРЕЗЫ ДИАГРАММЫ СОСТОЯНИЯ Fe—C—Al—Mn

В связи с дефицитом никеля и хрома как у нас в стране, так и за рубежом в последние годы большой интерес исследователи проявляют к изучению системы Fe—C—Al—Mn. Известны работы с построением трех политермических разрезов с 10% Al, 1...1,5 C и содержанием Mn 0...45%, а также разреза с 0,9% C, 28% Mn и содержанием Al 0...11%. Установлена природа фазовых превращений, и ограничены фазовые области, показано, что во всем исследованном интервале концентраций однофазная аустенитная область существует только при повышенной температуре. При низких температурах аустенит нестабилен и в зависимости от химического состава превращается в хрупкую структуру типа β -Mn либо распадается на феррит и ϵ -карбид.

Поэтому перед авторами настоящей работы стояла задача изучить фазовые и структурные изменения в сплавах железа с углеродом, алюминием и марганцем и построить частичные фазовые диаграммы состояния этой системы.

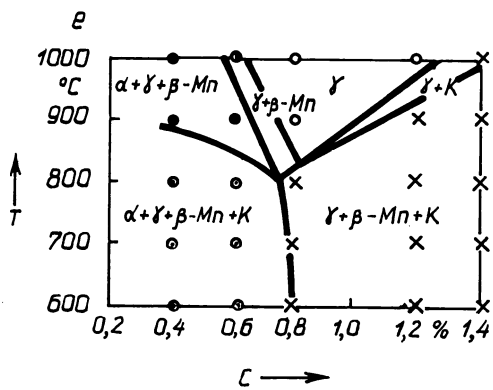
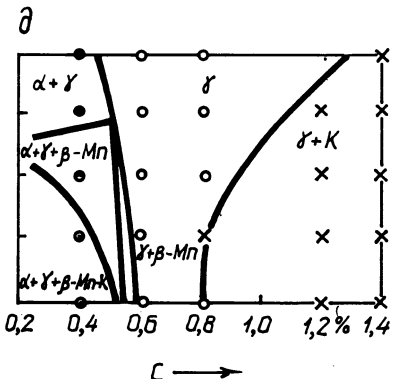
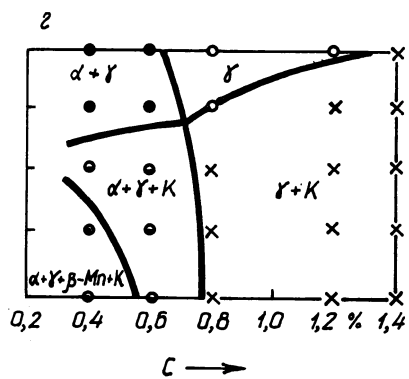
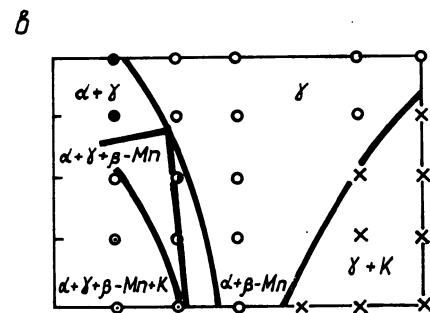
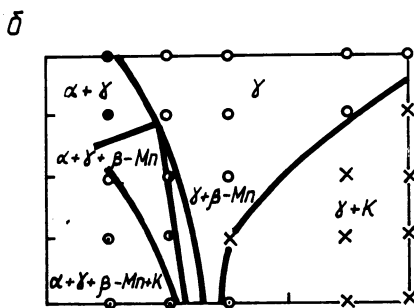
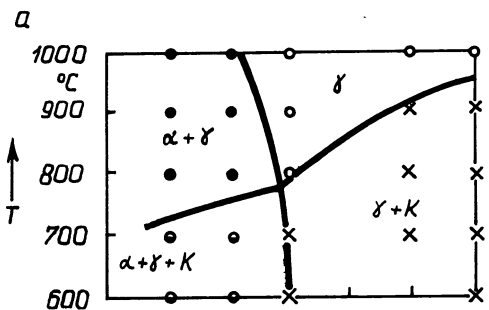
Сплавы из армо-железа, древесного угля и алюминия АП99 были приготовлены с 8 и 10% Al и 0,4...1,2% C и 25, 30 и 35% Mn в высокочастотной индукционной печи с корундизовым тиглем.

Исследование фазового состава и микроструктуры сплавов проводилось на горячекованных образцах, предварительно отожженных при температуре 1100°C в течение 30 ч в вакуумированных кварцевых ампулах. Повторный нагрев проводили до температур 1000, 900, 800, 700 и 600°C, выдержка при этом составляла 100 и более с последующей закалкой в воде.

Результаты микроструктурного рентгеновского и дюрOMETрического анализов закаленных образцов с различных температур представлены на рис. 1 в виде шести политермических разрезов с 8 и 10% Al и 25, 30 и 35% Mn.

Сплавы с 8% Al и 25% Mn и содержанием углерода меньше 0,8% при температурах 800°C и выше имеют двухфазную структуру, состоящую из аустенита и феррита. При понижении температуры в структуре сплавов появляются выделения железоалюминиевого карбида Fe_3AlC (фаза K) в виде мелких включений, расположенных на границе феррита с аустенитом и образующихся в результате эвтектоидного распада аустенита на феррит и карбид. Содержание K-фазы увеличивается с понижением температуры нагрева и уменьшением углерода в сплаве. При содержании углерода более 0,8% структура сплавов при температуре 1000°C однофазная (аустенитная). При понижении температуры из аустенита выделяются избыточные кристаллы железоалюминиевого карбида, сначала по границам зерен, а затем внутри зерна. Содержание K-фазы в сплаве растет с понижением температуры заковки и уменьшением содержания углерода.

С повышением концентрации Mn до 30% (при содержании Al (8%) и менее 0,7% C) в структуре сплавов, кроме указанных ранее фаз, появляется новая составляющая β -Mn. В сочетании с другими составляющими она пред-



ставляет твердый раствор железа и алюминия в решетке типа β -Mn. Механизм образования β -Mn фазы еще не до конца ясен. По всей вероятности, она образуется путем перестройки решетки аналогично механизму ее образования в тройной системе Fe-Mn-C. Фаза β -Mn очень твердая и хрупкая (микротвердость 1100 МПа) с характерной угловатой морфологией. Частицы K-фазы, более округлые и мелкие, имеют микротвердость 6000...6500 МПа. Микротвердость аустенита составляет 3000 МПа, феррита - 3500...3700 МПа. В результате на политермическом разрезе с 30 % Mn (рис. 1, б) сохраняются двухфазные области $\alpha + \gamma$, $\gamma + K$ и появляются новые - двухфазная $\gamma + \beta - Mn$, трехфазная $\alpha + \gamma + \beta - Mn$ и четырехфазная $\alpha + \gamma + \beta - Mn + K$.

Сплав с 0,8 % C имеет аустенитную структуру при всех изученных температурах. Аустенит сплавов с 1 % C и более распадается с выделением избыточного железоалюминиевого карбида.

Политермический разрез с 35 % Mn аналогичен разрезу с 30 % Mn. Увеличение содержания Mn приводит к расширению однофазной аустенитной области и смещению линий, разграничивающих области фазовых равновесий, вниз и в сторону больших содержаний углерода.

Сплавы, содержащие 25 % Mn и отличающиеся содержанием алюминия, имеют подобные политермические разрезы. Увеличение содержания алюминия приводит к появлению четырехфазной $\alpha + \gamma + \beta + Mn + K$ области и смещению вверх линий фазового равновесия.

При добавлении Al в сплавы с 30 % Mn характер структурных превращений не меняется. Разрезы с 8 и 10 % Al и 30 % Mn подобны. На них имеются те же области фазовых равновесий с характерным смещением линий вверх и вправо, в сторону больших концентраций углерода при увеличении содержания Al.

Добавка Al в сплавы с 35 % Mn приводит к сильному смещению линий, разграничивающих фазовые области, вверх так, что аустенитная область существует при высоких температурах, область $\gamma + K$ сужается, появляется область трехфазного равновесия $\gamma + \beta - Mn + K$.

Анализ приведенных результатов показывает, что при определенных концентрациях Al, Mn и C сплавы имеют однофазную стабильную аустенитную структуру, не претерпевающую превращений, вплоть до комнатных температур.

На основании полученных данных возможна разработка сплавов с высоким комплексом механических свойств на базе системы Fe-C-Al-Mn.

УДК 669.715.621.785.78

Р.Л. ТОФПЕНЕЦ, д-р техн. наук,
Л.М. МАЛАШЕНКО, канд. техн. наук,
Т.В. БАМУН (ФТИ)

ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЕ СТАРЕНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОГО НАГРЕВА

Термоциклическое старение сплавов является одним из вариантов низкотемпературной термоциклической обработки (НТЦО) термически упрочняемых стареющих сплавов и предполагает использование циклических тепловых