УДК 669.15.112.227.1

ст. преп. Горецкий Ю.В.,
ст. преп. Коваленко О.А.,
к. т. н., доц. Ершов В.М.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)

МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАЧАЛЬНЫХ СТАДИЙ АУСТЕНИТИЗАЦИИ СТАЛИ

Проведено металографічний аналіз початкових стадій утворення аустеніту у високовуглецевій сталі. Показано вплив цементитної фази на зародження зерен аустеніту в пластинчастому й зернистому перліті сталі.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

В проблеме управления структурой и свойствами стальных материалов особое место занимает вопрос формирования начального зерна при аустенитизации [1]. Механизм возникновения аустенитного зародыша в перлитной структуре стали остается дисскусионным. Современная теория зарождения аустенитных зерен на межфазовой поверхности феррита и цементита дает неоправдано высокую вероятность образования зародышей высокотемпературной фазы, а экспериментальные факты, напротив, говорят о сравнительно малом количестве аустенитных зерен, образующихся при нагреве вблизи точки Ас1.

Достоверные данные о местах предпочтительного образования зародышей аустенитной фазы позволят выбрать такую исходную структуру стали, которая обеспечит получение мелкого и супермелкого зерна стали.

Анализ исследований и публикаций.

В монографии С.С.Дьяченко [2] подробно описан механизм аустенитизации углеродистых сталей. Здесь представлены две точки зрения на процесс образования аустенитных зерен при нагреве выше точки Ас1. По первой гипотезе (диффузионной) зародыш аустенита образуется сразу же в равновесном состоянии. При этом зародыш аустенита образуется из фрагмента феррита, предварительно обогатившегося углеродом до равновесного состава (0.8 %С) и с последующей за этим перестройкой кристаллической решетки.

Вторая точка зрения на механизм образования зародыша аустенита базируется на обратном процессе: сначала происходит бездиффузионная перестройка кристаллической решетки феррита в аустенит и,

толко после этого, идет насыщение аустенита углеродом за счет растворения цементита.

Обе точки зрения на мезанизм начальных стадий аустенитизации не учитывают активную роль цементитной фазы, которая при обезуглероживании превращается в аустенит. Металлографические и высокотемпературные рентгеновские исследования одного из авторов настоящей статьи [3,4,5] показали, что цементит может преврщаться в аустенит при температурах существенно более низких, чем точка Ас1. Если цементит будет отдавать атомы углерода в феррит, то образующийся слой аустенита на его поверхности может стать своеобразной подложкой, на которой легко образуется зерно аустенита.

Постановка задачи.

Основной задачей настоящей работы является металлографический анализ структуры начальных стадий аустенитизации пластинчатого и зернистого перлита.

Изложение материала и его результаты.

Для исследования использовали образцы промышленной стали У10А, которые предварительно подвергали отжигу на пластинчатый и зернистый перлит. После подготовительной операции, образцы медленно нагревали в электропечи до температуры 730^{0}С и по достижении данной температуры, через каждые последующие 30 секунд, производили закалку в подсоленой воде. Таким образом, всего было обработано 5 партий образцов с разной продолжительностью выдержки при температуре 730^{0}С.

Термообработанные образцы шлифовали и методом электрополировки готовили шлифы. Химическое травление шлифов производили 5% раствором азотной кислоты (исходный пластинчатый перлит) и щелочным раствором (исходный зернистый перлит).

Металлографический анализ микрошлифов призводили на металлографическом микроскопе МИМ-8м при увеличении 1440 раз.

На рис.1 приведены микроснимки структуры закаленных образцов с иходной структурой пластинчатого перлита. Здесь видно, что самая короткая выдержка при закалочной температуре – 30 с. (рис. 1а) уже выявила начальные стадии образования аустенитных зерен. Эти зерна (после закалки – мартенсит) находятся на стыке перлитных колоний или у границ зерна, где располагается сетка вторичного цементита.

С увеличением продолжительности выдержки (рис.1б,в,г) аустенитные зерна разростаются и фронтально движутся поперек перлитных колоний, оставляя за собой нерастворившиеся участки ферритной фазы (рис.1в). На рисунке 1б представлен редкий случай, когда были обнаружены участки аустенита, продольно ориентированные по направлению

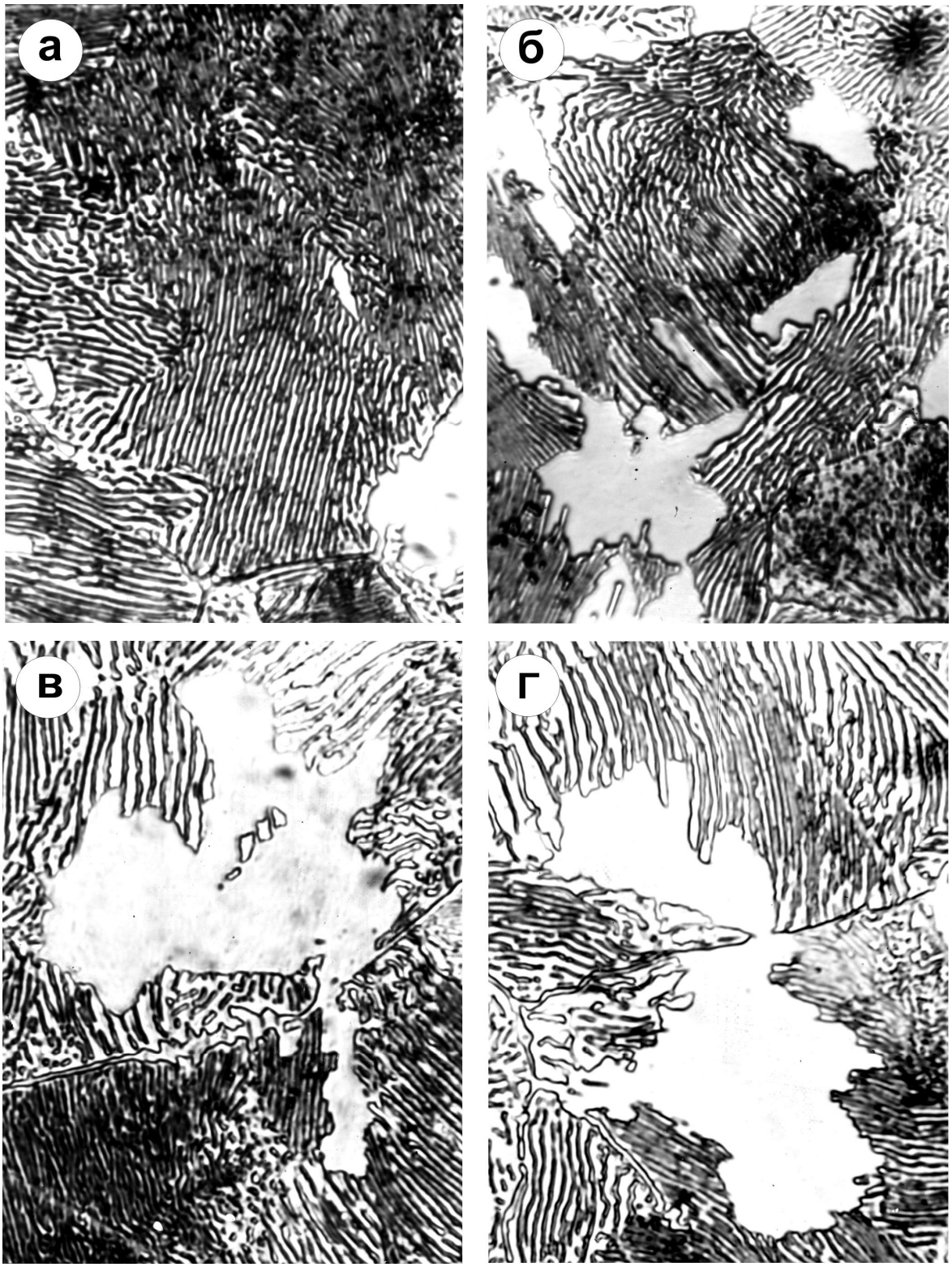

Рисунок 1. – Микроструктура закаленных образцов стали У10А с выдержкой при аустенитизации: 30 сек. (а); 60 сек. (б); 1,5 мин (в); 2 мин. (г). Исходное состояние перед закалкой – пластинчатый перлит. Светлые участки при нагреве – аустенит. 1440^{x}

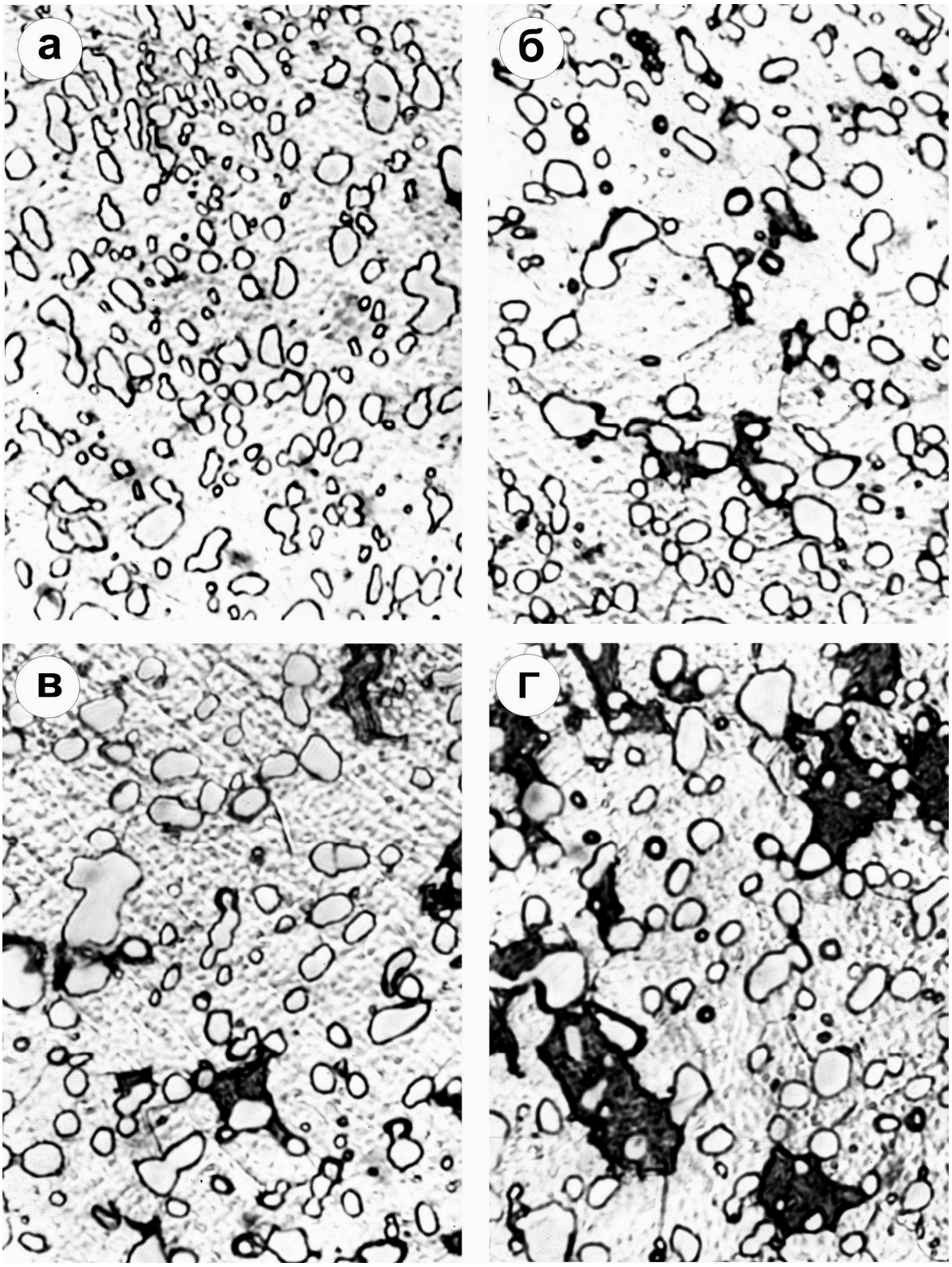

Рисунок 2. – Микроструктура закаленных образцов стали У10А с выдержкой при аустенитизации: 30 сек. (а); 60 сек. (б); 1,5 мин (в); 2 мин. (г). Исходное состояние перед закалкой – зернистый перлит. Темные участки структуры при нагреве – аустенит. 1440^{x}

пластин перлита. Здесь часто наблюдаются сростки кристаллов аустенита, прошедшие от границы вглубь зерна (рис.1в,г)

Анализ большого количества полей микрошлифов показал, что в перлитной структуре зарождение аустенитной фазы преимущественно идет у границ зерен, особенно, если на границе находится цементитная фаза.

Исследование закаленных образцов с исходной структурой зернистого перлита показал (рис.2), что зарождение аустенитной фазы здесь происходит непосредственно у карбидных частиц, чаще всего - между зернами цементита (рис.2а,б,в). Видно, что мелкие частицы карбида окружены аустенитной оболочкой , повторяющей их форму или сосредоточенной на отдельной части карбида (рис.2б,в). Причем, особой роли межзереных границ феррита в процессе аустенитизации, не обнаружено, то есть каждая частица цементита рождает свой аустенитный зародиш.

Таким образом, металлографический анализ подтверждает активную, а, возможно, определяющую роль цементитной фазы в начальных стадиях зарождения аустенита в перлитной структуре стали. В таком случае критическая точка Ас1 будет обозначать начало аустенитизации цементита стали и только после этого стартует процесс перестройки ферритной составляющуй структуры.

Выводы и направления дальнейших исследований.

Полученные экспериментальные данные показали, что процесс аустенитизации перлита начинается с растворения поверхностных слоев цементитной фазы, которые превращаются в аустенит и служат подложкой для фронтального движения аустенитного зародыша в ферритную фазу.

Задачей дальнейших исследований начальных стадий аустенитизации перлита должен стать электронномикроскопический анализ приграничных зон феррита и цементита на старте превращения.

Проведен металлографический анализ начальных стадий образования аустенита в высокоуглеродистой стали. Показано влияние цементитной фазы на зарождение зерен аустенита в пластинчатом и зернистом перлите стали.

Metallographic analysis of early stages of austenite formation in high-carbon steel was done. The influence of cementite phase to formation of austenite grains in lfmellar and granular steel pearlite was shown.

Библиографический список.

1.Новиков И.И. Теория термической обработки металлов. – М.: Металлургия. 1986. С. 480.

2.Дьяченко С.С. Образование аустенита в железо-углеродистых сплавах. – М.: Металлургия. 1982. С. 128.

3.Ершов В.М. Высокотемпературное рентгеновское исследование процесса аустенизации железо-углеродистых сплавов.//Физика металлов и металловедение. 1982, т. 54, вып. 6. С. 1147.

4.Ершов В.М. Высокотемпературное рентгеновское исследование превращения цементита в аустенит.//Физика металлов и металловедение. 1983, т. 55, вып. 3. С. 605.

5.Бунин К.П., Ершов В.М. О превращении цементита в аустенит.//Металловедение и термическая обработка металлов. – 1976. – № 5. С. 50.

Рекомендовано к печати
к. т. н., проф. Луценко В.А.