

УДК 669.017: 621.77

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДЕФОРМАЦИИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА КАТАНКИ ИЗ СТАЛИ 20

**Н.Н. Бережной**

Доктор технических наук, профессор\*  
Контактный тел.: (0564) 92-81-84

**В.А. Чубенко**

Кандидат технических наук, доцент\*  
Контактный тел.: 097-035-91-50

**С.О. Мацышин**

Аспирант, ассистент\*  
Контактный тел.: 067-190-52-31  
E-mail: brend.1988@mail.ru

**А.О. Шепель**

Магистр\*  
E-mail: anna.shepel@online.ua  
\*Кафедра обработки металлов давлением и  
металлургического оборудования  
Криворожский национальный университет  
ул. 22-ого Партсъезда, 11, г. Кривой Рог, Украина, 50027

*В статті сформульована задача дослідження впливу деформації на кінцеву структуру та властивості катанки з низьковуглецевої сталі. Побудовані температурно-деформаційний режим обробки зразків сталі 20, а також залежності величини зерна від ступеня та температури деформації*

*Ключові слова: деформація, структура, ступень та температура деформації*

*В статье сформулирована задача исследования влияния деформации на конечную структуру и свойства катанки из низкоуглеродистой стали. Построены температурно-деформационный режим обработки образцов стали 20, а также зависимости величины зерна от степени и температуры деформации*

*Ключевые слова: деформация, структура, степень и температура деформации*

*The problem of researching of pressure influence at structure and properties of rolled wire low-carbon steel has been formulated in this article. Temperature-deformation condition of steel 20 and dependences at the size of grain due to degree and temperature of deformation were built*

*Keywords: deformation, structure, degree and temperature of deformation*

## Введение

Стабильная потребность мирового и внутреннего рынка в катанке и возрастающая конкуренция среди ее производителей определяет развитие технологии производства этого вида проката.

Одно из основных требований потребителей заключается в формировании в катанке комплекса свойств, обеспечивающих минимальные затраты при ее дальнейшей переработке.

Эффективность метизного производства, наряду с такими факторами как масса бунта, качество поверхности и точность геометрических размеров катанки, во многом определяется структурным состоянием металла.

## Анализ литературных данных и постановка проблемы

Эффективным процессом получения стали с повышенными механическими свойствами является обще-

признанный процесс ТМО. Все большее количество новых прокатных станов создаются на основе технологических схем, в которых заложены принципы термомеханической обработки [1].

В процессе горячей прокатки происходит высокотемпературная термомеханическая обработка металла. Однако под ТМО, как правило, понимается не только физическая сущность процесса, но и целенаправленное комплексное воздействие на структуру металлического сплава совокупностью операций деформации, нагрева и охлаждения, в результате которых и происходит формирование окончательной структуры металлического сплава, а, следовательно, и его свойств [1].

Ввод в эксплуатацию на металлургических предприятиях современных высокоскоростных прокатных станов поставил вопрос о необходимости разработки новых и совершенствовании существующих технологических режимов производства катанки. Осуществлять выбор рациональных режимов высокоскоростной прокатки и охлаждения в промышленных

условиях весьма проблематично и экономически не всегда оправдано. В связи с чем при выборе технологических режимов прокатки и охлаждения в зависимости от марки стали и диаметра проката целесообразно использовать современные средства математического и компьютерного моделирования.

Математическое моделирование качественных показателей катанки, в основу которого заложены современные знания по вопросам формирования структуры и механических свойств низкоуглеродистой стали в процессе производства, позволит оперативно управлять технологическими параметрами прокатки и охлаждения и получать катанку с гарантированным уровнем качества. Повышение качества проката как основополагающего фактора развития металлургической промышленности является весьма актуальным направлением, так как во многом позволит обеспечить снижение материальных затрат на производство готовой продукции и повысить ее конкурентоспособность на мировом рынке.

### 3. Цель и задачи исследования

На основании вышеизложенного, целью исследования является повышение качества катанки из низкоуглеродистой марки Сталь 20 на основе совершенствования технологических режимов высокоскоростной прокатки и охлаждения.

Достижение поставленной цели требует решения следующей задачи:

- провести экспериментальные исследования влияния деформации на кинетику аустенит-перлитного превращения и морфологию образующейся структуры;

### 4. Экспериментальные данные и их обработка

Целью описанного ниже исследования являлось сравнение кинетики аустенит-перлитного превращения во время деформации с различными температурами и степенями обжатия, а также формирование конечной структуры во время охлаждения.

Деформация подготовленных образцов проводилась на пластометре торсионного типа, который позволял в широких пределах изменять температурно-деформационные параметры обработки.

Материалом для исследований служила сталь доэвтектоидного состава.

Оборудование, которое использовалось для проведения исследований, представлено на рис. 1 [3]. Все основные узлы пластометра смонтированы на опорном столе 1. Управление установкой происходило в ручном режиме: такие параметры, как скорость и направление вращения главного привода 4 задавались на управляющей панели тиристорного преобразователя 2; температурные режимы эксперимента - с помощью блока управления электрическими печами 11. Печь предварительного нагрева 12 позволяет нагревать образцы длиной до 800 мм, максимальная температура нагрева составляет 1300 °С. В состав комплекса входила также печь-ванна 7 с расплавом солей (состав: 48%

$Ba_2Cl$ , 30% NaCl, 22% KCl) позволяющая проводить изотермическую выдержку образцов при температурах 600 - 850 °С.

Контроль за температурным режимом нагрева и охлаждения образцов осуществлялся с помощью потенциометра КСП-3. В качестве датчиков температуры использовались хромель-алюмелевые термопары.

Режимы температурно-деформационной обработки образцов, проведенные в эксперименте, представлены на рис. 2 и в табл. 2.

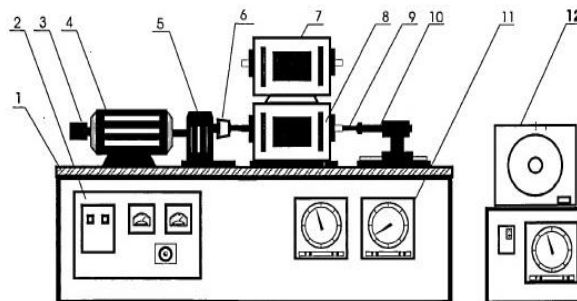


Рис. 1. Схема оборудования для пластометрических исследований: 1 - опорный стол; 2 - тиристорный преобразователь; 3 - тахогенератор; 4 - главный привод; 5 - редуктор главного привода; 6 - трехкулачковый патрон; 7 - печь изотермической выдержки; 8 - рабочая печь пластометра; 9 - образец; 10 - задний зажим; 11 - блок управления нагревательными печами; 12 - печь предварительного нагрева

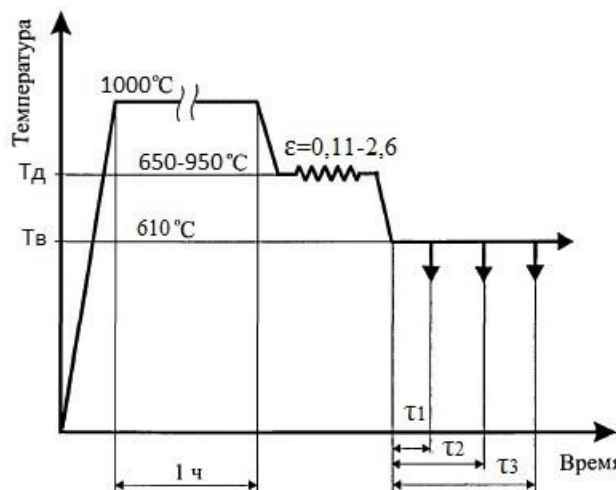


Рис.2. Температурно-деформационный режим обработки образцов из стали 20

Образцы из стали 20 (табл. 1) представляли собой круглые прутки диаметром 8 мм и длиной 650 мм. Сначала они предварительно нагревались до температуры 1000 °С и выдерживались при этой температуре 1 час, затем охлаждались на воздухе до температуры деформации  $T_d$  (табл. 2), закреплялись в рабочей печи пластометра и деформировались с заданной степенью деформации в изотермических условиях.

Химический состав стали 20\*

Массовая доля элементов, %							
C	Mn	Si	Smax	Pmax	Crmax	Nimax	Cumax
0,17-0,24	0,35-0,60	0,17-0,30	0,035	0,035	0,25	0,25	0,25

Примечание: \* - данные ПАО «Арселор Миттал Кривой Рог»

Затем образцы помещались в печь-ванну с температурой Тв, где происходил распад переохлажденного аустенита в изотермических условиях. Для определения структурного состояния образцов во время изотермической выдержки, они через определенное время помещались в воду для охлаждения. Шаг изменения времени выдержки (τ) подбирался индивидуально для каждого температурного режима обработки.

Таблица 2

Экспериментальные температурно-деформационные режимы

№	Температура нагрева, °C	Степень деформации, ε	Скорость деформации, с <sup>-1</sup>	Температура деформирования, Тд	Температура изотермической выдержки, °C
1	1000	0,11	0,22	900	610
2				850	
3				800	
4				750	
5				700	
6		0,45		900	
7				850	
8				800	
9				750	
10				700	
11		0,9		900	
12				850	
13				800	
14				750	
15				700	
16		1,5		900	
17				850	
18				800	
19				750	
20				700	
21		2,6		900	
22				850	
23				800	
24				750	
25				700	

Контрольные образцы соответствующие статическим условиям обработки охлаждались по аналогичному температурному режиму без деформации.

Далее для каждого температурно-деформационного режима обработки образцов была проведена оценка средних размеров исходного зерна аустенита и колоний перлита. Размер исходного зерна аустенита определял-

ся по [2]. Результаты проведенных измерений представлены на рис. 3 (линии соединения изображены прямыми, но есть вероятность, что вместо прямых будут скачкообразные линии – но все это упрощалось, так как исследуемый материал низкоуглеродистая сталь – имеет примеси и неоднородности в структуре металла).

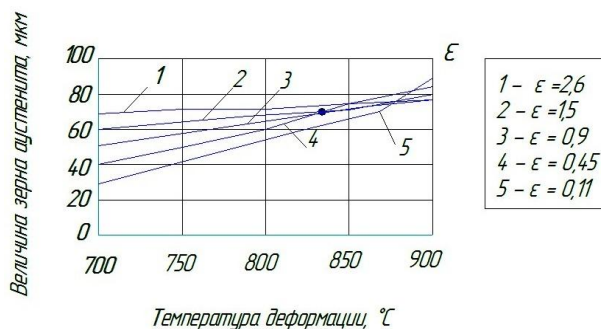


Рис. 3. Изменение величины аустенитного зерна в зависимости от температуры и степени деформации

**Выводы**

В данной статье было описано экспериментальное исследование влияния температуры деформации на конечную структуру стали. В качестве материала была выбрана низкоуглеродистая сталь 20. Исследования проводились на торсионном пластометре, который позволил отобразить процесс деформации (изменяя степень обжатия и температуру деформации) и отобразить процесс охлаждения. Также по деформированным образцам проводилось измерение величины зерна аустенита. Анализируя рис.3, можно сделать заключение, что чем меньше степень и температура деформации, тем меньше размер зерна, а следовательно, металл становится более пластичным и одновременно прочным.

**Литература**

1. Milieu, Y.J. Новые разработки в области проволочных станов// Y.J. Milieu, D. Bude D. Журнал «Новости черной металлургии за рубежом». 2001. №4 (28). С. 67-70.
2. ГОСТ 5639-82. Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна. [Текст]. – Введ. 01.08.2003, переиздание с изм. 1. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 30 с.
3. Конструкция пластометра торсионного типа / Ф.В. Капцан, В.Н. Урцев, С.А. Морозов, В.Н. Дегтярев, И.Л. Белевский, А.А. Николаев // В кн. Совершенствование технологии на ОАО ММК / Сб. тр. Центральной лаборатории контроля. - 1999. - Вып. 3. - С. 321 - 324.