

**Г. В. Левченко, С. А. Воробей, А. Ю. Борисенко, В. В. Мосьпан*, Ю. Г. Антонов*,
В. В. Моцный*, Г. А. Мединский***

Институт черной металлургии им. З. И. Некрасова НАН Украины, Днепр

*ПАО «Днепропетровский металлургический комбинат», Каменское

Качество низкоуглеродистой катанки, произведенной из сортовых и блюмовых непрерывнолитых заготовок

Приведены результаты сравнительных исследований формирования механических свойств и микроструктуры катанки диаметром 5,5 мм из стали SAE 1006, произведенной из непрерывнолитых заготовок НЛЗ сечением 150×150 мм и сечением 335×400 мм с их перекаткой на заготовочном стане до сечения 150×150 мм. Показано, что временное сопротивление разрыву и относительное сужение катанки практически не зависят от размеров непрерывнолитых заготовок, а относительное удлинение выше у катанки, произведенной из НЛЗ большего сечения.

Ключевые слова: катанка, непрерывнолитая заготовка, кристаллизация, деформация, микроструктура, механические свойства.

На ПАО «Днепропетровский металлургический комбинат» возможны две схемы производства катанки: 1) разливка на МНЛЗ № 1 непрерывнолитых заготовок сечением 150×150 мм, прокатка на сортопрокатно-проволочном стане 400/200;

2) разливка на МНЛЗ № 2 непрерывнолитых заготовок сечением 335×400 мм, прокатка на трубозаготовочном стане (ТЗС) в заготовки сечением 150×150 мм, прокатка на сортопрокатно-проволочном стане 400/200.

Использование непрерывнолитых заготовок (НЛЗ) большого размера (блюмовых), с одной стороны, должно способствовать повышению качества проката вследствие увеличения суммарной степени деформации, но, с другой стороны, увеличивает расход энергии на деформацию, а при использовании двух прокатных станов (ТЗС и 400/200) практически в два раза увеличивает и энергозатраты на нагрев заготовок. Кроме того, структура непрерывнолитых заготовок с увеличением сечения, как правило, становится более грубой и требует повышения суммарной степени деформации для производства качественного проката [1, 2]. Поэтому схему № 2 целесообразно применять в тех случаях, когда схема № 1 не обеспечивает требуемое качество готового проката. Так, например, схема, подобная второй, применяется на ОАО «Белорусский металлургический завод» при производстве катанки ответственного назначения (для металлокорда и металла для холодной высадки) [3]. Важными показателями качества заготовок и произведенной из них катанки являются микроструктура и механические свойства. Очевидно, что выбор сечения НЛЗ и способ производства катанки зависят от ее назначения и существующих условий производства металлургических предприятий.

Цель настоящей работы – сопоставление показателей качества

(микроструктуры и механических свойств) НЛЗ сечением 150×150 мм из низкоуглеродистой стали с катанками заготовками такого же сечения, полученными из НЛЗ сечением 335×400 мм и готовой катанки, произведенной из сортовых и блюмовых непрерывнолитых заготовок.

Материал и методика исследования. Исследовали микроструктуру и механические свойства катанки диаметром 5,5 мм из стали марки SAE 1006 ПАО «ДМК», поставляемой по СОУМПП 77.140–236:2008, и заготовок, из которых она произведена. Катанку изготавливали по указанным выше схемам – из непрерывнолитых заготовок сечением 150×150 мм (10 плавков) и 335×400 мм (26 плавков). Химический состав стали всех плавков соответствовал требованиям стандарта (%мас.): ≤0,08 С, 0,25–0,45 Мн, ≤0,05 S, ≤0,04 Р, ≤0,15 Cr, ≤0,15 Ni, ≤0,30 Cu. Содержание кремния – по согласованию с потребителем. Фактический диапазон колебания химических элементов в стали приведен в табл. 1.

Структуру заготовок и катанки исследовали на двух плавках следующего химического состава:

– НЛЗ 335×400 мм (%мас.): 0,07 – С, 0,29 – Мн, 0,07 – Si, 0,011 – S, 0,015 – Р, 0,028 – Cr, 0,035 – Ni, 0,037 – Cu;

– НЛЗ 150×150 мм (%мас.): 0,07 – С, 0,37 – Мн, 0,08 – Si, 0,010 – S, 0,011 – Р, 0,026 – Cr, 0,022 – Ni, 0,030 – Cu.

Таблица 1

Химический состав исследованных плавков стали марки SAE 1006

Химический элемент	Содержание химических элементов, %мас.					
	НЛЗ 150×150 мм			НЛЗ 335×400 мм		
	миним.	максим.	среднее	миним.	максим.	среднее
C	0,05	0,07	0,064	0,06	0,08	0,067
Mn	0,29	0,40	0,348	0,25	0,38	0,300
Si	0,02	0,05	0,037	0,01	0,05	0,026
S	0,005	0,011	0,0076	0,003	0,009	0,0047
P	0,007	0,018	0,012	0,007	0,018	0,011

Микроструктуру заготовок исследовали на образцах, отобранных от их центральных зон и 1/4 толщины, микроструктуру катанки – по всему поперечному сечению в 12 точках через равные расстояния (точки № 1 и 12 соответствуют поверхностным участкам катанки, точки № 6 и 7 – центру). Микроструктуру, выявляемую травлением шлифов в нитале, изучали на разрывных образцах после механических испытаний растяжением. Количественный анализ параметров микроструктуры выполняли с помощью системы автоматического анализа изображений «Axio Vision» компании Карл Цейс. Средний размер зерен определяли методом случайных секущих 623-853 зерен на 12 полях зрения при увеличении 500 крат. Количество перлита находили методом площадей на тех же полях зрения.

Механические свойства катанки (временное сопротивление разрыву, предел текучести, относительное сужение и относительное удлинение) определяли на трех образцах каждой плавки.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты исследований механических свойств и параметров микроструктуры заготовок и полученной из них катанки приведены в табл. 2.

Механические свойства образцов НЛЗ размером 150×150 мм выше, чем НЛЗ размером 335×400 мм, кроме значений относительного удлинения и относительного сужения в центральных зонах, что связано, вероятней всего, с негативным влиянием осевой пористости. Свойства катаной заготовки выше, чем НЛЗ аналогичного сечения, и приближаются к механическим свойствам катанки. Это объясняется тем, что при прокатке заготовок сечением 150×150 мм из НЛЗ сечением 335×400 мм коэффициент суммарной вытяжки составляет около шести, что достаточно для стабилизации, как прочностных, так и пластических свойств низкоуглеродистой стали [2].

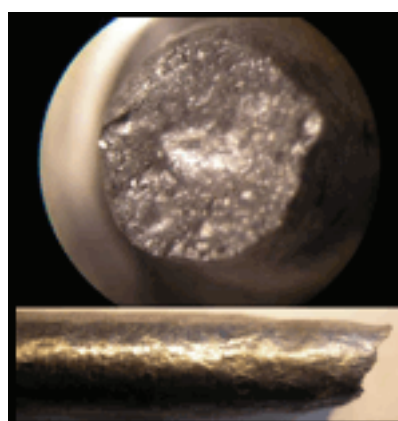
Механические свойства катанки, произведенной из НЛЗ сечением 150×150 мм и 335×400 мм, близки.

Анализ изломов и поверхностей образцов после испытаний на растяжение показал (рис. 1, а, б), что образцы НЛЗ 335×400 мм и 150×150 мм имеют одинаковый камневидный излом и испытывают неравномерную деформацию при растяжении, проявляющуюся в образовании грубых поверхностных следов пластического течения металла. Горячая пластическая деформация стали при перекате НЛЗ размером 335×400 мм на 150×150 мм в сочетании с фазовой

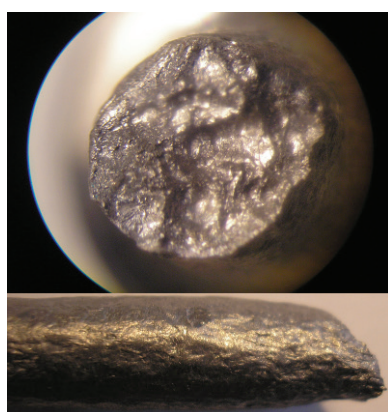
Таблица 2

Механические свойства заготовки разных способов производства и катанки диаметром 5,5 мм из стали SAE 1006

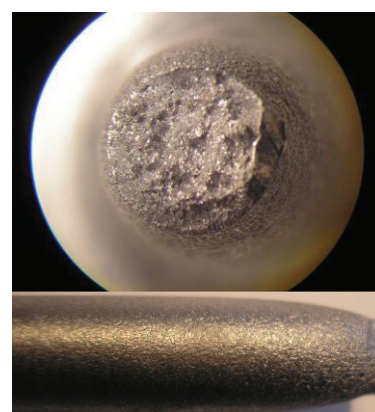
Профиль, мм	Место отбора образцов	Механические свойства				Средние значения параметров микроструктуры	
		σ_T , Н/мм ²	σ_B , Н/мм ²	δ_5 , %	ψ , %	размер зерна, мкм	количество перлита, %
НЛЗ 335×400	1/4 толщины	175	309	21,5	32	—	4,0
	центр	175	297	21,5	35	—	4,4
Катаная заготовка 150×150	1/4 толщины	221	363	32,0	66	48,0	4,7
	центр	217	360	37,0	65	45,0	4,8
Катанка		280	408	23,5	72	9,8	5,0
НЛЗ 150×150	1/4 толщины	176	340	34,0	53	—	5,2
	центр	178	327	18,5	27	—	4,8
Катанка		274	398	26,5	75	9,1	3,5



а



б



в

Рис. 1. Макростроение образцов диаметром 10,0 мм, отобранных на 1/4 толщины заготовок, после испытаний на растяжение: а – НЛЗ 335×400 мм; б – НЛЗ 150×150 мм; в – катаная заготовка 150×150 мм

перекристаллизацией устраняет неравномерность пластического течения металла при растяжении образцов и измельчает излом (рис. 1, в).

Механические свойства образцов заготовок коррелируют с их микроструктурами, которые для НЛЗ обоих размеров являются видманштеттовыми с широкими и протяженными пластинами феррита, между которыми расположен перлит (рис. 2, а, б, д, е). Ощутимой разницы в микроструктуре на 1/4 толщин и в центральных областях НЛЗ обоих размеров не наблюдается. Видно лишь, что видманштеттова структура в центральных зонах НЛЗ несколько грубее, чем на 1/4 их толщин. Измерение пластин феррита во всех случаях затруднительно из-за их сложных геометрических форм, неравноосность и разнонаправленность которых обуславливает неравномерность

пластической деформации при испытании образцов на растяжение. Пластины видманштеттового феррита в НЛЗ сечением 335×400 мм крупнее, а количество перлита несколько меньше, чем в НЛЗ с сечением 150×150 мм (табл. 2). Меньший размер ферритных пластин и несколько большее количество перлита способствуют формированию большей прочности и пластичности стали в НЛЗ меньшего сечения. Значения этих характеристик, однако, ниже, чем в катаной заготовке, имеющей характерную для горячекатаной низкоуглеродистой стали полиэдрическую зеренную структуру феррита (рис. 2, в, з). Размер зерна в стали на расстоянии 1/4 от поверхности катаной заготовки составил 48 мкм, в центре – 45 мкм. Степень разнородности, определенная по отношению среднеквадратичного отклонения к среднему значению

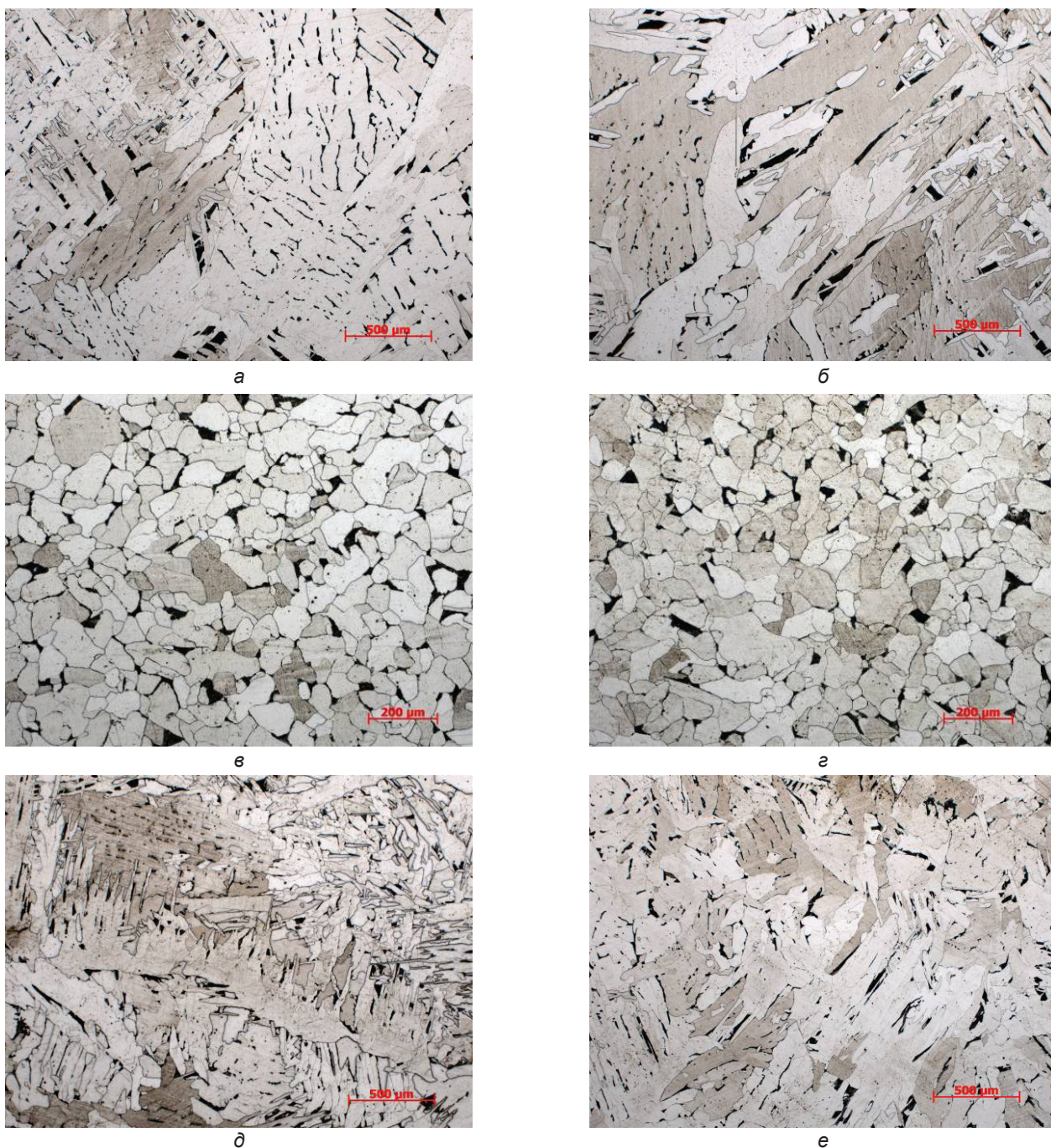


Рис. 2. Микроструктура заготовок из стали SAE 1006 на 1/4 толщины (а, в, д) и в центральных зонах (б, з, е): а, б – НЛЗ 335×400 мм; в, з – катаная заготовка 150×150 мм; д, е – НЛЗ 150×150 мм

размеров зерен, для обоих случаев составила 0,63. Одинаково и количество перлита.

Относительно дисперсная микроструктура НЛЗ 150×150 мм, а также близкое с катаной заготовкой количественное соотношение феррита и перлита позволяют прогнозировать формирование близкой микроструктуры и свойств в катанке из НЛЗ и катаной заготовки. Видманштеттова морфология феррита НЛЗ должна быть устранена при фазовой перекристаллизации стали в процессе нагрева под прокатку и после распада горячедеформированного аустенита.

Средний размер зерна в катанке, полученной из НЛЗ, несколько меньше, чем в катанке, полученной из катаной заготовки (см. табл. 2; рис. 3, а, б).

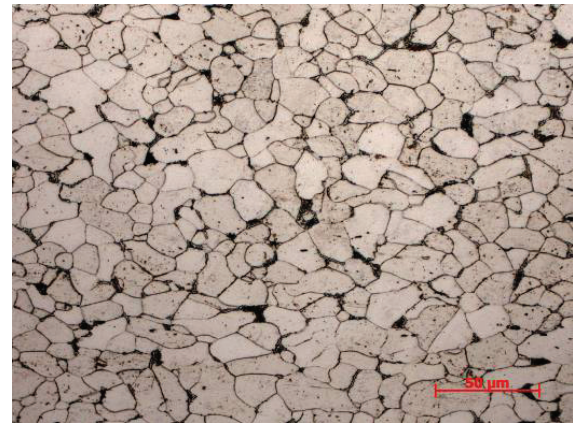
На величину среднего размера зерна в катанке из НЛЗ 150×150 мм в сторону его увеличения повлияла неравномерность распределения размеров зерен по сечению катанки (рис. 3, в). От поверхности до ~1/3 диаметра катанки наблюдается укрупнение размеров зерен от 10 мкм до 13,5 мкм с последующим резким уменьшением их величины до 9 мкм и дальнейшим небольшим изменением диаметра зерен по всему остальному сечению. Формирование неравномерной зеренной структуры, но с менее выраженным максимумом размеров зерен, наблюдается и для катанки из катаной заготовки (рис. 3, в). Несмотря на это, степень разнотерности стали для катанки из катаной и непрерывнолитой заготовки близка и составила 0,61 и 0,67 соответственно. Если бы не укрупнение зерен на ~1/3 диаметра, то средний размер зерна в катанке из НЛЗ имел бы меньшее значение. Количество перлита в катанке из НЛЗ немного меньше, чем в катанке из катаной заготовки (см. табл. 2).

Одинаковая тенденция формирования неравномерной зеренной структуры по сечению катанки заготовок разных способов производства свидетельствует о существовании какого-то общего фактора, влияющего на равномерность ее микроструктуры. Таким фактором может быть равномерность горячей пластической деформации по сечению раската и катанки. Большая равномерность микроструктуры в катанке из катаной заготовки обусловлена, очевидно, предварительным положительным влиянием деформации и фазовой перекристаллизации стали. Меньший размер зерна в катанке из НЛЗ 150×150 мм, вероятней всего, связан с положительным наследственным влиянием на формирование зеренной структуры процессов кристаллизации стали в НЛЗ меньших сечений. Последовательные этапы дендритной кристаллизации и $\delta \rightarrow \gamma$ превращения в низкоуглеродистой стали SAI 1006 приводят к формированию в НЛЗ меньшего сечения дисперсной структуры аустенита, превращающейся в дисперсный феррит, который повышает механические свойства литой стали. Но образующаяся при этом видманштеттова морфология самого феррита не обеспечивает механические свойства, аналогичные горячедеформированной стали при прочих равных условиях.

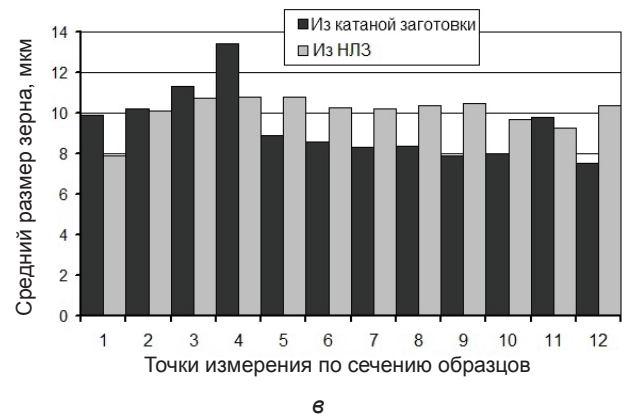
Устранение видманштеттовой структуры стали достигается и без ее горячей пластической деформации – в процессе отжига с фазовой перекристаллизацией, например, после нормализации [4]. Поэто-



а



б



в

Рис. 3. Микроструктура в центре (точка 7) сечения катанки диаметром 5,5 мм из стали SAE 1006 (а, б) и распределение размеров зерен (в) по сечению катанки: а – микроструктура катаной заготовки 150×150 мм; б – микроструктура НЛЗ 150×150 мм

му роль горячей пластической деформации, с точки зрения структурообразования в стали, заключается в фрагментации первородного аустенита с образованием развитой и по возможности равномерно распределенной сетки межкристаллитных границ, строение которых определяет тип и морфологию конечной микроструктуры при прочих равных условиях. Чем интенсивнее и равномернее фрагментация аустенита в низкоуглеродистой стали, тем мельче, равномернее и равномернее зеренное строение феррита. Образование межкристаллитных границ в аустените происходит и при кристаллизации стали [5]. В этом случае фрагментация аустенита происходит под действием литейных напряжений и зависит от их величины, распределения и химического состава стали,

определяющего прочность твердых растворов δ - и γ -железа. В стали SAI 1006 прочность δ -феррита и аустенита невелика из-за малого содержания углерода, являющегося основным упрочняющим элементом. Имеющегося уровня напряжений при кристаллизации НЛЗ 335×400 мм и НЛЗ 150×150 мм из стали SAI 1006 в сочетании с низкой прочностью δ -феррита и аустенита, очевидно, достаточно для их самопроизвольной интенсивной фрагментации и формирования близкой микроструктуры, которая по соотношению феррита и перлита близка к горячекатаной стали. Более дисперсная структура стали НЛЗ 150×150 мм способствует формированию в катанке из нее более мелкозернистого строения феррита. Однако равномерная фрагментация литой структуры стали НЛЗ возможна лишь в случае равномерного распределения напряжений по сечению отливок, что для самопроизвольного процесса проблематично. При перекате НЛЗ большого сечения неравномерность литой структуры нивелируется сильнее. Из-за этого структура катанки из НЛЗ теоретически должна быть менее равномерна, чем из катаной заготовки. Неравномерность горячей пластической деформации по сечению раската и катанки может усилить этот эффект. Поэтому в низкоуглеродистой катанке из НЛЗ 150×150 мм при одинаковом соотношении структурных составляющих вероятно формирование более мелкозернистой, но менее равномерной структуры, чем в катанке из катаной заготовки того же сечения.

С увеличением содержания углерода в стали эффект самопроизвольной фрагментации аустенита ослабевает из-за возрастающего твердорастворного упрочнения железа. Поэтому для измельчения и формирования однородной структуры аустенита и, следовательно, продуктов его распада все больше требуется внешнее воздействие – горячая пластическая деформация или (и) фазовая перекристаллизация. Это объясняет то, что применение НЛЗ меньших сечений при производстве катанки из низкоуглеродистых сталей с достижением требуемых механических свойств должно быть более эффективно, чем из средне- и высокоуглеродистых.

Полученные выводы и результаты исследований подтверждаются анализом механических свойств катанки исследованных промышленных партий.

Сдаточные испытания показали, что механические свойства катанки всех исследованных плавок соот-

ветствуют требованиям СОУМПП 77.140–236: 2008 – $\sigma_b \leq 470$ Н/мм²; $\psi \geq 66\%$.

Влияние химического состава стали на механические свойства катанки анализировали с использованием углеродного эквивалента. Применяли формулу для расчета углеродного эквивалента, полученную для учета влияния химического состава стали на предел текучести стали при горячей деформации: $C_0 = C + Mn/6 + Si/8 + Ni/15 + Cr/5$ [6, 7].

В табл. 3 приведены значения механических свойств катанки промышленных партий, произведенных из НЛЗ сечением 150×150 мм и катаной заготовки того же сечения. На рис. 4 показаны зависимости механических свойств катанки от углеродного эквивалента. Горизонтальными пунктирными линиями указаны требования СОУМПП 77.140-236:2008.

Приведенные данные показывают, что значения механических свойств катанки, регламентируемых СОУМПП 77.140–236:2008 (временное сопротивление разрыву и относительное сужение), при использовании НЛЗ сечением 150×150 мм и 335×400 мм отличаются незначительно.

Вместе с тем для катанки из перекатанной НЛЗ 335×400 мм по сравнению с катанкой из НЛЗ 150×150 мм ниже значения предела текучести, выше относительное удлинение и отношение временного сопротивления к пределу текучести. С учетом разного объема выборки анализируемых плавок, можно предположить, что катанка, полученная из НЛЗ сечением 335×400 мм, прокатанных на ТЗС до сечения 150×150 мм, обладает большей пластичностью, и, следовательно, может быть более технологична при ее переработке у потребителя.

Из приведенных на рис. 4 данных также видно, что рассеяние значений механических свойств катанки из НЛЗ 150×150 мм меньше, чем у катанки из перекатанной НЛЗ 335×400 мм, указывая на возможность достижения более стабильных свойств катанки при ее производстве из НЛЗ малых сечений. Однако для подтверждения этого требуется больший массив данных.

На волочение и свойства проволоки влияют не только равномерность микроструктуры стали при требуемом ее типе, но и поверхностные дефекты, состав и количество окалина, неметаллические включения, а также и другие факторы металлургического производства, которые могут либо нивелировать, либо усилить фактор влияния микроструктуры.

Таблица 3

Механические свойства катанки диаметром 5,5 мм из стали SAE 1006 в зависимости от способа производства заготовки

Показатель свойств	Значения механических свойств					
	НЛЗ 150×150 мм			катаная заготовка 150×150 мм		
	миним.	максим.	среднее	миним.	максим.	среднее
σ_b , Н/мм ²	375	405	392	355	418	390
ψ , %	66	79	72,5	66	77	72,0
σ_T , Н/мм ²	254	301	285	211	299	268
δ , %	20	26	24,0	22	33	26,5
σ_b / σ_T	1,25	1,52	1,37	1,30	1,73	1,46

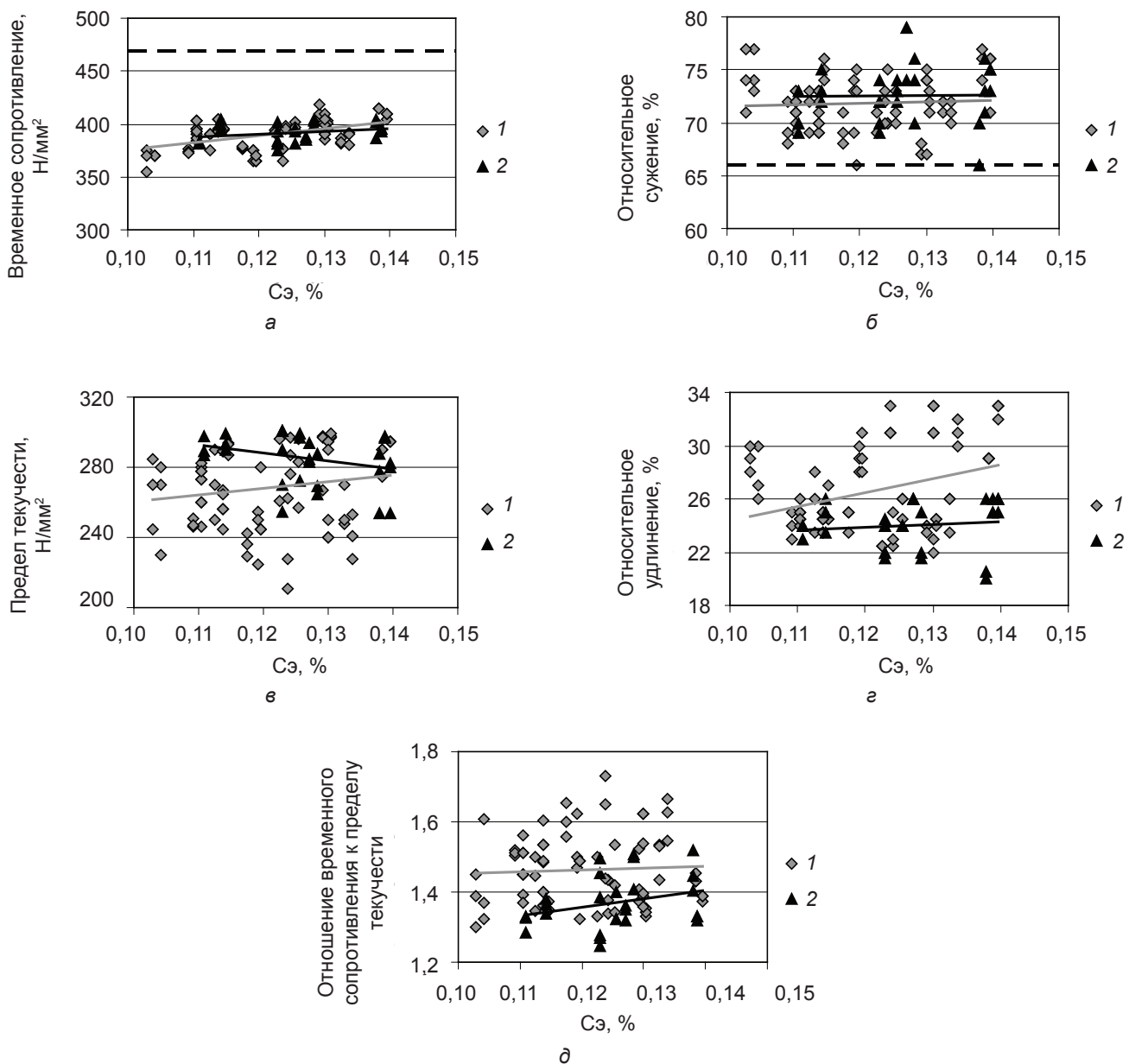


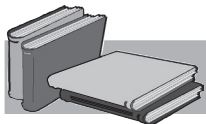
Рис. 4. Зависимость механических свойств катанки диаметром 5,5 мм из стали SAE 1006 от углеродного эквивалента: 1 – катаная заготовка 150×150 мм; 2 – НЛЗ 150×150 мм

Выводы

Результаты сравнительных исследований формирования микроструктуры и механических свойств катанки диаметром 5,5 мм из стали SAE 1006, произведенной из НЛЗ сечением 150×150 мм и катаной заготовки того же сечения, показали, что регламентируемые показатели механических свойств катанки – временное сопротивление разрыву и относительное сужение практически не зависят от способа производства заготовок.

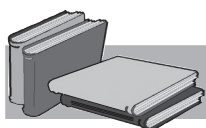
Применение на стане 400/200 ПАО «Днепропетровский металлургический комбинат» для производства ка-

танки из низкоуглеродистой стали непрерывнолитых заготовок сечением 150×150 мм обеспечивает требуемый уровень механических свойств. Вместе с тем применение НЛЗ сечением 335×400 мм с последующей их прокаткой на заготовочном стане в заготовки сечением 150×150 мм обеспечивает более высокие показатели пластичности катанки (относительное удлинение, отношение временного сопротивления разрыву к пределу текучести), а, следовательно, она должна быть более технологична при переработке у потребителя.



ЛИТЕРАТУРА

1. Особенности качества непрерывнолитых заготовок различного сечения / В. С. Лучкин, С. А. Воробей, Г. В. Левченко и [др.] // *Металл и литье Украины*. – 2005. – № 5. – С.30-33.
2. Бадюк С. И., Воробей С. А. Выбор размера поперечного сечения непрерывнолитой заготовки для производства сортового проката // *Обработка материалов давлением: Сб. научн. тр. ДГМА, Краматорск: изд-во ДГМА*. – 2013. – № 2(35). – С. 181-187.
3. Горбанев А. А., Жучков С. М., Филиппов В. В. [и др.] Теоретические и технологические основы высокоскоростной прокатки катанки. – Мн.: Выш. шк., 2003. – 287 с.
4. Новиков И. И., Стрганов Г. Б., Новиков А. И. *Металловедение, термообработка и рентгенография*. – М.: МИСИС, 1994. – 480 с.
5. Мовчан Б. А. Границы кристаллитов в литых металлах и сплавах. – К.: Техніка, 1970. – 212 с.
6. Воробей С. А., Хижняк Д. Д., Левченко Г. В. Зависимость сопротивления деформации стали от химического состава при горячей прокатке // *Металл и литье Украины*. – 1994. – № 9-10. – С. 20-22.
7. Воробей С. О., Левченко Г. В., Хижняк Д. Д. Опір деформації сталі у процесах високотемпературної обробки тиском // *Металознавство та обробка металів*. – 1996. – № 3. – С. 44-49.



REFERENCES

1. Luchkin V. S., Vorobey S. A., Levchenko G. V. et al. (2005). Osobennosti kachestva nepreryvnolitykh zagotovok razlichnogo secheniia [Features of the quality of continuous cast billets of different cross-section]. *Metall i lit'e Ukrainy*, no. 5, pp. 30-33 [in Russian].
2. Badiuk S. I., Vorobey S. A. (2013). Vybora razmera poperechnogo secheniia nepreryvnolitoi zagotovki dlia proizvodstva sortovogo prokata [Selection of the cross-sectional dimension of a continuous casting billet for the production of long products]. *Obrabotka materialov davleniyem: Sb. nauchn. tr. DGMA, Kramatorsk: izd-vo DGMA*, no. 2(35), pp. 181-187 [in Russian].
3. Gorbanev A. A., Zhuchkov S. M., Filippov V. V. (2003). Teoreticheskie i tekhnologicheskie osnovy vysokoskorostnoi prokatki kataniki [Theoretical and technological foundations of high-speed wire rod rolling]. Minsk: Vysh. shk., 287 p. [in Russian].
4. Novikov I. I., Stroganov G. B., Novikov A. I. (1994). *Metallovedenie, termoobrabotka i rentgenografiia [Metallurgy, heat treatment and radiography]*. Moscow: MISIS, 480 p. [in Russian].
5. Movchan B. A. (1970). Granitsy kristallitov v litykh metallakh i splavakh [Borders of crystallites in cast metals and alloys]. Kiev: Tekhnika, 212 p. [in Russian].
6. Vorobey S. A., Khizhniak D. D., Levchenko G. V. (1994). Zavisimost' soprotivleniia deformatsii stali ot khimicheskogo sostava pri goriachey prokatke [Dependence of steel deformation resistance on chemical composition during hot rolling]. *Metall i lit'e Ukrainy*, no. 9-10, pp. 20-22 [in Russian].
7. Vorobey S. O., Levchenko G. V., Khizhniak D. D. (1996). Opir deformatsii stali u protsesakh visokotemperaturnoi obrobky tyskom [Deformation resistance of steel in the process of forming high]. *Metaloznastvo ta obrobka metaliv*, no. 3, pp. 44-49 [in Ukrainian].

Анотація

Левченко Г. В., Воробей С. О., Борисенко А. Ю., Мосьпан В. В., Антонов Ю. Г., Моцний В. В., Мединський Г. О.

Якість низьковуглецевої катанки, що вироблена з сортових та блюмових безперервнолитих заготовок

Наведено результати порівняльних досліджень формування механічних властивостей і мікроструктури катанки діаметром 5,5 мм зі сталі SAE 1006, виробленої з безперервнолитих заготовок перерізом 150×150 мм та перерізом 335×400 мм з їх перекачкою на заготівельному стані до перерізу 150×150 мм. Показано, що тимчасовий опір розриву і відносне звуження катанки практично не залежать від розмірів безперервнолитих заготовок, а відносне видовження вище у катанки, виробленої з НЛЗ більшого перерізу.

Ключові слова

Катанка, безперервнолита заготовка, кристалізація, деформація, мікроструктура, механічні властивості.

Summary

Levchenko G., Vorobey S., Borisenko A., Mos'pan V., Antonov Yu., Motsnyy V., Medinskiy G.

Quality of low-carbon rod produced from billets and bloom continuous castings

The results of comparative studies on the formation of mechanical properties and the microstructure of a rod with the diameter of 5,5 mm made of steel SAE 1006 produced from continuously cast billets with a cross section of 150×150 mm and 335×400 mm with their rolling on the blank mill up to the cross section of 150×150 mm are presented. It is shown that temporary tensile strength and relative narrowing of the rod are practically independent of the dimensions of continuously cast billets, and the elongation is higher for the wire rod produced from the continuously cast billet of a larger cross section.

Keywords

Rod, continuously cast billet, crystallization, deformation, microstructure, mechanical properties.

Поступила 23.03.17