

АНАЛИЗ ПЛАСТИЧНОСТИ СТАЛИ S355J2G3, ST52-3 И B650 ДЛЯ УСЛОВИЙ ПРОКАТА В ГРУППЕ ЧЕРНОВЫХ КЛЕТЕЙ ГОРЯЧЕГО ПРОКАТА ПРУТКОВ

Кнапински М., Кавалек А., Дыя Х.

(Политехнический Институт в Ченстохове, Польша)

В данной работе представлены анализы характеристик трех разных видов стали в условиях соответствующих условиям деформирования материала в группе черновых клетей горячего проката прутков. Эти анализы могут быть основой для возможных изменений в технологии нагревания и проката прутков.

Важной проблемой качества для выбранных видов стали является трескание полосы во время проката в черновой группе. Так как явление трескания может иметь очень сложные причины, связанные как с химическим составом, так и с технологическими параметрами, анализы, в которых все параметры исследования точно контролировались и регистрировались, могут дать твердые основания для определения причин из-за которых периодически появляется проблема, связанная с пластической обработкой сталей S355J2G3, ST52-3 и B650.

Система Gleeble 3800 обладает рядом измерительных систем, с помощью которых можно определить пластичность стали с точки зрения разных технологических операций [1,2]. В произведенных исследованиях были проведены симуляционные тесты, с помощью которых можно провести оценку пластичности для нужд технологии проката. В данной работе представлены анализы характеристик пластичности трех разных видов стали в условиях соответствующих условиям деформирования материала в группе черновых клетей горячего проката прутков. Химический состав анализируемых сталей представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав анализируемых сталей

	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Nb	V	Ti
S355J2G3	0,10	1,52	0,24	0,013	0,015	0,05	0,07	0,19	0,023	0,034	-	0,017
St52-3	0,21	1,37	0,31	0,017	0,008	0,08	0,10	0,22	0,025	-	-	-
B650	0,20	1,44	0,43	0,021	0,013	0,11	0,08	0,25	0,029	-	0,099	-

При использовании системы Gleeble 3800 для оценки пластичности стали можно применить два метода исследования, тест SICO, а также испытание образца на разрыв [3]. Принципы обоих методов оценки пластичности одинаковы. Серединное пространство образца диаметром ϕ 10 мм, который был поддан испытанию на разрыв (рис. 1), подогревалось до тем-

пературы прогрева с применением так называемых «холодных захватов» сделанных из меди. В результате этого длина «горячего» пространства образца, которое подлежит пластичной деформации составила около 10-15 мм. Максимальную температуру во время нагревания можно достичь в плоскости перпендикулярной к оси образца, на периметре которого находится спай термопары, с помощью которой производится измерение температуры образца во время испытания. По мере отдаления от этой плоскости, резко уменьшается температура образца. В результате этого наступает сильная локализация пластичной деформации во время растяжки на узком пространстве образца, в котором достигается наивысшая температура во время нагревания. В тесте SICO, так как и в испытании на разрыв, мы стремимся к получению узкой «горячей» зоны середины образца, что ведет к пластическому течению, которое влечет за собой возникновение «выпучины» (рис. 2).

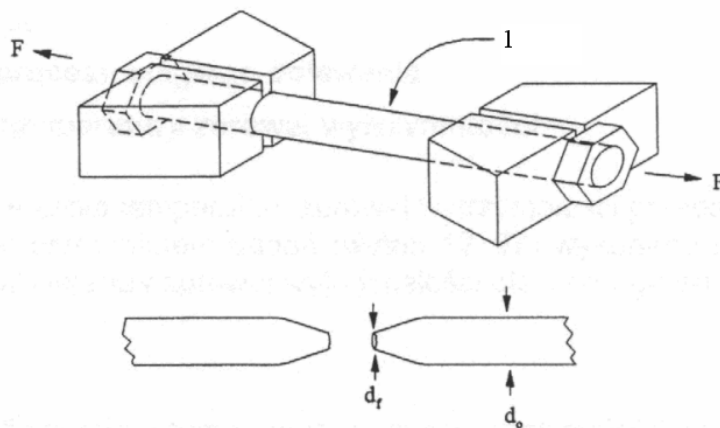


Рисунок 1 – Принцип испытания на разрыв произведенный с помощью симулятора Gleeble 3800 с целью определения пластичности технических материалов: 1 – образец

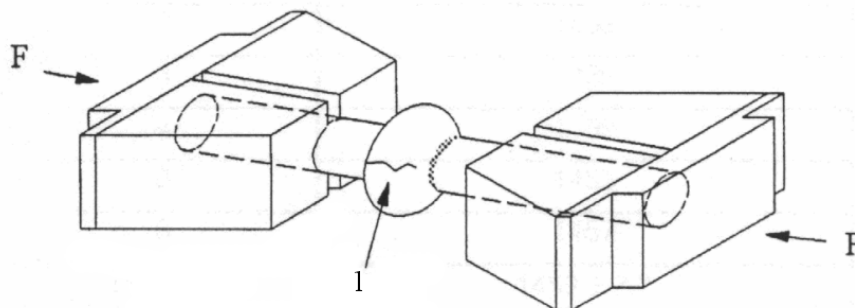


Рисунок 2 – Принцип испытания SICO произведенный с помощью симулятора Gleeble 3800 с целью определения пластичности технических материалов характеризующихся низкой пластичностью: 1 – трещина

При оценке величины деформации до разрыва использовалась следующая формула:

$$e_{cr} = \ln\left(\frac{A_0}{A_k}\right) \quad (1)$$

где A_0 і A_k соответственно, являются исходной и конечной поверхностью сечения образца. Средняя скорость деформации образца вычислялась на основании следующей формулы:

$$\dot{e}_{cr} = \frac{e_{cr}}{\Delta t} \quad (2)$$

где Δt является временем пластичной деформации образца до разрыва.

С целью создания условий пластической обработки в группе проката черновой клетки, тесты одноосевой растяжки проведено в температурных границах от 900 до 1100° С, при скорости деформации 1с⁻¹. Каждый анализируемый образец перед разрывом подогревался со скоростью 5°С/с до температуры 1150°С, был аустенизирован при этой температуре в течении 600 с, а затем остужался со скоростью 5°С до температуры деформации. Схема эксперимента представлена на рисунке 3.

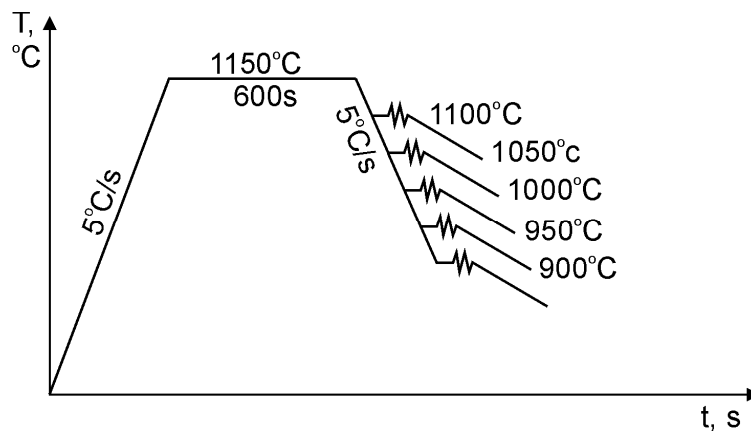


Рисунок 3 – Схема эксперимента

Результаты анализов пластичности, полученные в результате эксперимента, схема которого представлена на рис. 3, представлены на рис. 4. Из полученных анализов следует, что наилучшими пластичными качествами в анализируемых границах температур деформирования характеризуется сталь вида St 52-3, в химический состав которой не входят добавки микросплавов титана, ниобия и ванадия. Величина критической деформации для этого вида стали, для температуры деформации 1100°С, вычисленная из отношения (1), составляет 5.87. В принципе характер полученных кривых пластичности для трех исследованных видов стали является подобным. В ходе кривых не отмечено локальных экстремумов и все они моно-

тонно возрастают, увеличивая величину критичной деформации по мере увеличения температуры деформации. Сравнивая же кривые для стали S355J2G3 (включающей ниобий и титан) и для стали В 650 (включающей ванадий) можно заметить, что для температур высших 1000°C несколько лучшие пластичные качества имеет сталь S355J2G3, а при температурах ниже 1000°C более высокой тягучестью характеризуется сталь В 650.

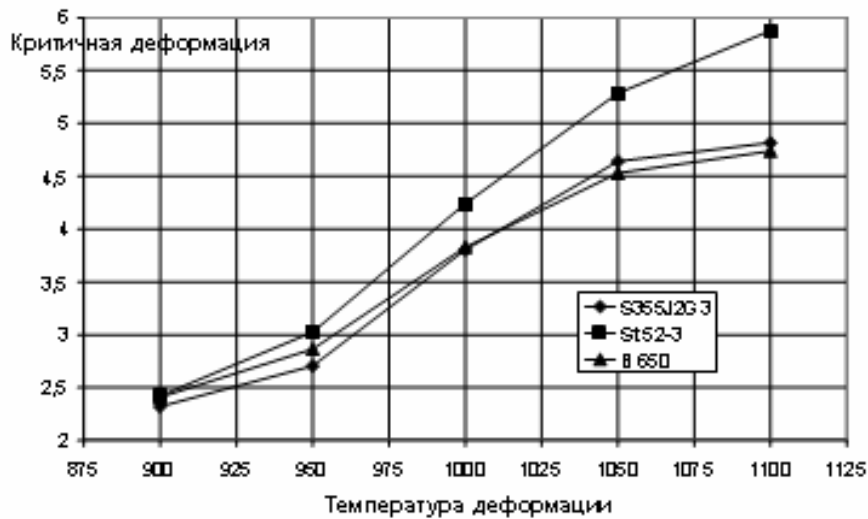


Рисунок 4 – Изменение тягучести горячей стали в зависимости от температуры деформации

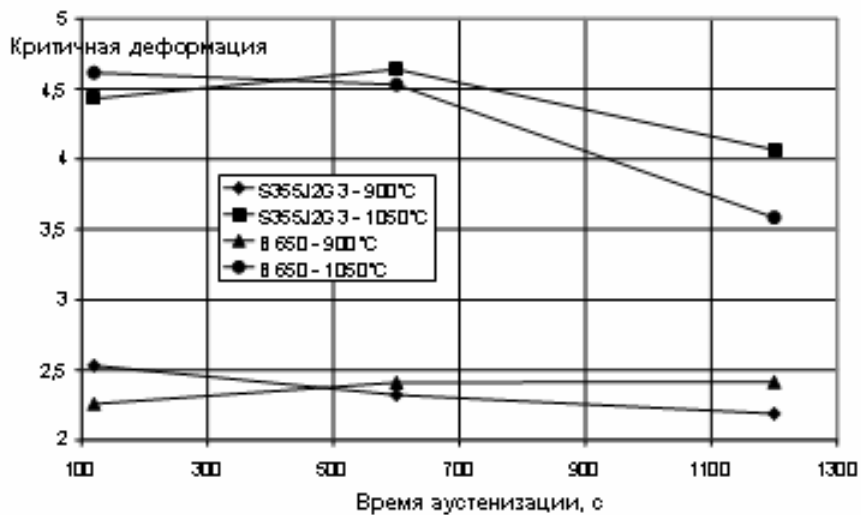


Рисунок 5 – Изменение тягучести горячей стали в зависимости от времени аустенизации для двух выбранных температур деформации

Для образцов из стали видов S355J2G3 и В650, которые включают микродобавки сплавов ниобия, ванадия и титана проделаны дополнительные эксперименты влияния времени аустенизации на пластичность материала в высоких температурах. С этой целью для двух выбранных температур деформации проведены дополнительные эксперименты изменяя

время аустенизации (t_A) стали при температуре 1150°C. Время это первоначально уменьшено до 120 с, а потом увеличено до 1200с. Полученные данные анализа представлено на рис.5.

Анализируя данные находящиеся на рис. 5 можно отметить, что время аустенизации стали для двух выбранных видов не имеет влияния на ее тягучесть во время деформации при температуре 900°C. Зато во время деформации при температуре 1050°C замечено уменьшение тягучести материала в случае увеличения времени аустенизации. Кроме того, для стали S355J2G3 в ходе диаграммы тягучести в функции времени аустенизации появляется максимум для времени аустенизации $t_A = 600$ с. Произведенные исследования будут дополнены микрографическими анализами и рентгеновской спектроскопией изломов образцов. Эти дополнительные металлографические исследования дадут возможность определить причины ухудшения тягучести стали в случае увеличения времени аустенизации. На основании проведенных экспериментов был определен характер изменений пластичности в анализируемой границе температур пластичной обработки некоторых видов стали. Проведенные анализы дают основания для введения возможных изменений в технологию проката прутков в группе черновой клетки проката прутков для видов сталей содержащих добавки микросплавов из элементов углеродно- и углеродноазотно выделяющих. С целью исключения дефектов в виде образований трещин во время проката в черновой клетки проката, возможным будет изменение технологии нагревания садка, заключающейся в оптимальном подборе времени аустенизации для определенного вида стали.

Литература

1. *Laber K., Milenin A., Knapinski M.: Wyznaczenie i charakterystyka krzywych umocnienia stali S355J2G3 w warunkach walcowania prętów okrągłych w walcowni ciągłej, Częstochowa 2 czerwca 2006 r., Seria: Konferencje nr 58, Wydawnictwo Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2006 r., ISBN 83-7193-300-2, ISBN 978-83-7193-300-4, s. 341-345.*
2. *Knapinski M., Markowski J., Frączek T., Kawalek A.: Modelling of the structure of steel S355J2G3 during hot plastic working using the Gleeble 3800 device, Современные достижения в теории и технологии пластической обработки металлов, Санкт-Петербург Издательство Политехнического университета 2007, ISBN 5-7422-1603-3, pp. 148-153*
3. *Markowski J., Knapinski M., Kawalek A., Dyja H., Frączek T.: Analysis of deformability of 2CS75 steel in conditions of hot plastic working. „Maszynostroenie i technosfera XXI wieku”. Tom 5. 12-17 sentjabrja, 2005, Doneck, Ukraina. s.149-154. ISBN 966-7907-19-8*