

Оценка точности описания влияния химсостава на показатели качества

Чтобы сравнить, насколько полно та или иная характеристика учитывает влияние химсостава на показатели качества, рассчитали значения коэффициента достоверности аппроксимации R^2 для соответствующих парных линейных зависимостей. С доверительной вероятностью 95% значимость R^2 наблюдается только для показателей механических свойств (табл. 3).

По сравнению с углеродными эквивалентами (1)–(6) предлагаемые характеристики в качестве факторов, как правило, дают более высокие значения R^2 . И хотя указанное различие находится в пределах 1,5–6,3%, можно считать, что они более точно отображают влияние элементов химсостава на показатели качества катанки. Кроме того, в пользу применения разработанных характеристик свидетельствует и тот факт, что они включают именно те элементы химсостава, которые присутствуют в данных марках стали и оказывают значимое влияние на свойства и мик-

Характеристика химсостава	Коэффициент достоверности аппроксимации R^2					
	ДСП			ДСА		
	σ_B , МПа	δ_{10} , %	ψ , %	σ_B , МПа	δ_{10} , %	ψ , %
X	0,6411	0,2641	0,3387	0,6824	0,3791	0,4888
Cэ ₁	0,6154	0,2676	0,3548	0,6754	0,3764	0,4673
Cэ ₂	0,6213	0,2633	0,3405	0,6791	0,3736	0,4584
Cэ ₃	0,6163	0,2614	0,3250	0,6801	0,3780	0,4730
Cэ ₄	0,6138	0,2608	0,3271	0,6770	0,3774	0,4755
Cэ ₅	0,6249	0,2664	0,3629	0,6792	0,3749	0,4609
Cэ ₆	0,6004	0,2594	0,3394	0,6693	0,3745	0,4579

роструктуру канатной катанки.

Использование разработанных характеристик повысит точность создаваемой модели взаимосвязи показателей качества с технологическими факторами процесса производства канатной катанки.

Библиографический список

1. Матвеев Б.Н. Методы повышения качества сорта и катанки // Производство проката. 2001. № 1. С. 40–47.
2. Исследование качества катанки, прокатанной на стане 150 с использованием низкотемпературного блока клетей / Горбанев А.А., Юнаков А.М., Шарф И. и др. // Производство проката. 2000. № 2. С. 20–27.
3. Четыркин Е.М., Калихман И.Л. Вероятность и статистика. М.: Финансы и статистика, 1982. 318 с.
4. Формирование оптимальной микроструктуры в высокоуглеродистой катанке / Парусов В.В., Сычков А.Б., Жигарев М.А., Перчаткин А.В. // Сталь. 2005. № 1. С. 82–85.
5. Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия: ГОСТ 19281-89. М.: Стандартинформ, 1989. С. 18.
6. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия: ГОСТ 5781-82. М.: Стандартинформ, 1982. С. 16.
7. Прокат периодического профиля из арматурной стали: СТО-АСЧМ 7-93. Магнитогорск, 1993. С. 28.
8. Румянцев М.И., Цепкин А.С., Чернущ П.С. Возможности совершенствования технологии производства жести электролитического лужения на основе учета возмущений химического состава стальной основы // Материалы 62-й научнотехнической конференции по итогам НИР за 2002–2003 гг. Т. 1 / Под ред. Г.С. Гуна. Магнитогорск: МГТУ, 2003. С. 46–48.
9. Физические свойства сталей и сплавов, применяемых в энергетике: Справочник / Под ред. Б.Е. Неймарк. М.; Л.: Энергия, 1967. 240 с.

УДК 621.771.63

Солодова Е.М., Шемшурова Н.Г., Локотунина Н.М.

ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ПРОФИЛЯ ОБШИВЫ ГРУЗОВОГО ПОЛУВАГОНА

В последние годы состояние транспортных средств подходит к критическому уровню: зачастую вагоны не отвечают запросам потребителей по механическим и геометрическим характеристикам, грузоподъемности, скорости доставки, трудоемкости погрузочно-разгрузочных работ.

В значительной мере в вагоностроении используются профили высокой жесткости (ПВЖ) – листовые профили с периодически повторяющимися продольными или поперечными гофрами, характе-

ризующиеся высокой конструктивной готовностью и низкой материалоемкостью. Они являются важными деталями конструкции грузовых полувагонов производства ФГУП «ПО Уралвагонзавод».

Основным недостатком ПВЖ с продольными гофрами является пониженная жесткость в поперечном направлении. Для повышения жесткости в обоих направлениях предложено наносить и продольные, и поперечные гофры на одно и то же место заготовки, такие профили получили

название профилей изотропной жесткости (ПИЖ). Их, как и ПВЖ, предполагается производить на уникальном 3-клетьевом профилеггибочном агрегате (ПГА) 1–5 × 300–1650.

Применение ПИЖ в качестве боковой обшивы грузовых железнодорожных полувагонов позволит сократить количество горячекатаных стоек из корытного профиля, которые в настоящее время используют для повышения жесткости конструкции полувагона в поперечном направлении. Кроме того, данное решение позволит облегчить эту конструкцию.

С помощью Microsoft Excel была разработана программа оптимизации формы и размеров ПИЖ и предложен новый вид профиля из стали марки 10ХНДП толщиной 3,6 мм.

Форму гофров в продольном направлении листа предложено оставить аналогичной существующей верхней обшиве полувагона (т.е. трапециевидной), а поперечный гофр с целью минимизации концентрации напряжений должен иметь форму полукруга. Размеры трапециевидного гофра остаются такими же, как у аналога, а форму и размеры полукруглого гофра выбираем, решая задачу оптимизации. Так как необходимо повысить жесткость профиля в поперечном направлении, то в качестве целевой функции выбираем момент сопротивления (W_x) относительно оси x . Варьируемыми параметрами являются элементы гофров жесткости.

В результате решения задачи оптимизации получены размеры поперечных гофров, которые представлены в табл. 1 и 2. Величины варьируемых параметров удовлетворяют ограничениям задачи.

Таким образом, предлагаемые ПИЖ позволят повысить момент сопротивления относительно оси x на 97,8%, а значит, и жесткость верхней боковой обшивы полувагона в поперечном направлении повысится.

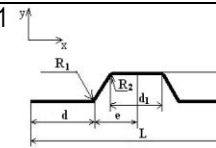
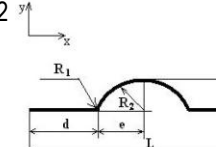
Кроме геометрических параметров необходимо было оптимизировать механические свойства профиля. В этом случае в качестве целевой функции был выбран показатель «временное сопротивление разрыву» листовой заготовки для обшивы полувагона из стали марки 10ХНДП:

$$\sigma_B = 470,52 \mp 56,95Cr - 4271,09N_2 + 193,03Al + 1685,42Ti \quad (1)$$

В дальнейшем предполагается комплексная оптимизация ПИЖ по геометрическим параметрам и механическим свойствам профиля. В этом случае за целевую функцию принимаем относительный показатель прочности, удовлетворяющий критериям конструктивной прочности [1]:

Таблица 1

Расчетные значения геометрических характеристик гофров жесткости

Вид гофра	J_y , см ⁴	J_x , см ⁴	W_y , см ³	W_x , см ³	F , см ²	B , мм
1 	6480	67,7	216	25,3	21,6	600
2 	815	37,5	54,8	28,9	11,6	298

Примечание:

J_x, J_y – момент инерции поперечного сечения гофра относительно осей x и y ;

W_x, W_y – момент сопротивления поперечного сечения гофра относительно осей x и y ;

B – ширина элемента заготовки для формовки гофра;

F – площадь поперечного сечения гофра.

Таблица 2

Расчетные значения оптимальных размеров гофров жесткости

Вид гофра	Элементы гофра						
	L	b	d	d_1	e	R_1	R_2
1	600	39,6	200	75	100	50	50
2	298	39,6	72	–	77	26	60

$$\Pi_{проф} = \frac{W_{проф} \cdot \sigma_{Впроф}}{W_{баз} \cdot \sigma_{Вбаз}}, \quad (2)$$

где $W_{проф}, W_{баз}$ – момент сопротивления нового и базового профилей; $\sigma_{Впроф}, \sigma_{Вбаз}$ – временное сопротивление разрыву нового и базового профилей.

Чтобы увеличить прочностные характеристики профиля или оставить их на прежнем уровне, необходимо максимизировать целевую функцию.

Значения характеристик механических свойств и массовых долей химических элементов (варьируемые параметры) в стали марки 10ХНДП изменяются в пределах в соответствии с ГОСТ 19282 и доверительным интервалом [2].

В качестве ограничений выбраны запас пластичности металла (q) и отношение σ_T/σ_B :

$$q = \frac{2 \cdot \ln(1 + 0,94 \cdot \delta_5)}{\varepsilon_i} > 1,5, \quad (3)$$

где δ_5 – относительное удлинение металла при

испытании образцов на растяжение; ε_i – интенсивность деформации наружных волокон в месте изгиба заготовки.

Известно [3], что запас пластичности металла при профилировании не должен быть меньше 1,5, так как промышленный металл имеет значительное колебание механических свойств из-за неоднородности химического состава в стали и неравномерной деформации. Кроме того, при профилировании важную роль играет соотношение величины зазора между валками и фактической толщиной формируемого металла, которая может быть с плюсовым допуском. В этом случае металл в местегиба получает дополнительную деформацию. Поэтому коэффициент запаса пластичности должен быть не менее полутора – двух единиц [3].

Одним из показателей бездефектной деформируемости заготовки при профилировании является величина отношения σ_T/σ_B . Для стали 10ХНДП оптимальная величина (в аспекте предотвращения трещинообразования и волнистости кромок профилей), определенная ранее, $\sigma_T/\sigma_B = 0,72-0,75$ [4]. Предварительно определены рекомендуемые значения процентного содержания химических элементов в стали марки 10ХНДП, которые определяют наилучшие механические свойства при производстве ПИЖ.

Таблица 3

Элементы химического состава, %					Значения механических характеристик профиля		
C	Cr	N ₂	Al	Ti	σ_B , Н/мм ²	σ_T , Н/мм ²	δ_4 , %
0,12	0,8	0,008	0,15	0,001	512,6	390,2	30,3

Библиографический список

1. Шемшуроа Н.Г., Локотунина Н.М., Антипанов В.Г., Корнилов В.Л. Пути повышения потребительских свойств гнутых профилей, производимых в ОАО «ММК»: Учеб. пособие. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2006. 99 с.
2. Оценка качества стали для производства профилей изотропной жесткости / Е.М. Солодова, Н.Г. Шемшурова, Н.М. Локотунина // Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением: Межрегион. сб. науч. трудов. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2007. С. 98–101.
3. Шемшурова Н.Г. Профили высокой жёсткости: Метод. указ. к практическим занятиям, самостоятельной работе, курсовому и дипломному проектированию для студентов спец. 1106. Магнитогорск: МГМА, 1997.
4. Корнилов В.Л. Совершенствование технологии производства стальных гнутых профилей с целью повышения их потребительских свойств: Дис. ... канд. техн. наук. Магнитогорск: МГТУ, 2000.