

**ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАТАНКИ ИЗ СТАЛИ
МАРКИ 30ХГСА И ЕЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ**

В.В. Парусов*, д. т. н., проф., **И.Н. Чуйко***, к. т. н., **А.Б. Сычков****, д. т. н.,
О. В. Парусов*, к. т. н., **Э. В. Парусов***, к. т. н.

* *Институт черной металлургии им. З. И. Некрасова НАН Украины.*

** *ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова», Россия.*

Научно-технический прогресс предполагает широкое внедрение новых технологических процессов сварки, сварочного оборудования и сварочных материалов, обеспечивающих получение высоких технологических и экономических показателей при изготовлении и эксплуатации широкого спектра деталей машин и оборудования, что способствует их более эффективному применению в промышленности.

Наплавочная проволока используется в промышленности для качественного восстановления и/или упрочнения деталей (обжимные прокатные валки, крановые колеса и др.), подверженных различным видам износа, путем механизированной электродуговой наплавки.

Для производства холоднотянутой наплавочной проволоки из легированной стали необходима высококачественная металлургическая заготовка – катанка, обеспечивающая высокую технологичность на метизном переделе с соблюдением требований нормативной документации к готовой продукции.

Таким образом, представляло интерес исследовать влияние режимов термомеханической обработки (ТМО) на качественные характеристики катанки из стали марки 30ХГСА и определить режим ТМО, обеспечивающий высокую технологичность при производстве наплавочной проволоки диаметром 4,0–2,5 мм.

Катанку диаметром 6,5 мм производили на технологическом комплексе оборудования, включающем дуговую электросталеплавильную печь, установку «печь-ковш», камерную установку вакуумирования стали, машину непрерывного литья заготовок сечением 125×125 мм с системой электромагнитного перемешивания металла в кристаллизаторе, печь с шагающим подом для нагрева заготовок под прокатку, современный мелкосортнопроволочный стан и линию Стелмор для ТМО проката.

Таблица 1

Химический состав исследуемой катанки из стали 30ХГСА

№ плавки	Массовая доля элементов, %								
	C	Mn	Si	Ni	Cr	S	P	Cu	N
1	0,29	1,00	0,93	0,08	0,92	0,003	0,011	0,14	0,006
2	0,29	0,99	0,92	0,08	0,91	0,003	0,009	0,15	0,006
Требования ГОСТ 10543-98	0,25-0,35	0,80-1,20	0,80-1,20	≤ 0,40	0,80-1,20	≤ 0,025	≤ 0,025	≤ 0,15	–

Участок проволочной линии стана состоял из двух предчистовых прокатных клетей, 10-клетевого проволочного блока, секций предварительного водяного охлаждения, виткоукладчика, роликового транспортера с теплоизолирующими крышками и блоками струйного воздушного охлаждения катанки (БСО). Химический состав исследуемой катанки представлен в таблице 1.

Согласно требованиям заказчика, целевые значения механических характеристик катанки соответствовали: $\sigma_b = 1000 - 1100 \text{ Н/мм}^2$ и $\psi \geq 60 \%$.

С целью определения фактического уровня механических свойств катанки после различных режимов ТМО на плавке № 1 была проведена серия экспериментов, включающая в себя 10 режимов охлаждения проката на линии Стелмор. Параметры режимов ТМО и механические свойства катанки приведены в таблице 2.

Таблица 2

Параметры режимов ТМО катанки и ее механические свойства

№ режима	Параметры ТМО				Механические свойства	
	$t_{пб}, \text{ }^\circ\text{C}$	$t_{вы}, \text{ }^\circ\text{C}$	БСО	$V_{тр}, \text{ м/с}$	$\sigma_b, \text{ Н/мм}^2$	$\psi, \%$
1	1100	1080-1070	вкл.	0,5	1383	41
2		990-980	вкл.		1190	46
3		970-960	вкл.		1326	35
4		970-960	выкл.		759	60
5		940-930	вкл.		1264	38
6		920-900	вкл.		1290	32
7		920-900	выкл.		808	63
8		820-800	вкл.		1312	30
9		760-750	выкл.		815	61
10		720-700	выкл.		930	48
Примечание: $t_{пб}$ – температура металла на выходе из проволочного блока; $t_{вы}$ – температура металла на виткоукладчике; $V_{тр}$ – скорость движения роликового транспортера; σ_b – временное сопротивление; ψ – относительное сужение.						

Анализ данных, представленных в таблице 2, показал, что в производственных условиях комплексно достичь целевых значений механических характеристик катанки ($\sigma_b = 1000-1100 \text{ Н/мм}^2$; $\psi \geq 60 \%$) не представляется возможным.

Учитывая, что ГОСТ 10543-98 не предусматривает нормирование прочностных характеристик наплавочной проволоки, а для процесса дальнейшего волочения катанки более значимым является относительное сужение (как показатель деформируемости металла), в качестве наиболее предпочтительного был принят режим ТМО № 7, обеспечивающий получение наиболее высоких значений пластичности ($\psi = 63 \%$) металлопроката. По указанному режиму была произведена катанка плавки 2 в полном объеме.

Металлографические исследования катанки, произведенной по предпочтительному режиму, показали, что структура металла – однородная, состоит из 55–65 % сорбитообразного перлита 1–2 баллов, 5–10 % пластинчатого перлита, 30–35 % феррита, величина действительного зерна 8–9 номер по ГОСТ 5639.

Переработка опытно-промышленной партии катанки диаметром 6,5 мм в

наплавочную проволоку диаметром 4,0–2,5 мм производилась в условиях Череповецкого филиала ОАО «Северсталь-метиз» (г. Череповец, Россия).

Подготовка поверхности катанки к волочению производилась путем ее травления в растворе серной кислоты и нанесения подмазочного слоя (бурирование). Волочение проволоки на диаметры 4,0 и 3,0 мм производилось без предварительной и промежуточной умягчающей термической обработки. При производстве проволоки диаметром 2,5 мм применялся умягчающий отжиг ($t = 700\text{ }^{\circ}\text{C}$; 4 часа) на диаметре проволочной заготовки 4,0 мм.

На первых этапах волочение катанки плавки 1 происходило нестабильно, наблюдались многочисленные обрывы по всему маршруту волочения. Исследование мест обрывов и поверхности проволоки показало наличие поперечных надрывов (рис. 1), образование которых могло спровоцировать охрупчивание катанки в процессе кислотного травления.



Рис. 1. Характерный вид дефектов на поверхности проволоки диаметром 4,0 мм после светления в 50 % водном растворе соляной кислоты ($\times 10$)

С целью исключения фактора охрупчивания катанку после травления «вылеживали» перед волочением в течение 2 суток. После «вылеживания» процесс волочения проволоки стабилизировался, оставшийся объем катанки плавки 1 и плавки 2 был успешно переработан с обрывностью 0,02 обрыва/т (1 обрыв на 60 т). Наплавочная проволока диаметром 4,0–2,5 мм из стали марки 30ХГСА полностью соответствовала требованиям ГОСТ 10543-98 «Проволока стальная наплавочная. Технические условия».

Качественные характеристики готовой проволоки приведены в таблице 3.

Таблица 3

Качественные показатели наплавочной проволоки из стали 30ХГСА

Диаметр проволоки, мм	$\sigma_{в}$, Н/мм ²	Количество перегибов
4,0	1100-1150	≥ 3
3,0	1150-1200	≥ 3
2,5	1130-1150	≥ 3
Требования ГОСТ 10543-98	Не нормируется	≥ 3

Таким образом, разработан режим ТМО катанки из стали марки 30ХГСА, обеспечивающий ее высокую технологичность при переработке в наплавочную проволоку диаметром 4,0–2,5 мм.

Также для повышения технологической пластичности катанки-проволоки при волочении целесообразно внести в технологическую документацию требование по выдержке катанки после кислотного удаления поверхностной окалины в течение не менее 2 суток.