

УДК 621.771.001

Ю.С. Софронова (5 курс, каф. ИСиСМ), Ю.Г. Сергеев, к.т.н., доц.

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ПОСЛЕ ГОРЯЧЕЙ ДЕФОРМАЦИИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СТАЛИ 09Г2С

В последние годы в связи с мощным развитием производства в СНГ электросварных труб большого диаметра для магистральных нефте- и газопроводов применяется низколегированная сталь. Всё это привело к существенному повышению требований, предъявляемых к качеству газопроводных труб, таких как механических характеристик, температуры хладноломкости, свариваемости, коррозионной стойкости. Одним из факторов, оказывающих влияние на свойства, является регулируемая прокатка.

Исследовали влияние режима охлаждения после деформации на структуру стали 09Г2С на образцах 30x30x30 мм. Образцы нагревали в электропечи сопротивления до 1000°C, выдерживали 30 мин. После нагрева образцы деформировались осадкой под гидравлическим прессом с деформацией около 40% и охлаждались по следующим режимам: в воде; подстуживание 30 с., затем в воду; под вентилятором; на воздухе.

Проводили замер твёрдости по шкале НВВ на приборе типа ТК-2М с переводом на единицы НВ и изучали структуру на поперечных сечениях образцов при увеличении 100 и 300 на микроскопе МИМ-8.

Определялся балл зерна двумя способами: методом сравнения со шкалой ГОСТ 5639-82 и непосредственным замером. Кроме того, определялся балл полосчатости и соотношение структурных составляющих. Результаты эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1

№ обр	Режим охлаждения	Твёрдость, НВ	Балл зерна		Количество структурных составляющих, %		Балл полосчатости
			Метод сравнения	Метод замера	Феррит	Перлит	
1	Исходное состояние	164	8	9	80	20	2
2	Охлаждение в воду	213	10	10	50	50	0
3	Охлаждение в воду после подстуживания	226	9	10	65	35	0
4	Охлаждение под вентилятором	170	9	10	85	15	0
5	Охлаждение на воздухе	166	9	10	80	20	1

Данные показывают, что наибольшее значение твёрдости (213...216 НВ) получается после охлаждения в воду. С понижением скорости охлаждения твёрдость снижается и достигает значения 166 НВ, соответствующего исходному, нормализованному состоянию стали.

Исследования структуры показали присутствие в стали двух структурных составляющих: феррита и перлита в разных соотношениях в зависимости от режима охлаждения.

В исходном состоянии наблюдается полосчатость балла 2, видны тёмные полосы перлита, чередующиеся со светлыми участками феррита. Такая же полосчатая структура, но балла 1, наблюдается после деформации и охлаждения на воздухе, но толщина полос уменьшается, т.к. ускоренное охлаждение привело к измельчению зерна на один балл. При этом соотношение ферритной и перлитной составляющих получается равным.

При закалке в воду с подстуживанием 30 с. и без подстуживания, а также при охлаждении под вентилятором, полосчатость полностью отсутствует (балл 0). Размер зерна мало изменяется (балл 9) более мелкозернистая при охлаждении в воде (балл 9), но меняется соотношение структурных составляющих феррита и перлита. Количество избыточного феррита снижается с 85 до 50% с повышением скорости охлаждения, а перлита увеличивается, т.е. получается неравновесная структура с образованием псевдоэвтектода.

Присутствие феррита после закалки стали 09Г2С в воду свидетельствует о том, что окончание деформации проходило в межкритическом интервале температур (Ar_3 и Ar_1). Изменение твёрдости соответствует изменению соотношения структурных составляющих феррита и перлита.

После различных режимов охлаждения зёрна феррита равноосны и структура равнозернистая, что свидетельствует о полном окончании процессов рекристаллизации.

Выводы:

- увеличение скорости охлаждения после горячей деформации приводит к повышению твёрдости за счёт снижения количества избыточной ферритной фазы и получению структуры дисперсного перлита, таким образом, повышаются прочностные характеристики;
- ускоренное охлаждение после деформации позволяет снизить балл полосчатости.