

УДК 621.78:669.15\*74-194

### СТАЛЬ ДЛЯ ТРУБЧАТЫХ ШПУНТОВЫХ СВАЙ

О. П. Носенко, к. т. н., доц., М. О. Пудова, студ.  
ГВУЗ « Приднепровская государственная академия  
строительства и архитектуры»

Широкое применение в последние годы при строительстве морских гидротехнических сооружений получил стальной шпунт трубчатого профиля как в Российской Федерации (рис.1), так и в Прибалтике (рис. 2). В качестве стального шпунта трубчатого профиля используют трубы электросварные диаметром 530-1420 мм для магистральных газо-нефтепроводов. Материал для магистральных трубопроводов большого диаметра – сталь высокопрочная низкоуглеродистая типа 10Г2ФБ с карбонитридным упрочнением.

Учитывая, что требования к штрипсовой стали для магистральных трубопроводов очень высоки в процессе ее производства, естественно применение определенного количества штрипсовой стали, а также электросварных соединений, которые отсортировываются по разным причинам (механические свойства стали, дефекты наружной поверхности и др.). Однако некондиционный металл обладает высоким уровнем механических свойств и может быть использован в качестве толстолистого проката для производства электросварных труб, из которых можно изготавливать стальной трубчатый шпунт повышенной несущей способности.



Рис. 1. Применение стального шпунта трубчатого профиля в ограждении речной набережной (Российская Федерация)



Рис. 2. Применение стального шпунта трубчатого профиля в конструкции морского причала (Прибалтика)

Ниже приводится сравнительная характеристика некондиционного листового проката из стали повышенной прочности для изготовления трубчатых шпунтовых свай, применяемых в гидротехническом строительстве, и штрипсовой стали для магистральных нефтегазопроводов. В таблице 1 приведены параметры, которые не совпадают или имеют незначительное отличие.

Таблица 1

Сравнительная характеристика штрипсовой стали для магистральных нефтегазопроводов и некондиционной штрипсовой стали для трубчатых шпунтовых свай

Наименование параметров	Штрипсовая сталь для магистральных нефтегазопроводов (ТУ ММК им. Ильича)	Некондиционная штрипсовая сталь для трубчатых шпунтовых свай	Сравнительные характеристики технических условий сталей
Тип стали	X70, 10Г2ФБ	12ГС, 13ГС, 09Г2С, 13Г1С-У, 09Г2ФБ, 10Г2ФБ, 10Г2ФБЮ	В трубчатых сваях допускается применение листового проката из отсортировки штрипсовой стали (менее жёсткие требования)
Химический состав			
Углерод	0,09–0,12	0,13–0,15	В трубчатых сваях содержание углерода больше на 0,04 %
Кремний	0,15–0,5	0,4–0,6	В трубчатых сваях кремния в 1,5 раза больше
Марганец	1,55–1,7	1,65–1,75	В трубчатых сваях допускается увеличение содержания марганца по нижнему пределу на 0,1 %
Фосфор	0,02	0,02–0,025	В трубчатых сваях допускается увеличение фосфора на 0,05 %
Сера	0,006	0,015–0,02	В трубчатых сваях количество серы больше на 0,004 %
Требования к стали	Сталь обрабатывается модификаторам и, содержащими кальций, редкоземельные элементы (в количестве 0,5–2 кг/т)	Допускается обработка кальцием и его сплавами	Для трубчатых свай менее жёсткие требования при обработке

Механические свойства листов			
Временное сопротивление разрыву, $\sigma_B$ , Н/мм <sup>2</sup>	600–690	480–550	В трубчатых сваях допускается понижение временного сопротивления разрыву, $\sigma_B \leq 550$ Н/мм <sup>2</sup>
Предел текучести, $\sigma^{0,2}$ , Н/мм <sup>2</sup>	500	355–460	В трубчатых сваях допускается понижение предела текучести, $\sigma^{0,2} \leq 440$ Н/мм <sup>2</sup>
Относительное удлинение $\delta_5$ , %	20	16–19	В трубчатых сваях допускается уменьшение относительного удлинения до 16 %
KCV, t = 0 C°	78	29–59	В трубчатых сваях ударная вязкость по KCV на 25 % ниже
KCU, T = -40 C°	49	29–39	В трубчатых сваях ударная вязкость по KCU на 20 % ниже
Качество поверхности должно соответствовать:	ГОСТ 14637 Зачистка дефектов на глубину, выводящую толщину листа за предельные размеры, не допускается	ГОСТ 14637 При зачистке дефектов допускается отклонения по толщине, не превышающие полуторного допуска	В трубчатых сваях допуск по зачистке основного металла увеличен в 1,5 раза
Ультразвуковой контроль	100 %: обязателен	100 %	В трубчатых сваях ультразвуковой контроль производится лишь по требованию заказчика

В таблице 2 представлена сравнительная характеристика технических условий на производство труб из отсортировки штрипсовой стали для трубчатых шпунтовых свай и технического стандарта на производство магистральных трубопроводов большого диаметра.

Таблица 2

Сравнительная характеристика технических условий на производство труб из  
отсортировки штрипсовой стали для трубчатых шпунтовых свай и  
технического стандарта на производство магистральных трубопроводов  
большого диаметра

Наименование параметров	ПАО «ХТЗ». ТУ 14-3-1938-2000 (труба d = 1420 мм)	ПАО «ХТЗ». ТУ У 24.2-02070772-002:2012 (трубчатые сваи)	Сравнительные характеристики технических условий
Исходная заготовка	Толстолистовая сталь марки 10Г2ФБ по ТУ14-1-5293-95 или стали категории прочности Х70 (ТУ ММК им. Ильича)	Листовая сталь классов прочности Ш245-Ш460 по ТТ	В трубчатых сваях допускается применение листового проката из отсортировки металла (менее жёсткие требования)
Предельное отклонение (мм) от номинальных размеров по:			
1) Усилению сварного шва	Высота усиления наружных и внутренних продольных швов в пределах 0,5–3,0 мм	Высота усиления наружных и внутренних швов в пределах 0,5–5,0 мм	В трубчатых сваях допускается более высокое усиление сварного шва
2) Ширина усиления сварных швов в местах ремонта	35 мм, в местах ремонта допускается увеличение ширины до 40 мм	30 мм, в местах ремонта допускается увеличение ширины до 35,0 мм	На трубчатые сваи менее жёсткие требования по усилению сварного шва
Требования к основному металлу и сварному соединению			
Ультразвуковой контроль сплошности	100%, обязательный контроль	100 %, контроль по требованию заказчика	В трубчатых сваях отсутствует обязательный ультразвуковой контроль сплошности (осуществляется по требованию заказчика)
Углеродный эквивалент не более	0,43 %	0,46 %	В трубчатых сваях допускается увеличение углеродного эквивалента на 0,03 %

Механические свойства основного металла труб			
Временное сопротивление разрыву, $\sigma_B$ , Н/мм <sup>2</sup>	590	340–550	В трубчатых сваях допускается понижение временного сопротивления разрыву, $\sigma_B \leq 550$ Н/мм <sup>2</sup>
Предел текучести, $\sigma^{0,2}$ , Н/мм <sup>2</sup>	460	225–440	В трубчатых сваях допускается понижение предела текучести, $\sigma^{0,2} \leq 440$ Н/мм <sup>2</sup>
Относительное удлинение $\delta_5$ , %	20	14–20	В трубчатых сваях допускается уменьшение относительного удлинения до 14 %
Ударная вязкость, Дж/см <sup>2</sup>			
KCV	T = 0 C° 78,0	T = 0 C° 20–59	В трубчатых сваях ударная вязкость по KCV на 25 % ниже
KCU	T = -40 C° 49,0	T = -40 C° 20–39	В трубчатых сваях ударная вязкость по KCU на 20 % ниже
Качество поверхности основного металла труб должно соответствовать	<b>ГОСТ 14637</b> Допускается зачищать незначительные надрезы, подрезы глубиной более 0,4 мм, мелкие царапины на поверхности труб. Толщина стенки в месте зачистки не должна выходить за предельные отклонения	<b>ГОСТ 14637</b> Допускается зачистка основного металла при условии, что отклонения по толщине стенки в месте зачистки не превышает полуторного минусового допуска по ГОСТ 19903	В трубчатых сваях допуск по зачистке основного металла увеличен в 1,5 раза
Ремонт основного металла труб сваркой	Не допускается	Допускается	В трубчатых сваях допускается ремонт основного металла труб

## ВЫВОД

Предлагается использовать некондиционный штрипс и некондиционные трубы для изготовления трубчатых шпунтовых свай. Производство трубчатых шпунтовых свай экономически выгодно, так как не требуется дополнительно затрачивать усилия на производство труб для трубчатых шпунтовых свай. По техническим условиям некондиционные трубы и штрипс полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к трубчатым шпунтовым сваям.

УДК 621.78:669.15'74-194

**Сталь для трубчатых шпунтовых свай / О. П. Носенко, М. О. Пудова // Металознавство та термічна обробка металів: Наук. та інформ. журнал / Дн-вськ: ДВНЗ «ПДАБА», 2013. – № 2–3. – С. 70–75. – Рис. 2. – Табл. 2. – Бібліогр.: (0 назв).**

Рассмотрены сравнительные характеристики штрипсовой стали для магистральных нефтегазопроводов и некондиционной штрипсовой стали для трубчатых шпунтовых свай, а также технических условий на производство труб из отсортировки штрипсовой стали для трубчатых шпунтовых свай и технического стандарта на производство магистральных трубопроводов большого диаметра.

Розглядалися порівняльні характеристики штрипсової сталі для магістральних нафтогазопроводів та некондиційної штрипсової сталі для трубчатих шпунтових свай, а також технічних умов на виробництво труб із відсортування штрипсової сталі для трубчатих шпунтових свай та технічного стандарту на виробництво магістральних трубопроводів великого діаметру.