МИНИСТЕРСТВО ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ
ВНИИСТ

Согласовано:
нач. Госгазинспекции
Д.П.Бабенко
I8 сентября I969 г.

Утверждаю:
и.о.зам.директора института
А.Г.Камерштейн
I8 августа I969 г.

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО СВАРОЧНО-МОНТАЖНЫМ РАБОТАМ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГАЗОПРОВОДОВ ИЗ ТРУБНЫХ СТАЛЕЙ ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТИ

(для средней климатической зоны
и районов Крайнего Севера)

Москва 1969

gost.e-ecolog.ru

УДК 622.692.47:621.791(083.96)

Настоящие рекомендации разработаны взамен ранее выданных рекомендаций по отдельным вопросам сборки и сварки стыков труб из сталей повышенной прочности, а также взамен "Основных рекомендаций по технологии сборки и сварки стыков труб из стали повышенной прочности при подземной прокладке".

Рекомендации составлены на основе экспериментальных данных по свариваемости трубных сталей повышенной прочности, анализа опыта строительства и эксплуатации газопроводов, а также действующих нормативных документов сотрудниками лаборатории сварки ВНИИСТ"а: профессором, доктором технических наук Мазелем А.Г.; канд.техн.наук Тарлинским В.Д., Роговой Е.М., Рахмановым А.С. и инженерами Сбарской Н.П., Капиносом Д.Б. и Мифтяхетдиновой Н.Ф.

I. ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЗОПРОВОДНЫХ ТРУБНЫХ СТАЛЕЙ

Трубы по уровню прочности и механизму упрочнения металла можно классифицировать на 2 группы:

I. трубы из сталей с гарантированным минимальным временным сопротивлением разрыву до 55 кг/мм^2;

2. трубы из сталей с гарантированным минимальным временным сопротивлением разрыву свыше 55 кг/мм^2.

К первой группе относятся малоуглеродистые низколегированные марганцовистые и кремнемарганцовистые стали марок I7ГС,I7Г1С, I4ХГС, 09Г2С, I0Г2С1.

Стыки труб из сталей этой группы должны свариваться в соответствии с технологией, принятой в настоящее время в трубопроводном строительстве, и теми сварочными материалами, которые указаны в действующих нормативных документах, например, в "Инструкции по технологии сварки стыков магистральных трубопроводов при отрицательных температурах до минус 50°С", "Руководящих материалов по технологии сборки и сварки стыков магистральных трубопроводов диаметром I220 мм".

Ко второй группе относятся отечественные и импортные трубы из малоуглеродистых низколегированных марганцовистых сталей, разработанных на основе дисперсионного упрочнения:

Отечественные трубы: марки I7Г2АФ, I5Г2АФ и др.

импортные трубы: австрийской поставки по ТУ-67А с толщиной стенки 12 и 15мм, трубы австрийской поставки по ТУ-40-68 с толщиной стенки 9,5 мм, трубы шведской поставки с толщиной стенки 8,5 мм и д т.д.

Отличительной особенностью трубных сталей второй группы является наличие микродобавок ванадия, ниобия, титана, образующих упрочняющие сталь карбиды или карбонитриды, а также иногда повышенное содержание азота. Эти особенности химического состава накладывают ряд ограничений на технологию сварки стыков магистральных трубопроводов.

Таким образом, металл труб второй группы относится к сталям повышенной прочности и требует ряда ограничений при сборке и сварки стыков магистральных трубопроводов.

Данные рекомендации включают вопросы свариваемости труб из сталей повышенной прочности (второй группы), выбора сварочных материалов, технологических особенностей сборки и сварки, а также контроля качества сварных соединений.

П. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОИЗВОДСТВУ СВАРОЧНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

П.I. Особенности свариваемости стыков труб из сталей повышенной прочности (чувствительность к перегреву, надрезам и ударным нагрузкам, повышенная хрупкость околошовной зоны и т.д.) предъявляют жесткие требования к технологии сварочно-монтажных работ и к качеству сварных соединений.

П. 2. На основе данных рекомендаций с учетом конкретных условий проведения сварочно-монтажных работ в каждом управлении должны быть составлены соответствующие технологические инструкции на применяемые способы сварки, утвержденные главным инженером.

П. 3. При тщательном соблюдении технологии производства работ, указанной в настоящих рекомендациях разрешается без предварительного подогрева сваривать трубы с толщиной стенки до 15 мм при температуре до минус 50°С. Сварка стыков труб с толщиной стенки свыше мм должна выполняться в соответствии со специальной инструкцией.

П. 4. Сварные швы не должны иметь дефектов, величина которых превышает пределы указанные в ГОСТ. 35. Последний (облицовочный) шов должен иметь плавный переход к основному металлу. Даже незначительные нарушения сплошности металла шва в виде непроваров, подрезов, трещин, несплавлений могут явиться причиной разрушения стыков. Наплывы на поверхности шва, грубая чешуйчатость и другие дефекты металла шва, связанные с небрежным выполнением сварных швов, являются концентраторами напряжений, снижающими эксплуатационную надежность трубопровода.

П. 5. При сварке стыков труб из сталей повышенной прочности должен проводиться особо тщательный пооперационный контроль, за проведение которого персонально отвечают мастера участков.

П. 6. При разгрузке, складировании и транспортировке труб и плей и далее - на всех этапах сварочно-монтажных работ, необходимо исключить любого рода удары по металлу труб и сварным стыкам.

Должны быть полностью исключены удары кувалдой по прихваткам и стыкуемым торцам трубы, резкие толчки при скатывании плетей на трубосварочных базах и другие ударные нагрузки.

ПРИМЕЧАНИЕ: В крайних случаях, при специальном разрешении начальника участка и под непосредственным наблюдением мастера, разрешается пользоваться кувалдой при обязательном местном подогреве зоны удара до +100°С.

П. 7. Сварка труб повышенной прочности с трубами первой группы (типа 17ГС) должна осуществляться по технологии сварки стыков труб из сталей повышенной прочности. Преимущественно сварка разностенных труб должна производиться на трубосварочных базах с обязательной тщательной подваркой изнутри трубы.

При необходимости соединения разностенных труб на трассе, если разность по толщине стенок превышает 2,5 мм, необходимо предусмотреть вварку между соединяемыми трубами переходников или вставок с промежуточной толщиной стенки трубы. Непосредственное соединение на трассе труб с разностью толщин стенок, превышающих 2,5 мм, не допускается.

Ш. МЕТАЛЛ ТРУБ И ТРЕБОВАНИЯ ПО СВАРИВАЕМОСТИ

Ш. 8. Запрещается допускать к сварке трубы без сертификатных данных на каждую партию.

Ш. 9. Химический состав и механические свойства отечественных и импортных труб из сталей повышенной прочности приведены в таблицах Ш. I и Ш 2.

Ш. IO. Оценка свариваемости труб из сталей второй группы должна производиться на основе фактического химического состава металла труб или по сертификатным данным в соответствии со следующей формулой

лой "эквивалента" углерода, предложенной ВНИИСТом:

$$C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu + Ni + Cr + Mo}{50} + \frac{V + Nb + Ti}{5} +$$

$$+ \frac{Ne}{2} + \frac{\delta}{400} + \frac{H}{100} \leq 0{,}45, \quad \text{где}$$

С - (углерод), Si - (кремний), Mn -(марганец), Си-(медь), Ni- (никель), Cr -(хром), Мо-(молибден), V-(ванадий), Nb-(ниобий), Ti-(титан),

Ne- (азот) - химический состав металла труб данной плавки согласно сертификатным данным, проценты.

δ - фактическая толщина стенки трубы, мм

Н - содержание водорода в металле шва, $см^3$/100г.

Ш. II. Содержание водорода определяется выбором сварочных материалов для сварки корневого слоя шва. При сварке корневого слоя шва газозащитными электрдами (ВСЦ-4А) содержание водорода в металле шва (Н) 12 $см^3$/100 г, при сварке корневого слоя шва фтористокальциевыми электрдами (УОНИ-13/55, "Гарант") содержание водорода 5 $см^3$/100г.

Пример: Необходимо установить возможность использования газозащитных электродов для сварки корневого слоя шва стыков труб с толщиной стенки 15,2 мм (химический состав металла труб по сертификатным данным: 0,20% С - (углерода), 0,45% Si- (кремния); 1,50% Mn (марганца); 0,50% (Cu + Ni + Cr + Mo)

Таблица III-1

Химический состав и механические свойства отечественных труб из сталей повышенной прочности (согласно ТУ)

Марка стали	Размеры труб, мм	Технические условия	Химический состав. Равно или менее (в процентах)					Механические свойства. Равно или более			
			Углерод C	Кремний Si	Марганец Mn	Ванадий V	Медь Си не более	$\sigma_в$, кг/мм^2	$\sigma_т$, кг/мм^2	δ %	$a_н$, кгм/см^2
I5Г2АФ	I020xI0,0	ЧМТУ 3-60-67	0,I8	0,37	I,70	0,I5	0,3	55	40	20	3,6 (-40°С)
I7Г2САФ	I020xI0,0	ЧМТУ 3-59-67	0,20	0,60	I,60	0,I2	0,3	55	38	22	40 (-40°С)
I7Г2СФ	I020x9,5	ЧМТУ 3-59-67	0,20	0,60	I,60	0,I2	0,3	55	39	I8	2,5 (-40°С)
I8Г2САФ	I220xI2,5	ЧМТУ 3-58-67	0,20	0,55	I,60	0,I5	0,3	55	38	I8	2,5 (-40°С)

Таблица Ш. 2.

Химический состав и механические свойства импортных труб из сталей повышенной прочности (согласно ТУ)

Размеры труб, мм	Страна-поставщик, фирма	Технические условия или договор	Химический состав. Равно или менее (в процентах)					Механические свойства. Равно или более			
			Углерод C	Марганец Mn	Кремний Si	Никель Ni, Хром Cr, Медь (Cu)	Ванадий-V Ниобий-Nb Титан-Ti	$\sigma_в$, кг/мм^2	$\sigma_т$, кг/мм^2	δ, %	$a_н$, кгм/см^2
I020x8,5	Швеция	52/35524	0,22	I,60	0,55	-	0,23	65	46	I8	30 (-40°C)
I020x9,5	Австрия	40-68	0,22	I,60	0,55	-	0,I2	57	42	20	30 (-40°C)
I220xI2,0	Австрия	67A	0,22	I,55	0,50	0,4	0,05	57	42	I8	30 (-55°C)
I220xI5,0	Австрия	67A	0.22	I,55	0,50	0,4	0,05	55	39	I9	3,0 (-55°C)
I420xI7,0	ФРГ	56-70	0,2	I,5	0,5	-	Ванадий до 0,I	60,0	45,0	I8,0	50 (-40°C)
I420x20.0	ФРГ	56-70	0,2	I,6	0,5	-	до 0,I	60	45,0	I8,0	30 -40°C

(медь + никель + хром + молибден); 0,04% (V + Nb +Ti) - (ванадий + ниобий + титан). При этом "эквивалент" углерода, расчитанный по формуле п.Ш.II, в случае применения газозащитных электродов марки ВСЦ-4А, составляет 0,47. Следовательно, для данной партии труб использование газозащитных электродов не представляется возможным. Если применять фтористокальциевые электроды, то "эквивалент" углерода составит 0,40. Следовательно, данная партия труб для сварки пригодна, но должна свариваться электродами фтористокальциевого типа.

IУ. Выбор сварочных материалов

IУ. I2. Для сварки стыков трубопроводов рекомендуется сварочные материалы, указанные в таблице IУ. 3.

У. КОНТРОЛЬ И ПОДГОТОВКА СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

У. I3. Запрещается применять сварочные материалы (электроды, флюсы, проволоки) без заводских сертификатов об их качестве.

Таблица IУ3

Прокладка трубопроводов	Стыки	Сварочные материалы			
		Корневой слой шва	Предельная т-ра сварки, °С	Последующие слои шва	Предельная т-ра сварки, °С
Подземная	поворотные	ВСЦ-4А ⌀ 4 мм	-30	флюс АН-348 А, проволока	-50
		УОНИ-I3/55, ⌀ 3 мм	-50	~~СВ-I0Г2~~ СВ-08ГА, ⌀ 2 и 3 мм	
		"Гарант", ⌀ 3,25 мм	-50		
	неповоротные	ВСЦ-4А, ⌀ 4 мм	-30	ВСФ-65, ⌀ 4 мм	-50
		УОНИ-I3/55, ⌀ 3 мм	-50		
		"Гарант", ⌀ 3,25 мм	-50		
Надземная					
	поворотные	УОНИ-I3/55, ⌀ 3 мм	-50	флюс АН-22 (АН-I7 м), проволока СВ-I0ХМ	-50
		"Гарант", ⌀ 3,25	-50	(СВ-I0ХМ), ⌀ 2 и 3 мм	
	неповоротные	УОНИ-13/55, ⌀ 3 мм	-50		
		"Гарант", ⌀ 3,25 мм	-50	ВСФ-65, ⌀ 4 мм	-50

У.I4. Появление пор при сварке допускных стыков может быть вызвано повышенной влажностью электродных покрытий и флюса. В этом случае их следует просушить по режиму, указанному в таблице У4, после чего повторить испытания.

Таблица У4.

Сварочные материалы	Температура сушки, °С	Продолжительность сушки, час.
Электроды фтористокальциевого типа (УОНИ-I3/55, "Гарант", ВСФ-65 и др.	200-220	I,5
Электроды газозащитного типа (ВСЦ-4А)	80-I00	I,0
Флюс марки АН-348А	250-300	I,0
Флюс марки АН-22 (АН-I7М)	300-350	I,5

У.I5. При получении неудовлетворительных сварочно-технологических свойств (после повторной просушки электродов и последующих испытаний согласно требованиям СНиП Ш-Д.I0-62) данная партия сварочных материалов бракуется.

У.I6. При получении новых марок сварочных материалов сварщик обязан сварить один контрольный стык, из которого должны быть вырезаны шесть образцов (3 на разрыв, 3 на загиб), сваренных в потолочном положении (для ручной дуговой сварки). Сварщик может быть допущен к сварке трубопровода только после получения доброкачественных швов и удовлетворительных данных по механическим испытаниям контрольных стыков.

У.I7. При проведении механических испытаний по ГОСТ 6996-66 угол загиба образцов должен быть не менее 120^{0}. Диаметр нагрузающей оправки для толщин до I5 мм выбирается в соответствии с таблицей У5.

Таблица У5.

Легирующие добавки в металле трубы $\Sigma (V + Nb + Ti)$, %	Диаметр оправки, мм
$\leq$ 0,05	2 δ
0,06-0,I5	3 δ
$\geq$ 0,I5	4 δ

где δ - толщина стенки трубы, мм.

При толщине стенки трубы более I5 мм диаметр оправки выбирается в соответствии стаблицей У.6, и испытание образцов производится на загиб боковой поверхности (загиб "на ребро").

Таблица У6.

Толщина стенки трубы, мм	Диаметр оправки, мм
I5,0 - I7,0	40,0
I8,0 - 20,0	50,0

У.I8. Загибные образцы для испытания на загиб боковой поверхности должны иметь длину 200 мм и ширину I5 мм.

У.I9. Для автоматической сварки под флюсом рекомендуется использовать сварочную проволоку с омедненным поверхностным слоем, выпускаемую по 4МТУ I-378-68. Неомедненную ("черную") сварочную проволоку перед употреблением необходимо зачищать до металлического блеска.

УI. СБОРКА СТЫКОВ ТРУБ

УI.20. Зазор при сварке корневого слоя шва электродами с газозащитным покрытием (марки ВСЦ-4А) должен составлять 2,0-3,0 мм, а при сварке электродами с фтористокальциевым покрытием (марки УОНИ-I3/55, "Гарант", ВСФ-65) - 3,0-4,0 мм. Допускаемое смещение кромок на участке длиной не более I/4 длины окружности стыка должно соответствовать данным таблицы УI.7.

Таблица УI7.

Толщина стенки трубы, мм	Смещение кромок, мм (не более)
8,5	2,0
9,5-I0,0	2,5
I2,0-I2,5	3,0
I5,0-I5,2	3,5
I7-20,0	4,5-5,0

УП.21. При сборке стыков на внутреннем центраторе после его разжима обязательно сваривать первым (корневым) слоем шва весь периметр стыка и только после полной сварки его первым слоем перемещать центратор для сборки и сварки следующего стыка.

УП.22. После сборки стыков корневой слой шва следует очистить от шлака и тщательно осмотреть. При обнаружении дефектов соответствующие участки должны быть сошлифованы наждачными кругами или удалены любым другим механическим способом, а затем тщательно зачищены и заварены вновь.

УП. СВАРКА СТЫКОВ

УП.23. Сварка стыков труб с толщиной стенки 8,5–12,0 мм выполняется не менее, чем в 3 слоя (включая корневой). Сварка труб с толщиной стенки 12,0–16,0 мм выполняется не менее, чем в 4 слоя (включая корневой), а с толщиной стенки 16,0–20,0 мм выполняется не менее, чем в 5 слоев (включая корневой).

УП.24. При температуре окружающего воздуха ниже 0^{0}С немедленно после окончания сварки корневого слоя шва, независимо от способа сварки, стык должен быть закрыт защитным теплоизоляционным поясом шириной не менее 100 мм. Одновременно рекомендуется максимально сокращать промежуток времени между окончанием сварки корневого слоя шва и началом сварки последующего слоя шва.

УП.25. В конце сварки, во избежании образования трещин, необходимо полностью заплавить кратер шва и перекрыть его последующим швом на 10–15 мм.

УП.26. Запрещается после рабочей смены оставлять стыки на стеллажах или в нитке трубопровода, сваренными только первым (корневым слоем шва), поскольку суточные перепады температур могут привести к образованию трещин.

УП.27. При выборе режимов автоматической сварки под флюсом стыков рассматриваемых труб необходимо учитывать, что металл шва весьма чувствителен к воздействию погонной энергии сварки. Для обеспечения необходимой погонной энергии отношение силы тока (амперы) к скорости сварки (м/час):

- для флюса марки АН-348: 9-10
- для флюса марки АН-22 (АН-17М): 9-12

УП.28. При подборе режимов автоматической сварки следует учитывать следующие сварочно-технологические особенности флюсов АН-22 (АН-17М), отличающие его от флюса АН-348А;

а) сварка протекает без характерного шума и потрескивания, что вызывает необходимость непрерывного наблюдения за показаниями приборов на щитке автомата для предотвращения и своевременного выявления прожогов;

б) расплавленный шлак характеризуется более высокой жидкотекучестью, что вызывает необходимость специального подбора смещения электрода с зенита трубы;

в) сварные швы, выполненные на оптимальном режиме, имеют матовую, слабо чешуйчатую поверхность.

Ввиду указанных основных и некоторых других особенностей флюсов АН-22 (АН-17М) сварщики перед выполнением допускных стыков должны пройти специальную тренировку для приобретения соответствующих навыков.

УП.29. Запрещается сразу же после автоматической сварки скатывать секции в снег.

УШ. КОНТРОЛЬ СВАРНЫХ ШВОВ

УШ.30. Физическим методам контроля при подземной прокладке подвергаются:

а) 10% стыков участков трубопроводов IУ категории, при этом 2% из них просвечиваются рентгеновскими или гамма-лучами;

б) 100% стыков участков трубопроводов П, Ш категорий, в том числе 10% из них просвечиваются рентгеновскими или гамма-лучами;

в) 100% стыков участков трубопроводов I категории, стыки воздушных переходов, захлестов, катушек, вваривaемой арматуры, косые при врезке кривых просвечиваются рентгеновскими или гамма-лучами.

Примечание: Сварные стыки участков трубопроводов, имеющих надземную прокладку, должны быть подвергнуты 100% контролю физическими методами, из них не менее 25% просвечиванием рентгеновскими или гамма-лучами.

УШ.31. Магнитографический контроль с использованием магнитных лент МК-I (МРТУ-6-17.302-69) может производиться при температуре окружающего воздуха до минус 30°С.

Примечание: В случае применения для магнитографической дефектоскопии магнитной ленты МК-2 контроль может производиться при температуре окружающего воздуха до минус 50°С.

УШ.32. В соответствии с паспортными характеристиками рентгеновских аппаратов рентгенографический контроль (без соблюдения специальных мероприятий) (см. п.УШ.33) можно осуществлять при температуре окружающего воздуха до минус 10°С.

УШ.33. При соблюдении специальных мероприятий (войлочные чехлы на аппарат, утепляющие кожухи с электрообогревом, наружные кассеты из дерматина с байковой прокладкой, вынос аппаратуры из теплого помещения только на период кратковременного контроля и т.д.) рентгенографический контроль можно осуществлять при температуре окружающего воздуха до минус 30°С.

УШ.34. Гамма-контроль с использованием аппаратов "Трасса" РИД-21Г и др. дефектоскопов может применяться при температуре до минус 50°С.

УШ.35. При неразрушающих методах контроля сварные стыки бракуются при обнаружении указанными выше методами контроля следующих дефектов:

а) трещин и непроваров любой протяженности и глубины;

б) шлаковых включений и пор по группам "А" и "Б" ("А" - одиночные дефекты, "Б" - цепочки дефектов) суммарной глубиной более 10% от толщины стенки трубы;

в) скопления пор и шлаковых включений (группа "В") независимо от протяженности.

УШ.36. При осуществлении контроля качества сварных стыков на трубосварочных базах необходимо организовать специализированный контрольный стеллаж.

Рекомендации по сварочно-монтажным работам при строительстве газопроводов из трубных сталей повышенной прочности (для средней климатической зоны и районов Крайнего Севера)

Л-71537	Подписано в печать 3.XI.69г.	Формат 60x84/16
Печ. л. 1,25	Уч.-изд. л. 0,9	Бум. л.0,6
Тираж 600	Цена 6 коп.	Заказ 129

Ротапринт ВНИИСТа

gost.e-ecolog.ru