



РАЗРАБОТКА НОВЫХ ВИДОВ ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩЕЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ НУЖД ТОПЛИВНО – ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Июнь 2018 г.
Москва.

А.С. Митин, ИТЦ АО ВМЗ,
канд. техн. наук



ВЫКСУНСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД



- VMЗ – один из старейших центров российской металлургии.
- Основан в 1757 г. братьями Иваном и Андреем Баташевыми.
- С 1999 г. входит в состав Объединенной металлургической компании.
- Сегодня VMЗ - крупнейший отечественный поставщик труб для различных отраслей российской промышленности, ведущий мировой производитель цельнокатаных железнодорожных колес.

Цель политики в области качества ОАО «VMЗ»:

- Поставка продукции в полном соответствии с требованиями потребителей,
- Приоритеты, направленные на постоянное повышение качества продукции.

Реализация поставленной цели требует постоянной модернизации и внедрения нового технологического, испытательного оборудования и средств измерений, использования передовых технологий производства продукции.



Производство толстолистого проката для выпуска газонефтепроводных труб большого диаметра

25 ноября 2011 года на территории Выксунского металлургического завода пущен в действие Металлургический комплекс Стан 5000.

- Стан 5000 выпускает листовой прокат классов прочности до X120 для производства труб диаметром 508-1422 мм нового поколения;
- Собственное производство широкого листа позволяет ОМК создать эффективную систему управления издержками, качеством и сроками выполнения заказов;
- Поставщиком технологического оборудования для строительства стана 5000 стала компания SMS Demag AG (Германия) - лидер в области металлургического машиностроения.
- Мощность производства – 1,2 млн. тонн листового проката в год.
- Сортамент продукции:
 - ширина листов – 1500-4850мм;
 - толщина листов – 7-150мм.



Цех по производству труб большого диаметра (ТЭСЦ-4)



ТЭСЦ-4 выпускает уникальную для страны высокотехнологичную продукцию – трубы большого диаметра, предназначенные для строительства магистральных газопроводов и нефтепроводов с рабочим давлением до 300 атмосфер и температурой эксплуатации до минус 60°С .

Цех имеет возможность изготавливать трубы для транспортировки «кислых» углеводородов.



ВМЗ производит трубы большого диаметра в диапазоне диаметров от 508 до 1422 мм (20"-56") и толщиной стенки от 7 до 48 мм

Диаметр, мм	Толщина стенки, мм																																			
	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	33	34	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48					
508	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	К	К	К																									
530	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	К	К																						
559		Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	К	К	К																					
610		Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	К	К	К	К																				
630		Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	К	К	К	К	К																			
660		Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	К	К	К	К	К	К																		
711		Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	К	К	К	К	К	К	К																	
720		Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	К	К	К	К	К	К	К	К																
762		Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	К	К	К	К	К	К	К	К	К															
813		Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К														
820		Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К													
864		Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К												
914		Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К											
965		Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К										
1016		Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К									
1020		Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К								
1067		Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	Г	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К							
1118																																				
1168																																				
1219																																				
1220																																				
1321																																				
1420																																				
1422																																				



- ТЭСА 1020В



- ТЭСА 1420

Линии наружного антикоррозионного покрытия труб



В состав цеха антикоррозионного покрытия Дивизиона входят **4 линии** наружного покрытия:

АКП 1 – ввод в эксплуатацию в 2014 году

АКП 2 – ввод в эксплуатацию в 2005 году

АКП 3 – ввод в эксплуатацию в 2007 году

АКП 4 – ввод в эксплуатацию в 2007 году

Назначение – нанесение наружного двух- или трехслойного полиэтиленового или полипропиленового покрытия на трубы диаметром 508 – 1422 мм.

Способ нанесения – боковая экструзия.

Проектная мощность каждой линии – 3,2 млн. квадратных метров в год.

Линия нанесения внутреннего покрытия

Поставщик оборудования – Bauhuis International B.V. (Голландия).

Назначение – нанесение внутреннего гладкостного или антикоррозионного покрытия на трубы диаметром 508 – 1422 мм.

Способ нанесения – безвоздушное распыление с помощью форсунок.

Проектная мощность – 3,2 млн. квадратных метров в год.



Участие в нефтегазовых проектах

Nord Stream (морская часть)	Ø 1219 мм	470 000 тн
Nord Stream (наземная часть)	Ø 1420 мм	350 000 тн
Газопровод «Сахалин – Хабаровск – Владивосток»	Ø 1020, 1220 мм	243 000 тн
Газопровод «Джубга – Лазаревское – Сочи»	Ø 530 мм	20 000 тн
Газопровод «Бованенково-Ухта»	Ø 1420 мм	460 000 тн
Нефтепровод «Восточная Сибирь – Тихий Океан»	Ø 1067, 1220 мм	513 000 тн
Сахалин 1 и 2	Ø 508, 610, 762 мм	81 000 тн
Варандейский терминал» (нефтепровод на шельфе Баренцевого моря)	Ø 820 мм	20 000 тн
Газопровод «Ковыкта – Саянск – Иркутск»	Ø 610, 720 мм	27 500 тн
Освоение Ванкорского месторождения	Ø 820 мм	54 000 тн
Газопровод «Средняя Азия – Китай» 1 / 2 / 3	Ø 1067, 1219 мм	350 000 тн
Газопровод «OML 58 O.U.R.» (Нигерия)	Ø 1067 мм	25 000 тн
Газопровод "Южный коридор"	Ø 720 - 1420 мм	142 000 тн
Газопровод "Сила сибери"	Ø 1420 мм	60 000 тн
South Stream линия 1 и 2 (морская часть)	Ø 813 мм	450 000 тн



ExxonMobil



中国石油天然气集团公司
CHINA NATIONAL PETROLEUM CORPORATION



Total





Проект «Норд Стрим-2»





Проект «Норд Стрим-2»

1153x41,0 мм SAWL 485 FD (X70)

Ужесточение требований по механическим свойствам

Параметр	НС-1	НС-2
Прочность R_m (продольное направление)	Не менее 542 МПа	542-690 МПа
Относительное удлинение A_2 "	Не менее 22%	Не менее 26%
Отношение $R_{t_{0.5}}/R_m$ после покрытия	-	Не более 0,93
Твердость	Не более 270 HV10	Не более 248 HV10
CTOD для ЗТВ	Не менее 0,10 мм	Не менее 0,15 мм
CTOD для металла шва	Не менее 0,20 мм среднее для трех испытаний	Не менее 0,20 мм для каждого образца

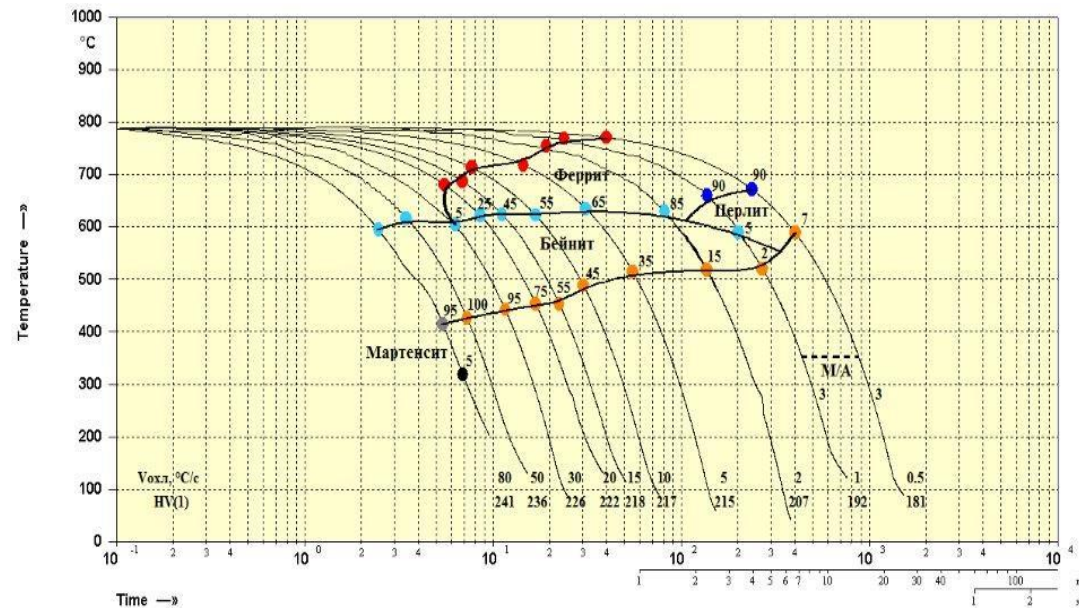
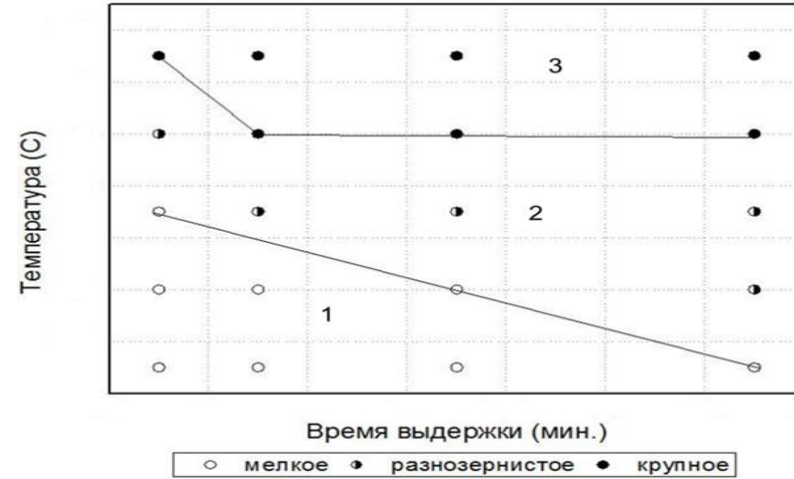
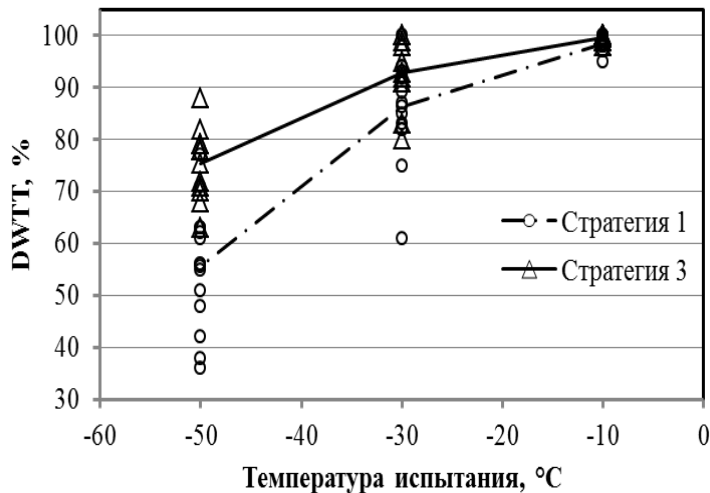


Проект «Норд Стрим-2» 1153x41,0 мм SAWL 485 FD (X70)

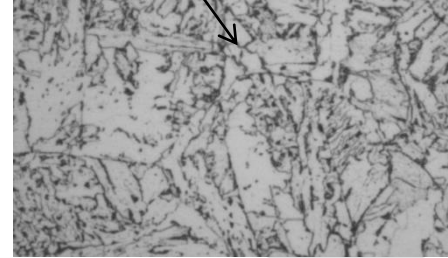
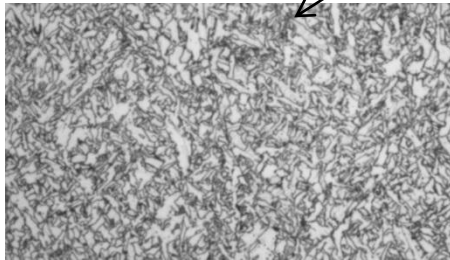
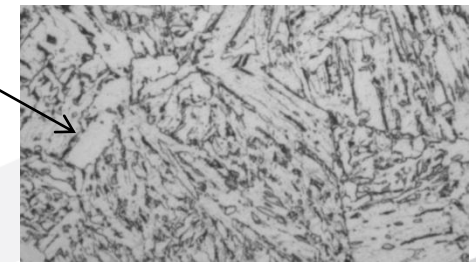
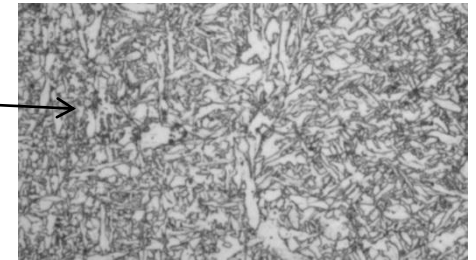
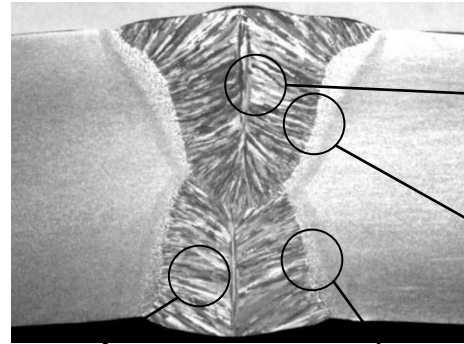
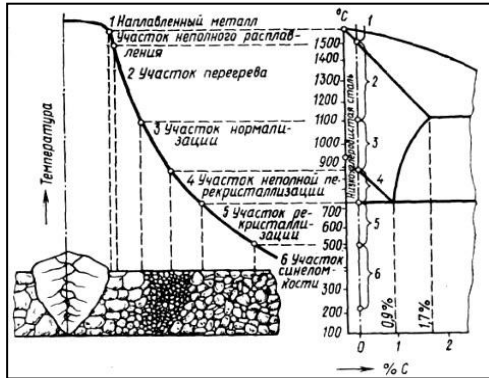
При проведении опытных работ разработаны:

- параметры нагрева слэбов;
- стратегия черновой стадии прокатки на МКС 5000;
- технология чистовой стадии прокатки;
- параметры ускоренного охлаждения

Что в целом позволило стабильно обеспечить уникальное сочетание прочности, вязкости и хладостойкости для данного сложного сортамента проката.



Проект «Норд Стрим-2» 1153x41,0 мм SAWL 485 FD (X70)



Итоги освоения сварочных процессов:

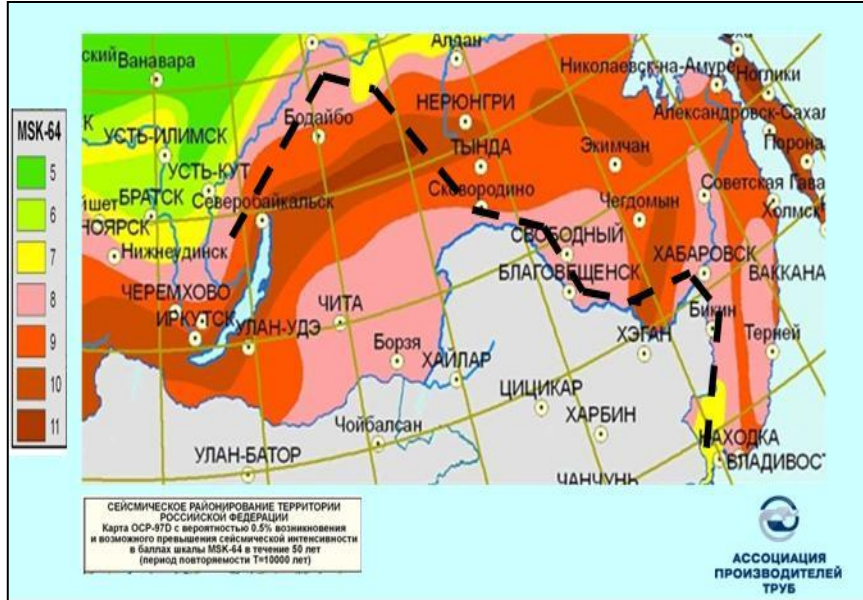
- определены скорость сварки и скорость охлаждения околошовной зоны;
- разработаны ток и напряжение для многодуговой сварки под флюсом;
- подобраны сварочная проволока и флюс.

В результате обеспечены стабильно высокие результаты поглощенной энергии и стойкости к образованию усталостных трещин по линии сплавления.



МГ «Сила Сибири»

Трасса газопровода пролегает в зоне АТР (активных тектонических разломов), соответственно, необходимо применение труб с повышенной способностью к деформации



		Особенности строительства и эксплуатации магистральных газопроводов «Южный коридор» и «Сила Сибири»	
«ЮЖНЫЙ КОРИДОР»		«СИЛА СИБИРИ»	
ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ: КС «Починки» — КС «Русская» ~ 1625,6 км КС «Писаревка» — КС «Казачья» ~ 810,6 км Рабочее давление до 9,8 МПа КС «Казачья» — КС «Русская» ~ 70,0 км Рабочее давление до 11,8 МПа КС Русская — МГ «Южный поток» ~ 2 км Рабочее давление до 28,45 МПа толщина стенки труб до 40 мм		ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ: ▪ Протяженность: Якутия — Хабаровск — Владивосток ~ 3200 км Иркутская область — Якутия ~ 800 км ▪ Рабочее давление: 9,8 МПа (100 атм) Трасса газопровода пересекает 14 активных тектонических разломов суммарной протяженностью <u>6 км</u>	
2		ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ОАО «ГАЗПРОМ» К ТРУБНОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ «СИЛА СИБИРИ» И «ЮЖНЫЙ КОРИДОР»	

Разработаны сейсмостойкие трубы для МГ диаметром 1220 и 1420 мм класса прочности К60. Трубы предназначены для сооружения МГ:

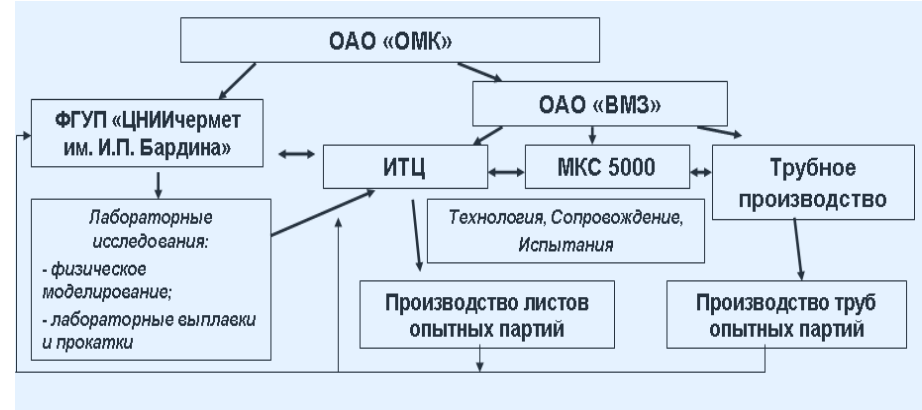
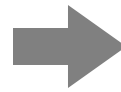
- в пределах зон сейсмической активности, в том числе свыше 8 баллов по шкале MSK-64,
- в зонах активных тектонических разломов (АТР),
- в пределах участков многолетних мерзлых грунтов,
- в иных случаях, когда величина максимальной пластической деформации участка газопровода в продольном направлении не превышает 4%, 6 % и 8,5%



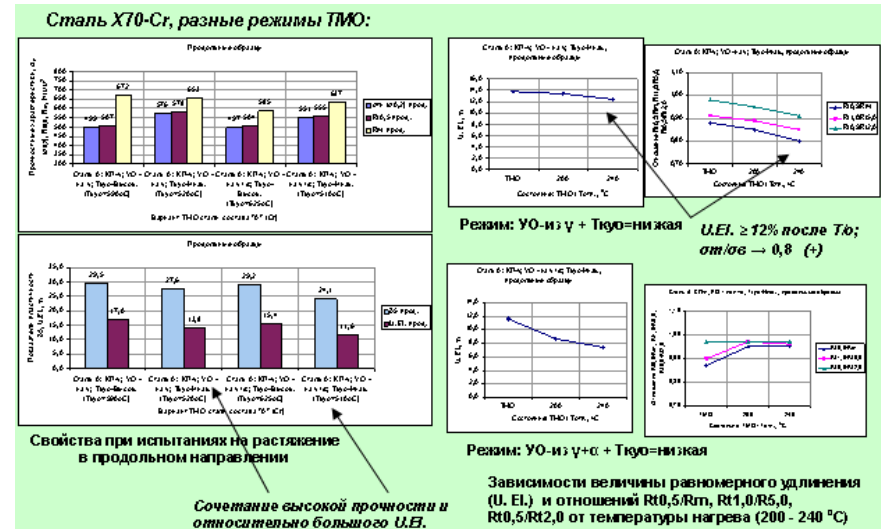
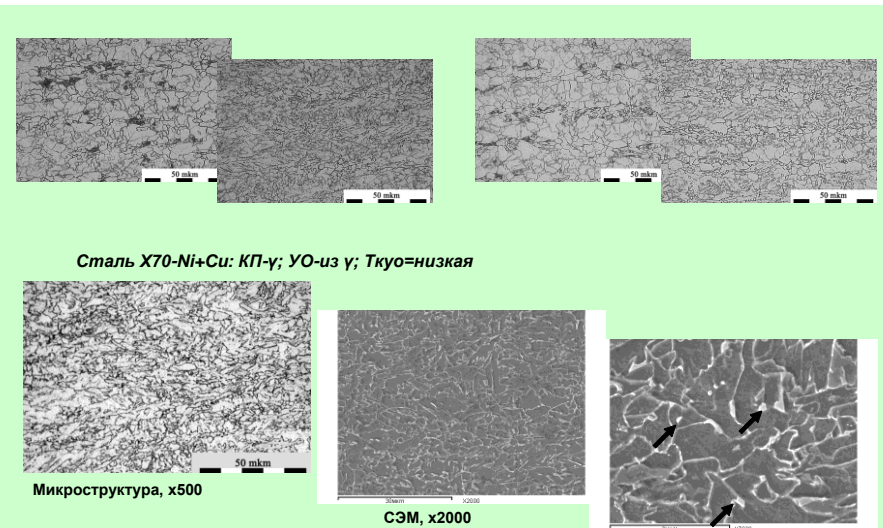
МГ «Сила Сибири»

Разработка концепции сталей для изготовления для труб с повышенной способностью к деформации

Металловедческий подход: достижение структурного состояния стали в листе, обеспечивающего одновременно требуемые показатели «прочность-пластичность-хладостойкость» и высокую деформационную способность металла в продольном направлении.



Получение оптимальной структуры и свойств металла труб

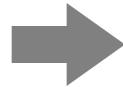




Трубы для проекта МГ «Сила Сибири»

В Инженерно – технологическом Центре разработана уникальная технология производства листа на стане «МКС – 5000», и труб для МГ в зонах АТР

Механические свойства
основного металла труб
для газопровода,
работающего в зонах АТР



Класс, категория прочности	Временное сопротивление σ_p , МПа, на образцах		Предел текучести, $\sigma_s (R_{10,5})$, МПа, на образцах		Относительное удлинение после разрыва, (δ_2) , %, не менее	Относительное равномерное удлинение (δ_p) , %, не менее	Отношение $\sigma_s (R_{10,5})/\sigma_p$, не более, на образцах		Относительное сужение после разрыва, Ψ , %, не менее
	поперечных	продольных	поперечных	продольных			поперечных	продольных	
К56	550-670	525-660	440-550	440-540	21	8,0	0,85	0,88	64
К60	590-710	560-700	480-590	480-580	20	8,0	0,86	0,88	64
К65	640-760	610-750	555-665	555-655	19	7,5	0,88	0,88	64
К60	520-630	495-630	415-515	415-515	21	8,0	0,85	0,88	64
К70	570-690	545-680	485-595	485-585	20	8,0	0,86	0,88	64
К80	625-745	595-735	555-665	555-655	19	7,5	0,88	0,88	64

Разработан новый продукт: сейсмостойкие трубы для МГ, трасса которых пересекает участки с высокой сейсмической активностью, включая зоны АТР диаметром 1220 и 1420 мм класса прочности К60.

Трубы предназначены для сооружения МГ:

- в пределах зон сейсмической активности, в том числе свыше 8 баллов по шкале MSK-64,
- в зонах активных тектонических разломов (АТР),
- в пределах участков многолетних мерзлых грунтов,
- в иных случаях, когда величина максимальной пластической деформации участка газопровода в продольном направлении не превышает 4%, 6 % и 8,5%

Трубы стойкие к сероводородному растрескиванию



Исследования и накопленный опыт позволили сформулировать требования к технологии производства проката повышенной коррозионной стойкости в условиях МКС 5000.

Технология МКС 5000 позволяет обеспечить требуемый уровень механических свойств наряду с достижением требований по коррозионной стойкости.

АО «ВМЗ» освоило производство листового проката в условиях МКС 5000 и труб.

ООО «Газпром ВНИИГАЗ» аттестовало технологию производства листового проката и труб из стали марки 08ГБФ-У. Подготовлено заключение о соответствии продукции требованиям СТО Газпром 2-4.1-223-2009.

Для месторождений с повышенным содержанием сероводорода поставлено более 30 тыс. тонн труб большого диаметра.

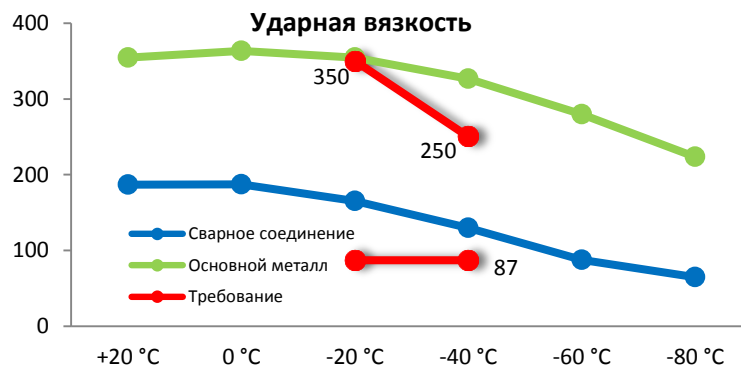
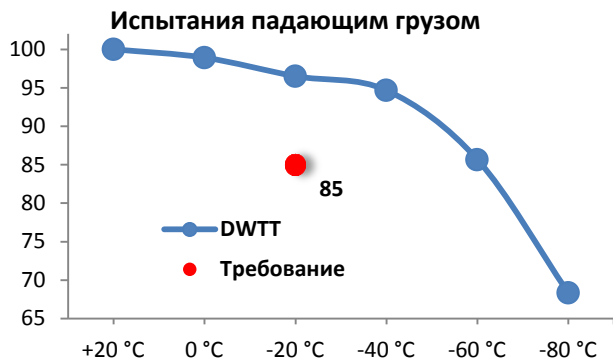


АО «ВМЗ» ведется работа по освоению технологии производства листового проката из сталей марок 13ХФА и 09ГСФ и труб из него.

Произведено и отгружено более 2000 тонн труб из собственного листового проката (530x13-14; 720x12-20; 820x10-14; 1020x10-19 мм).

Трубы класса прочности К80 (Х100)

В условиях Трубоэлектросварочного цеха №4 Дивизиона труб большого диаметра изготовлена опытная партия труб размером 1220x20 мм класса прочности К80 (Х100). Проведен комплекс лабораторных механических испытаний.



Механические свойства при растяжении									Химический состав		
Предварительные требования ПАО "Газпром"	Поперечное				Продольное				C, %	Pcm	
	Rm	Rp0,2	A5	Rp0,2/Rm	Rm	Rp0,2	A5	Rp0,2/Rm			
	МПа	МПа	%		МПа	МПа	%				
мин	790	690	16		755	630	16				
макс	910	840		95	910	840		95	0,08	0,24	
ср. значения	ASTM	858	735	34	86	813	685	36	84	0,06	0,22
	ГОСТ	848	772	17	91	795	705	18	89		

НОВЫЕ ВИДЫ ТРУБНОЙ ПРОДУКЦИИ. Плакированные трубы производства дуговой сваркой (SAWL)

На АО ВМЗ проводились исследования о возможности производства плакированных труб в условиях «ВМЗ». Изготовлены опытные партии труб размером 720x(14,3+3,0) мм из стали X70+316L. Поставщик металла Voestalpine (Австрия). Оценка качества труб производилась в соответствии требованиями API Spec 5LD PSL2, ред.3 и DEP 31.40.20.32-Gen.

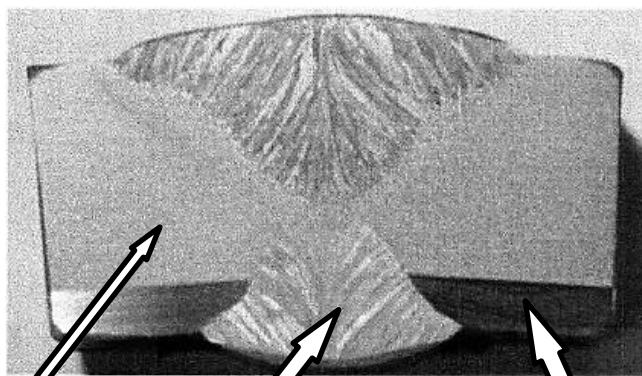
По результатам работы предложена технология производства:

- формовка UOE (ТЭСА 1020);
- сварка сборочного шва – черная проволока;
- сварка внутреннего шва – нержавеющая проволока;
- сварка наружного шва – нержавеющая проволока;
- механическое экспандирование труб по всей длине.

Геометрические параметры труб и механические свойства основного металла труб соответствуют требованиям стандартов.



Изготовление опытной партии плакированных труб SAWL на ВМЗ

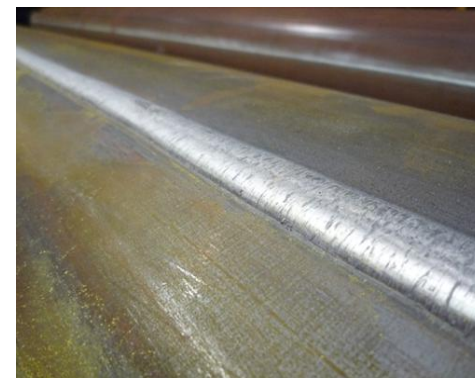
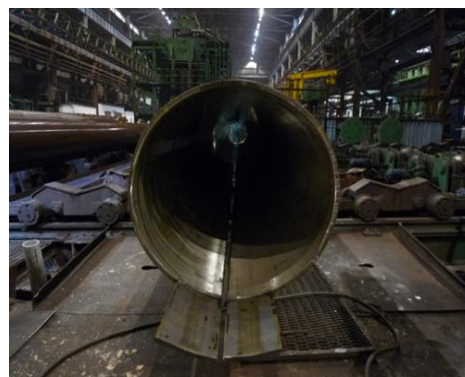


Основной
слой

Нержавеющий
шов

Плакирующий
слой

Сварной шов SAWL





Выводы:

1. Современное оборудование и передовые технические решения позволяют АО ВМЗ изготавливать трубы для магистральных нефтегазопроводов, соответствующие самым жестким требованиям потребителей. Высокое качество труб производства ОМК подтверждено результатами испытаний в ведущих мировых испытательных центрах.
2. ВМЗ обладает собственным производством листового проката для изготовления труб большого диаметра, что позволяет ОМК создать эффективную систему управления издержками, качеством и сроками выполнения заказов.
3. ОМК – основной поставщик трубной продукции для текущих перспективных проектов ПАО ГАЗПРОМ, газовых и нефтяных компаний России и зарубежья.
4. Накопленный опыт позволяет АО ВМЗ (ОМК) успешно решать задачи импортозамещения трубной продукции для предприятий ТЭК.



**Спасибо
за внимание!**