



Тенденции в резке и сварке в судостроительной промышленности

John van den Broek ESAB A.B.
St. Petersburg
19th of May 2010

Содержание

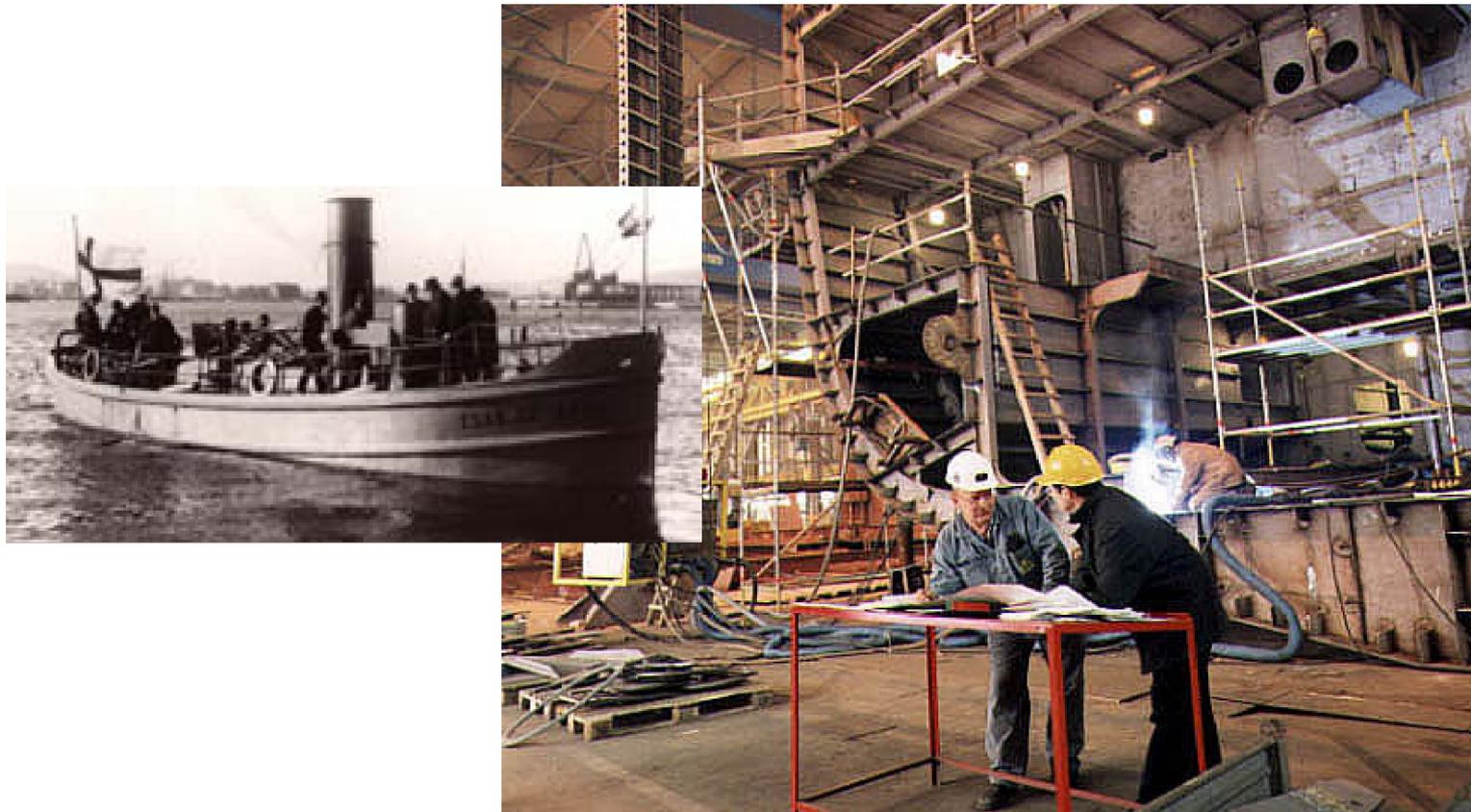
- Один мир, одна концепция качества
 - 105 лет превосходства в технологиях и работе с клиентами
 - Российское судостроение
 - Мировое потребление стали
 - Термическая резка
 - Производительность MAG-сварки
 - Лазерная гибридная сварка
 - Ротационная сварка трением
 - Выводы
 - Помощь от ESAB
- Date/Month/Year.

Один мир, одна концепция качества



- ▼ Ваш партнер в сварке и резке
- ▼ Производство и продажи на пяти континентах
- ▼ Глобальная компания с сильным местным присутствием

105 лет превосходства в технологиях и работе с клиентами



Date/Month/Year.



Российское судостроение

В российской судостроительной промышленности насчитывается около 50 верфей, включая судоремонт. По-прежнему сильны позиции России в военном судостроении. В коммерческом судостроении конкуренция с другими странами крайне высока, но существуют определенные направления, которые можно успешно развивать - например, строительство ледоколов, включая атомные, оффшорных платформ, судов особого назначения и специального судового машиностроения. Рынок судов для перевозки сжиженного газа еще более привлекателен. В настоящее время это один из наиболее быстрорастущих и капиталоемких сегментов в мировом судостроении и его основная направленность - строительство судов для транспортировки российского газа.

Date/Month/Year.

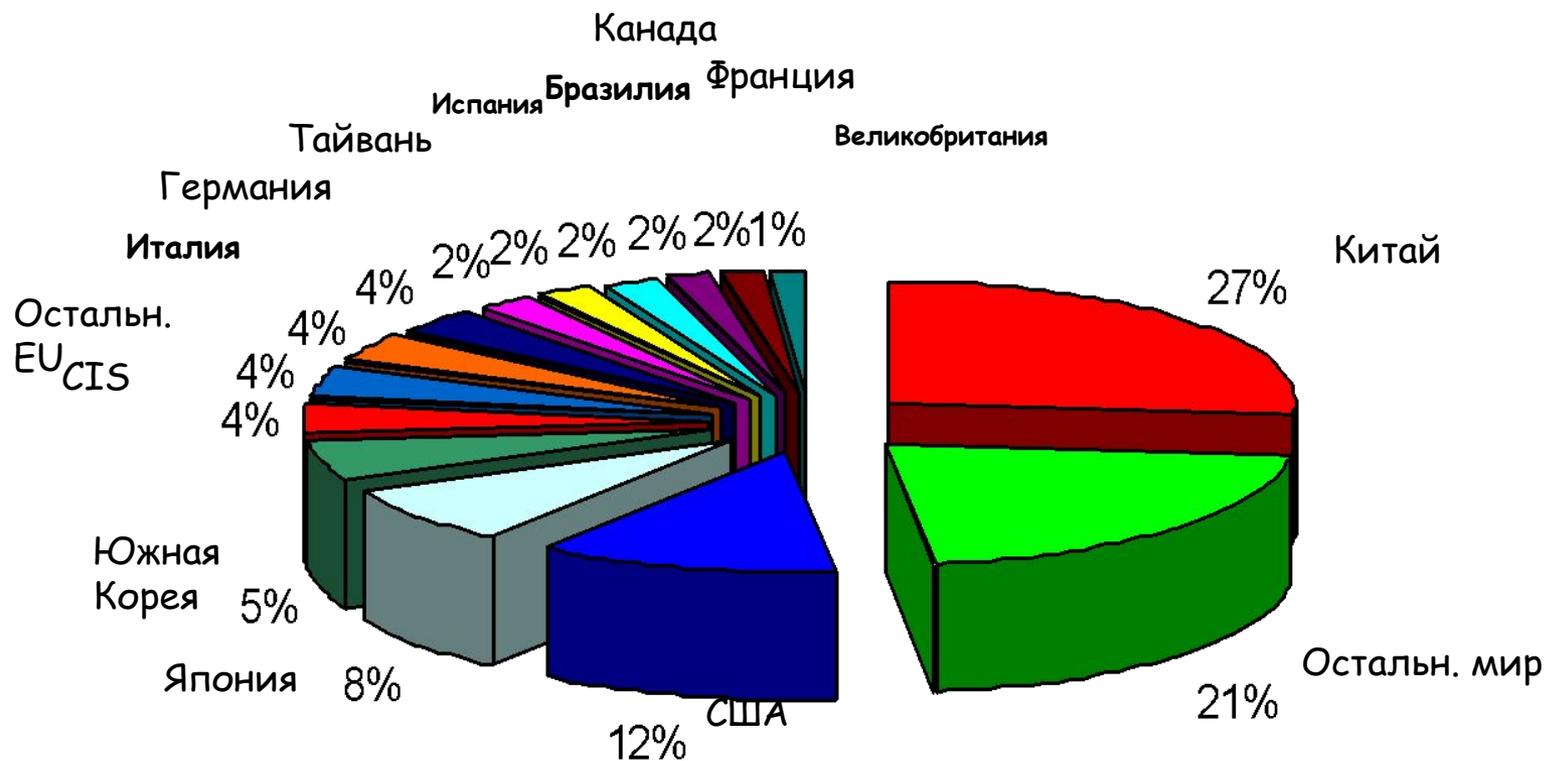


Ожидаемый в 2010 году рост мирового потребления стали

(World Steel Association)

До того, как в мире начался финансовый кризис- 2008 год стал рекордным. Потребление стали составило свыше 1.300 М. тонн. В 2009 году спрос существенно сократился- до 1 100 М. тонн и многие металлургические заводы сократили производство и, как следствие- рабочую силу. Тем не менее, повод для оптимизма есть- так как спрос на стальные конструкции в различных сегментах рынка все еще существует- и будет расти по мере восстановления финансовым механизмов.

Мировое потребление стали (2009: ca. 1100Mton)



Объем потребления стали- это барометр экономического развития и прогресса!

Date/Month/Year.

Пример - данные контейнеровоза

Длина 220 м / Вес 7 500Т

Корпусные детали 27 000 шт / Ребра жесткости 27 000 шт

Длина сварных швов: 350 км

Толщины листовых деталей:

8 - 18 мм, 75 % общего числа

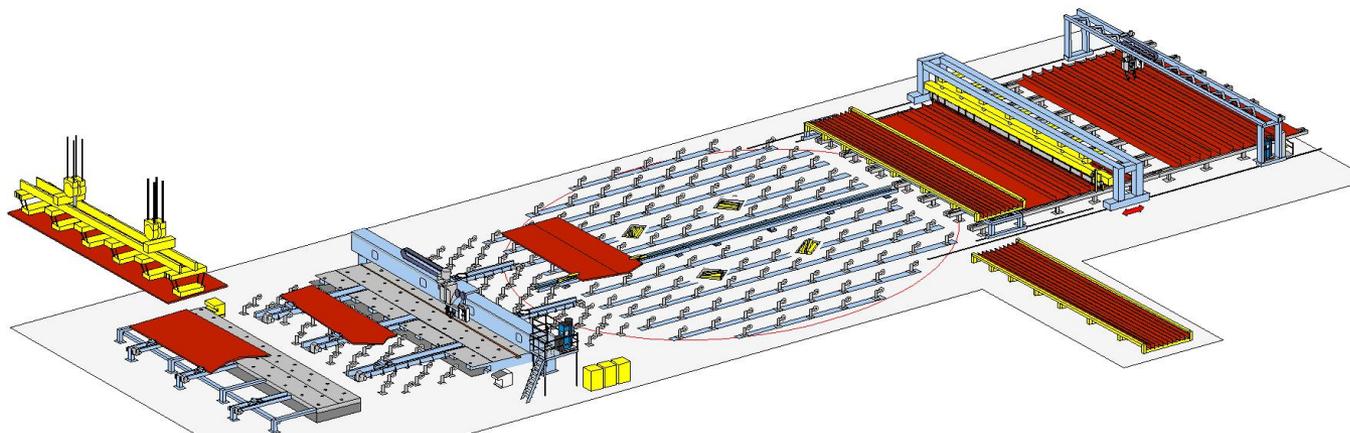
30 - 40 мм, 25 % общего числа

Примечание: 75 %
диапазона толщин может
вырезаться плазменной
резкой.

Date/Month/Year.



Линия изготовления панелей



- Позиция подготовки кромок
 - Позиция односторонней сварки под флюсом (SAW)
 - Установка ребер жесткости с ручной или автоматической прихваткой
 - Приварка набора сваркой под флюсом или MIG/MAG сваркой
- Date/Month/Year.



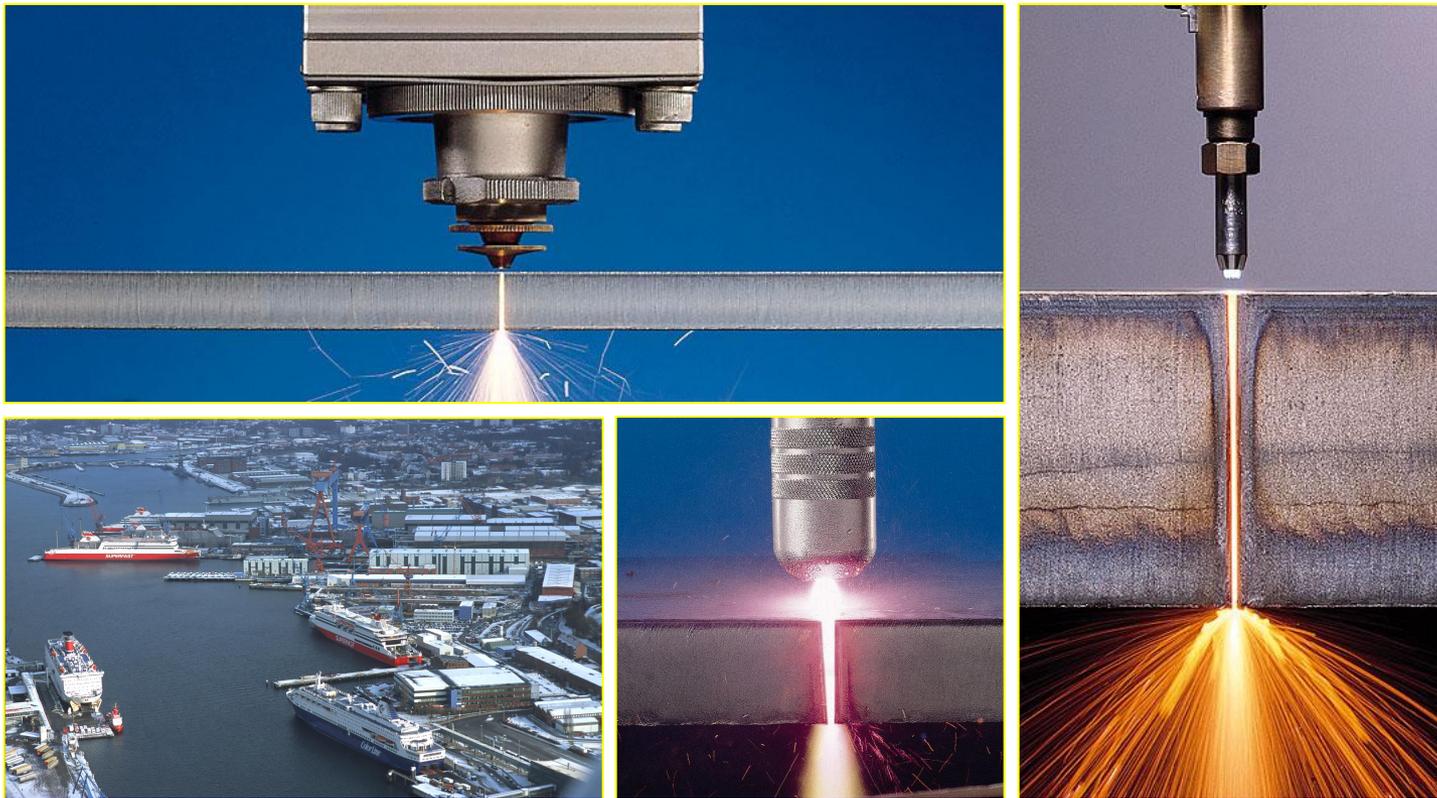
Резка, маркировка и зачистка



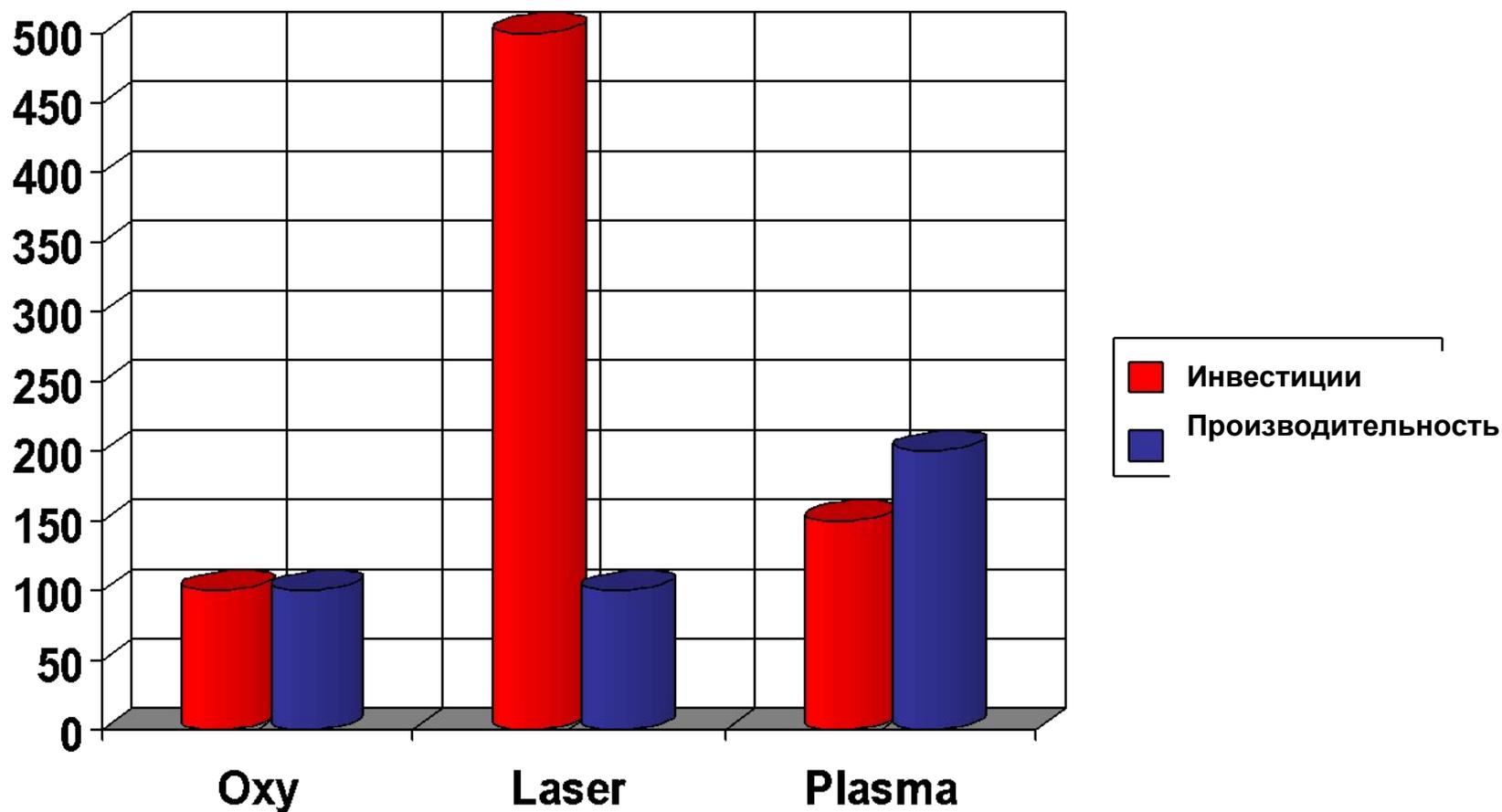
- Современные стационарные машины резки с ЧПУ - газокислородные и плазменные
- Задачи: резка, разметка и зачистка

Date/Month/Year.

Процессы термической резки в судостроении



Три способа резки



Date/Month/Year.

Плазменная резка

- Процесс плазменной резки претерпел значительные улучшения за последние 10 лет
- Эти изменения в основном были вызваны требованиями судостроительной промышленности
- Требования к производительности привели к появлению более мощной, быстрой и высококачественной плазменной резки
- Это также объясняет почему плазменная резка помогает повысить производительность в различных областях
- Плазменная резка сегодня является основным способом резки в судостроении.

Date/Month/Year.

Механизированная плазменная резка

- Известны два способа механизированной плазменной резки:
 - Водо-инжекционная резка плазмой
 - Сухая плазменная резка
- Оба используют различные газы при резке разных материалов
- Кислород - плазмообразующий газ, используемый при резке конструкционных сталей (CS) в судостроении
- Инжекционная вода используется для защиты и поджатия плазменной дуги
- Она также помогает охладить режущее сопло и кромку вырезаемого металла
- Водо-инжекционная резка обычно производится под водой
- Водо-инжекционная резка обеспечивает острые и хорошо сформированные верхнюю и нижнюю кромки

Механизированная плазменная резка

- Это наиболее применяемая резка в судостроении.
- Как водо-инжекционная , так и сухая резка используются в судостроении и других различных областях промышленности
- Качество сухой плазменной резки и точность деталей значительно улучшились за последние годы
- Многие заказчики сейчас переходят на сухую плазменную резку





Механизированная плазменная резка

- В течение лет, механизированная плазменная резка является наиболее **ЭКОНОМИЧНЫМ** способом резки конструкционной стали, нержавеющей стали, меди и алюминия.
- Новые разработки в области плазмы направлены на увеличение гибкости использования, повышение точности и надежности
- Перед лицом очень сильной конкуренции со стороны лазерной резки, исследования направлены на то, чтобы сделать плазменную резку еще более точной и **ЭКОНОМИЧНОЙ**



Механизированная плазменная резка

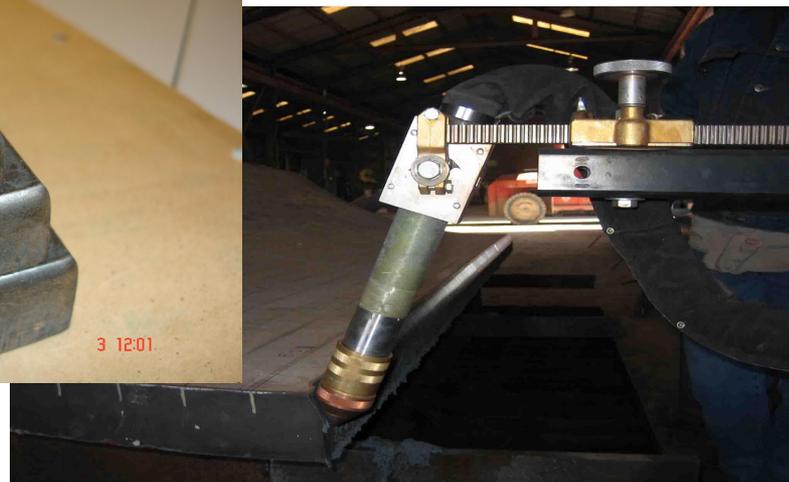
- Плазменная система с возможностью резки судостроительных сталей от 4 до 50 мм одним и тем же резаком
- Плазменная система при всего одной замене расходных деталей может резать толщины до 100 мм нержавеющей стали и алюминия, например для газозовов
- Плазменная система с которой заказчик имеет самый широкий диапазон использования, с одной системой, одним резаком и минимальным числом расходных деталей.

Механизированная плазменная резка

- Маркировка плазмой над и под водой
- Трещионная резка над и под водой
- Высокоскоростная резка конструкционных сталей
- Все это одним резаком и одной плазменной системой!
- Кислородная плазменная резка на токах до 400 А
- Скорость резки 5000 мм на толщине 10 мм (CS)
- Скорость резки 1400 мм на толщине 30 мм (CS)
- Скорость резки 960 мм на толщине 40 мм (CS)
- Разработана кислородная плазменная резка на 450А для судостроения
- Скорость резки до 1200мм/мин на 40 мм CS при 450А

Механизированная плазменная резка

- Плазменная разметка, резка при очень высокой скорости, высокоточная плазменная резка и разделка кромок с одной системой/одним резаком.
- Возможность запрограммировать плазменную систему на изготовление отдельных деталей с радиусом 2 мм, соответствующих требованиям ТМО



Угловая сварка

Угловая сварка составляет 88-91%

Различные виды

полуавтоматических

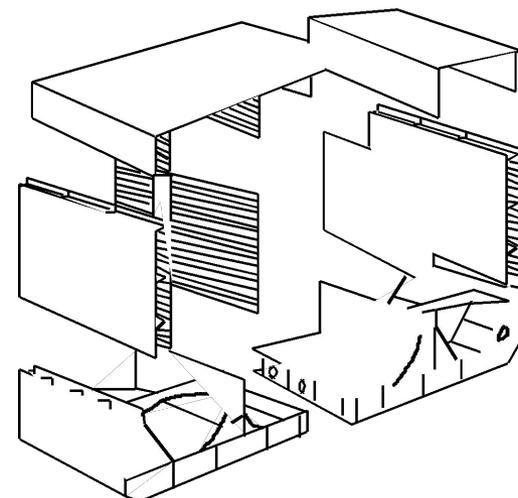
и автоматических процессов для

угловой сварки легко внедряются и

применяются.



•Тип судна	•Длина сварочных швов км (%)		
	•Угловые	•стыковые	•сумма
•VLCC	•588	•81	•669
•(single)	•(88)	•(12)	
•PAH. BC	•220	•24	•244
•(73K)	•(90)	•(10)	
•97K	•303	•40	•343
•CONT	•(88)	•(12)	
•64K	•396	•42	•438
•CONT	•(91)	•(9)	



Date/Month/Year.

История угловой сварки



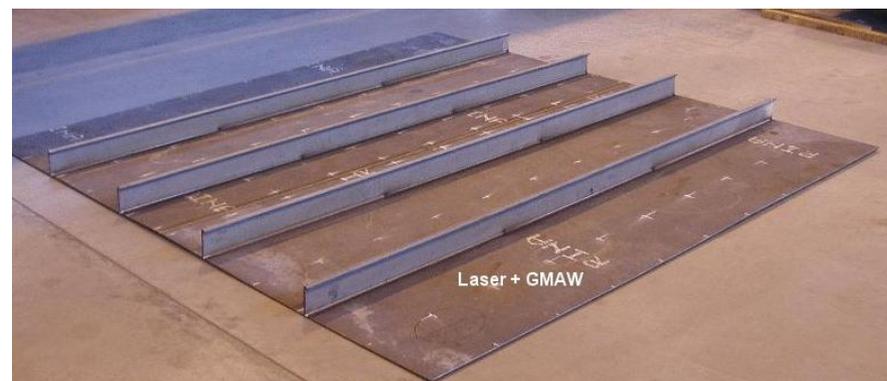
Date/Month/Year.

Сварочные деформации



Сегодня. .

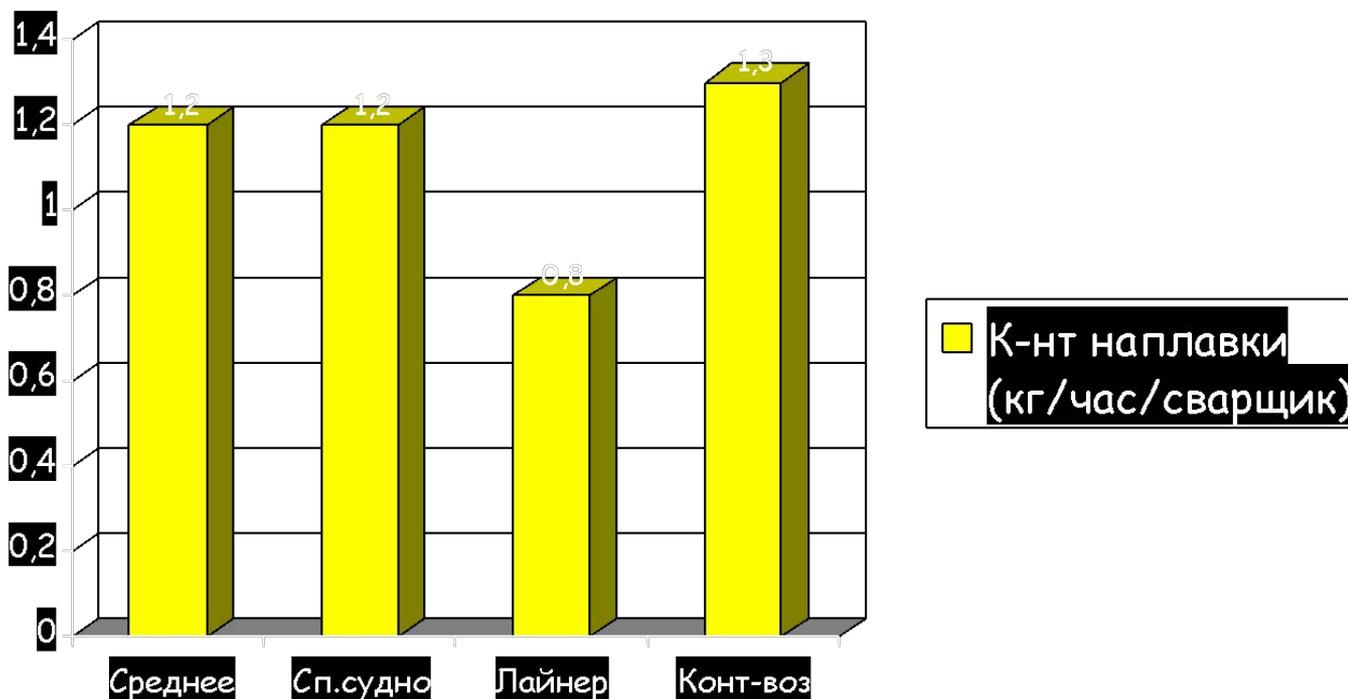
.



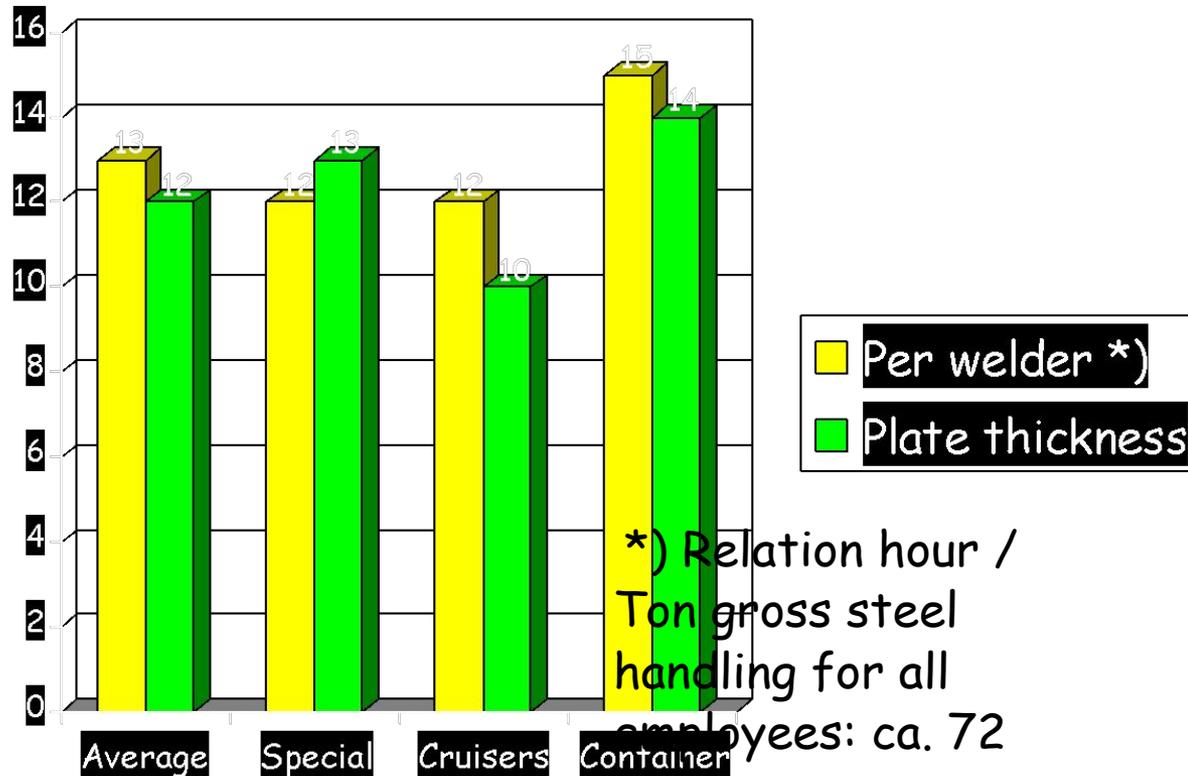
Date/Month/Year.

Завтра

Сравнительная диаграмма наплавки металла для судов разных типов кг/час/сварщик

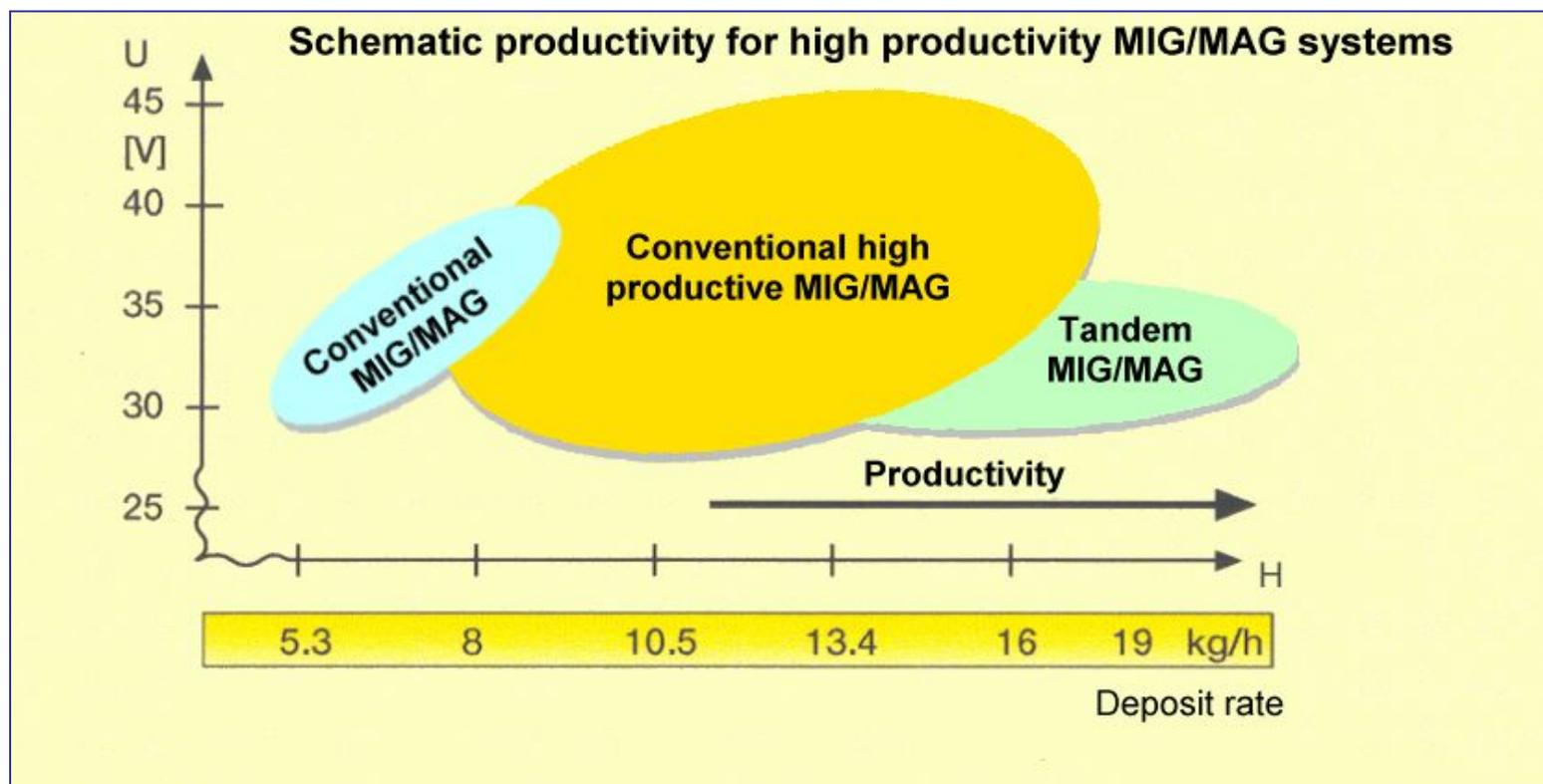


Relation hour / Ton gross steel handling



Date/Month/Year.

Диаграмма производительности сварки



Date/Month/Year.

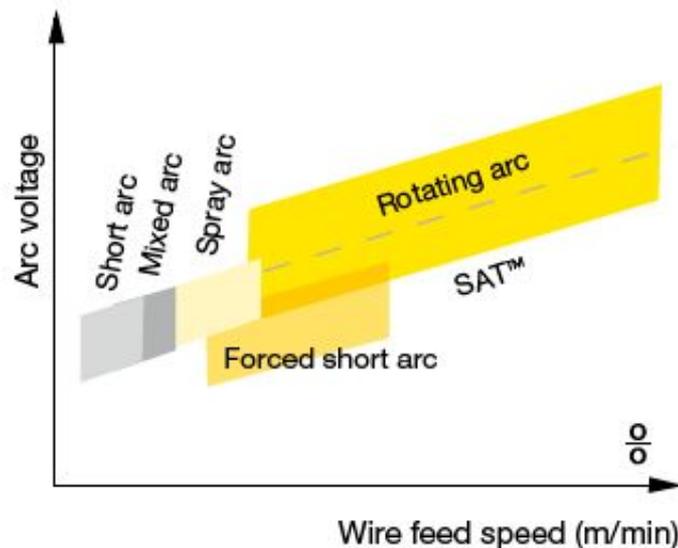
Стандартный MIG/MAG

- Работа одной горелкой
- Сварка ручная или механизированная
- Сплошная, металлпорошковая или порошковая проволока
- Коэффициент наплавки макс. 8кг/час.



ESAB Высокопродуктивный сварочный процесс с SAT™

SAT™ = Swift Arc Transfer™



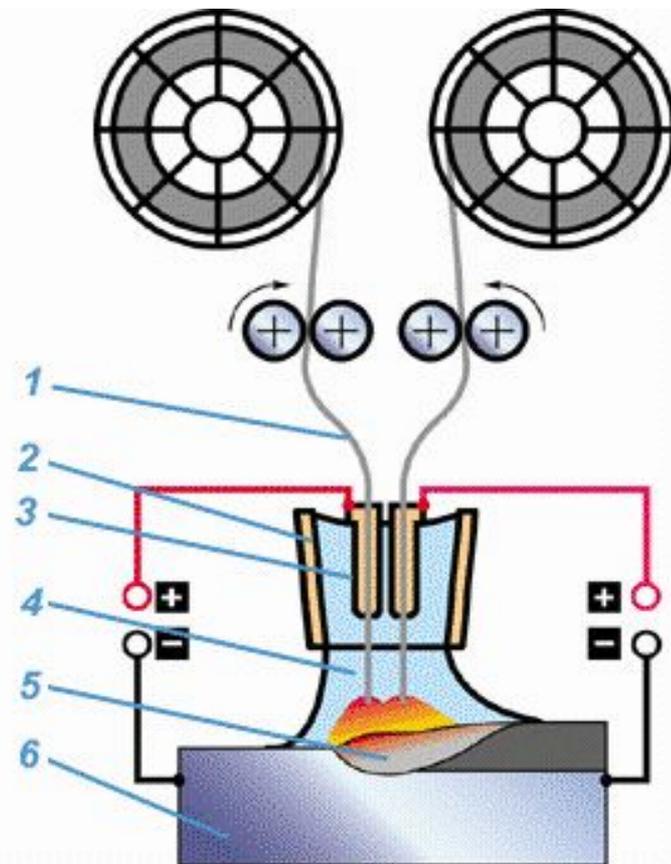
ESAB SAT™ brings following user benefits:

- A stable process at very high welding speed.
- Excellent weld appearance.
- A good weld penetration.
- Low heat input and low deformation.
- Less post weld labour, due to limited spatter and deformation.
- Suited for thin up to thick materials with a single parameter setting.
- Easy to implement – common torch positions, normal stickout length.
- Very low amount of silicates.

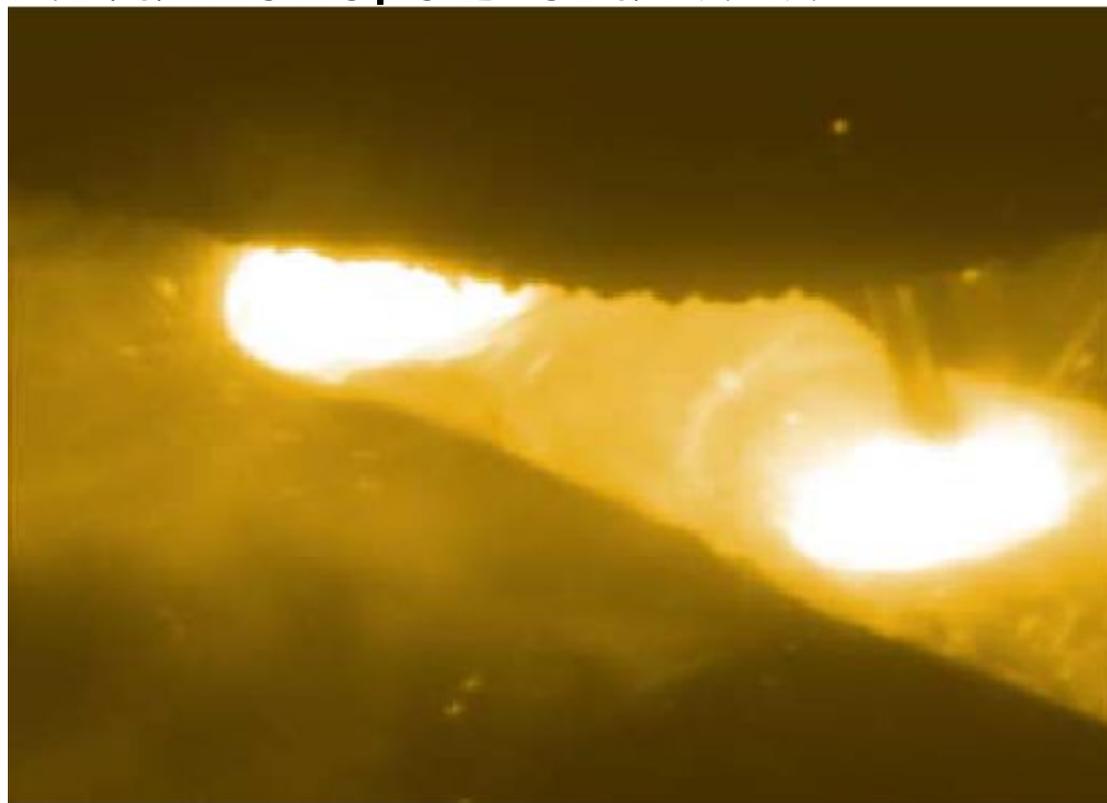
Тандемная сварка MAG

ТАНДЕМ: проволоки с разными потенциалами

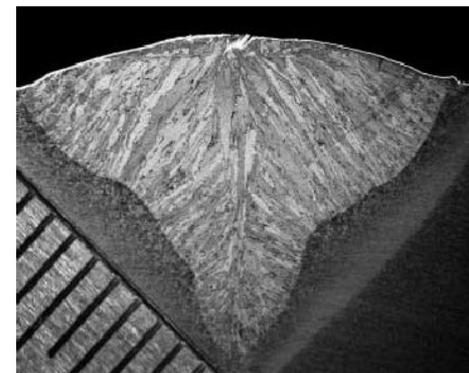
- 1 - проволока
- 2 - сопла
- 3 - контактный наконечник
- 4 - защитный газ
- 5 - сварочная ванна
- 6 - рабочая поверхность



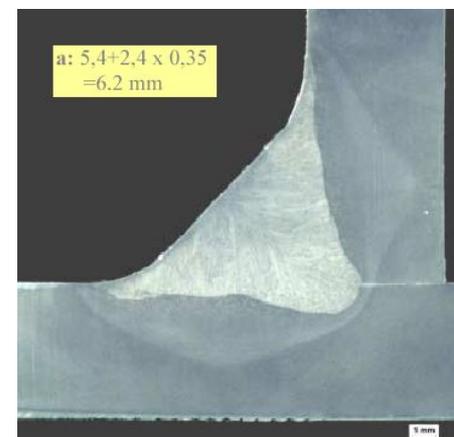
В тандемной сварке
используются две отдельные
дуги (сплошная проволока /
металлопорошковая или



Date/Month/Year.



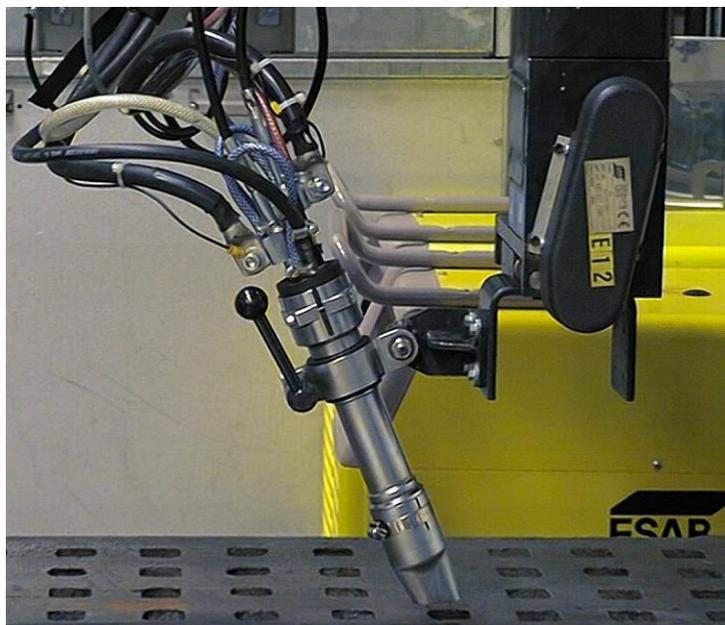
Проплавление



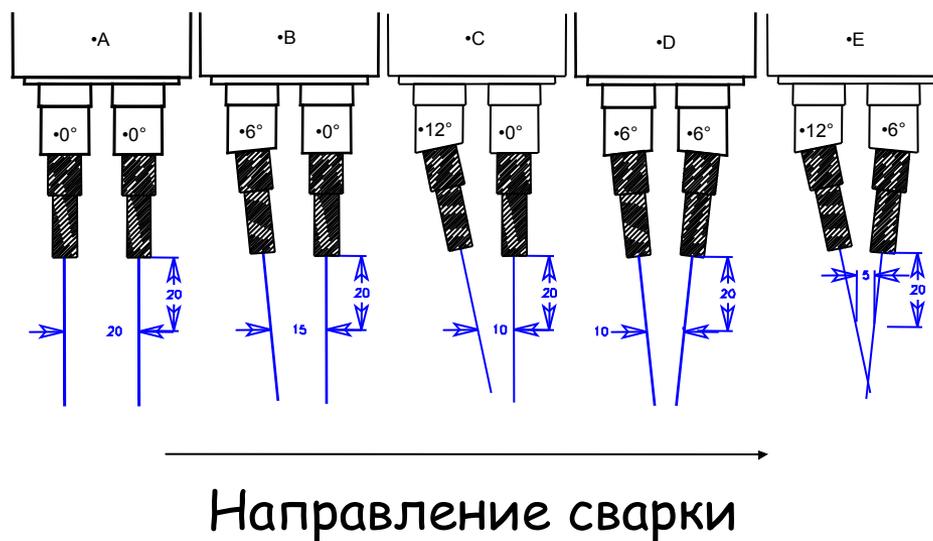
Правильные
параметры,
хороший
результат.

Тандемная сварка MAG

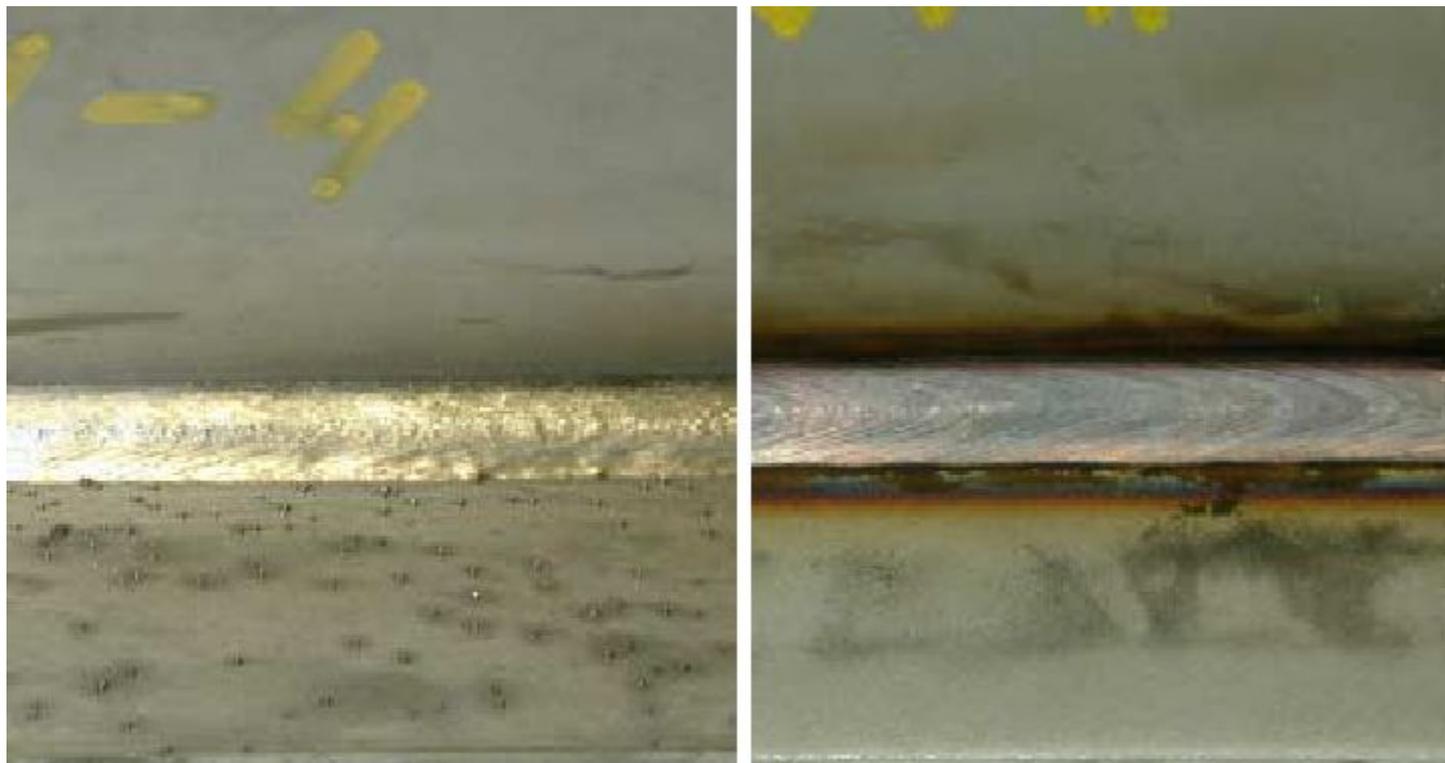
Сварочная горелка МТТ 1200



Конфигурация горелок

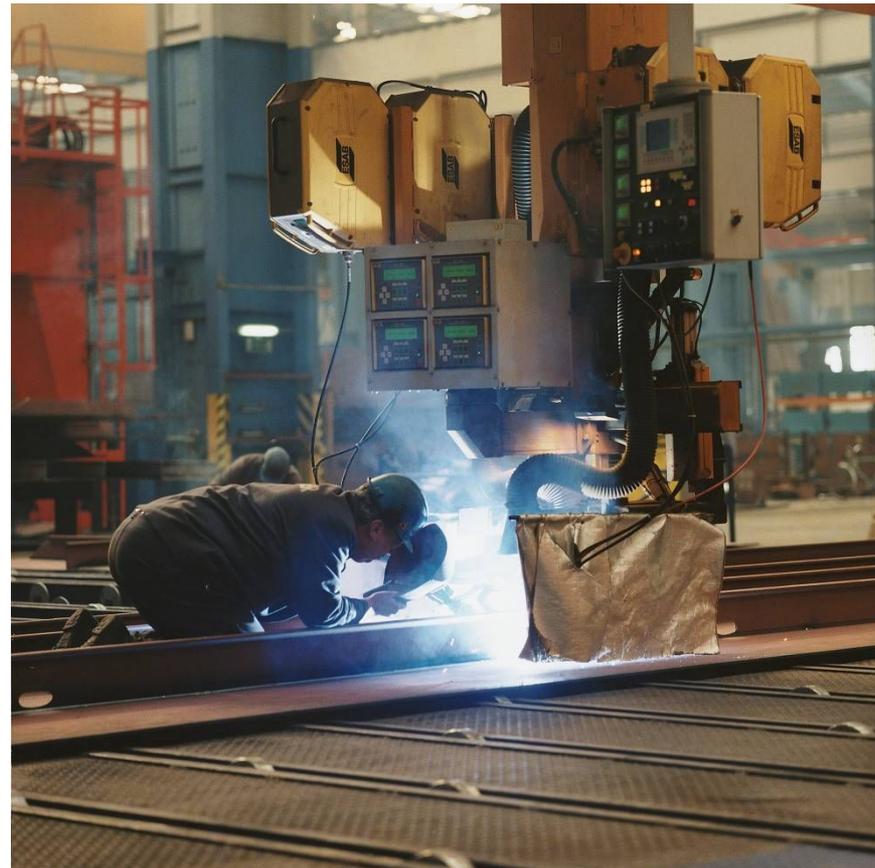


Вылет электрода



Наплавка лентой нержавеющей стали 304, зазор=4,5 mm.
 Слева маленький вылет электрода ---> брызги. Скорость
 сварки = 80cm/min.
 Date/Month/Year.

Приварка ребер жесткости тандемной сваркой MAG



Date/Month/Year.

Приварка ребер жесткости тандемной сваркой MAG



Date/Month/Year.

Тандемная сварка MIG/MAG & MCW

ESAB OK Tubrod 14.11

Угловой шов A = 3 → 1,25
m/min

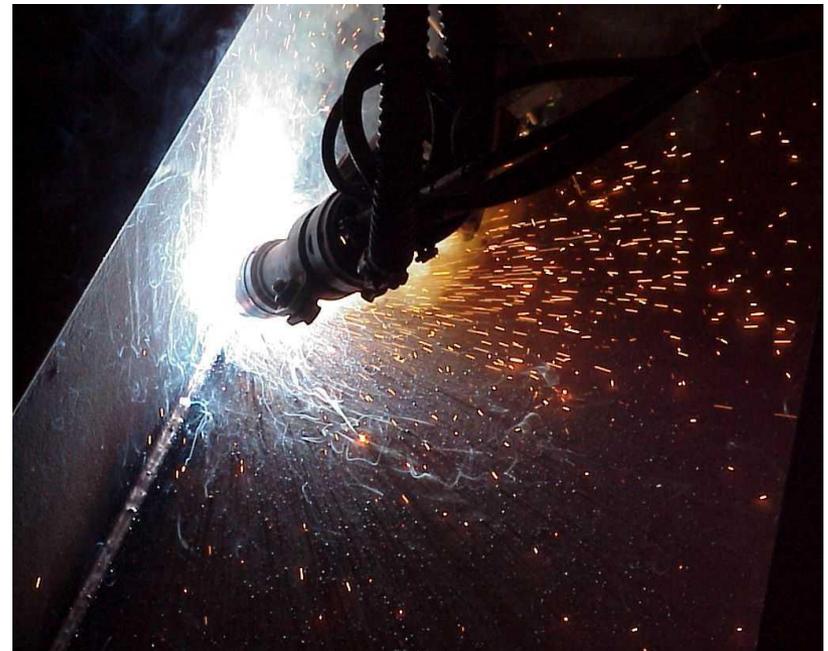
Wire 1: 1,4 mm - 330 A

Wire 2: 1,4 mm - 280 A

Угловой шов A = 4,5 → 1,3
m/min

Wire 1: 1,4 mm - 350 A

Wire 2: 1,4 mm - 330 A

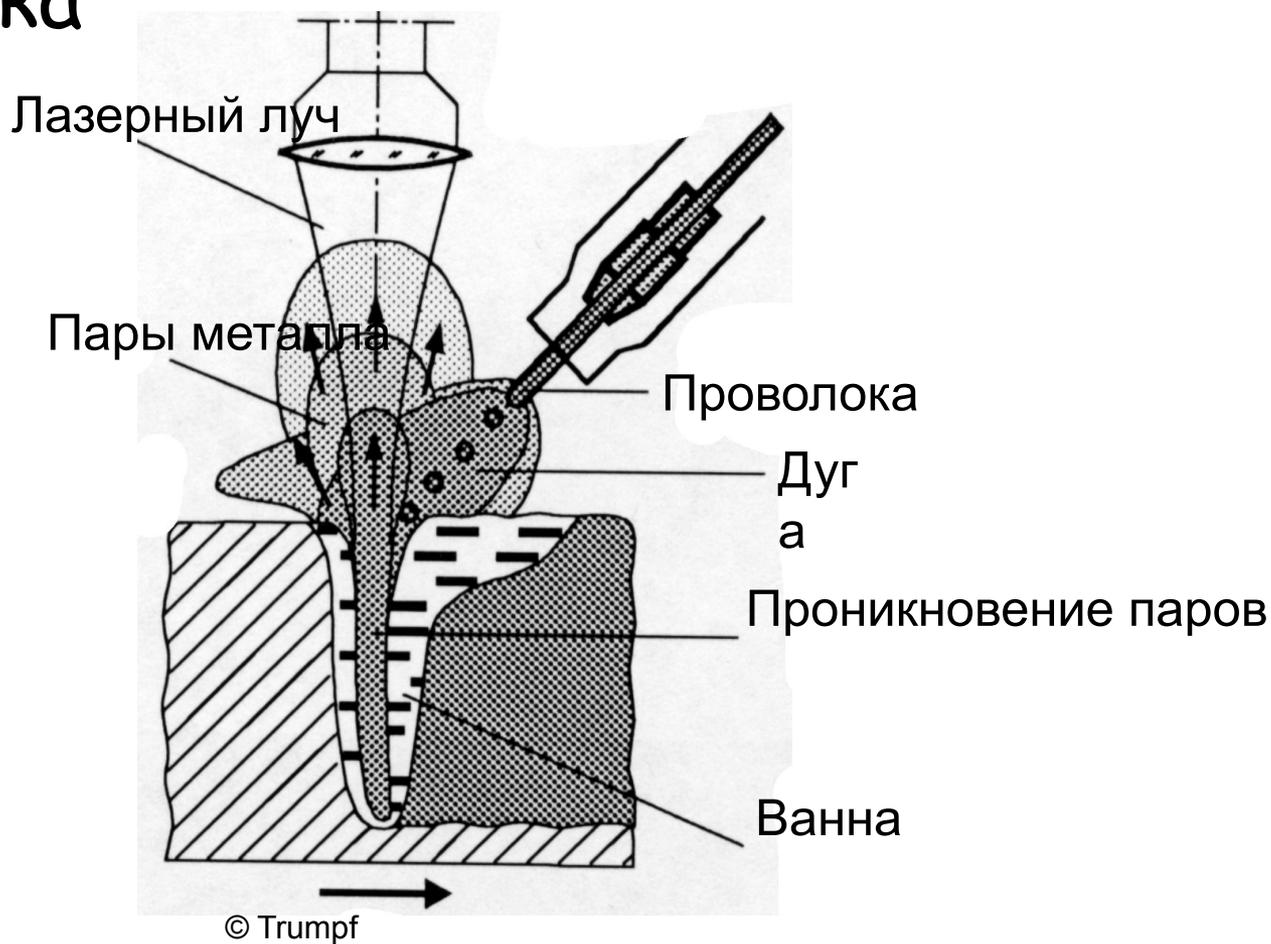


Угловая сварка

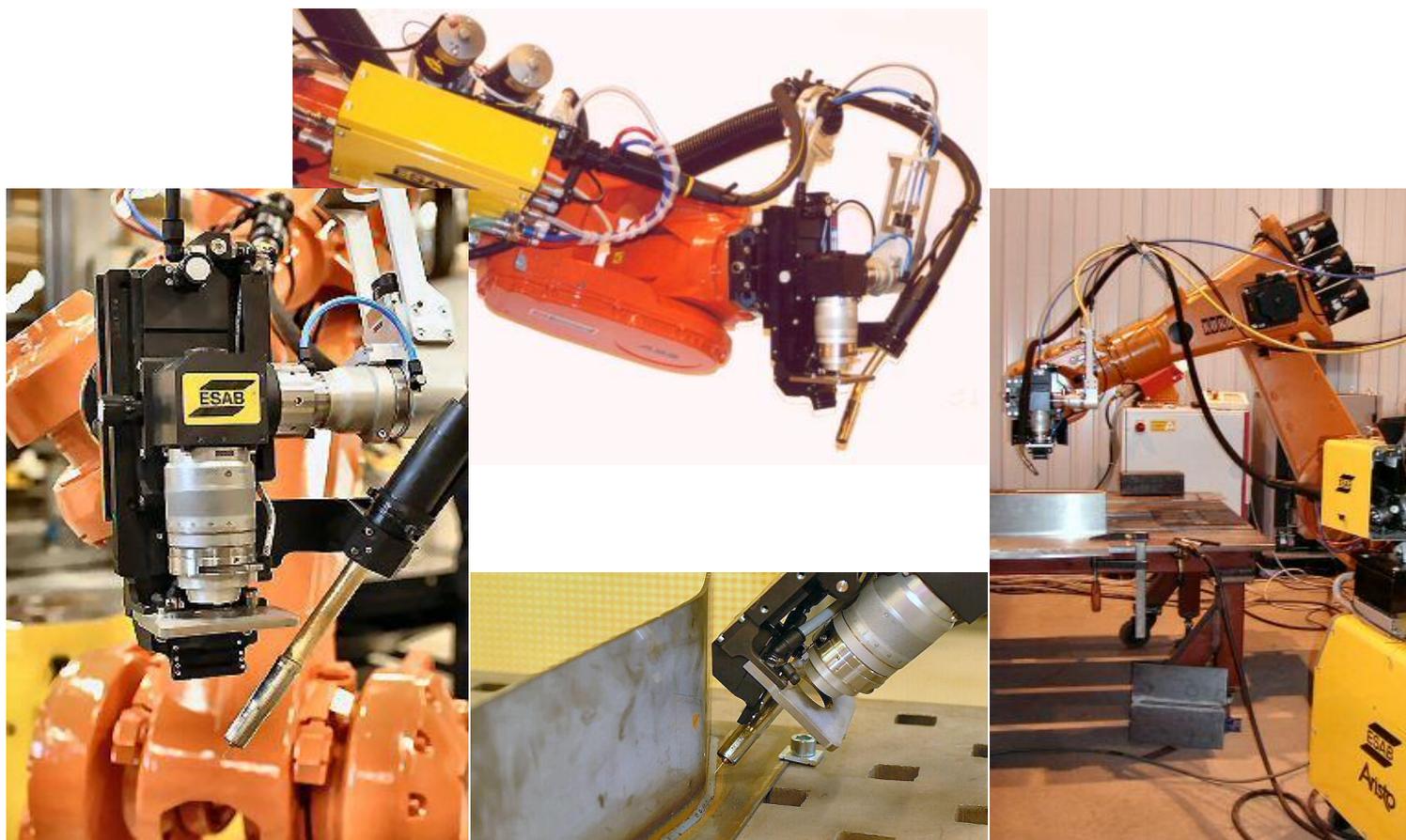


- Twin-tandem (расщепленная дуга) с Марафонами
- Приварка 5 ребер жесткости за один проход
- Coreweld 111 (1.6мм)
- Скорость 1.2-1.5 м/мин.
- А-высота может варьироваться в пределах 3.2-5.7мм

Что такое лазерная гибридная сварка

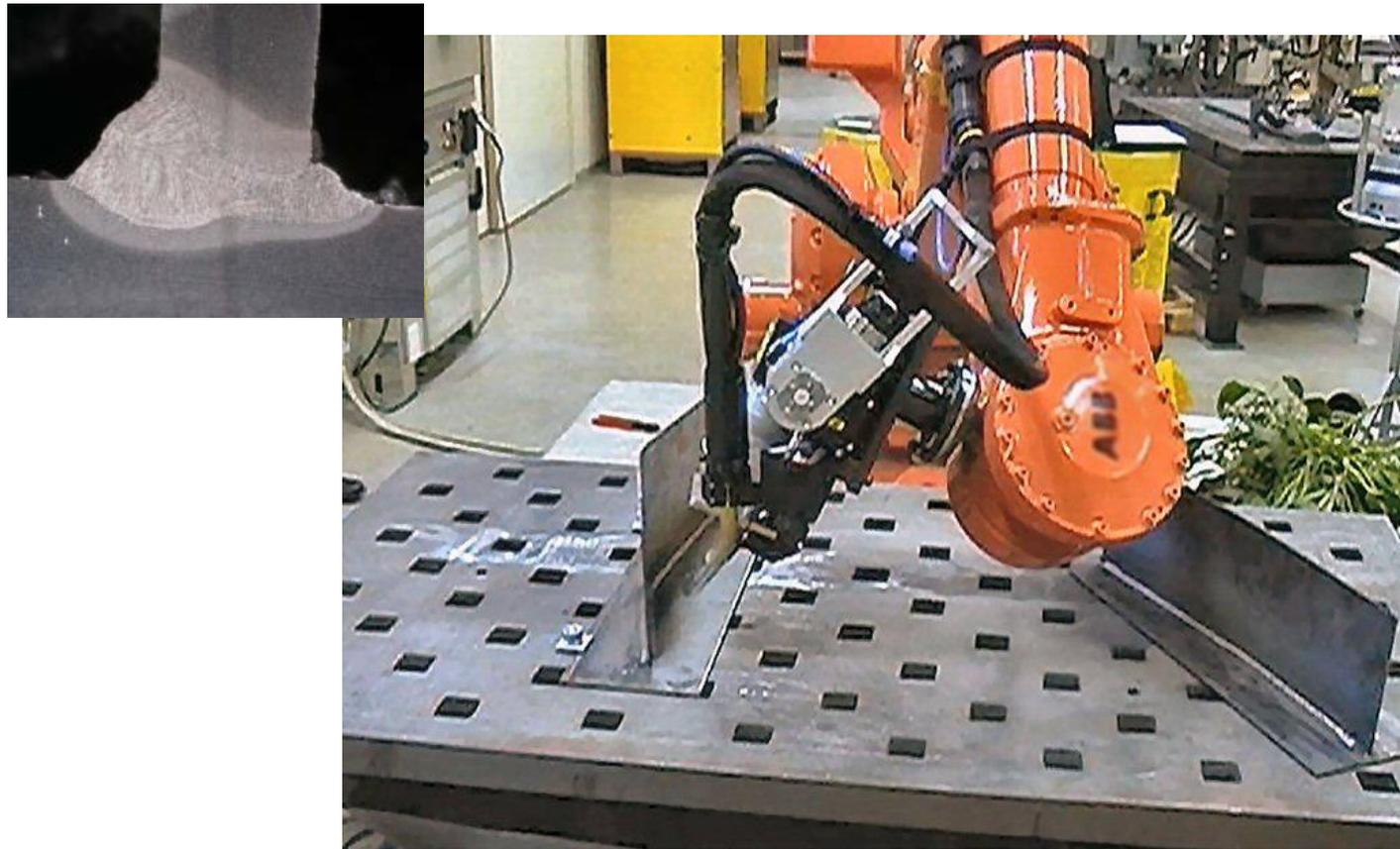


Лазерная гибридная сварка



Date/Month/Year.

Лазерная гибридная сварка



Date/Month/Year.



Лазерная гибридная сварка vs. лазерная сварка

- Более стабильный сварочный процесс
- Увеличивается зазор
- Более глубокое проплавление и более широкий корень шва
- Возможность манипулировать химическим составом металла шва/ свойства шва

Вместе мы сильны

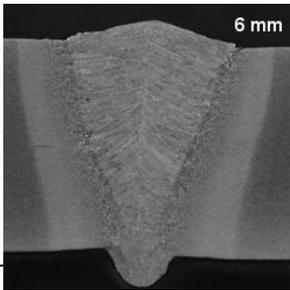
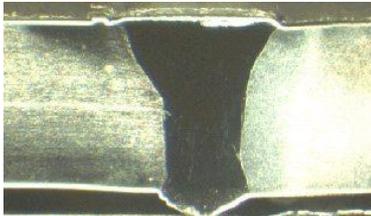
Лазерная сварка

- + быстрый процесс
- + глубокое проплавление
- + низкий уровень деформации
- + незначительное уменьшение прочности (AI)
- небольшие допуски при производстве
- Высокая степень подвижности ванны
- высокая стоимость

Сварка в газе

- + возможность сварки с большим зазором
- + Низкая степень подвижности ванны
- + оправданная стоимость
- Медленный процесс
- большие катеты
- высокий уровень деформации

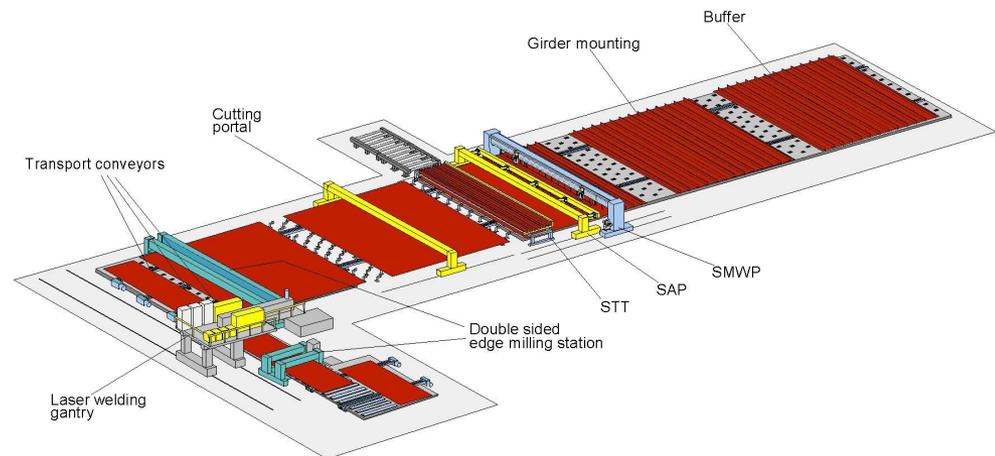
SAW - Hybrid - LW

Butt welds	SAW	Laser hybrid	Laser + filler
			
Скорость	100 %	300 %	150 %
Толщина	< 12 мм	< 15 мм	< 15 мм
Зазор	2 - 5 мм	0 - 1 мм	0 - 0,4 мм
Деформация	< 1,5 мм/м	< 0,1 мм/м	< 0,2 мм/м
Металлургия	Не критична	Не критична	Критична
Результат	Хороший	Отличный	??

Лазерная гибридная сварка в судостроении

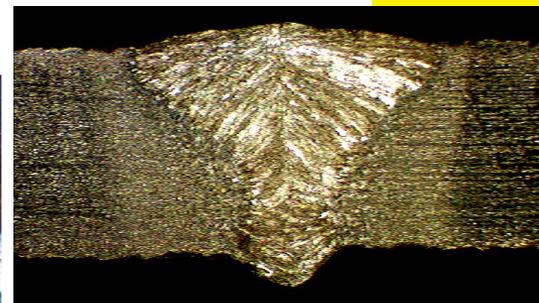


- Производство панелей
За один проход 16mm
- Приварка ребер жесткости
10% деформации
- Двойные панели
Возможность создания
новых конструкций



Date/Month/Year.

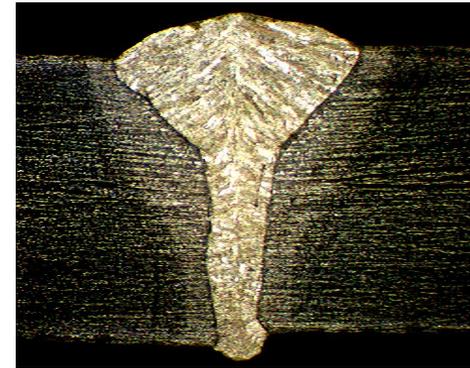
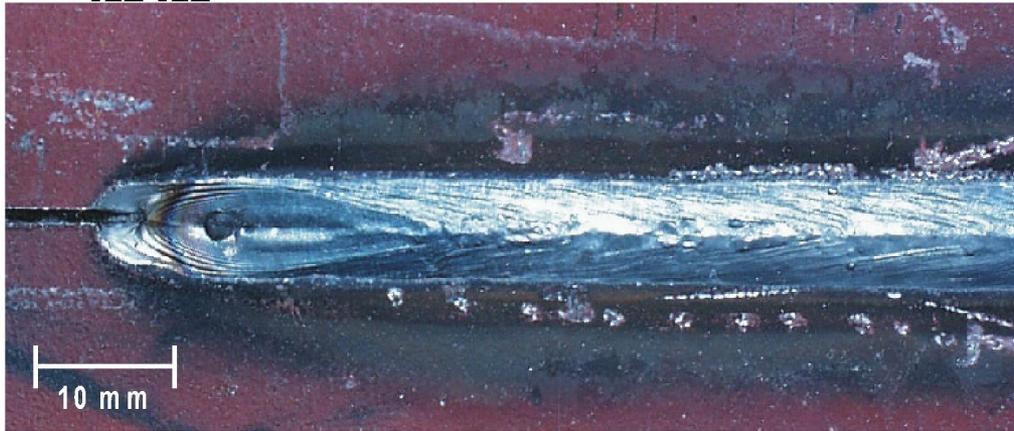
Лазерная гибридная сварка; T= 5 мм



- Материал 1050 МПа UTS
- T = 5 mm
- Загрунтованная поверхность
- Соединение после плазменной резки
- Нет грата/не требует доп. обработки
- Зазор: 1 - 2 mm
- Заготовка, обработанная лазером: 5KW
- MIG эффект: 5KW
- Скорость сварки: 2.5 m/min
- Скорость подачи проволоки 17 m/min

Date/Month/Year.

Лазерная гибридная сварка; T=7



- T = 7 mm
- Зазор: 0 - 1 mm
- Заготовка, обработанная лазером : 5KW
- MIG эффект: 5KW
- Скорость сварки: 1.5 m/min.
- Скорость подачи пролоки: 12 m/min.



Date/Month/Year.

Максимально используйте возможности материала

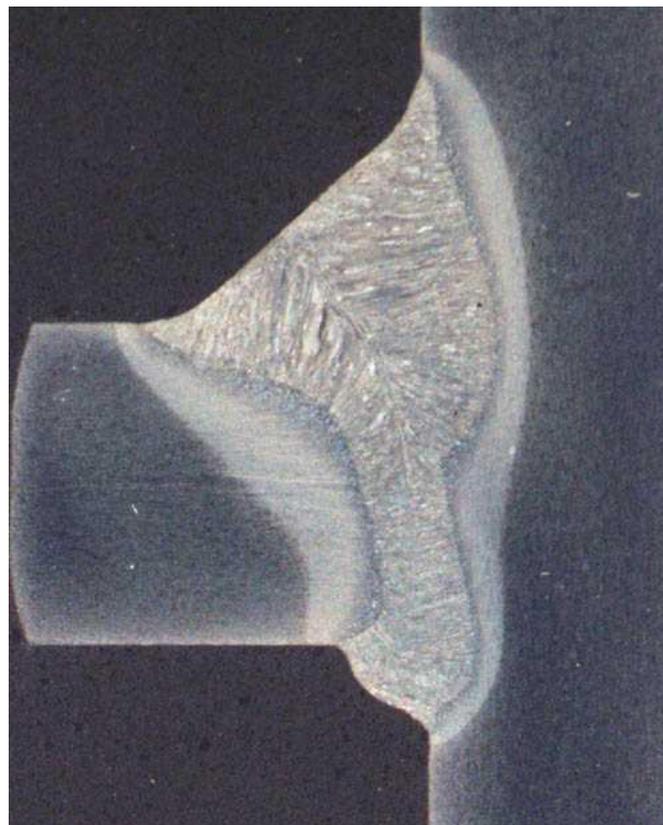
Domex 700 MC

Тавровое соединение:
8мм

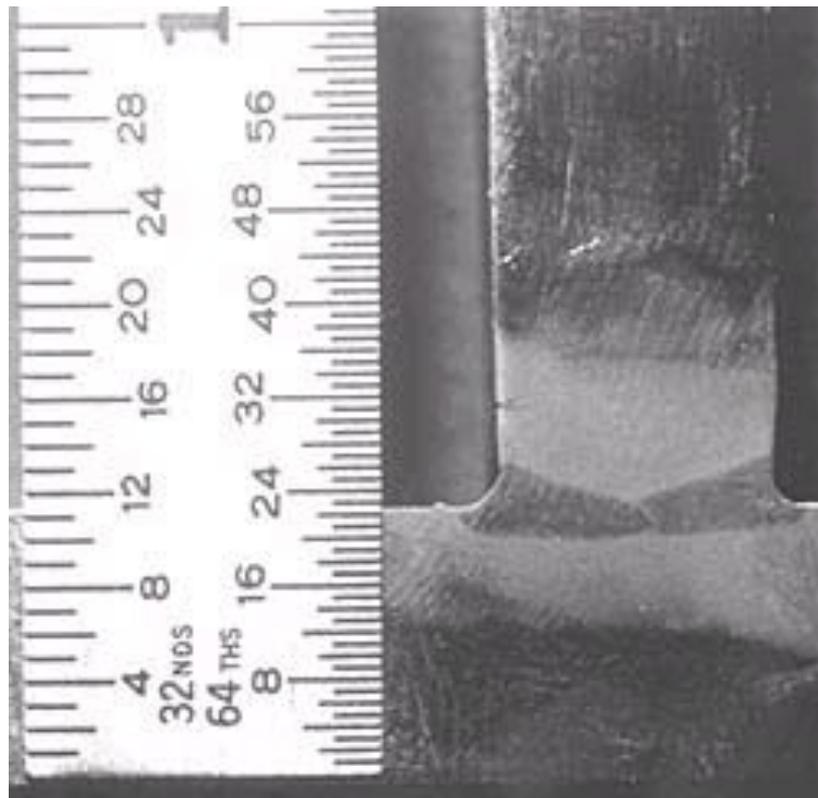
Мощность лазера: 4 kW

Скорость сварки: 1.5
m/min

Скорость подачи
проволоки: 13 m/min



Лазерная гибридная сварка в судостроении



Date/Month/Year.

Сравнение - 3 mm Al-Mg-Si

Обозначение	Сварочный процесс	Металл наполнения	Скорость сварки	Прочие сварочные условия
LBW	YAG сварка лазерным лучем	A536-WY Ø1,2 мм	1,5 м/мин.	Мощность лазера= 4,0 kW Скорость подачи проволоки = 4,0 м/мин.
L&M	YAG лазерная и MIG гибридная сварка	A5356-WY Ø1,2 мм	5,0 м/мин	Мощность лазера 3,5 kW MIG: 210A, 19V
FSW	Friction Stir Welding	-	3 м/мин.	
W-MIG	Тандемная MIG сварка	A536-WY Ø1,2 мм	3,0 м/мин	Основное устройство: 250 A, 21V Вспомогательное устройство: 180A, 20V
MIG	DCEP-MIG	A536-WY Ø1,2 мм	0,75 м/мин	150A, 22V
TIG	AC-TIG	A5356-BY Ø3,2	0,2 м/мин	150A

Date/Month/Year.

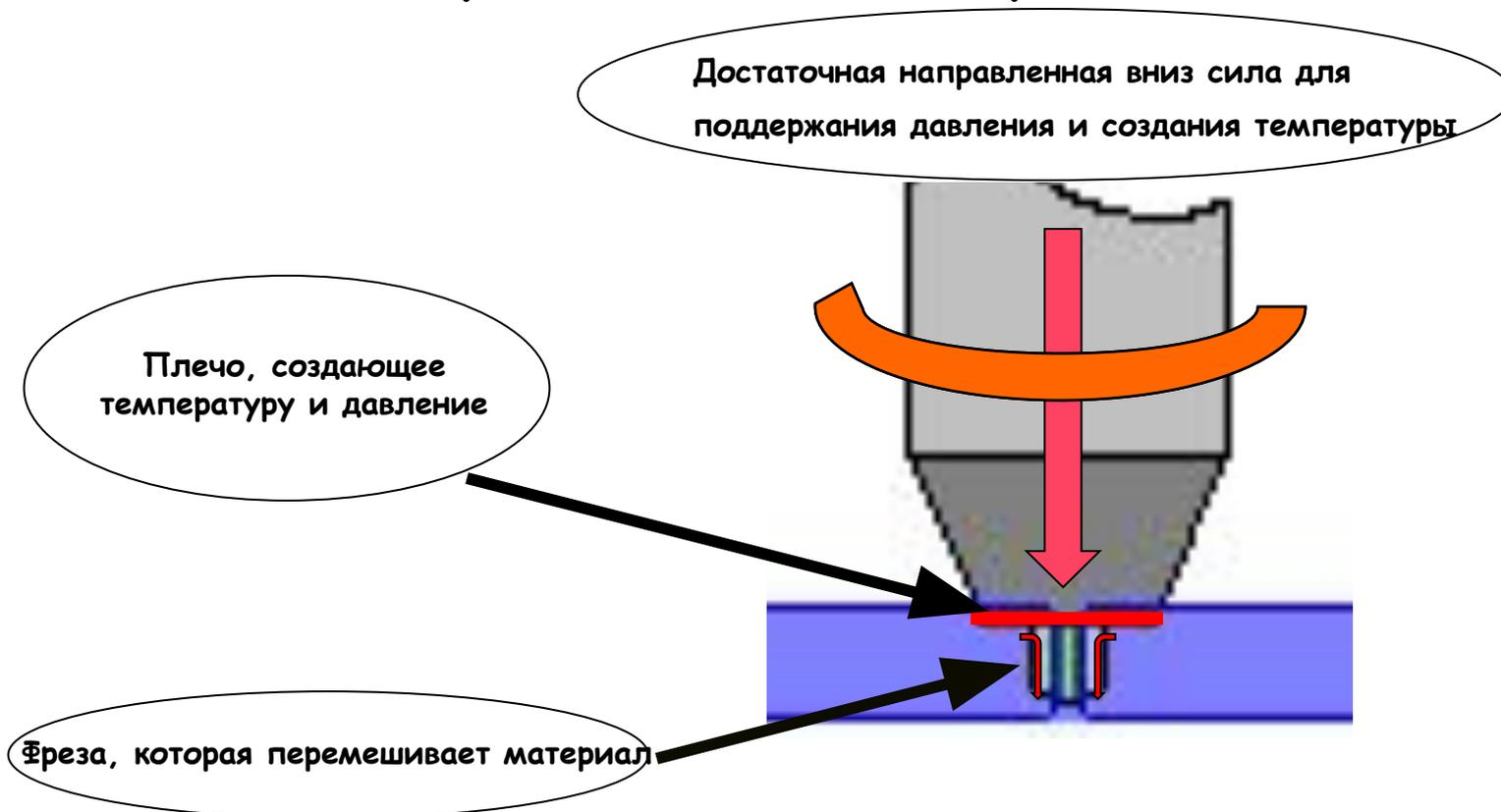
Ротационная сварка трением

- Метод сварки без расплавления.
- В основном для Al и Cu.
- Способен составить конкуренцию MIG и TIG-сварке.
- Запатентован в начале 90-х.
- Внедрен в производство 95-96.
- Длинные профили палубных секций.
- Нет деформаций.

Date/Month/Year.

Принцип процесса

Вращение инструмента FSW дает высокую температуру и давление, которые соединяют материалы.



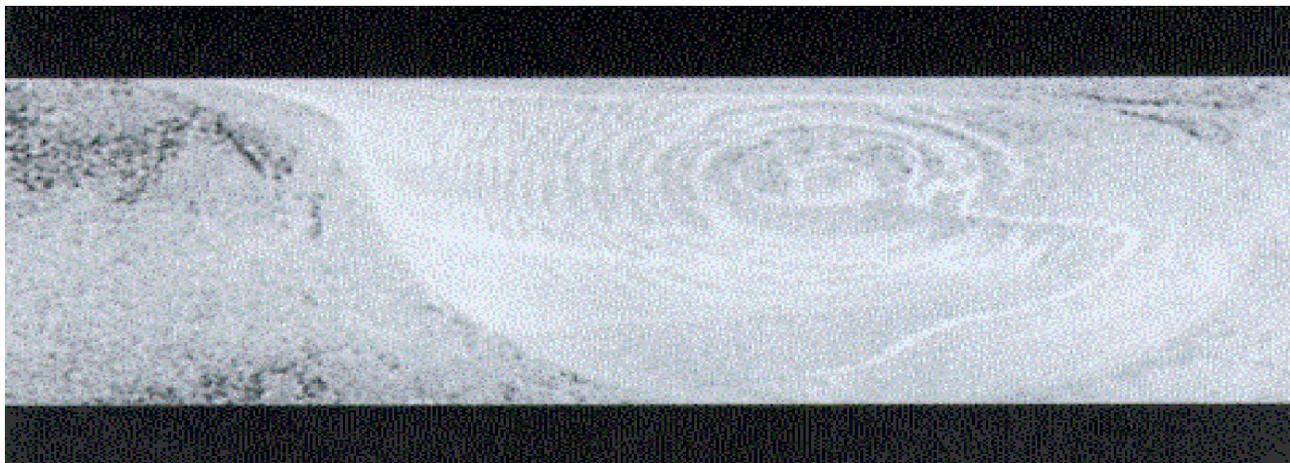
Сравнение с другими процессами

- Не нужна проволока
- Не нужен защитный газ
- Инструмент практически не имеет износа
- Незначительная подготовка поверхности к работе
- Не нужен тщательный контроль качества
- Низкие энергозатраты
- Не требуется опытные сварщики и их аттестация



Date: 19/11/2014

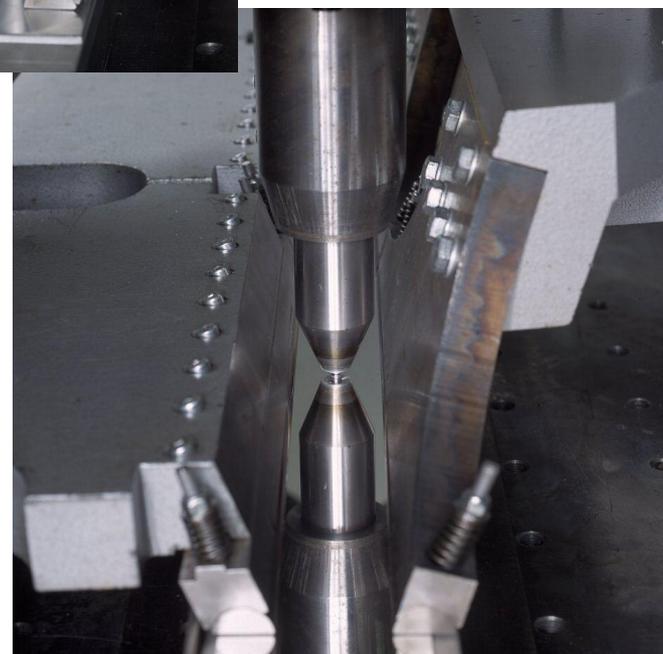
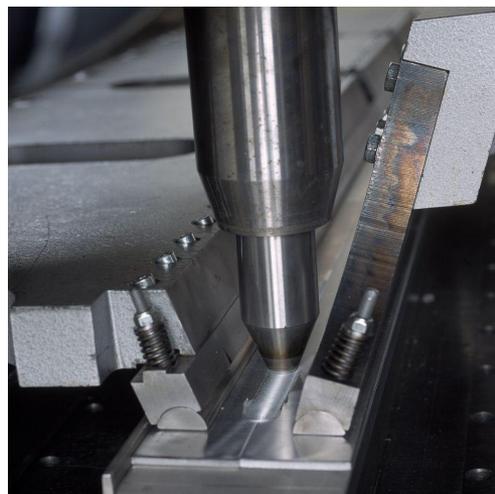
Макрошлиф шва



- Нет пористости
- Достаточное сплавление
- Нет изменений в составе материала

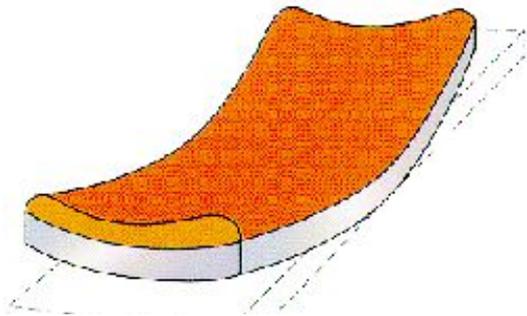
Возможности сегодня

- Диапазон толщин
 - 1 side 0,8...65 m
 - 2 sides up to 130
- Скорость сварки
 - Зависит от толщины и сплава
 - До 6 m/min ля 6000 серии
 - Обычная скорость на 3 мм толщине - 2...3 м/мин.

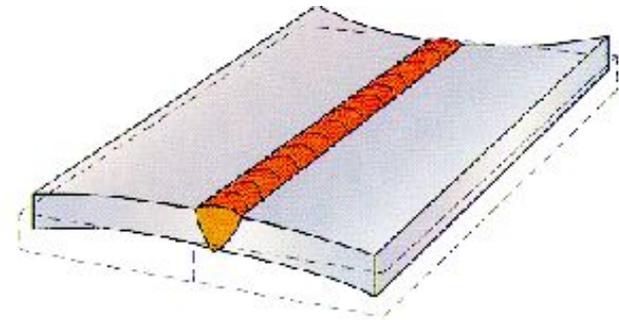


Date/Month/Year.

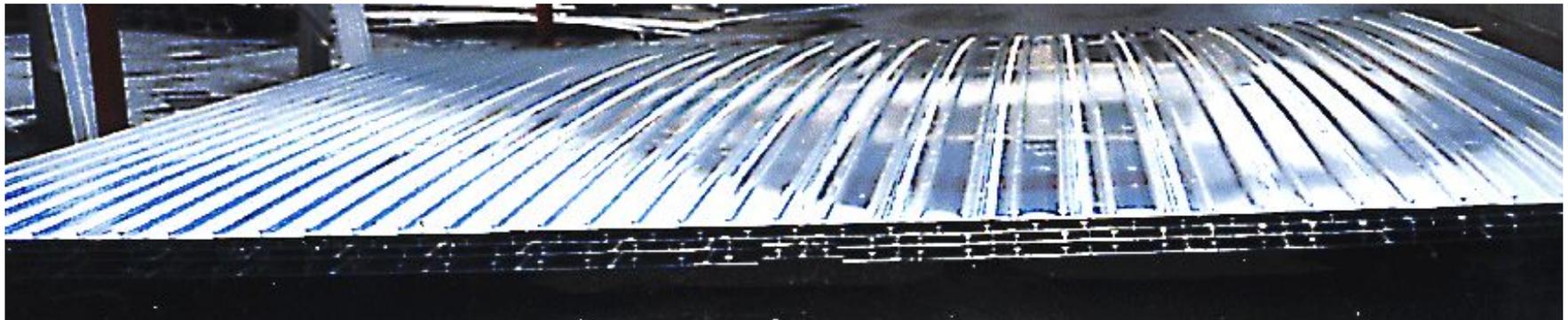
Низкий уровень сварочных деформаций



Низкая деформация



Малая усадка

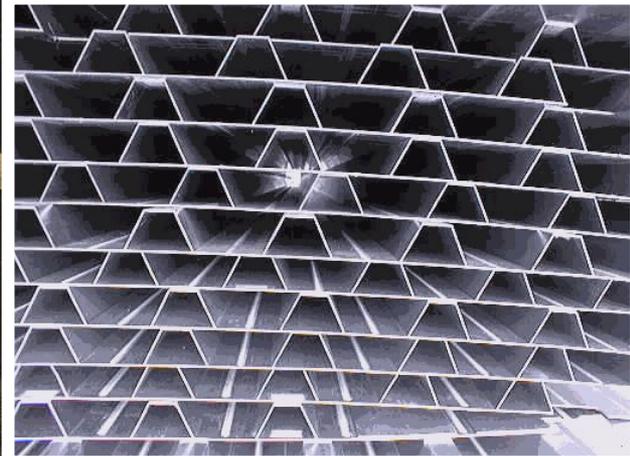
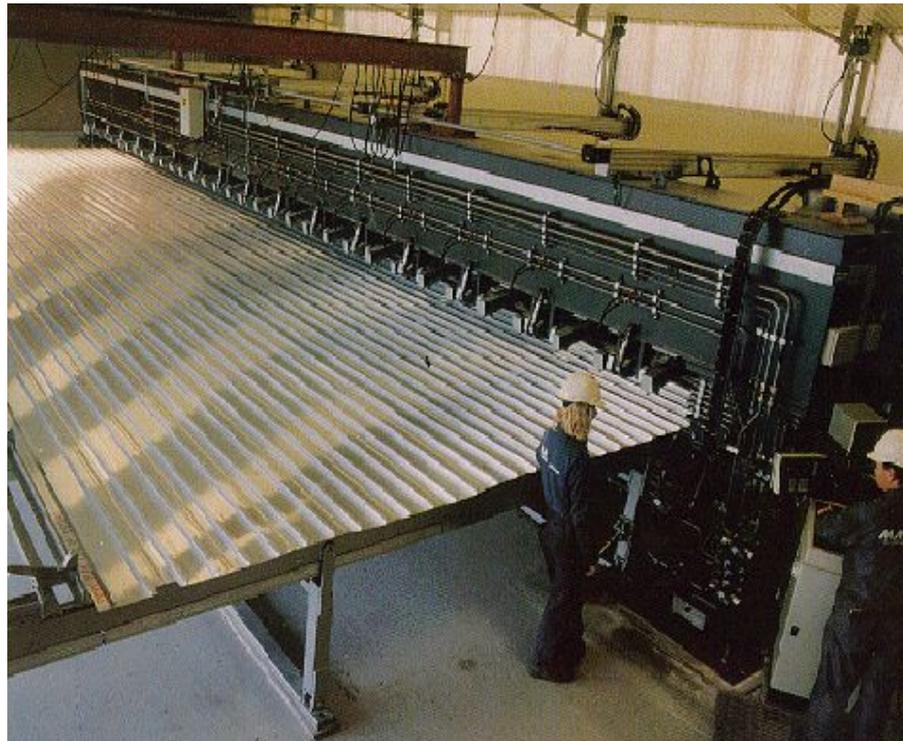


Не требуется последующая обработка и выпрямление панелей

Date/Month/Year.

Судостроени и морская промышленность

Hydro Marine Aluminium, Norway



Date/Month/Year.

Выводы

- В целом, мы можем увидеть множество изменений в судостроительной промышленности, некоторые из которых - это естественные изменения, связанные с изменениями в проектировании, стратегии, с появлением новых методов и потребностью в увеличении производительности.
- Следующие изменения связаны с переносом производств в другие страны ради сокращения затрат. Мы также видим, что значительный рост потребления стали, приведшим к существенному увеличению цен, также приводит к переводу производственных мощностей в страны, где затраты ниже.
- В «Стратегии развития российского флота до 2030» предусмотрена скорейшая модернизация всего флота, в том числе военно-морских, рыболовецких и коммерческих судов.
- Для успешной конкуренции со странами с низкими затратами, российское судостроение должно сосредоточить свои усилия на определенных сегментах рынка и утвердиться там.
- Таким образом, судостроение имеет отличные перспективы.

- Методы резки и сварки- это более, чем ноу-хау
- Для успеха на производстве, они должны сочетаться с обучением, инжинирингом, металлургией и экономией



• Помощь от ESAB
Date/Month/Year.