

Опытно-конструкторские разработки по сварочным процессам в целях сокращения количества диффундирующего водорода

○ Наоки МУКАИ Токудзи МАРУЯМА Реичи СУДЗУКИ

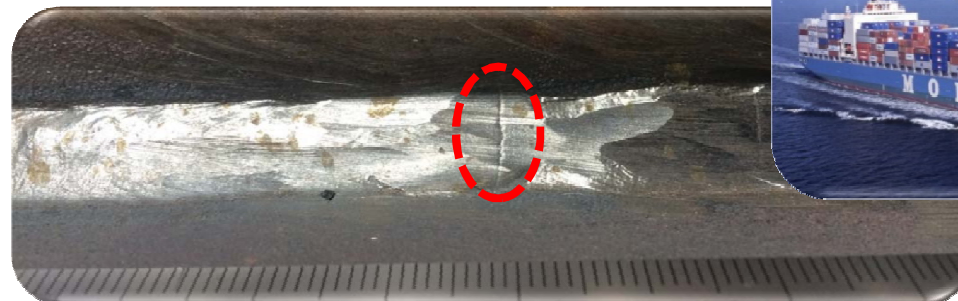
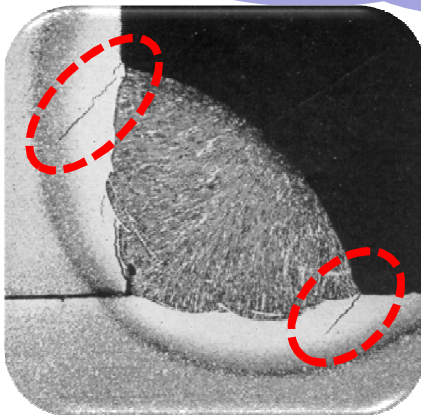
Технический центр сварочных процессов
Компания «Kobe Steel, LTD»

- Увеличение стальных конструкций
⇒ Увеличение толщины
и прочности основного металла.

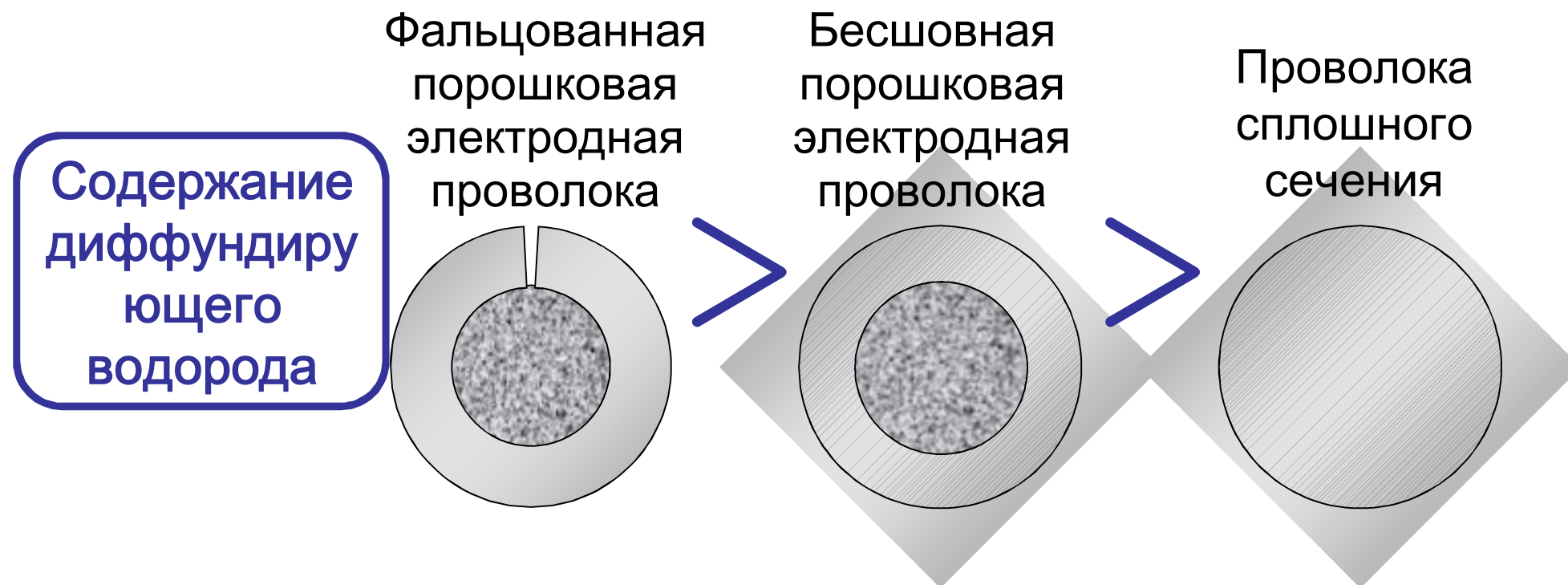
Холодное
растрескивание

Регулирование тока термо-
обработки перед, между
слоями и после сварки

Диффундирующий водород



- Влияние структуры проволоки



Вместе с тем, это общепринятое понятие не подтверждается статистикой или механическими описаниями.



- Содержание диффундирующего водорода в порошковой проволоке на мировом рынке

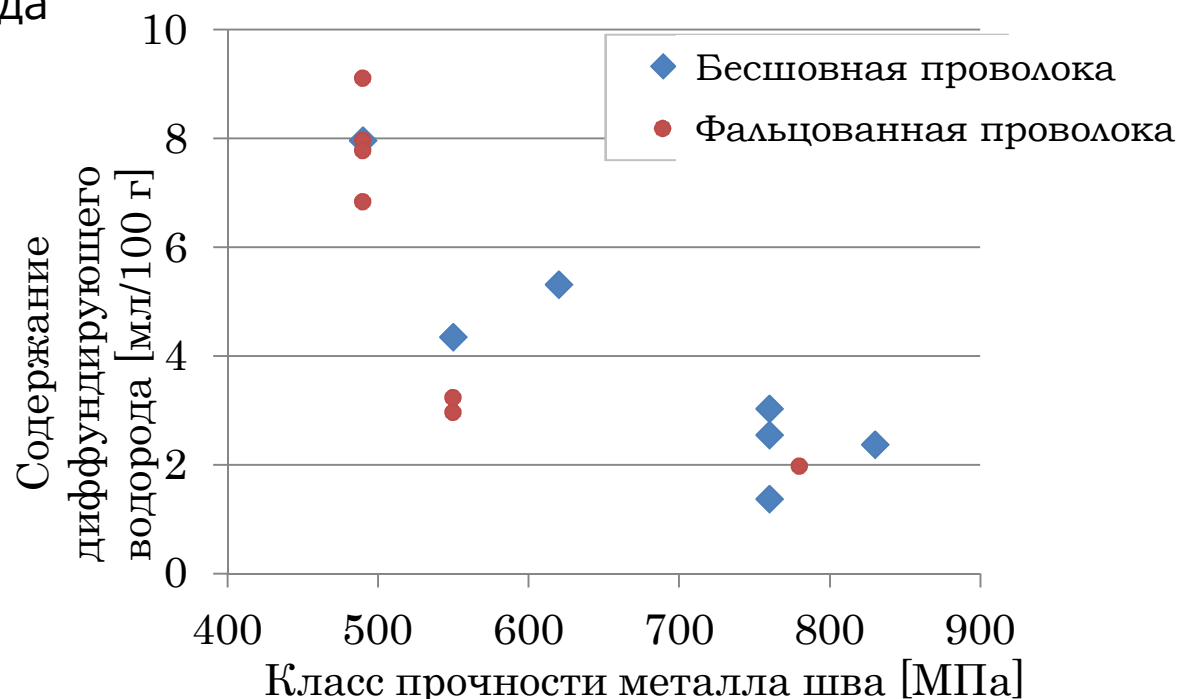


Проволока	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Шов	Бесшовная							Фальцованная						
Флюс	Металл			Рутил				Рутил						
Прочность [МПа]	830	760		620	550	490		780	550	550	490			
Производитель	a	b	c	a	d	e		h	i	h	j	k	l	

Отсутствует корреляция между структурой проволоки и содержанием диффундирующего

Расхождение в принятом понимании и реальностью диффундирующего водорода

- Содержание диффундирующего водорода в порошковой электродной проволоке на мировом рынке
Отношение между классом прочности металлов шва и содержанием диффундирующего водорода



- Наличие и отсутствие шва не определяют содержание диффундирующего водорода
- Корреляция между классом прочности металлов шва и содержанием диффундирующего водорода

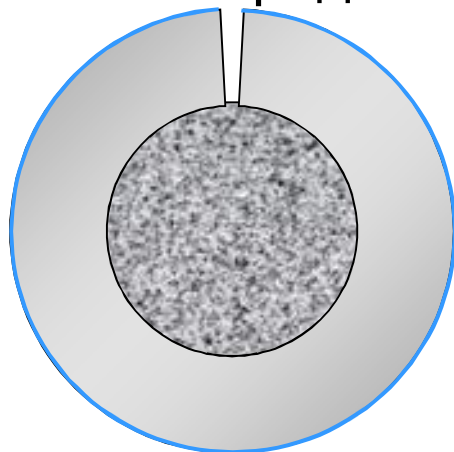


Классификация факторов, влияющих на содержание H_D

KOBELCO

6

Фальцованная
порошковая проволока
электрода



Поверхностная смазка

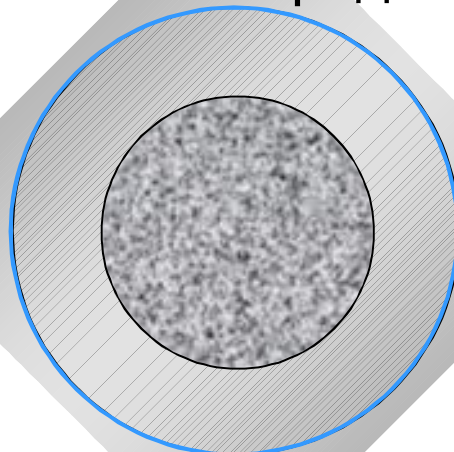
+

Начальная
влажность флюса

+

Влага, поглощенная
после производства

Бесшовная
порошковая проволока
электрода

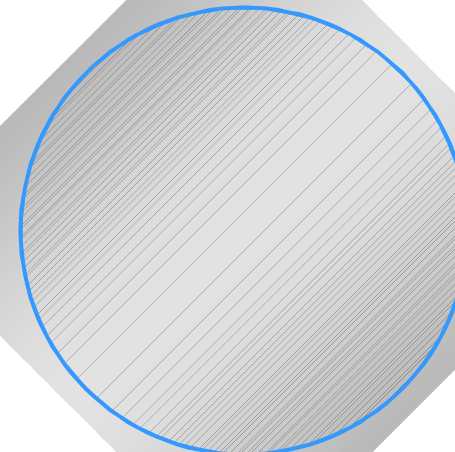


Поверхностная смазка

+

Начальная
влажность флюса

Проволока
сплошного сечения



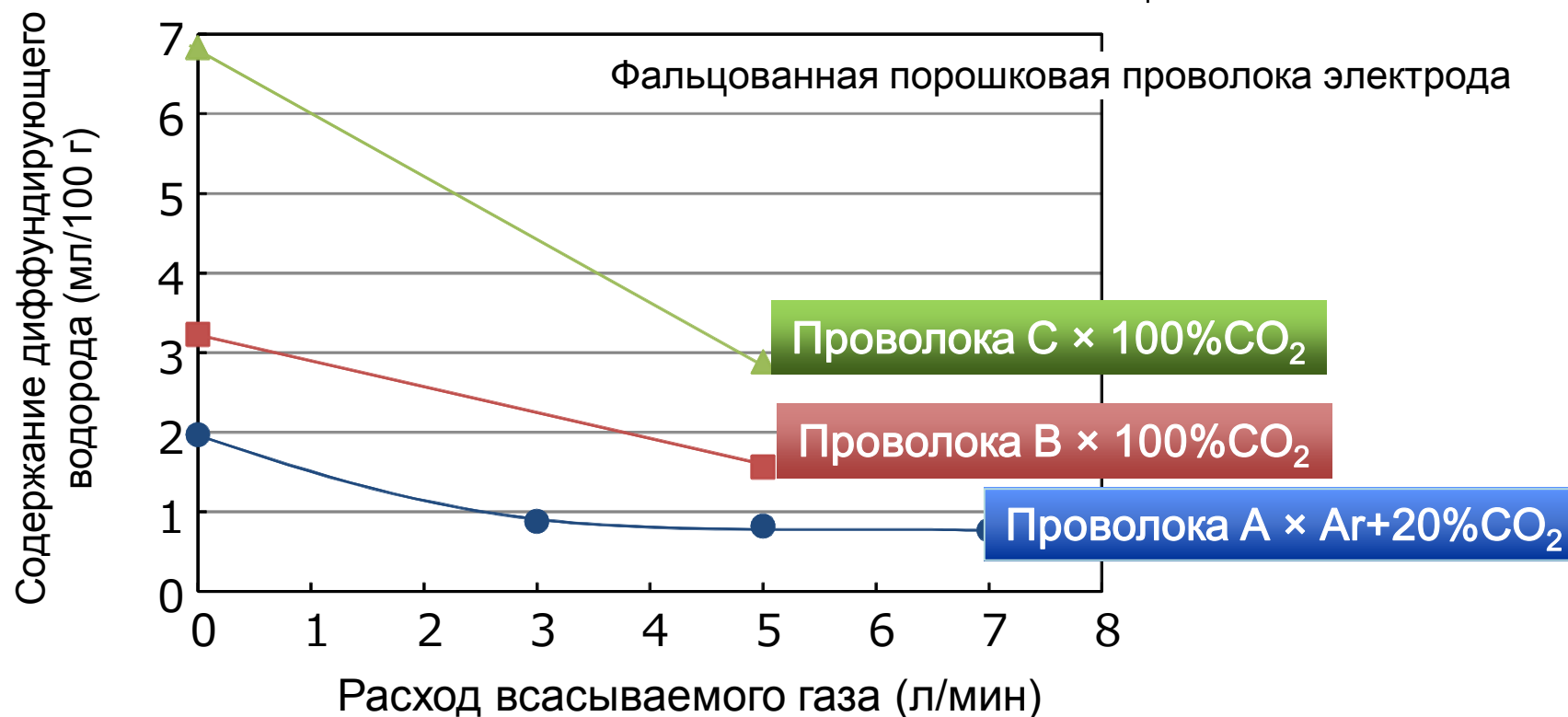
Поверхностная смазка

Другое: Примеси органических веществ
абсорбция влаги из ржавчины

- Процесс сварки с целью сокращения содержания диффундирующего водорода со специальной сварочной горелкой

Процесс сокращения водорода при специальной горелке

- Влияние снижения содержания диффундирующего водорода



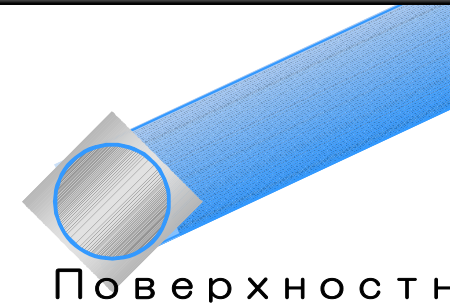
H_D можно снизить более чем на 50% в любой проволоке.

Кавабе и др.: Разработка процесса дуговой сварки в защитной газовой среде с целью достижения очень низкого содержания диффундирующего водорода в металлах шва. – «Сварка в мире», том 60 (2016), с. 383-392.

- **Влияние фактора
диффундирующего водорода
эффект сварочного процесса
для снижения содержания
диффундирующего водорода**

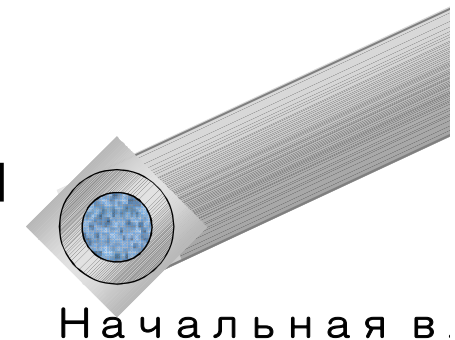
(а) Поверхностная смазка

Проволока сплошного сечения с разным количеством смазки.



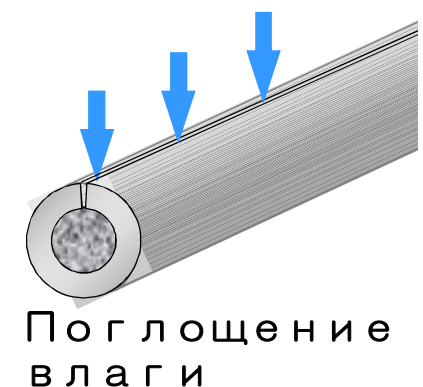
(b) Начальная влажность флюса

Бесшовная и фальцованная порошковая проволока электрода с двумя уровнями содержания влаги.



(с) Влага поглощенная после работы

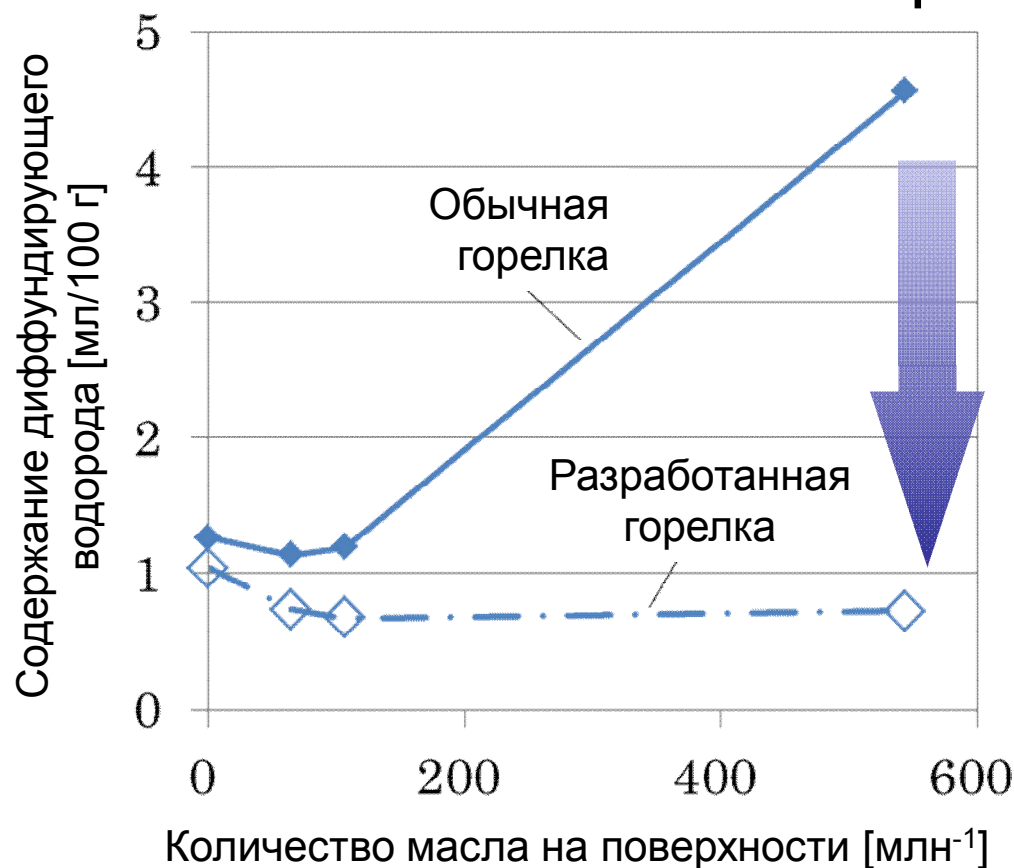
Фальцованная порошковая проволока, открытая воздействию влаги и высокой температуры в течение разного времени



➡ **Измерение содержания H_D**
Каждый обычный и разработанный процесс

Поверхностная смазка

Проволока сплошного сечения с разным количеством масла на поверхности



(JIS Z3312 YGW11 1.2 мм ф)

Измерение согласно JIS Z3118, кроме расстояния между контактным наконечником и деталью

Защитный газ: CO₂

Ток: 300 А

Напряжение: 32 В

Расстояние от контактного наконечника до детали: 25 мм

Скорость сварки: 350 мм/мин

Расход всасываемого газа: 5 л/мин

Метод измерения количества масла на поверхности

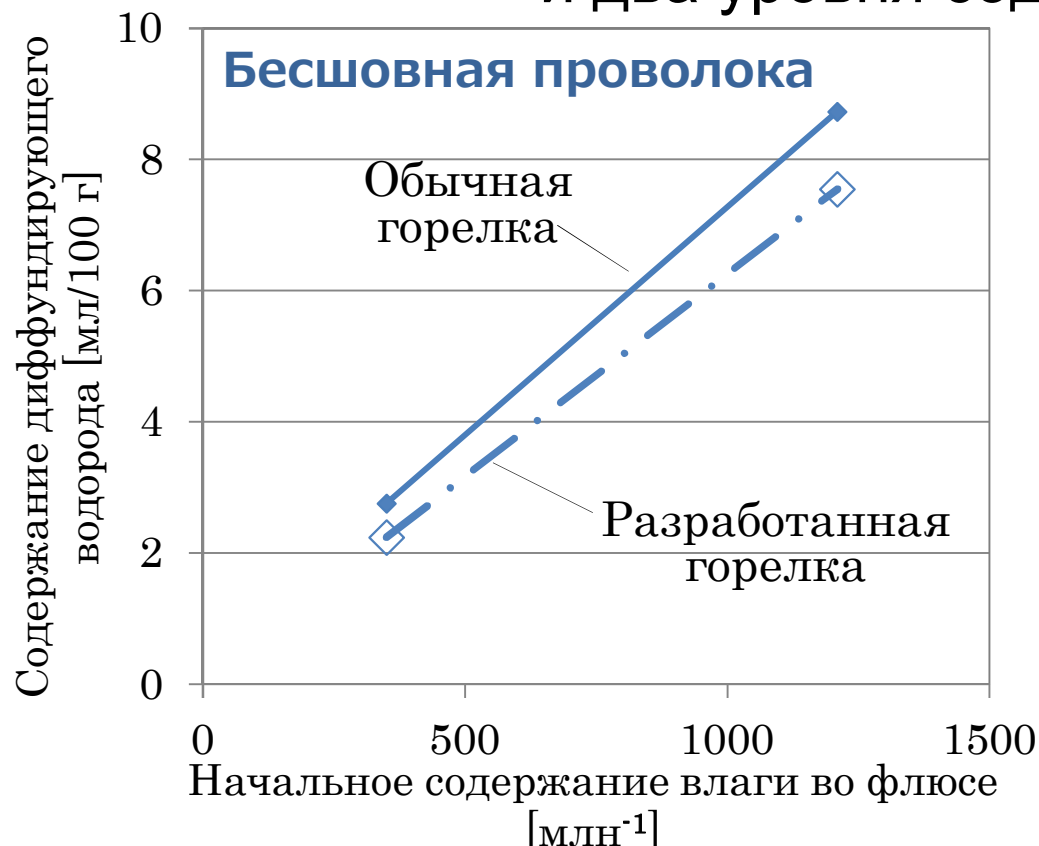
Изменение массы после извлечения из растворителя

Диапазон колебаний поверхностной смазки: прим. 3 мл / 100 г

Возможность устранения влияния поверхностной смазки



- Бесшовная и фальцованная порошковая проволока
Флюс: постоянный химический состав
и два уровня содержания влаги



(JIS Z3313 T49J0T1-1 Ø 1.2 мм)

Измерение согласно JIS Z3118

Защитный газ: CO₂

Ток: 270 А

Напряжение: 32 В

Расстояние между контактным наконечником и деталью: 25 мм

Скорость сварки: 350 мм/мин

Метод измерения содержания влаги

Метод Карла Фишера

Газ-носитель: Ar

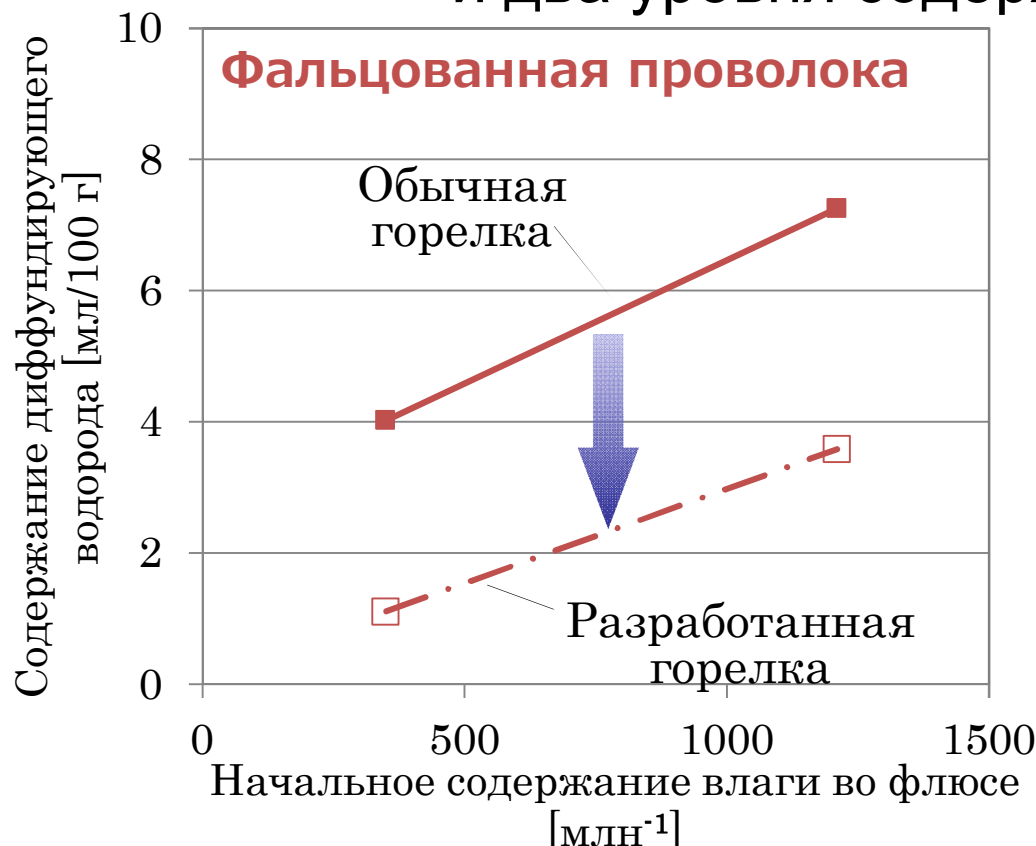
Температура экстракции: 750°C

Диапазон колебаний начального содержания влаги во флюсе:
прим. 6 мл / 100 г

Меньшее влияние на снижение начальной влажности флюса в бесшовной порошковой электродной проволоке



- Бесшовная и фальцованная порошковая проволока
Флюс: постоянный химический состав
и два уровня содержания влаги



(JIS Z3313 T49J0T1-1 Ø 1.2 мм)

Измерение согласно JIS Z3118

Защитный газ: CO₂

Ток: 270 А

Напряжение: 32 В

Расстояние между контактным
наконечником и деталью: 25 мм

Скорость сварки: 350 мм/мин

Метод измерения содержания влаги

Метод Карла Фишера

Газ-носитель: Ar

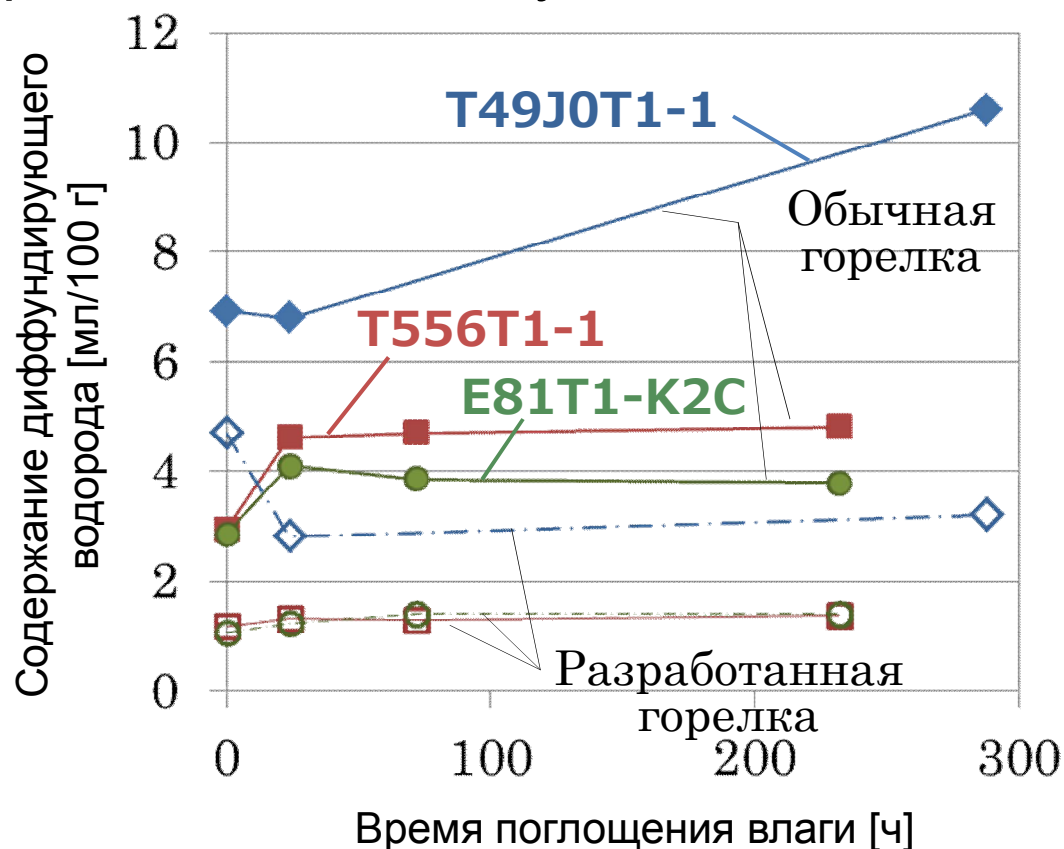
Температура экстракции: 750°C

Диапазон колебаний начального содержания влаги во флюсе:
прим. 3 мл / 100 г

**Возможность существенного снижения начального
содержания влаги в фальцованной порошковой проволоке**

Поглощение влаги после работы

- Вынужденное поглощение влаги фальцованной порошковой проволокой после сушки



(JIS Z3313 T49J0T1-1 $\varnothing$ 1.2 мм
T556T1-1 $\varnothing$ 1.2 мм
AWS A5.29 E81T1-K2C $\varnothing$ 1.2 мм)

Измерение согласно JIS Z3118

Защитный газ: CO₂

Ток: 270 А

Напряжение: 32 В

Расстояние между контактным
наконечником и деталью: 25 мм

Скорость сварки: 350 мм/мин

Условия процесса сушки

80°C × 3 ч

Атмосферные условия поглощения влаги

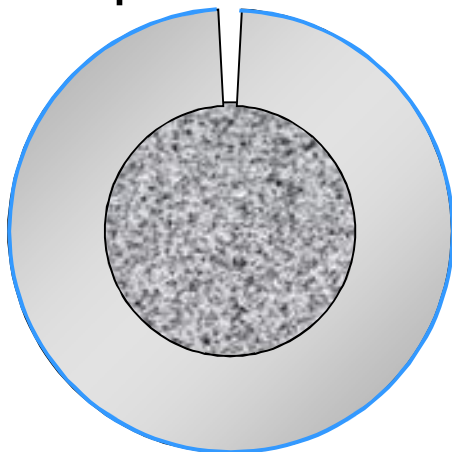
30°C × 80% относительной влажности

Диапазон колебаний начального содержания влаги во флюсе:
прим. 4 мл / 100 г

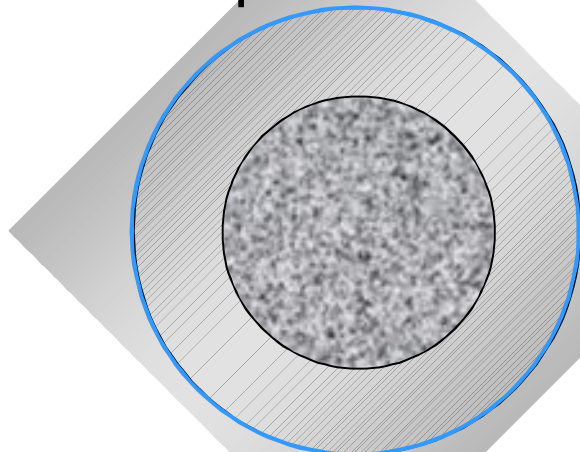
Возможность устранения влияния поглощения влаги после
работы

Степень влияния каждого фактора

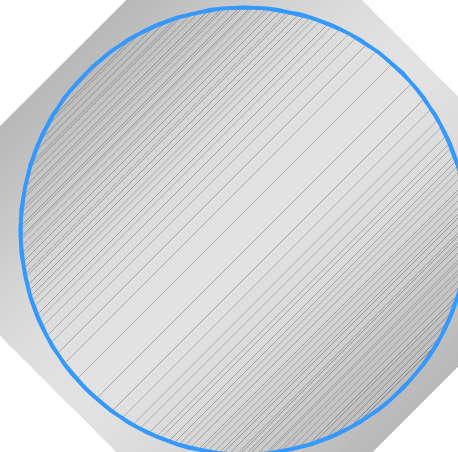
Фальцованная
порошковая
проволока



Бесшовная
порошковая
проволока



Проволока
сплошного сечения



Поверхностная смазка

+

Начальная
влажность флюса

+

Влага, поглощенная
после работы

Поверхностная смазка

+

Начальная
влажность флюса

No.2

Поверхностная смазка

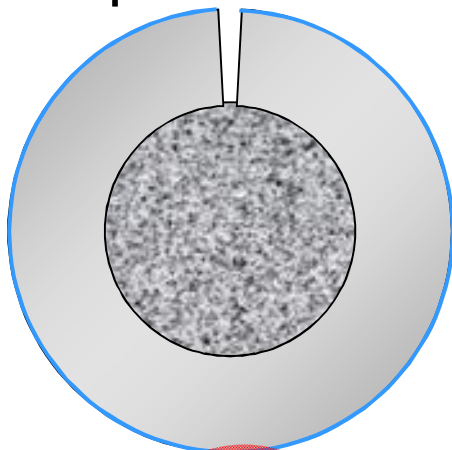
No.3

No.1

Другое : Примеси органических веществ,
абсорбция влаги из ржавчины

Эффект разработанного процесса

Фальцованная
порошковая
проволока

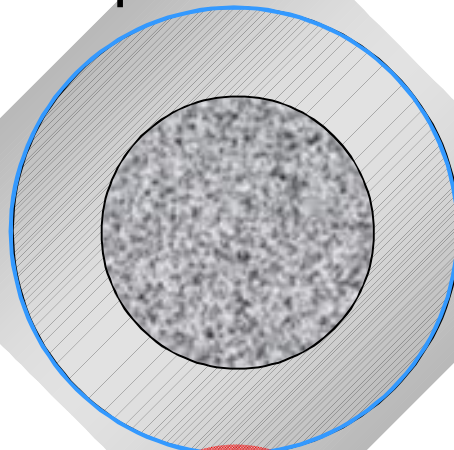


Поверхностная смазка

Начальная
влажность флюса

Влага, поглощенная
после работы

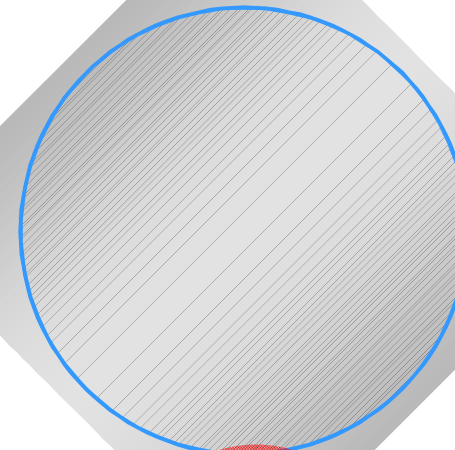
Бесшовная
порошковая
проволока



Поверхностная смазка

Начальная
влажность флюса

Проволока
сплошного сечения



Поверхностная смазка

Общее снижение
Большое снижение
Незначительное
снижение

Заключение

- Классифицированы факторы влияния водорода при ДСЗЭ, МПГ по 3 факторам с отдельной оценкой степени влияния
- Степень влияния каждого фактора располагается в следующей последовательности:
 1. Начальное содержание влаги во флюсе
 2. Абсорбция влаги после работы
 3. Поверхностная смазка
- Разработан процесс сварки для сокращения содержания диффундирующего водорода с помощью специальной сварочной горелки
- Разработанный процесс может устранить влияние поглощения влаги и поверхностной смазки на содержание диффундирующего водорода
- Эффект разработанного процесса на начальное содержание влаги в бесшовной / фальцованной порошковой проволоке электрода был разным.
 - Для бесшовной порошковой проволоки: Неэффективен
 - Для фальцованной порошковой проволоки: Эффективен
- Прояснен канал движения источника диффундирующего водорода в проволоке