РУСАЛ

АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ И ПОЛУФАБРИКАТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В МОСТОСТРОЕНИИ

(ALUMFORUM-2021)

2021 г.

Преимущества алюминиевых строительных конструкций перед стальными

Долговечность

Срок службы несущих конструкций из алюминия более 50 лет

Низкий вес

Вес алюминиевых конструкций до 3 раз ниже по сравнению со сталью

Прочность

Удельная прочность алюминиевых сплавов 7ххх серии (1915) сопоставима со сталью

Коррозионная стойкость

Отсутствие коррозии на весь срок эксплуатации

Экологичность

Безопасен для человека, производится с минимальными выбросами CO_2 в атмосферу. Соответствует «зеленым стандартам» LEED, BREAM, DGNB.

Практичность эксплуатации

Отсутствие электростатичности. Алюминиевые конструкции не притягивают пыль и грязь, не требуют очистки.

Recycle

Вторичное использование, частичный возврат средств, затраченных на строительство.

Нормативная документация для строительства мостов в РФ

СВОД ПРАВИЛ **СП443.1325800.2019**
«Мосты с конструкциями из алюминиевых сплавов. Правила проектирования»

МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(МИНСТРОЙ РОССИИ)

ПРИКАЗ

от "30" апреля 2019 г. № 925/пр

Москва

Об утверждении свода правил «Мосты с конструкциями из алюминиевых сплавов. Правила проектирования»

В соответствии с Правилами разработки, утверждения, опубликования, изменения и отмены сводов правил, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 1 июля 2016 г. № 624, подпунктом 5.2.9 пункта 5 Положения о Министерстве строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2013 г. № 1038, пунктом 57.2 Плана разработки и утверждения сводов правил и актуализации ранее утвержденных строительных норм и правил, сводов правил на 2018 г., утвержденного приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25 декабря 2017 г. № 1712/пр (в редакции приказов Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 2 февраля 2018 г. № 65/пр, от 12 июля 2018 г. № 424/пр, от 16 августа 2018 г. № 532/пр), **п р и к а з ы в а ю:**

1. Утвердить и ввести в действие через 6 месяцев со дня издания настоящего приказа прилагаемый свод правил «Мосты с конструкциями из алюминиевых сплавов. Правила проектирования».

2. Департаменту градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации:

а) в течение 15 дней со дня издания приказа направить утвержденный свод правил «Мосты с конструкциями из алюминиевых сплавов. Правила проектирования» на регистрацию в федеральный орган исполнительной власти в сфере стандартизации;

№ 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»

№ 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

ГОСТ и СП на расчеты и испытания на прочность, полуфабрикаты, проволоку, болтокомплекты, пожарную безопасность, сварку, защиту от коррозии и т.д.

+

ГОСТ 8617-2018 Профили прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия

ГОСТ 21631-76 Листы из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия

ГОСТ 17232-99 Плиты из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия

Алюминиевые сплавы и виды полуфабрикатов для мостов

Термически неупрочняемые:

АМг2 (аналог 5251)
АМг3 (аналог 5154)
1565ч (аналог 5059)

Прокат

АМг2М, АМг3М,1565чМ, АМг2Н2, АМг3Н2

Экструзия

АМг2М, АМг3М, 1565чМ

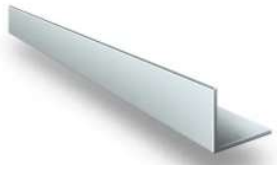
Термически упрочняемые:

АД35 (аналог 6082)
1915 (аналог 7005)

Прокат

АД35Т, АД35Т1, 1915Т, 1915Т1, 6082Т6

Экструзия



АД35Т, АД35Т1, 1915Т, 6082Т6

М – отожженные

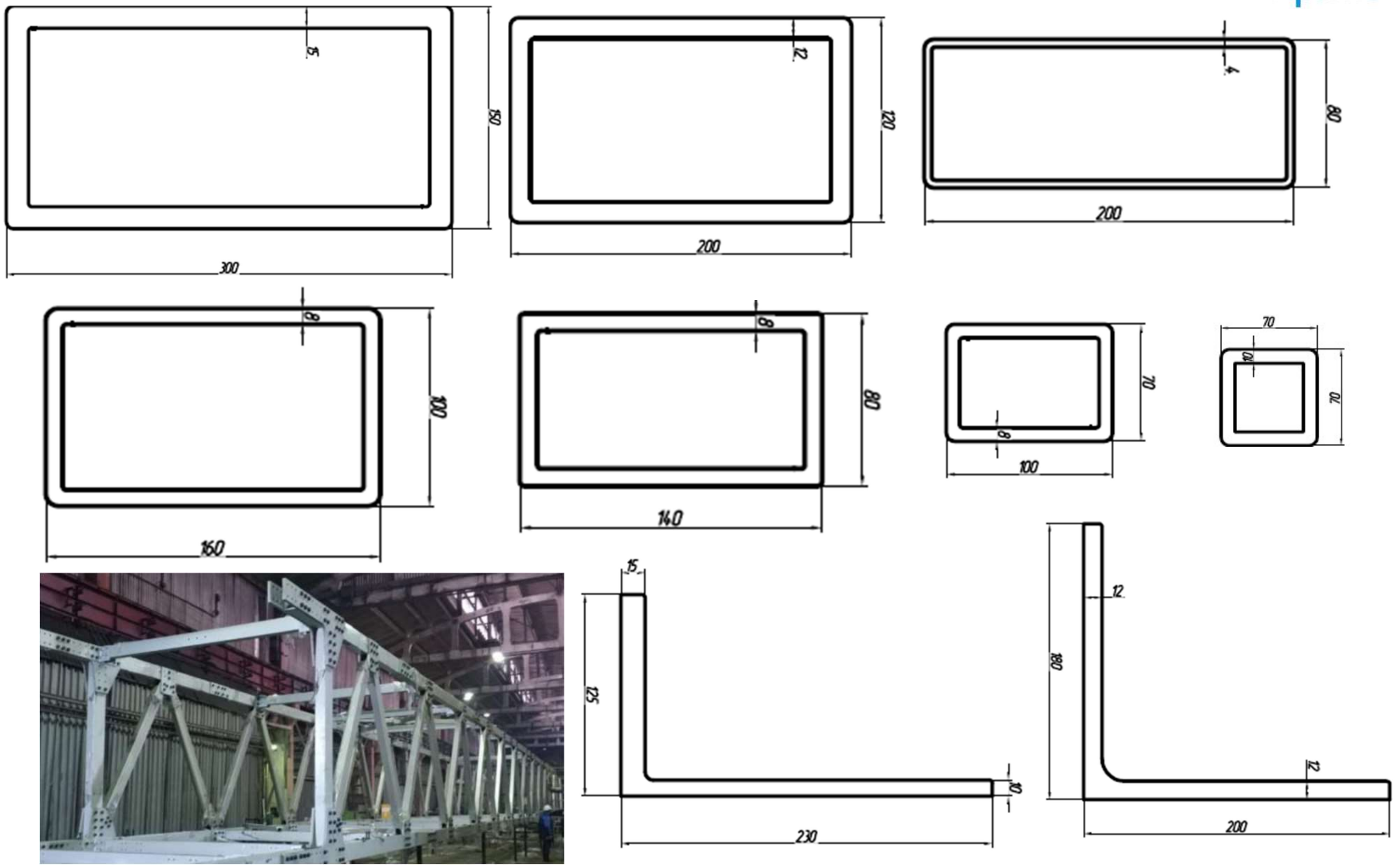
Н2 - полунагартованные

Т – закаленные и естественно состаренные

Т1/Т6 – закаленные и искусственно состаренные

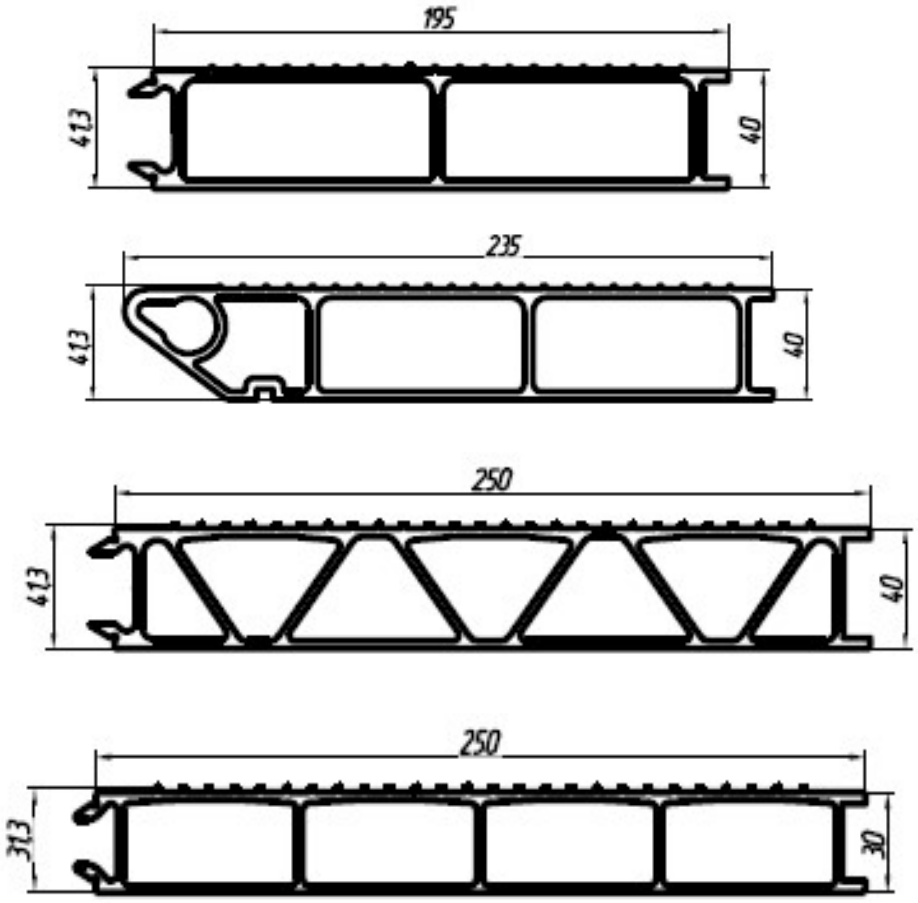
КраМЗ

Сортамент профилей



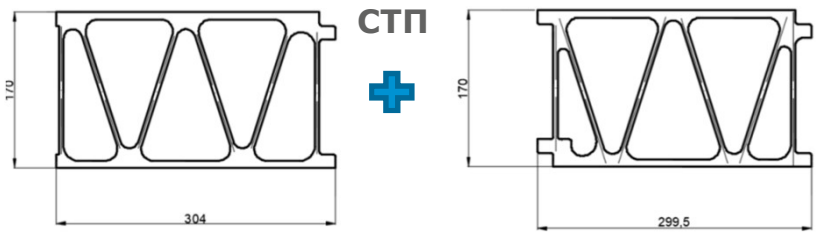
КраМЗ

Сортамент профилей

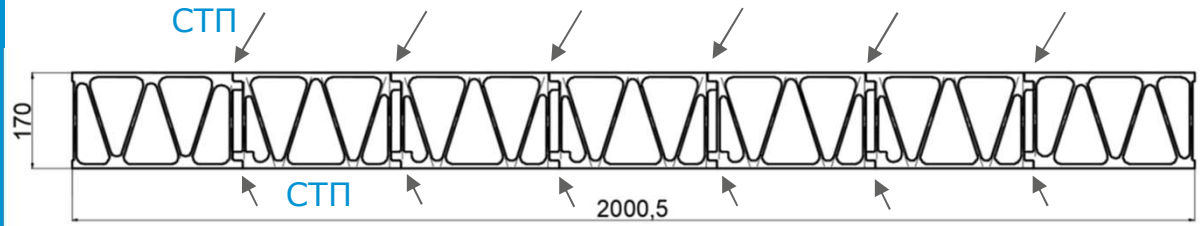


Сортамент прессованных профилей для настилов

Ортотропная плита из сплава 6082Т6



Кпроч. св. соед.= 0,73



Сплав	Механические свойства при растяжении, МПа		
	$\sigma_в$, МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ, %
6082Т6	360	325	13

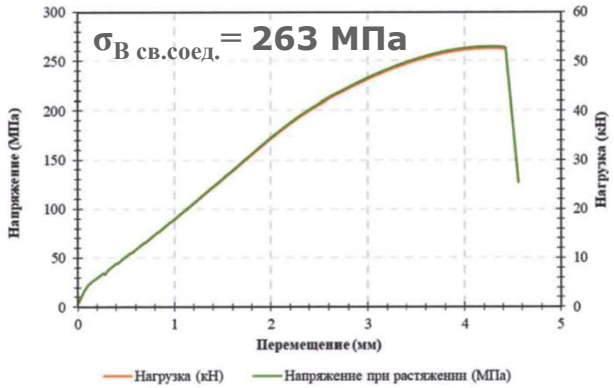


Диаграмма растяжения образцов, изготовленных с помощью СТП

Предельная нагрузка до достижения предела текучести составила 85 тс. Расчетная нагрузка по классу воздействия А14: 14 тс.

Объем испытаний, необходимый для обоснования применения полуфабрикатов в мостах

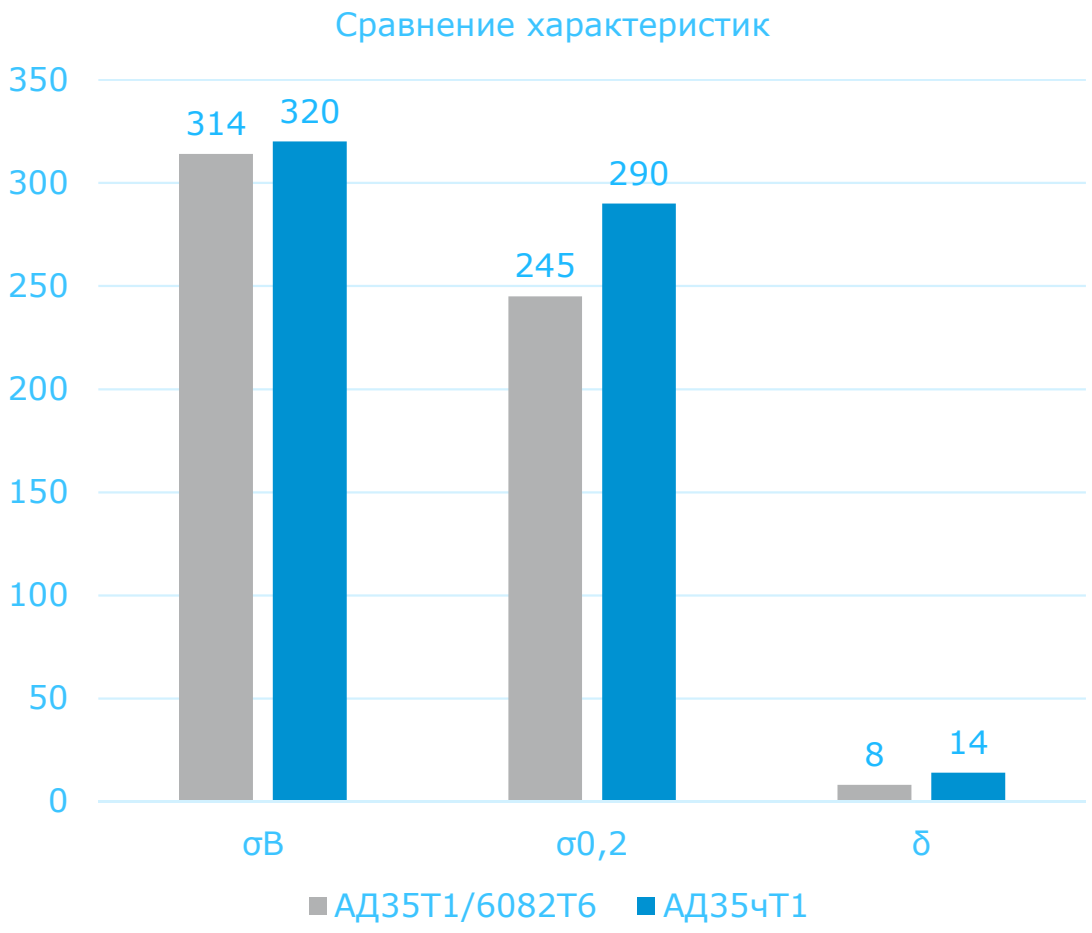
- Испытания на растяжение основного металла и сварных соединений
- Коррозионные испытания основного металла и сварных соединений (РСК, МКК, КР)
- Испытания на трещиностойкость основного металла и сварных соединений
- Испытания на ударный изгиб (KCU, KCV)
- Испытания на выносливость основного металла и его сварных соединений

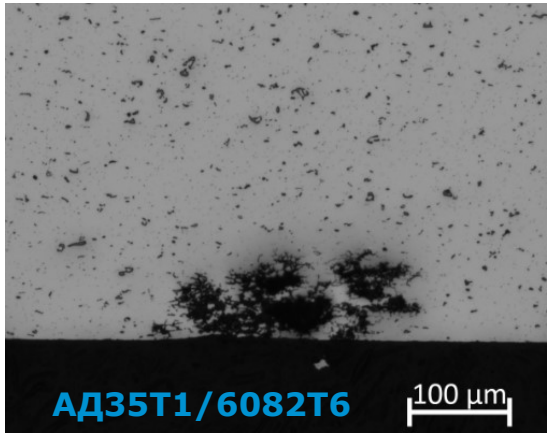
Виды соединений

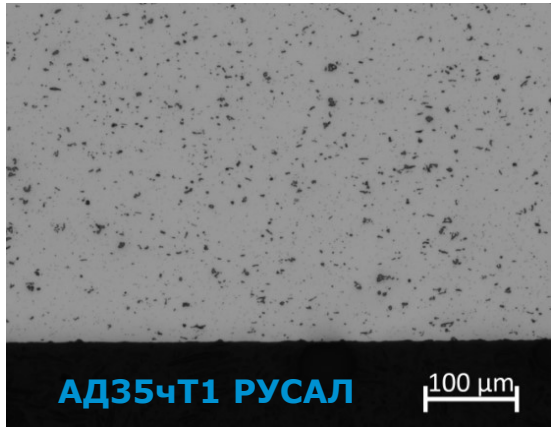
Болтовое

Сварное

Сплав РУСАЛ АД35ч (улучшенный сплав типа АД35/6082)

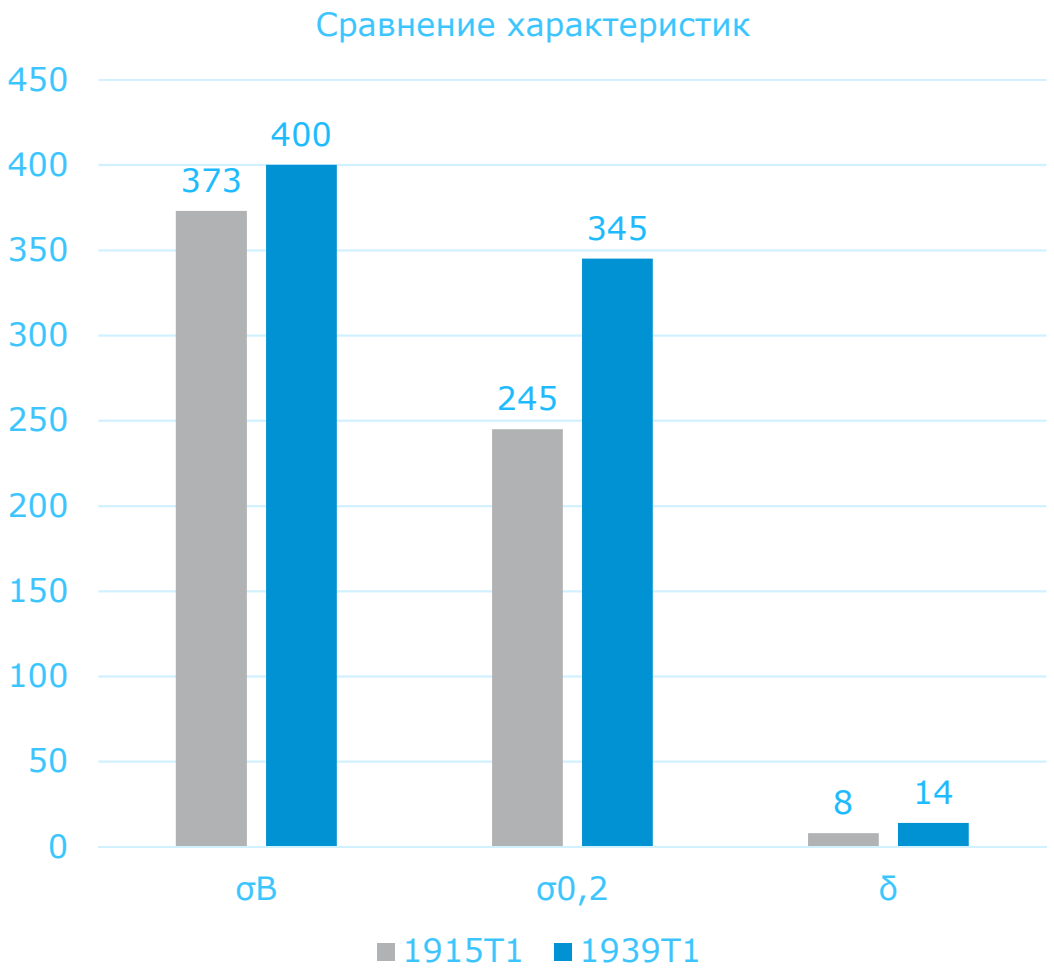






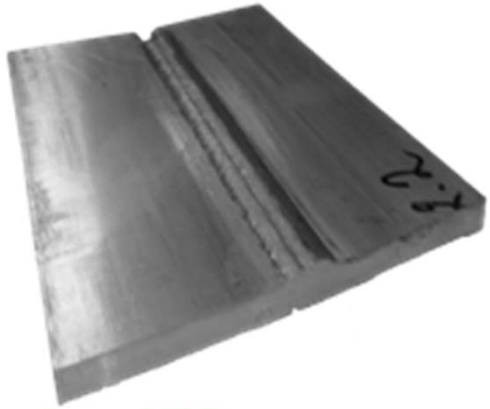
Данные по АД35Т1 приведены из ГОСТ 8617-2018

Сплав РУСАЛ 1939 (улучшенный сплав типа 1915)



Данные по 1915T1 приведены из ГОСТ 8617-2018

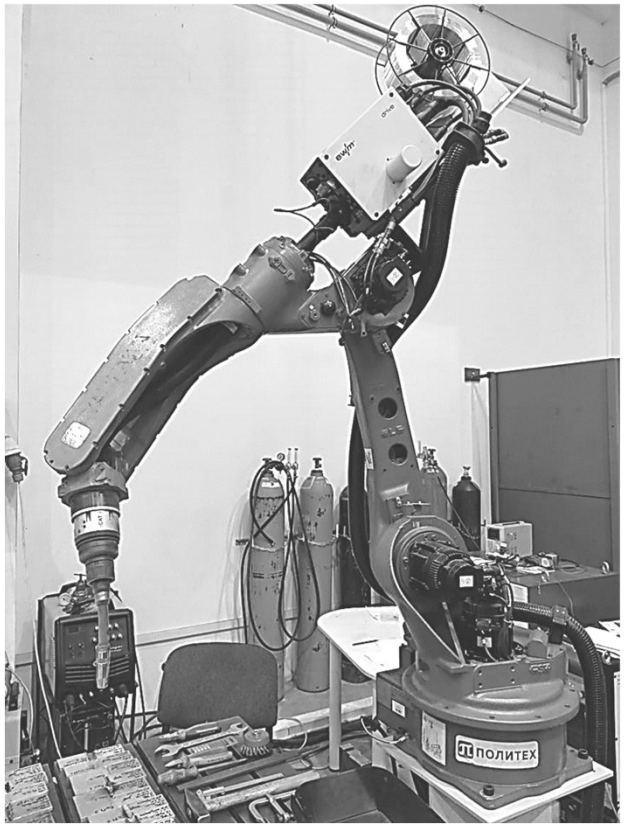
Проблема сварных швов сплавов Al-Zn-Mg



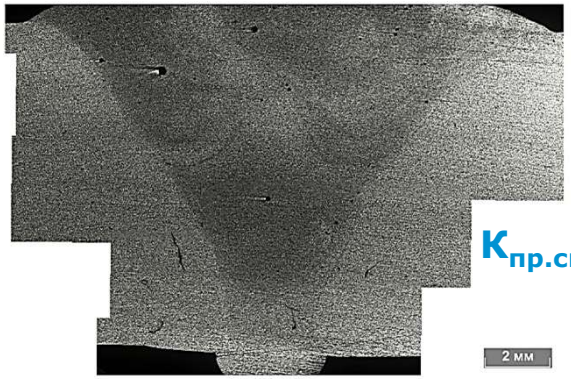
Сплав 1939 не склонен к коррозионному растрескиванию под напряжением

Изготовление сварных соединений профилей из сплава АД35ч и 1939 методом АрДЭС

Аргоно-дуговая сварка профилей проводилась методом MIG сварочным роботом Yaskawa MA2010. Использовалась сварочная проволока ESAB OK AUTROD 5556A для сварки сплава АД35ч и ESAB OK AUTROD 18.22 (СвАМг61) для сварки сплава 1939.



Сварочный робот: Yaskawa MA2010



$K_{пр.св.с.}$ = 0,76

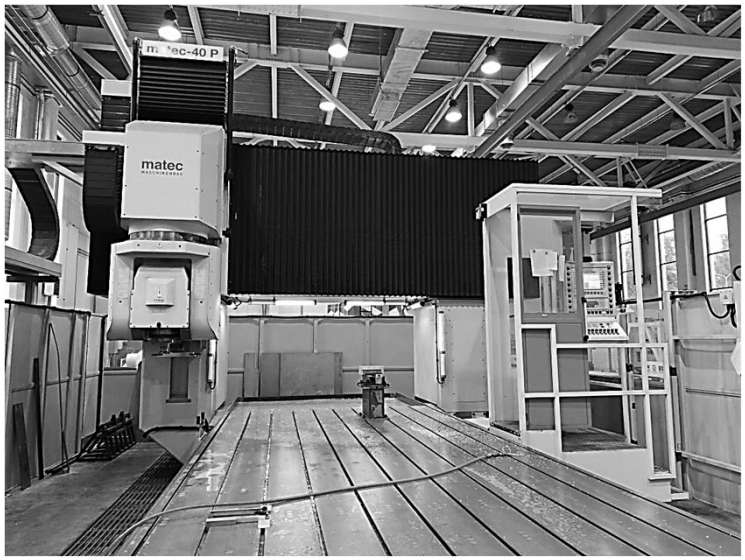
АД35ч

$K_{пр.св.с.}$ = 0,83

1939

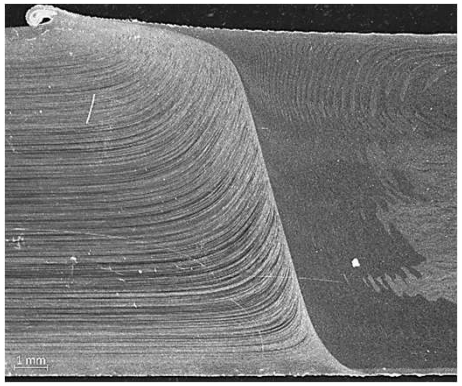
Изготовление сварных соединений профилей из сплава АД35ч и 1939 методом СТП

Сварка трением с перемешиванием профилей проводилась на оборудовании Matec-40P.

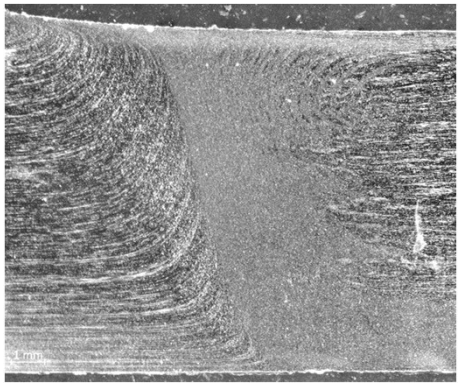


Matec-40P

Форма инструмента



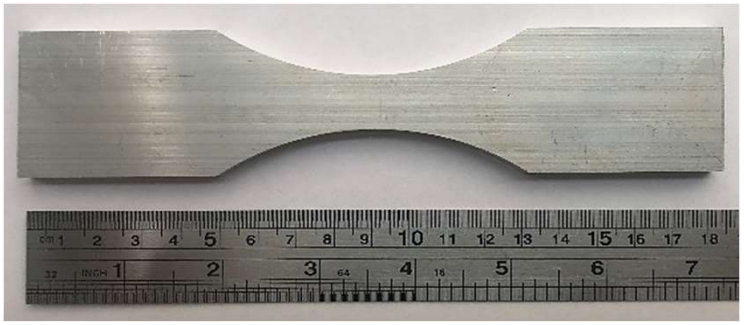
АД35ч $K_{пр.св.с}$=0,76



1939 $K_{пр.св.с}$=0,96

Определение предела выносливости при испытаниях на усталостную прочность

Исследования показали, что основным фактором, определяющим безопасность эксплуатации моста, подверженного циклическим нагрузкам, является условие выносливости.



Испытания по ГОСТ 25.502-79

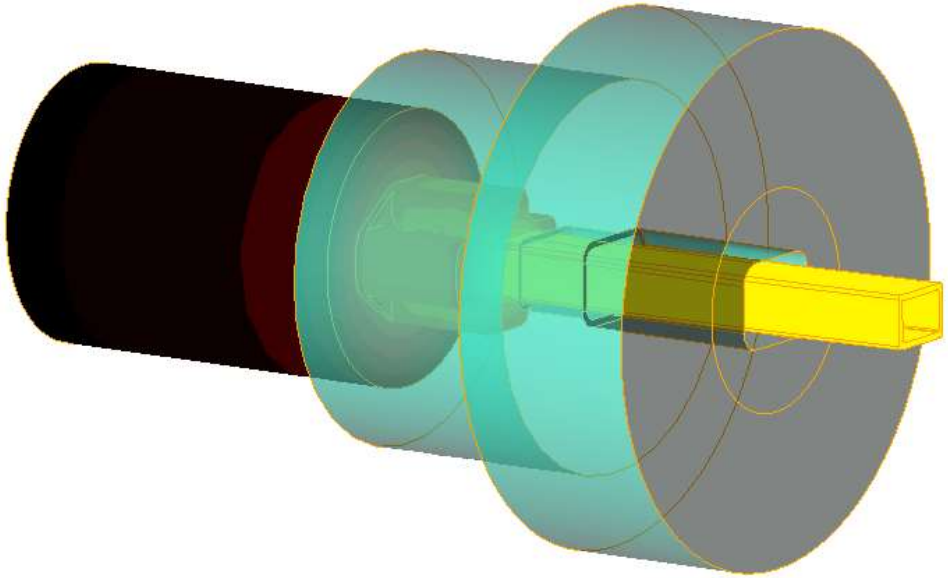
Предел выносливости	Сплав			
	АД35Т1	АД35чТ1	1915Т1	1939Т1
σ_{-1} (МПа), база испытаний $2*10^7$ циклов	89	97	100	112
σ_0 (МПа), база испытаний $2*10^7$ циклов	143	159	н/д	164

Моделирование процесса прессования строительных профилей

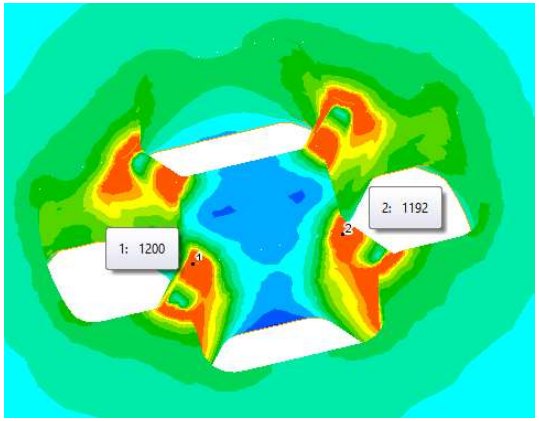
Сплав	$T_{заг}$, °C	$V_{пр}$, мм/с	$V_{ист}$, м/мин	$T_{профиля}$, °C	P, МН	p, МПа
1915	460	0,2	0,48	462-464	**65**	**637**
1939 Русал	460	0,2	0,48	457-459	**47**	**447**

Давление распрессовки ниже ≈ 30%

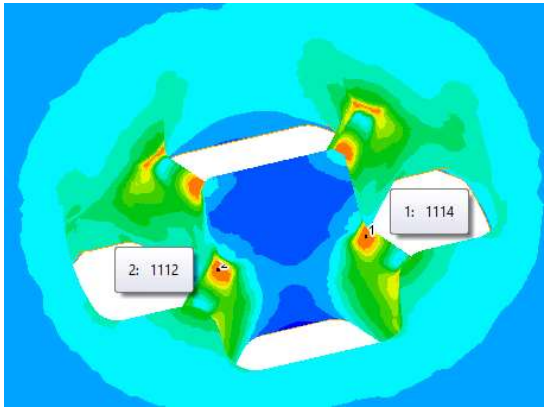
Разработанный сплав 1939 обладает более низким сопротивлением деформации в горячем состоянии и позволяет получать прессованием полые профили



Прессование полого профиля КП44401



Экв. напряжения (сплав 1915)



Экв. напряжения (сплав 1939)

Защитные и декоративные покрытия алюминия

Окрашивание профилей

6 элитарных цветов
(электрохимическое окрашивание солями олова и калия, максимальная износостойкость)

Окрашивание анодного слоя органическим красителем

Спасибо за внимание!

Матвеева Ирина Артуровна
Институт Легких Материалов и Технологий ОК РУСАЛ
Руководитель проекта департамента деформируемых сплавов и композиционных материалов

email: Irina.Matveeva@rusal.com
Тел. **(495) 720-51-20, доб. 1222**