

АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ И ПОЛУФАБРИКАТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В МОСТОСТРОЕНИИ



2021 г.

В 2017 году РУСАЛ основан новый R&D центр – Институт Легких Материалов и Технологий (ИЛМиТ)

Стратегические цели

- Создание новой продукции с высокой добавленной стоимостью, разработка технологий и их применения (сплавы, композиционные материалы, керамические и армирующие материалы)
- Научная и технологическая поддержка производства и поиск новых применений производимой продукции
- Формирование научно-производственного кластера потребителей и разработчиков для расширения сфер потребления алюминия

Коллектив ИЛМиТ

Из 38 сотрудников 15 имеют степень кандидатов наук



Расположение: Москва, Ленинский проспект 6 стр. 21

Компетенции ИЛМиТ

Департамент литейных сплавов

- Новые сплавы
- Технологии литья
- Создание комплексных производственных технологий

Департамент аддитивных технологий

- Материалы для 3D-печати
- Технологии изготовления деталей
- Производство порошков

Департамент деформируемых сплавов и композиционных материалов

- Сплавы и композиционные материалы
- Процессы экструзии, волочения, прокатки,ковки

Департамент химических технологий, легирующих и армирующих добавок

- Новые неметаллические продукты
- Легирующие и армирующие материалы
- Технологии получения фторидов и редкоземельных материалов



В работе **12** R&D проектов



Более **20** партнеров – университетов и компаний в РФ и за рубежом



В разработке более **20** новых типов продукции

Испытательный центр ИЛМиТ



Исследования механических свойств материалов



Металлографические исследования



Химический анализ

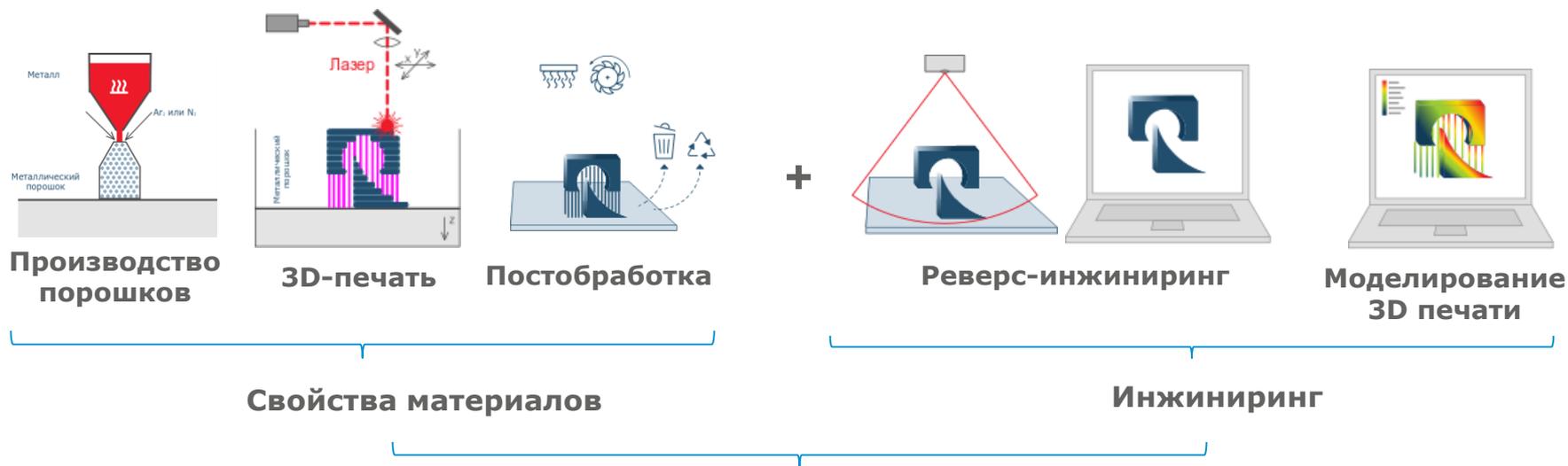


Лаборатория коррозии



Определение физических свойств материалов

Аддитивный центр РУСАЛ



Полный цикл создания конечных изделий



Атомайзер BluePower AU2000



3D-принтер EOS M290



3D-сканер Kreon Ace Skyline



Программное обеспечение 3DEXperience

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

(МИНИСТР РОССИИ)

ПРИКАЗ

от "30. апреля" 2019 г.

№ 25/пк

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.

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



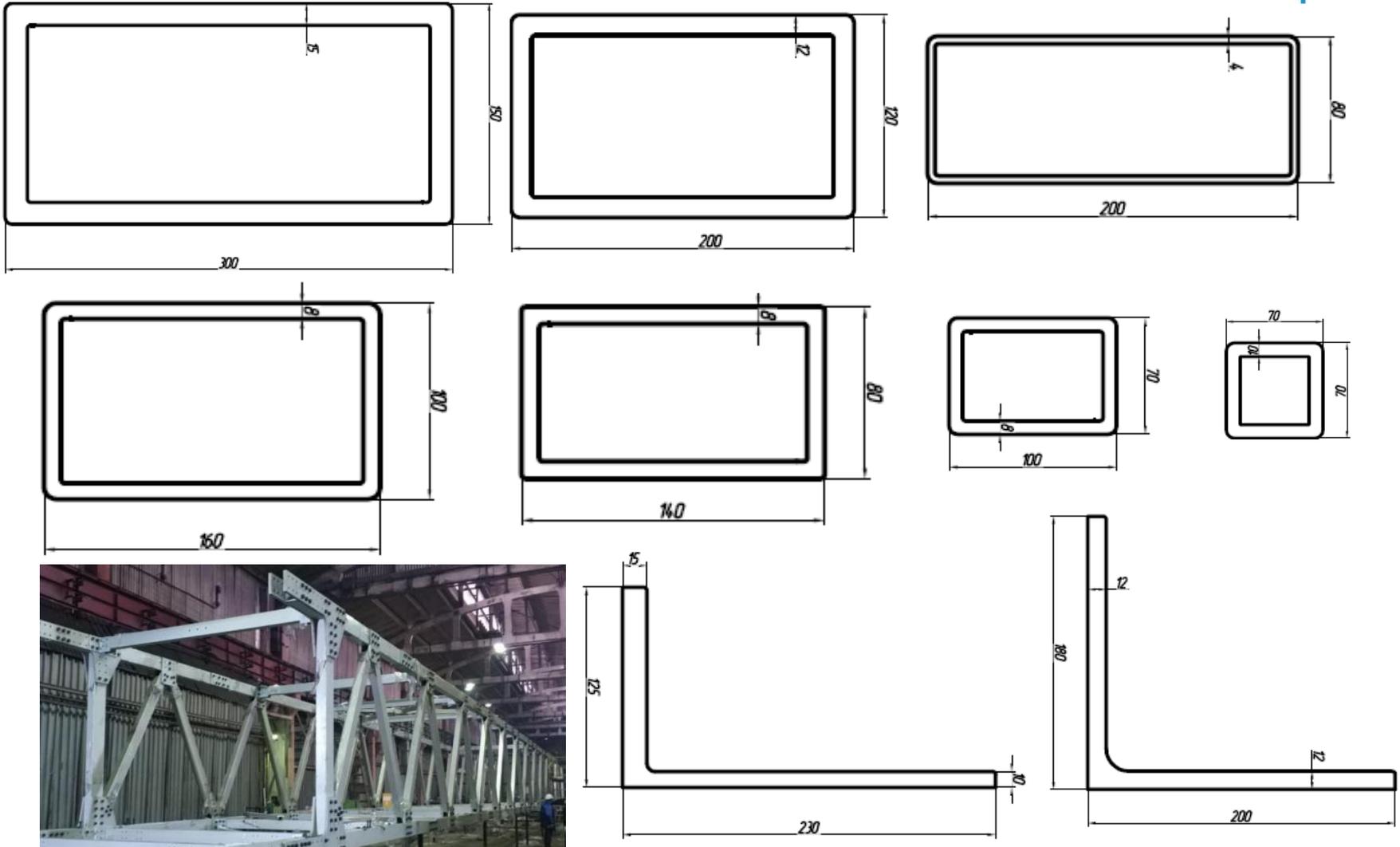
АД35Т, АД35Т1,
1915Т, 1915Т1,
6082Т6

Экструзия

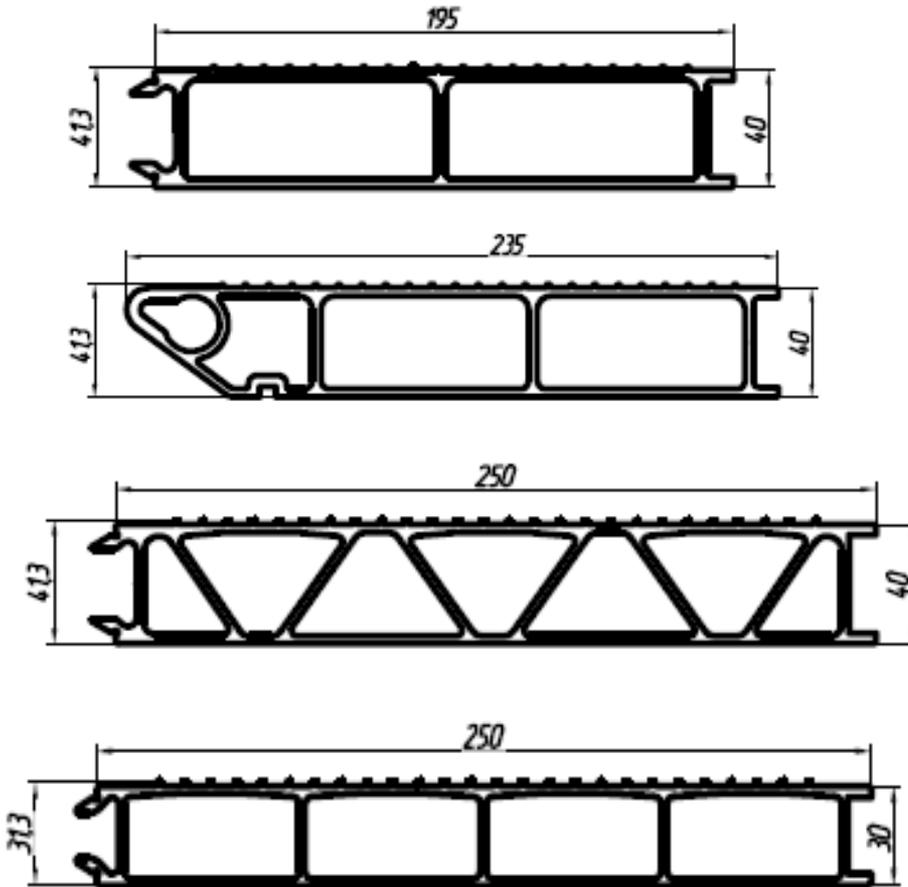


АД35Т, АД35Т1,
1915Т, 6082Т6

Сортамент профилей

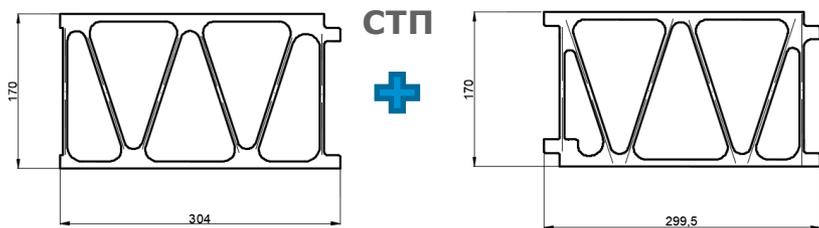


Сортамент профилей

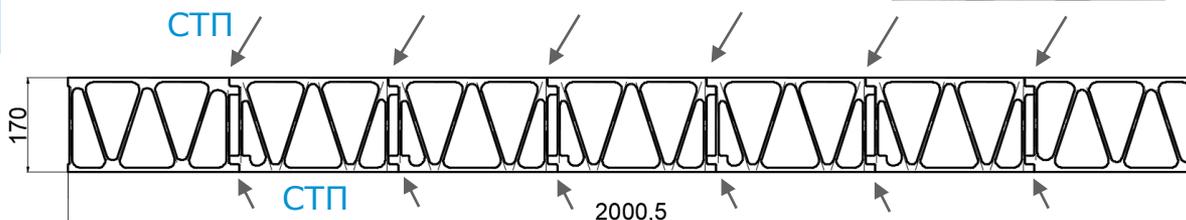


Сортамент прессованных профилей для настилов

Ортотропная плита из сплава 6082Т6



Кпроч. св. соедин. = 0,73



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

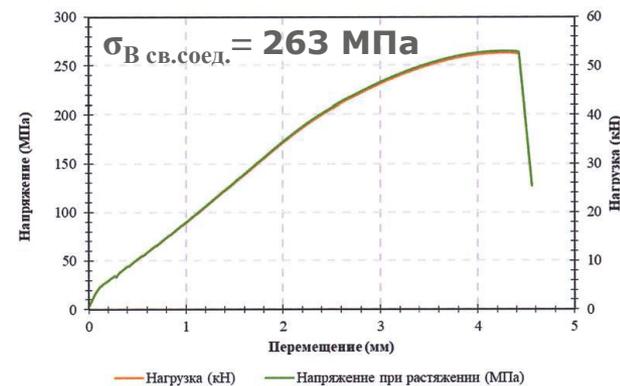
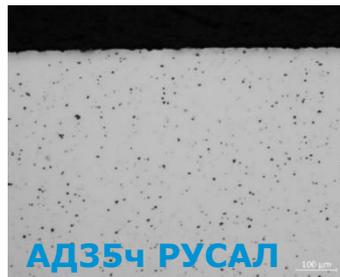
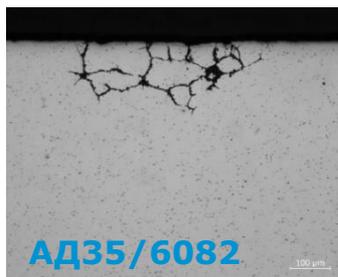


Диаграмма растяжения образцов, изготовленных с помощью СТП

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

Сплав РУСАЛ АД35ч (улучшенный сплав типа АД35/6082)

Сплав	Механические свойства при растяжении, МПа			Коррозионные характеристики		MIG	СТП
	$\sigma_{в}$, МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	МКК, мм	РСК, балл	Коэфф. прочности сварного шва	
АД35ч Русал	320	290	12	нет	1	0,6	0,75
6082	314	245	8	до 0,1	1	0,6	0,73



Повышение стойкости к коррозии приводит к увеличению срока службы конструкции на 10-15%

Сплав РУСАЛ 1939 (улучшенный сплав типа 1915)

Сплав	Механические свойства при растяжении, МПа			Коррозионные характеристики		MIG	КР, МПа
	σв, МПа	σ _{0,2} , МПа	δ, %	МКК, мм	РСК, балл	Коэфф. прочност и сварного шва	
1939 Русал	400	320	14	нет	1-2	0,85	0,9σ_{0,2}
1915	373	245	8	нет	3	0,8	0,75σ_{0,2}



Проблема сварных швов сплавов Al-Zn-Mg (Cu)



Сплав 1939 не склонен к коррозионному растрескиванию под напряжением

Изготовление сварных соединений профилей из сплава АД35ч и 1939 методом АрДЭС

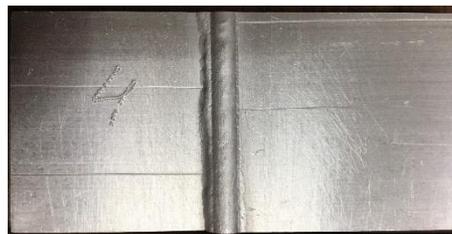
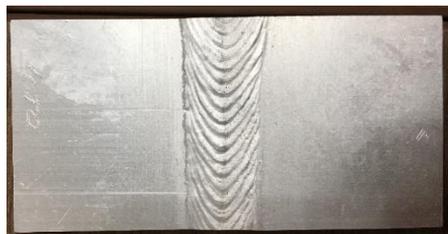
Аргоно-дуговая сварка профилей проводилась в условиях ООО «Центр разработок С7» методом MIG сварочным роботом Yaskawa MA2010 с применением сварочного источника питания Fronius TPSi 500 CMT. Сварочная проволока 5356, 5556А и 1575.



Схема закрепления образцов для сварки



Сварочный робот: Yaskawa MA2010
Сварочный источник питания: Fronius TPSi 500 CMT



Механические и коррозионные свойства сварных соединений профилей из сплавов АД35 и АД35ч

Сплав	$\sigma_{\text{В св.с.}} / \sigma_{\text{В осн. мет. (MIG)}}$	МКК, мм	РСК, балл
АД35	0,60	0,1	3-4
АД35ч РУСАЛ	0,60	нет	1-2

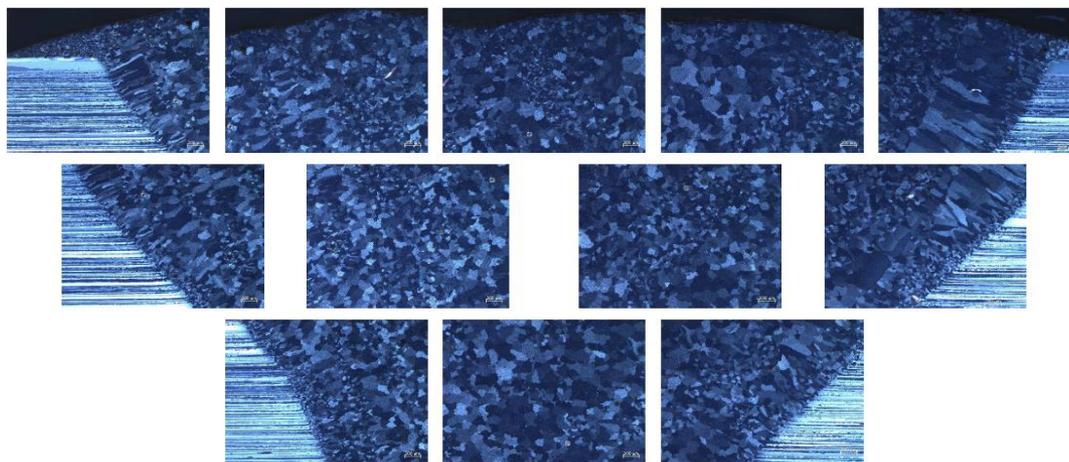
Типичная микроструктура сварных соединений АД35ч после МКК



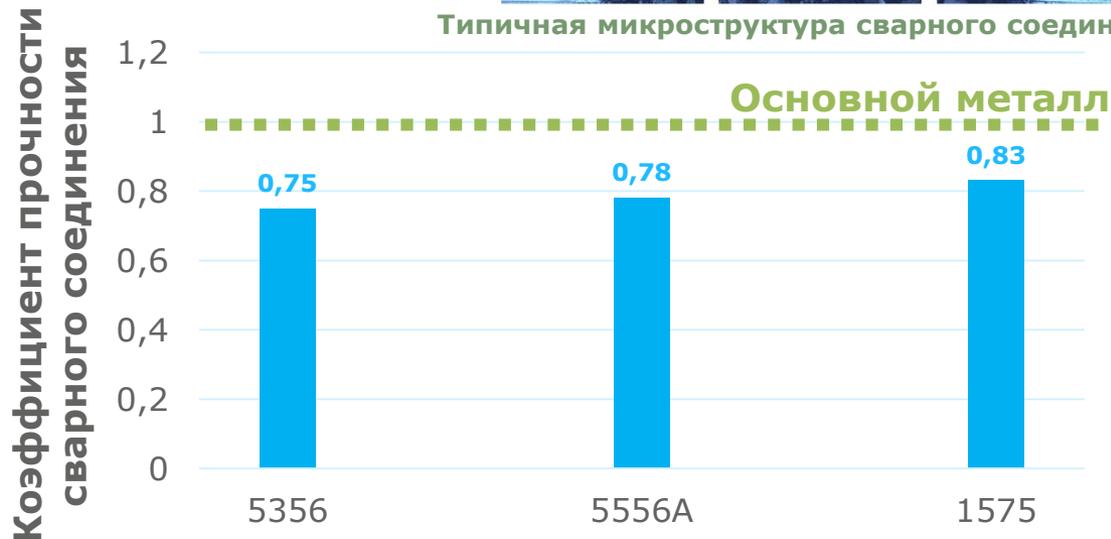
Типичный вид сварных соединений АД35ч после РСК



Исследование сварных соединений 1939 при сварке различными марками проволоки



Типичная микроструктура сварного соединения



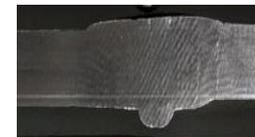
5356



5556A



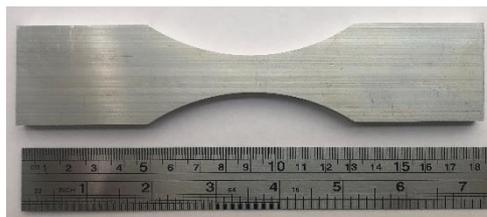
1575



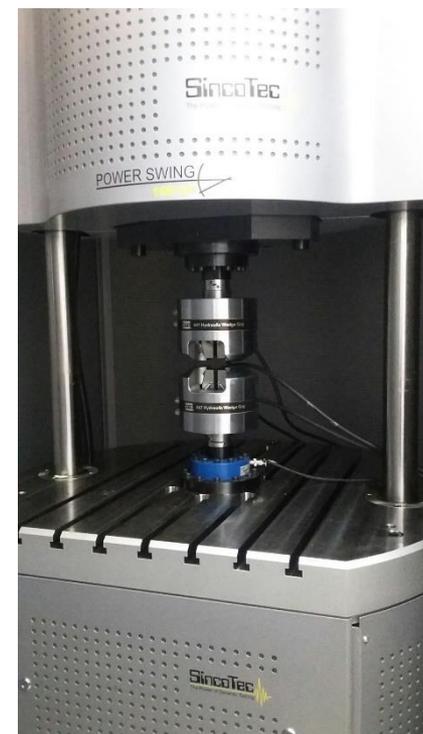
Объем испытаний для включения сплавов в СП 443

1. Испытания на растяжение основного металла и сварных соединений
2. Коррозионные испытания основного металла и сварных соединений (РСК, МКК, КР)
3. Испытания на трещиностойкость основного металла и сварных соединений
4. Испытания на ударный изгиб (КCU, KCV)
5. Испытания на выносливость основного металла и его сварных соединений

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



	Сплав			
	АД35	АД35ч	1915	1939
Предел выносливости при симметричном цикле, σ_{-1} (МПа), база испытаний $2 \cdot 10^7$ циклов	65	75	100	110

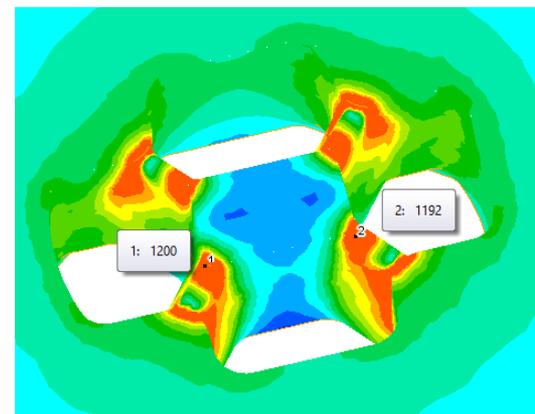


Моделирование процесса прессования строительных профилей

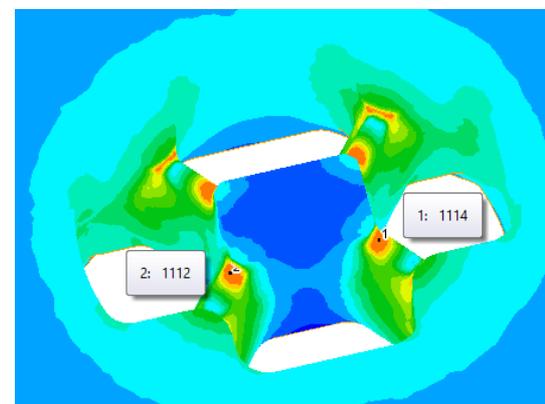
Сплав	$T_{загр}$, °C	$V_{пр}$, мм/с	$V_{ист}$, м/мин	$T_{профиля}$, °C	P , МН	ρ , МПа
1915	460	0,2	0,48	462-464	65	637
1939 Русал	460	0,2	0,48	457-459	47	447

Давление распрессовки ниже $\approx 30\%$

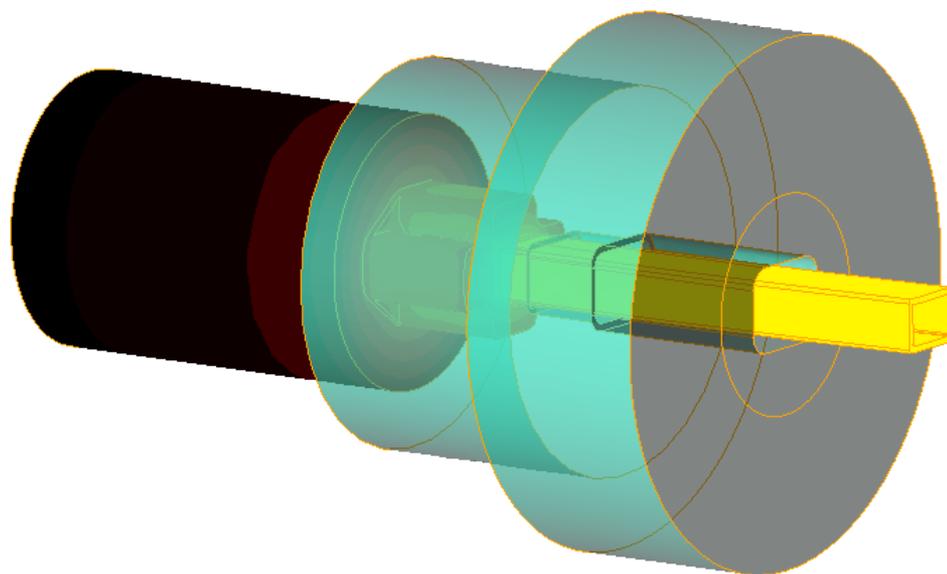
Разработанный сплав обладает более низким сопротивлением деформации в горячем состоянии и позволяет получать прессованием полые профили



Экв. напряжения (сплав 1915)



Экв. напряжения (сплав 1939)



Прессование полого профиля
КП44401

Спасибо за внимание!

Градобоев Александр Юрьевич

Институт Легких Материалов и Технологий ОК РУСАЛ
Директор департамента деформируемых сплавов и композиционных материалов

email: Aleksandr.Gradoboev@rusal.com

Тел. **(495) 720-51-20, доб. 1208**
