



**АЛЮМИНИЕВЫЕ ПОЛУФАБРИКАТЫ. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ  
ДЕФОРМИРУЕМЫЕ АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ И ТЕХНОЛОГИИ  
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ НИХ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В  
СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

2020 г.

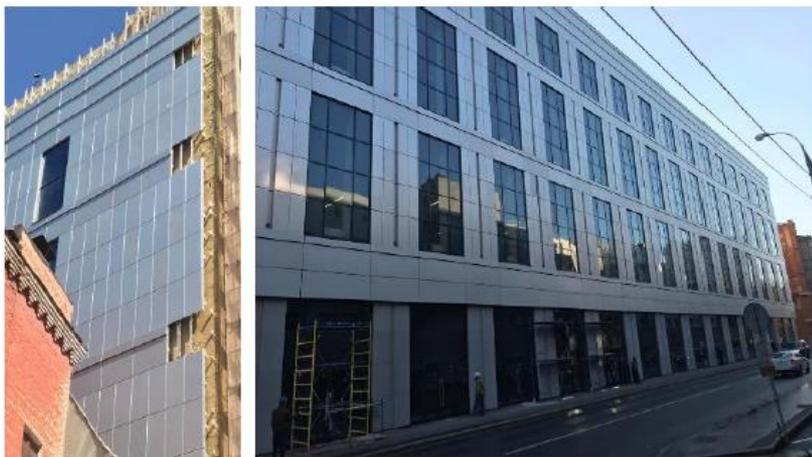
## Алюминий в строительстве зданий и сооружений



Спортивные сооружения (ледовый дворец, Сыктывкар, проект)



Каркасные конструкции. Ширина безопорного пролета до 50м



Облицовка анодированными AL кассетами

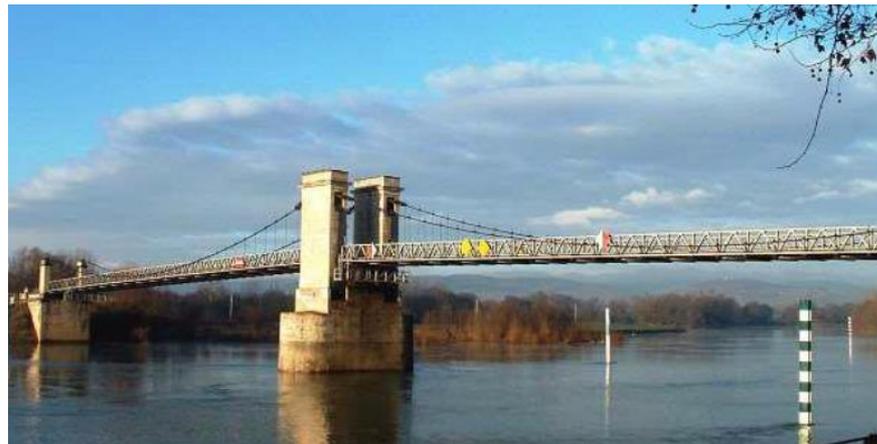


Светопрозрачные модули

## Алюминий для строительства мостов



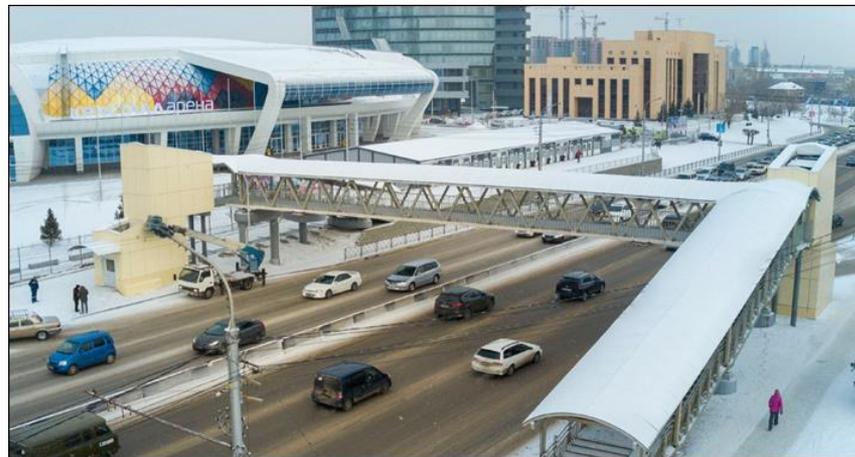
Алюминиевый мост Arvida Bridge Год постройки: 1950. Длина пролёта – 153 м (Канада).



Автомобильный подвесной мост. Год постройки: 1973. Длина пролёта – 174 м (Франция)



Пешеходный мост в Нижегородской области (2017)



Пешеходный мост в Красноярске (2018)

## 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 7xxx серии (1915) сопоставима со сталью



### Коррозионная стойкость

Отсутствие коррозии на весь срок эксплуатации



### Экологичность

Безопасен для человека, производится с минимальными выбросами CO<sub>2</sub> 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.

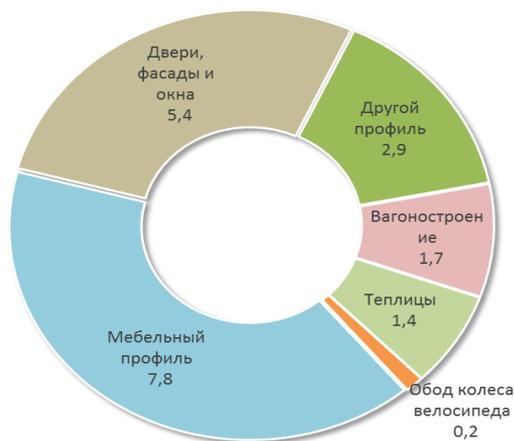
## Алюминиевые сплавы для прессования



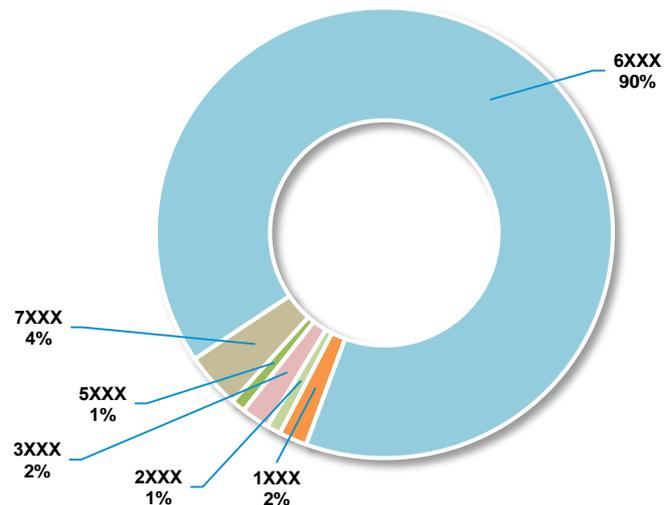
Баланс рынка алюминиевого профиля



Структура экспорта профиля из РФ по странам, 2017, кт



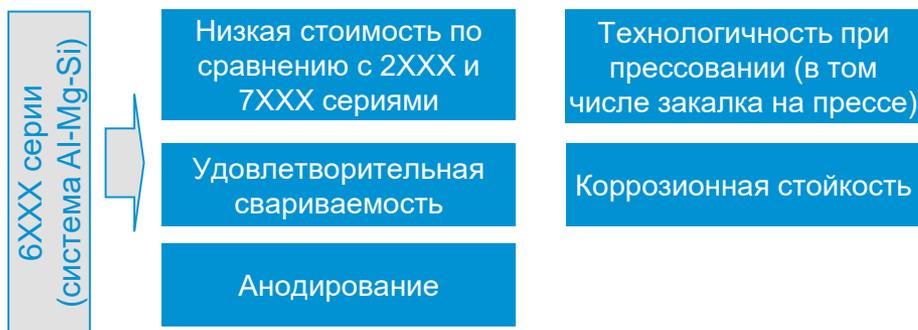
Структура импорта профиля в РФ по назначению в 2017, кт



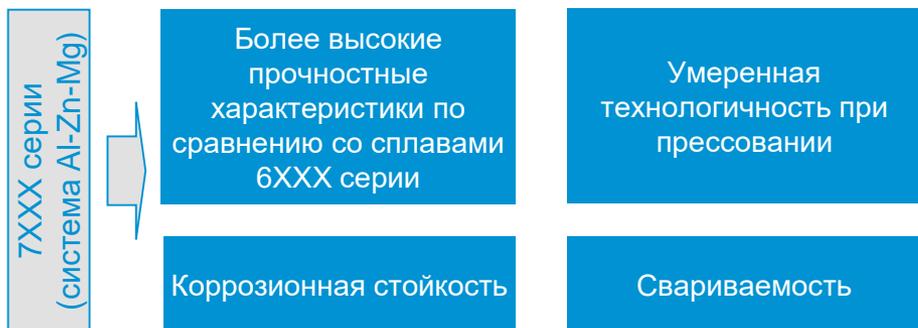
Распределение прессованной алюминиевой продукции по сплавам, %

## Сплавы 6XXX и 7XXX серий для прессования

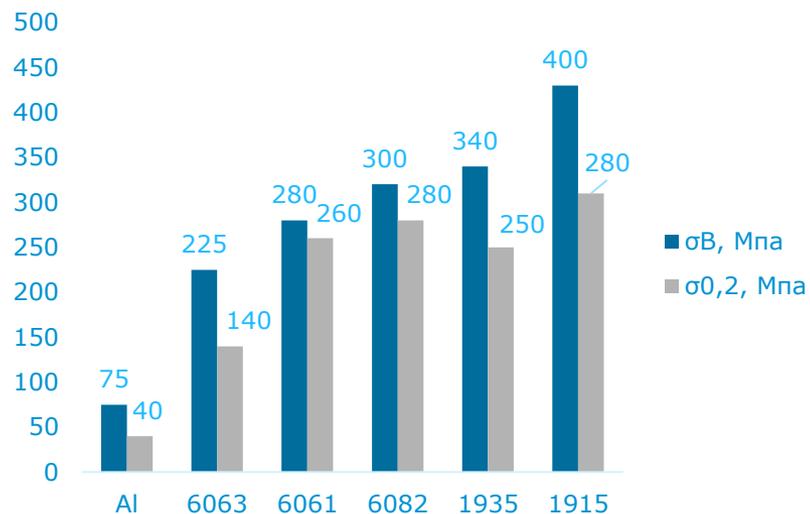
Самые распространенные марки: 6005, 6060, 6063, 6061 и 6082 (АД31, АД33 и АД35)



Самые распространенные марки: 7003, 7005, 7016, 7017, 7020, 7039 (1915, 1935, 1935В)

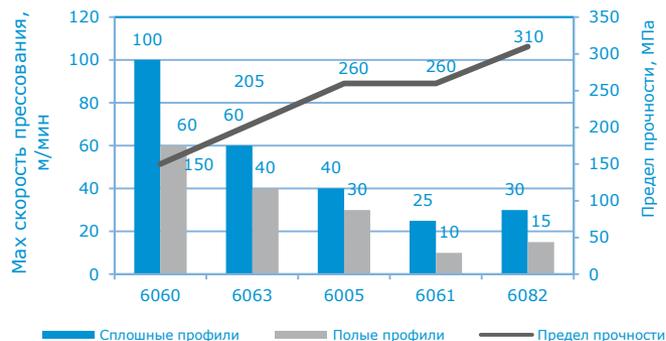


Прочностные свойства алюминия и сплавов 6XXX и 7XXX серий в состоянии Т6

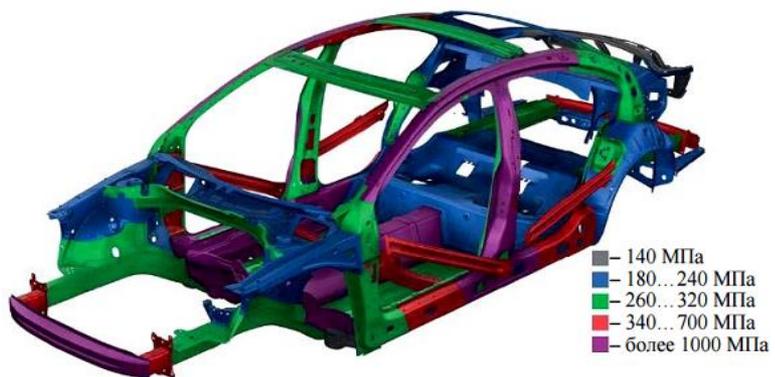


## Вызовы по 6XXX серии

Повышение технологичности без снижения механических свойств



Повышение уровня прочности для замены стальных конструкций



Повышение коррозионной стойкости (МКК)

Normal Cu FCF



Low Cu FCF



Повышение качества сварных соединений



## Сплавы 6XXX серии для высокоскоростной экструзии



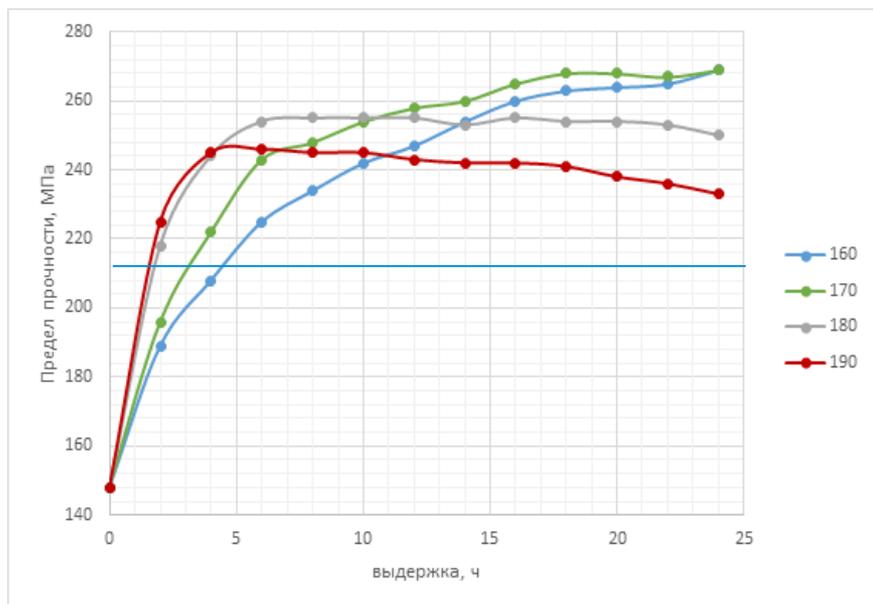
**5 марок**  
**>20%**  
**- 10 %**  
**+ 7%**

6XXX сплавов доступно под брендом MaxiFlow

В среднем повышение скорости по сравнению с аналогами

Снижение себестоимости прессованных полуфабрикатов

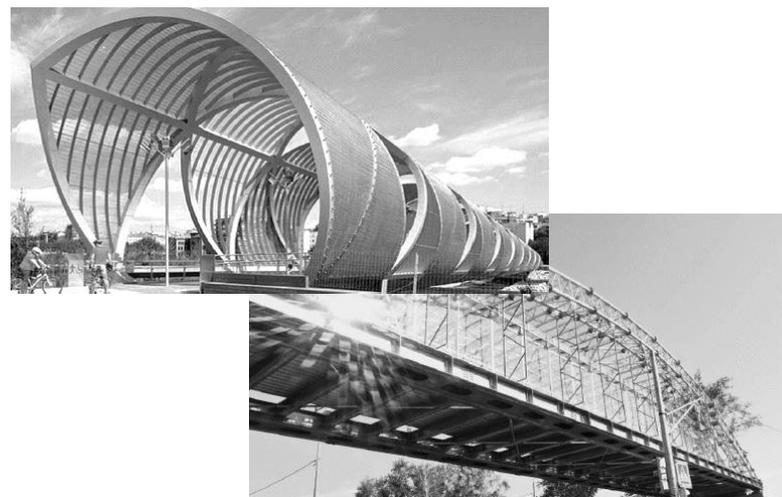
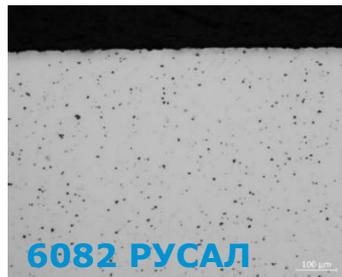
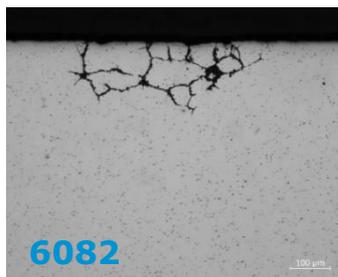
Увеличение годового выпуска прессованной продукции без CAPEX



Уровень механических свойств значительно выше минимальных значений, коррозионные свойства на уровне стандартного сплава 6063.

## Сплав РУСАЛ 6XXX серии типа 6082

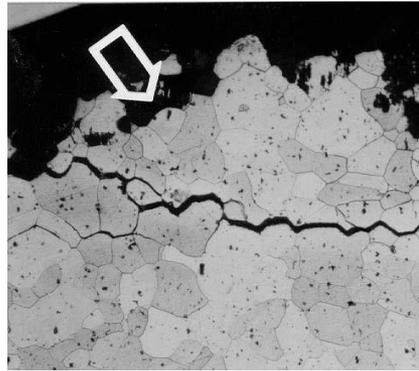
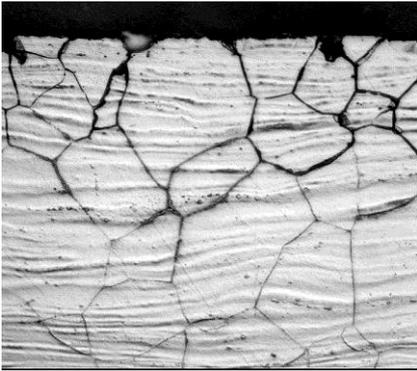
Сплав	Механические свойства при растяжении, МПа			Коррозионные характеристики		Аргонодуговая сварка
	$\sigma_b$ , МПа	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\delta$ , %	МКК, мм	РСК, балл	Коэфф. прочности сварного шва
<b>Сплав Русал</b>	<b>305</b>	<b>290</b>	<b>12</b>	<b>нет</b>	<b>1</b>	<b>0,6</b>
<b>6082</b>	<b>300</b>	<b>280</b>	<b>10</b>	<b>до 0,1</b>	<b>1</b>	<b>0,6</b>



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

## Вызовы по 7XXX серии (Al-Zn-Mg)

Повышение коррозионной стойкости  
МКК, РСК, КР

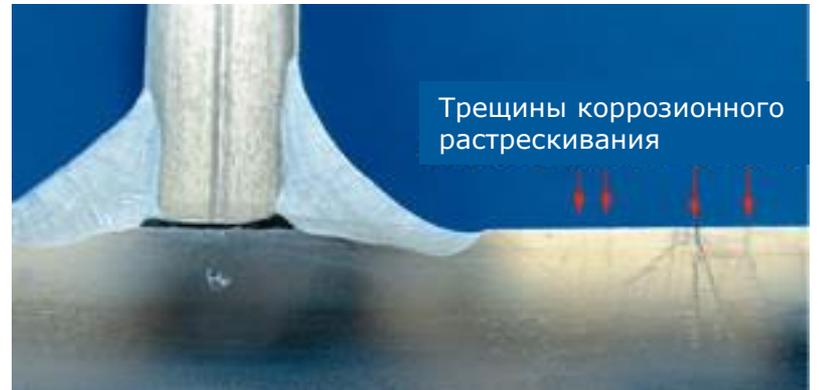
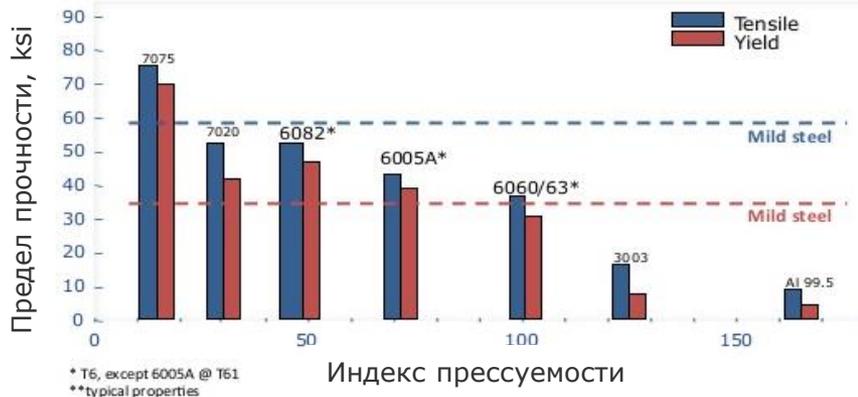


Повышение уровня прочности для замены стальных конструкций



Повышение технологичности без снижения механических свойств

Снижение к склонности к коррозии под напряжением сварных соединений



## Сплав РУСАЛ 7XXX серии типа 1915

Сплав	Механические свойства при растяжении, МПа			Коррозионные характеристики		Аргондуговая сварка
	$\sigma_v$ , МПа	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\delta$ , %	МКК, мм	РСК, балл	Коэфф. прочности сварного шва
Сплав Русал	445	390	15	нет	1-2	0,8
1915	400	350	11	нет	3	0,8

Образцы после КР



КР отсутствует

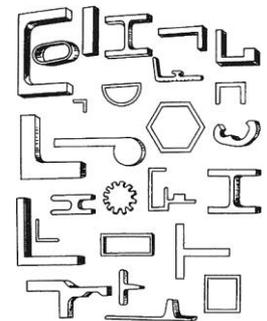
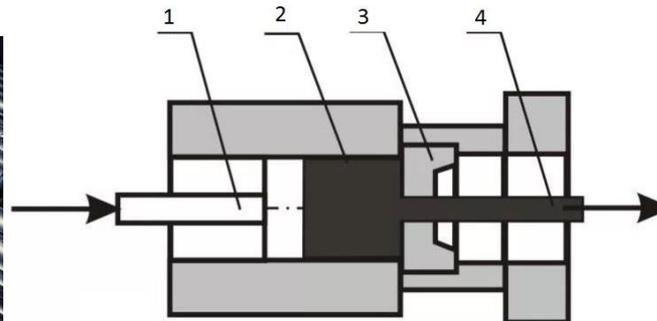
Образцы после РСК

РУСАЛ

1915

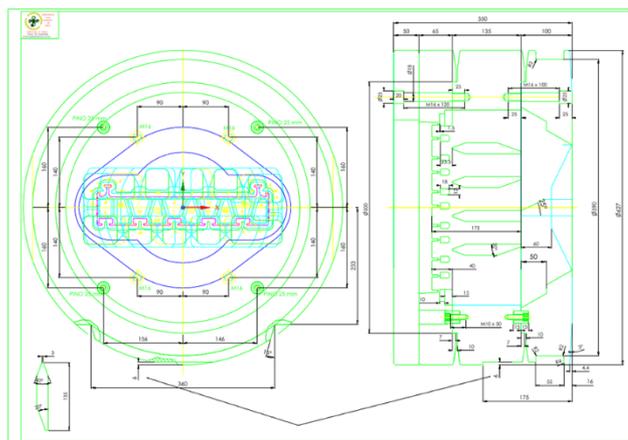


## Технологический процесс изготовления профилей

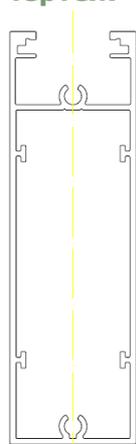


## Проектирование прессовой оснастки

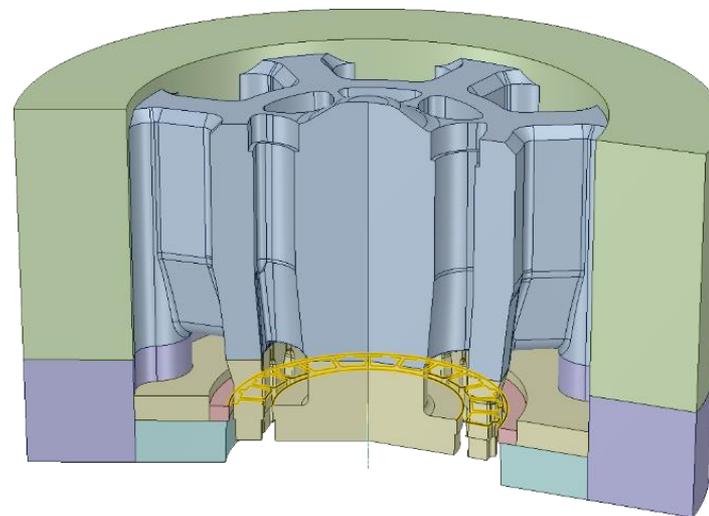
### QForm Extrusion Die Designer(QExDD)



2D чертеж

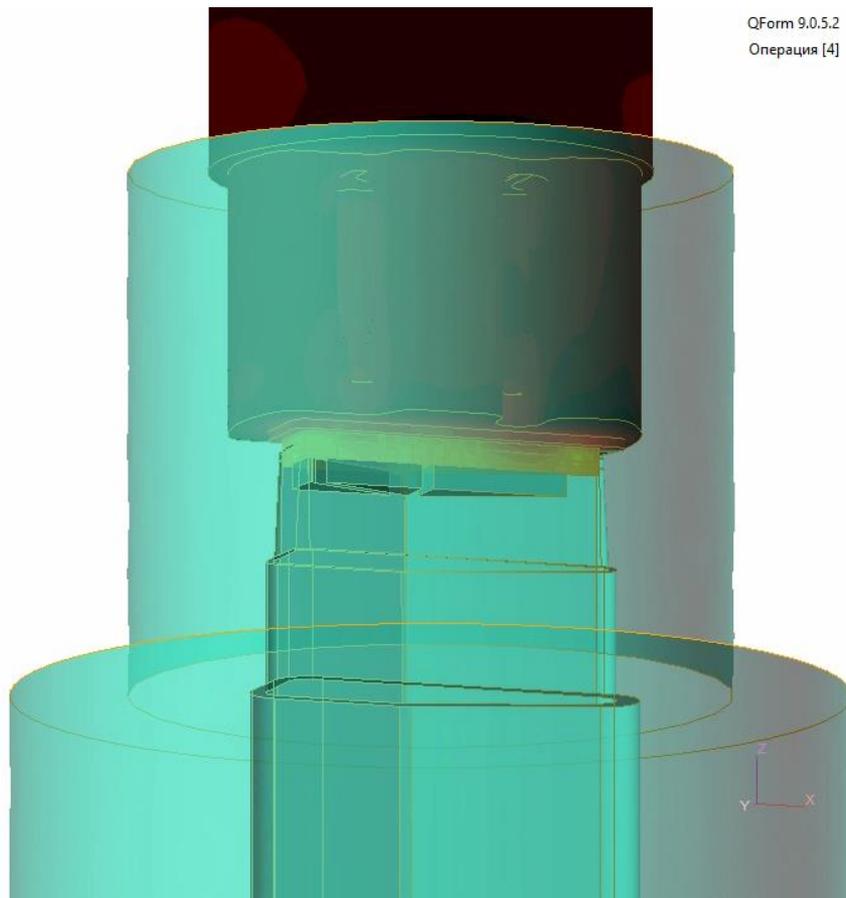


Профиль



3D модель прессового инструмента

## Математическое моделирование процессов прессования

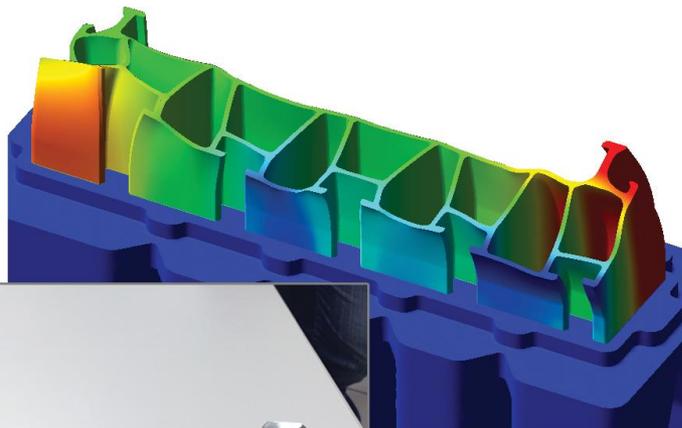


Прессование профиля

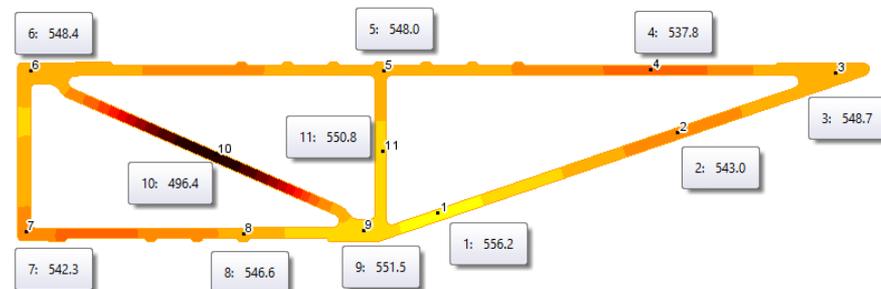


Изгиб профиля при прессовании

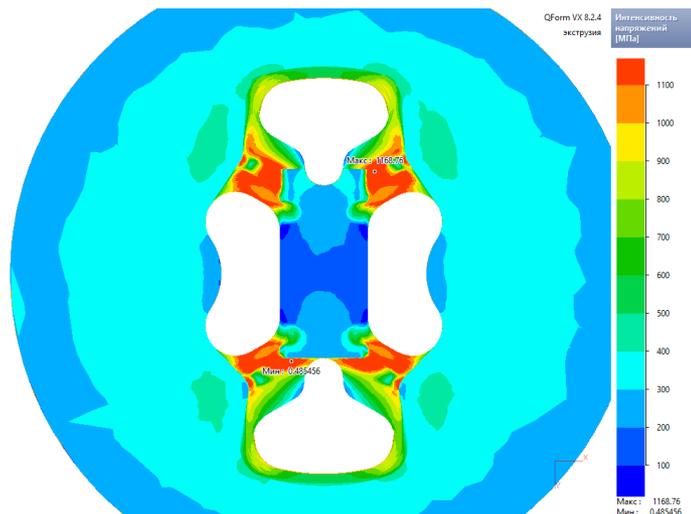
## Математическое моделирование процессов прессования



Искривление профиля вследствие неравномерности скоростей истечения

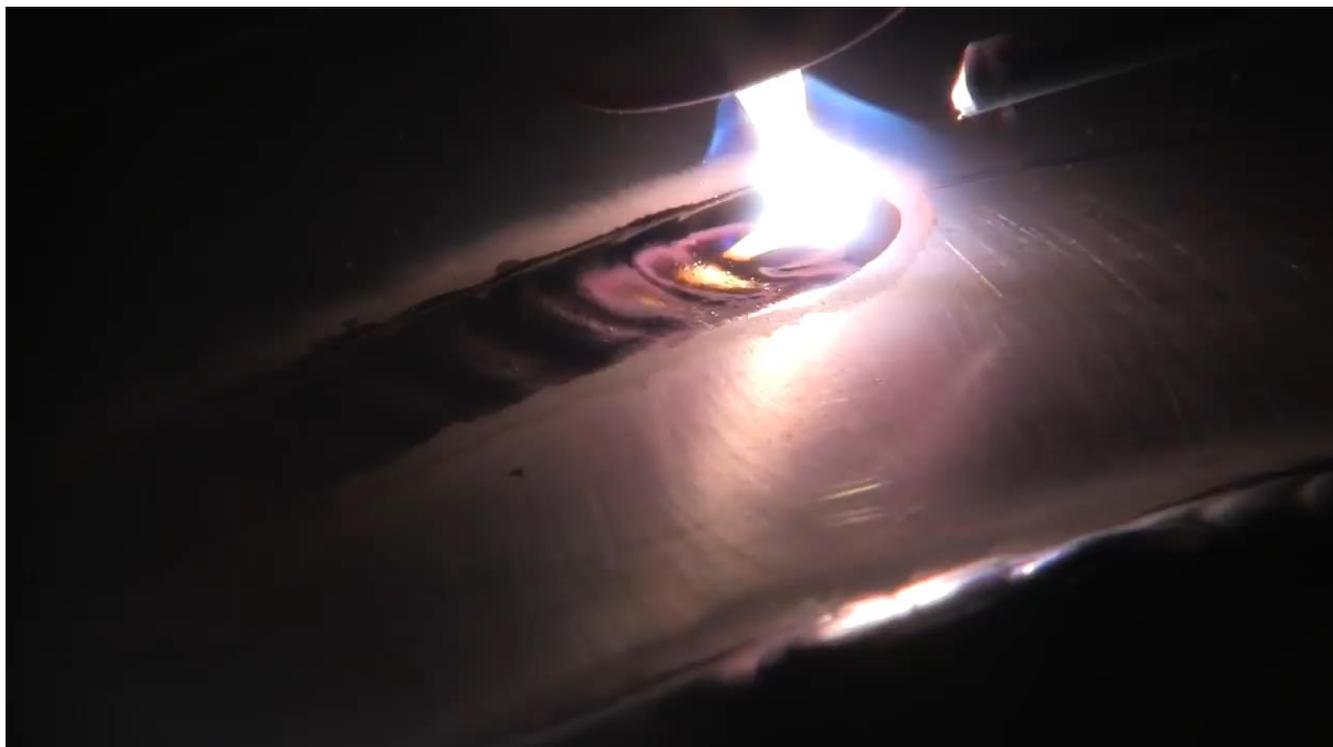


Неравномерность температур по сечению профиля, не достижение свойств



Высокие напряжения в инструменте, снижение ресурса

## Аргонодуговая сварка алюминия



Образцы сварных соединений



Шлифы

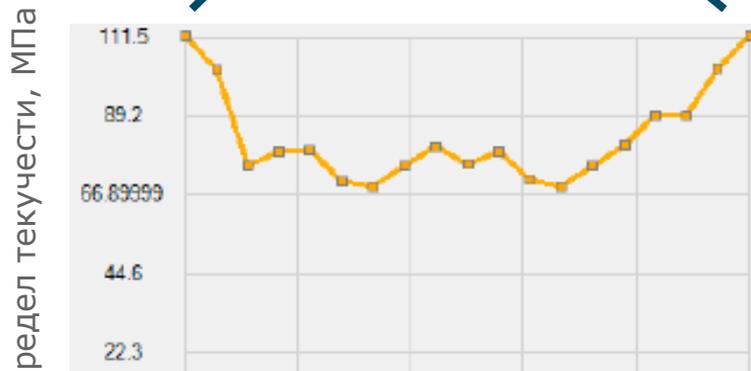
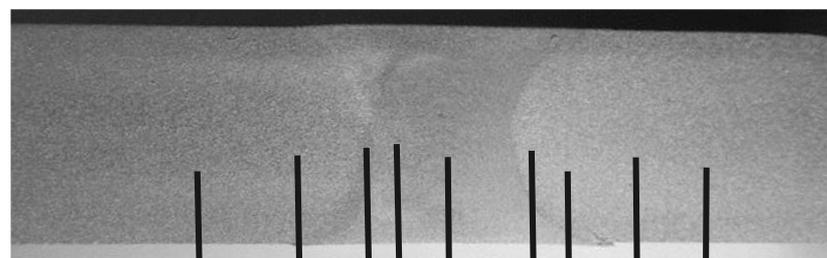
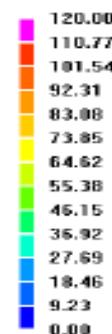
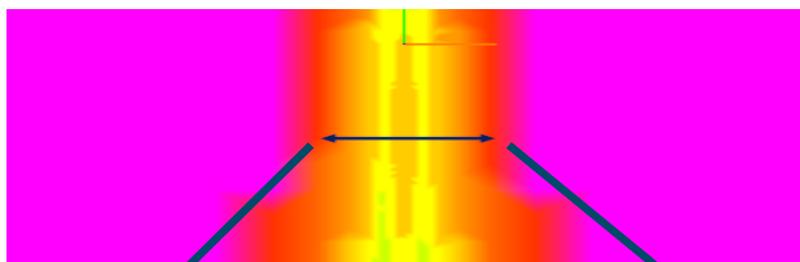
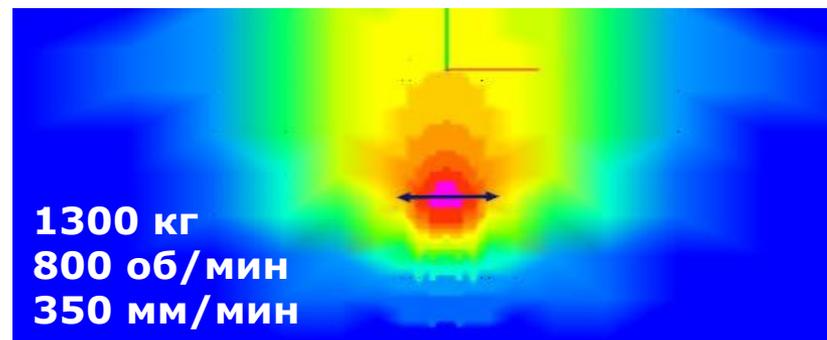
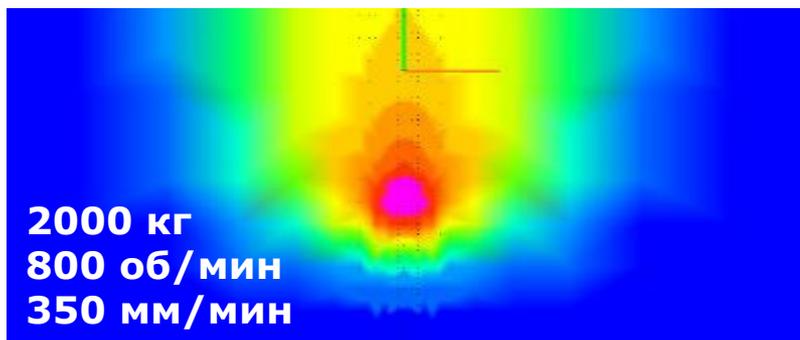
Сварочный робот



## Сварка трением с перемешиванием (СТП)

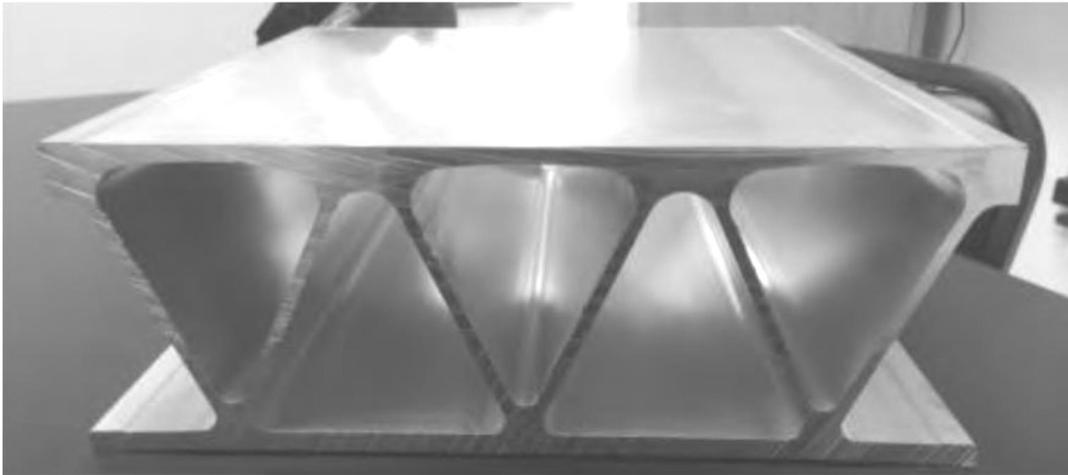


## Моделирование процесса сварки методом трения с перемешиванием в ПО «BAZIS»



## Ортотропные плиты

Замена бетонной плиты проезжей части автомобильных мостов

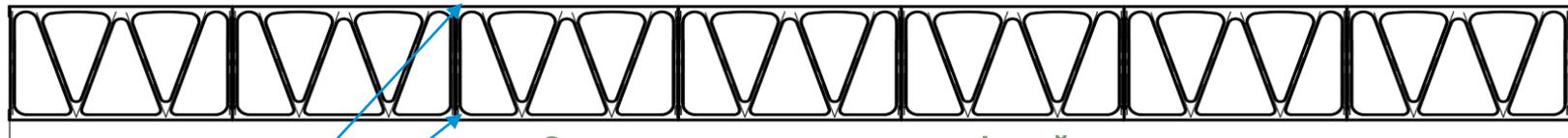


Фрагмент ортотропной плиты  
(профиль)

Сплавы:

6082

1915



Сварная конструкция из профилей

Сварка трением с перемешиванием (СТП)

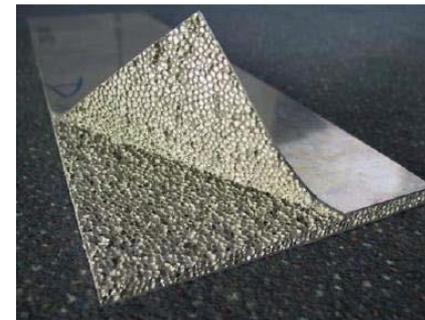
**Пеноалюминий (ПА) – алюминий с концентрацией пор 30-90 об. %.**

### Преимущество ПА перед алюминием:

- снижение плотности **более, чем в 2 раза**
- снижение теплопроводности **в 30 раз**
- повышение звукопоглощения **до 90%**
- снижение электропроводности **в 150 раз**

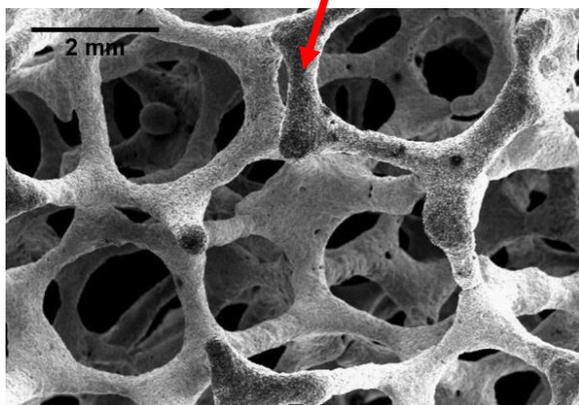
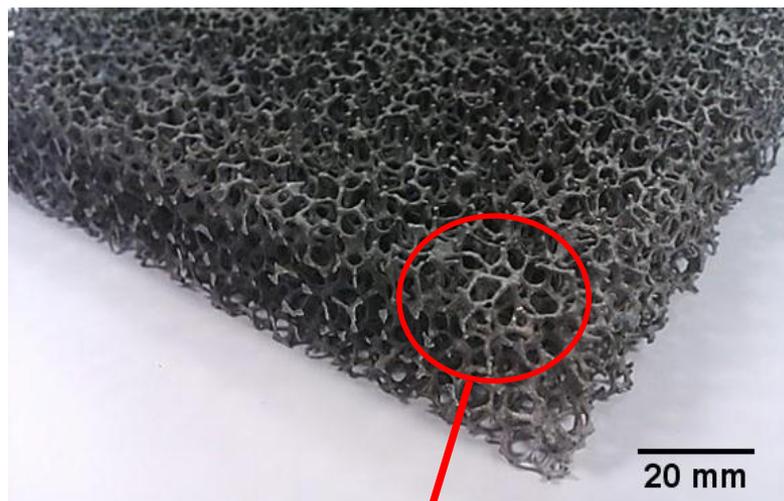
### Потенциальное применение ПА:

- Демпферные элементы на транспорте
- Конструкционные материалы
- Системы теплообмена
- Фильтроэлементы
- Пневмоглушители

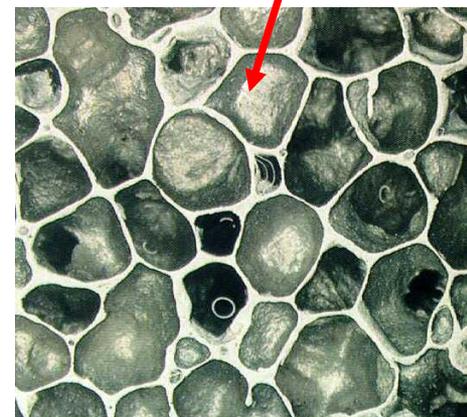
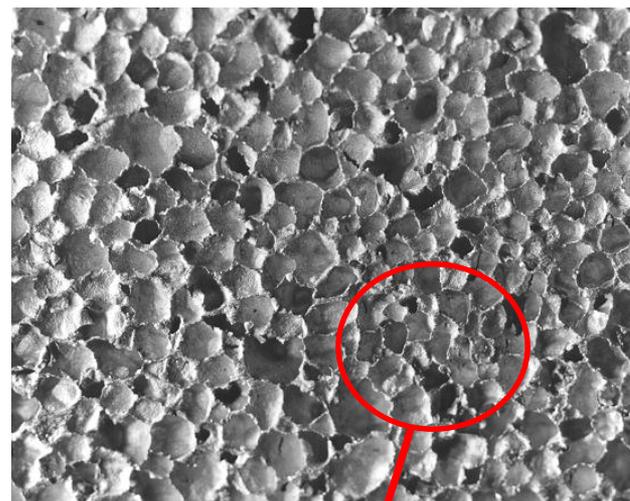


## Виды пеноалюминия

с открытой пористостью



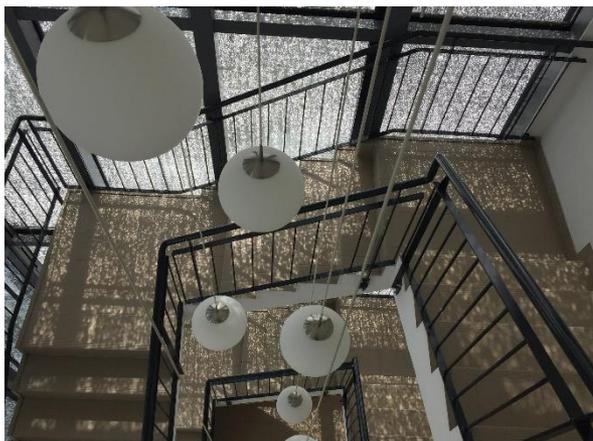
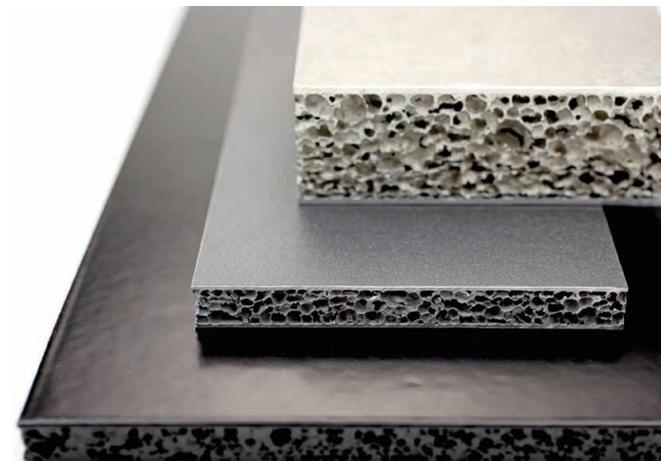
с закрытой пористостью



## Применение ПА в строительстве

### Преимущества:

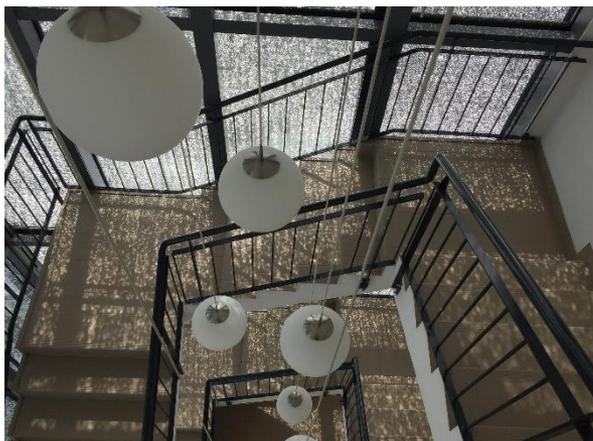
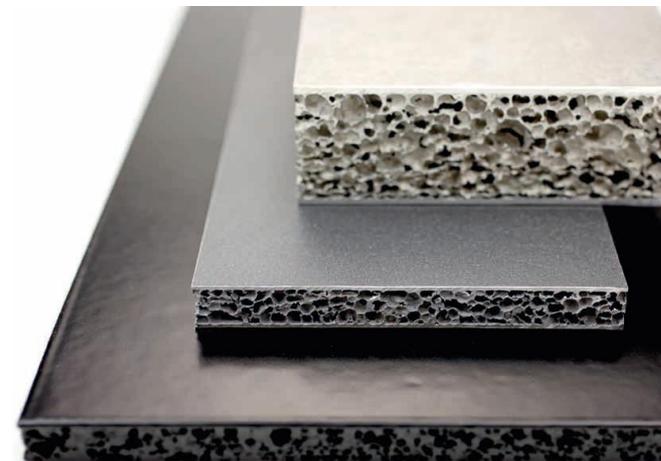
- Оригинальный дизайн;
- Тепло- и звукоизоляция;
- Низкий вес элементов конструкции;
- Простота монтажа.



## Применение ПА в строительстве

### Преимущества:

- Оригинальный дизайн;
- Тепло- и звукоизоляция;
- Низкий вес элементов конструкции;
- Простота монтажа.



## Защитные и декоративные покрытия алюминия



Окрашивание профилей



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



Окрашивание анодного слоя  
органическим красителем

## Приглашаем Вас к сотрудничеству!

### Контактные лица ИЛМиТ:

**Рябов Дмитрий Константинович**

**Директор по науке**

Dmitriy.Ryabov2@rusal.com

Тел. 8(495) 720-51-70 (доб.1234)

**Градобоев Александр Юрьевич**

**Директор Департамента деформируемых сплавов и композиционных материалов**

Aleksandr.Gradoboev@rusal.com

Тел. 8(495) 720-51-70 (доб.1208)