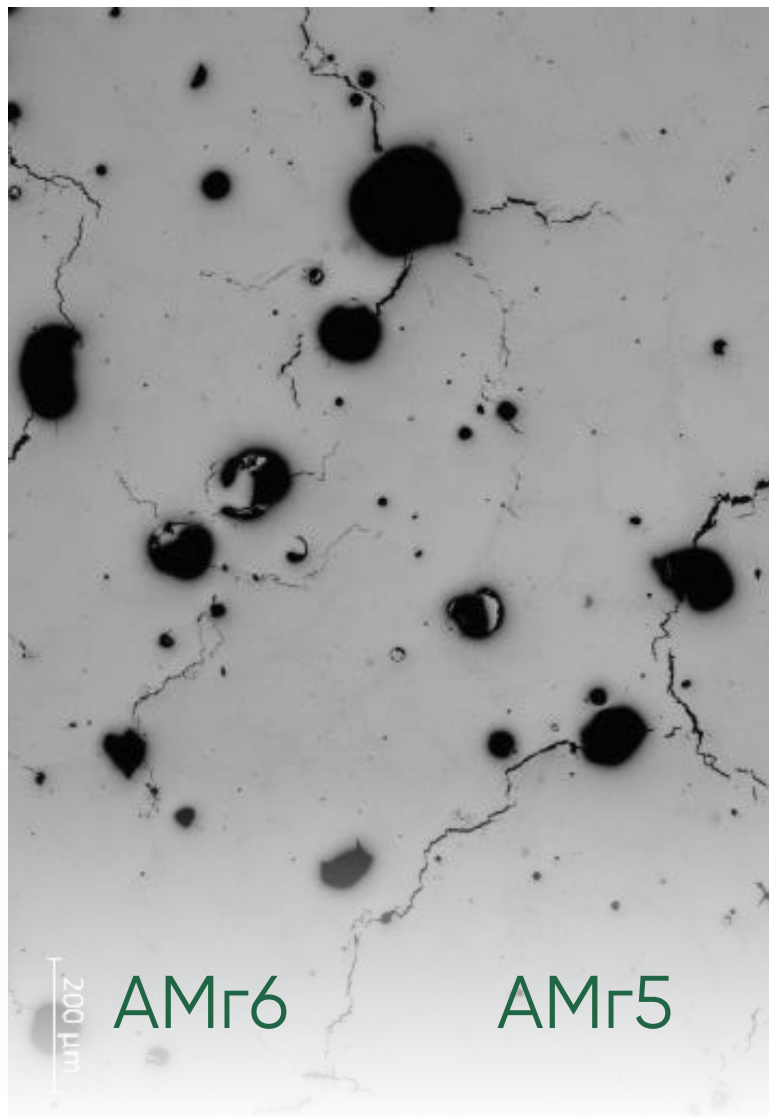
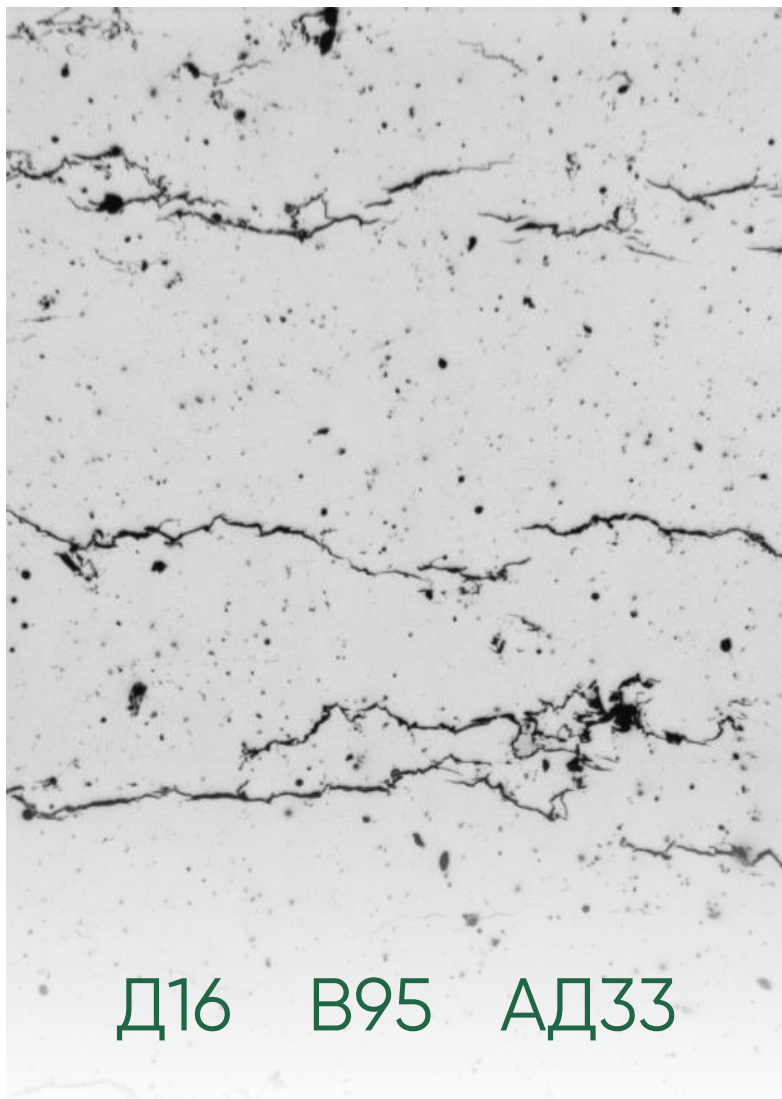




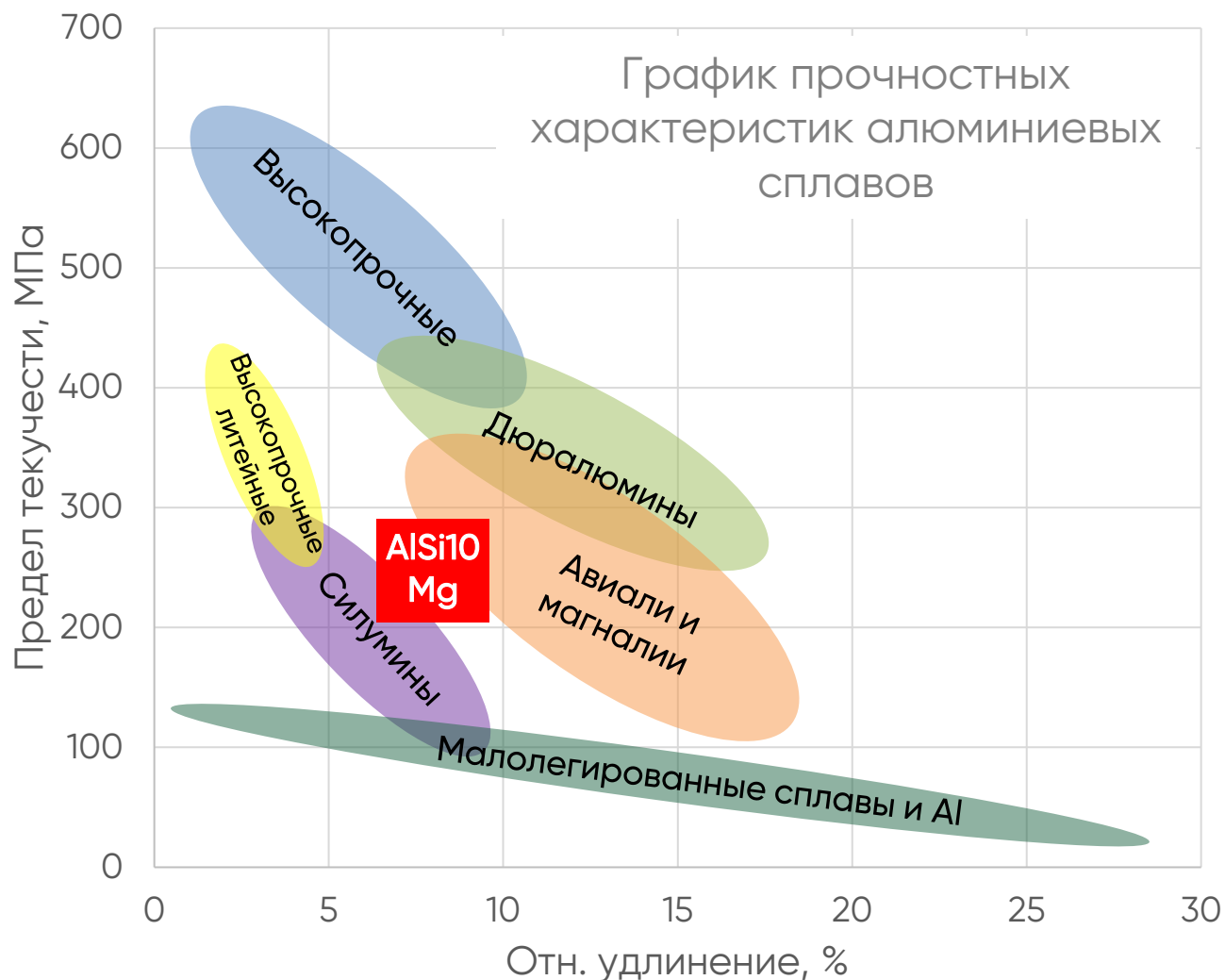
АЛЮМИНИЕВАЯ
АССОЦИАЦИЯ

Развитие отечественных алюминиевых материалов для аддитивного производства. Перспективы и преимущества

К сожалению, не все традиционные сплавы могут быть использованы для аддитивного производства

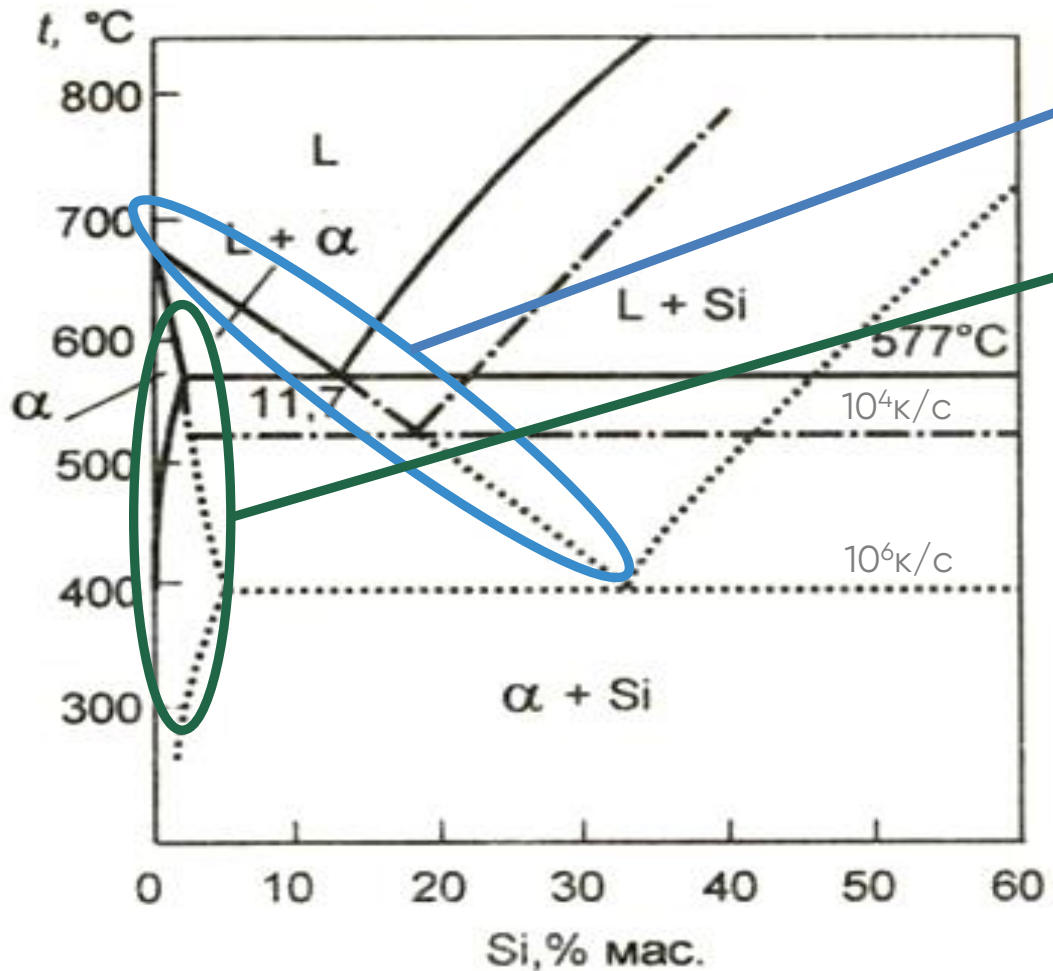


Существующие решения не обеспечивают конкуренцию с традиционными алюминиевыми материалами



- AlSi10Mg (PC-300) – высокотехнологичный сплав для использования в аддитивном производстве.
- Является хорошей заменой для силуминов;
- Применение в качестве замены деформируемых сплавов ограничено, что не позволяет в полной мере раскрыть потенциал аддитивного производства;
- Создано семейство отечественных металлопорошковых композиции под маркой PC-XXX, являющиеся альтернативой традиционным алюминиевым сплавам и другим конструкционным материалам;

Аддитивные технологии позволяют по новому проектировать материалы

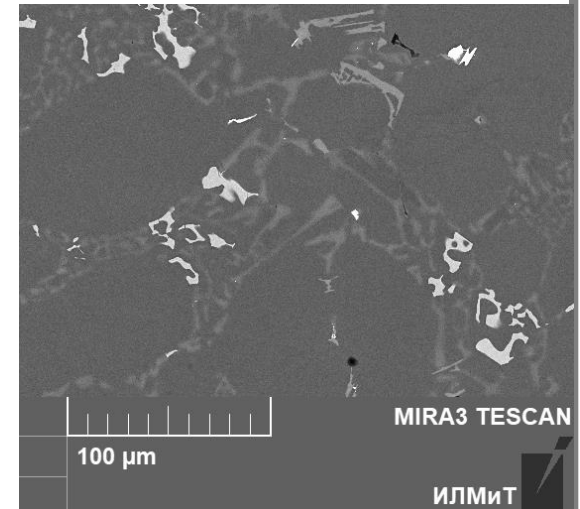
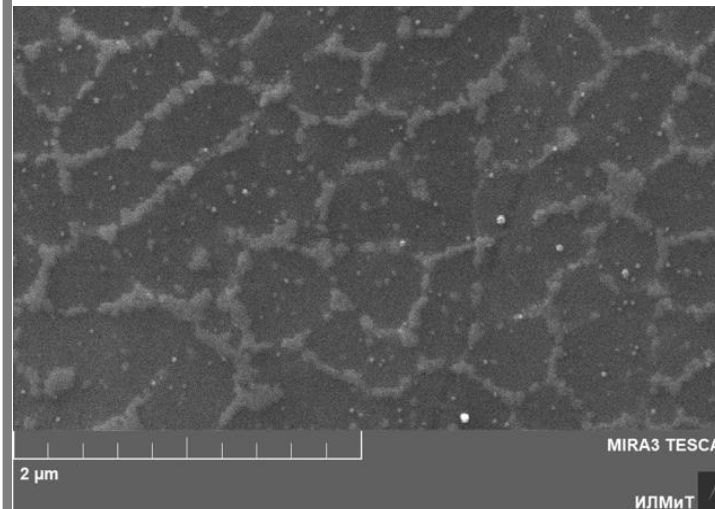


*B.I. Bondarev, Y. Shmakov. The technology quickly crystallized aluminum alloys. - M.: VILS, 1997.

Изменение точек фазовых превращений позволяет широко использовать недоступные ранее легирующие элементы;

Расширение зоны максимальной растворимости легирующих элементов;

Уменьшение на порядок размеров фаз обеспечивает дополнительные эффекты упрочнения



Отечественные алюминиевые порошки для аддитивных технологий



АЛЮМИНИЕВАЯ
АССОЦИАЦИЯ

PC-300

Базовые сплавы

PC-356

Сплавы для ненагруженных деталей

PC-553

Среднепрочные и высокопрочные сплавы

PC-320

Сплавы для деталей, работающих под нагрузкой

PC-770K

Особопрочный композит

PC-333

Функциональные сплавы

PC-355

Сплавы для деталей с особыми требованиями

PC-230

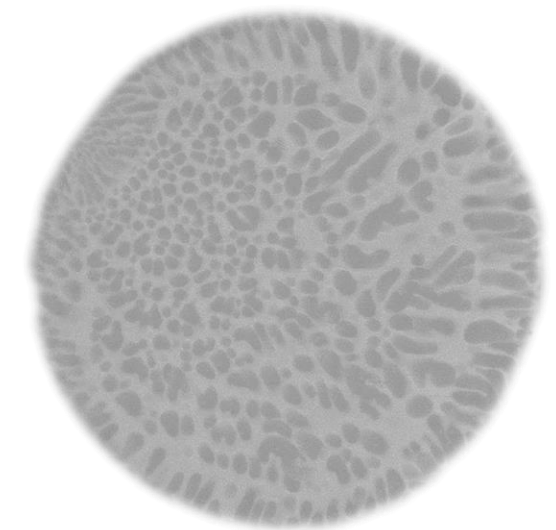
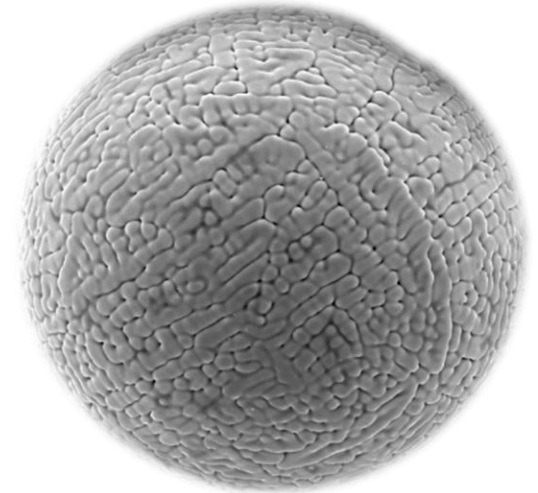
Жаропрочные сплавы

PC-970

Сплавы для деталей, работающих в условиях

PC-900

повышенных температур





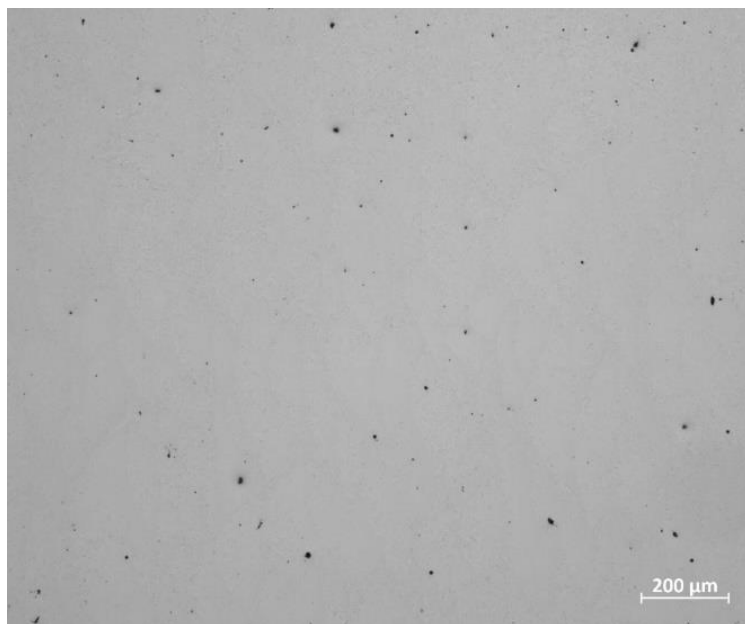
Все марки порошков производятся серийно в соответствии с [ТУ 24.42.00-002-44669951-2019](#) из отечественного сырья и материалов

[РС-300](#), [РС-356](#), [РС-320](#) и [РС-553](#) включены в [ГОСТ Р 71758-2024](#) «Аддитивные технологии. Изделия из алюминиевых сплавов, изготовленные методом селективного лазерного сплавления. Общие технические условия»

Сплавы [РС-300](#), [РС-356](#), [РС-320](#) и [РС-553](#) паспортизованы [АО «Композит»](#) для применения в ракетно-космической технике

Высокопроизводительный сплав РС-320

Сплав на базе системы Al-Si с высокой скоростью печати для средненагруженных деталей



Пористость <0,2 %



Сплав РС-320
паспортизован
АО «Композит»

АК9ч

отливка

T6

250

200

3,5

Многоцикловая усталость ($K_t=-1$, $N = 1 \cdot 10^7$), МПа

75

РС-320

T6

Предел прочности, МПа

370

Предел текучести, МПа

300

Относительное удлинение, %

6,0

135

Отжиг

430

240

4,0

110

Аддитивные технологии позволяют сократить время производства алюминиевых деталей

Корпус раздаточной коробки

Традиционная
технология

Алюминий
АЛ34

22

дня

Цикл изготовления



Аддитивное
производство

Алюминий
РС-320

56

часов

Цикл изготовления

Высокопрочный, коррозионно-стойкий сплав РС-553

Высокопрочный сплав Al-Mg-Sc не
требующий закалки с высокой коррозионной
стойкостью

Д16 ГОСТ 21488

РС-553

Закалка и естественное
старение

Отжиг



Пористость <0,25 %



Сплав РС-320
паспортизован
АО «Композит»

Предел прочности, МПа

410

470

Предел текучести, МПа

295

435

Относительное удлинение, %

10

14

Многоцикловая усталость ($K_t=-1$), МПа

105

($N = 2 \cdot 10^7$)

105

($N = 2 \cdot 10^7$)

Новые материалы позволяют оптимизировать вес изделия, а технологии позволяют кастомизировать детали

Традиционная
технология
(высокопрочный Al)

250 г.

Вес детали

10

дней

Цикл изготовления

Рама для спидскейтинга
(создана с учетом строения тела роллера)



Генеративный
дизайн и
разработка

Аддитивное
производство
(PC-553)

209 г.

Вес детали

3+5

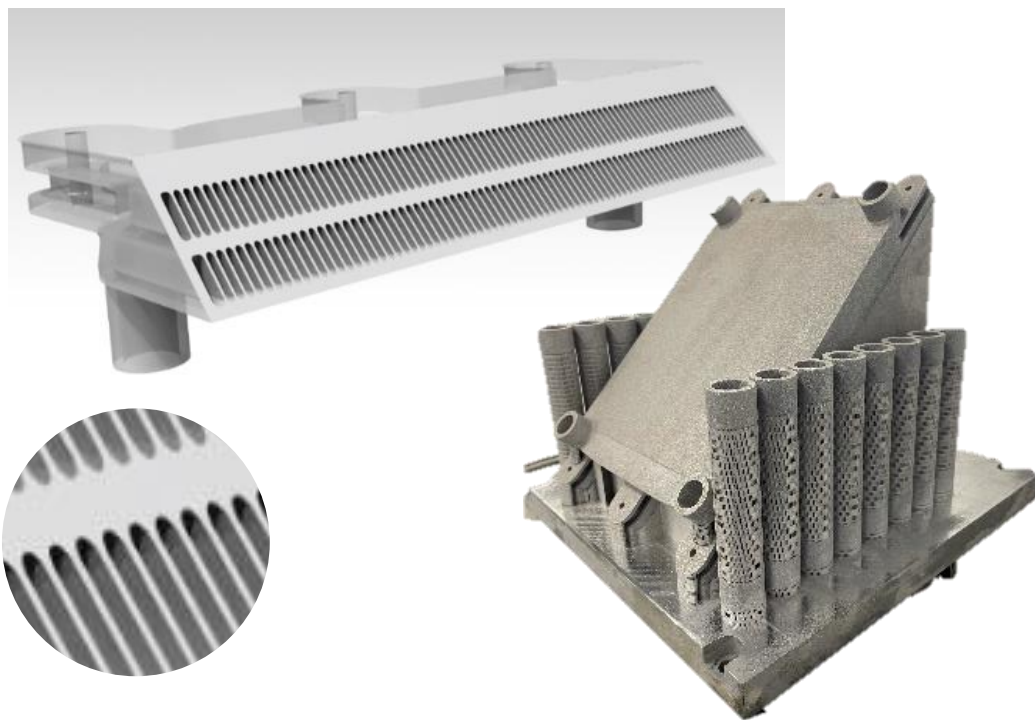
дней

Цикл изготовления

Рамы были успешно опробованы на Чемпионате и Первенстве России по роллер спорту в Челябинске 15–18 августа 2025 года.

Сплав с высокой теплопроводностью PC-333

Среднепрочный сплав Al-Mg-Si с высокими показателями теплопроводности, адаптированный под 3D печать



Режим оптимизирован для печати тонких структур теплообменных аппаратов

6061
ASTM B221M

T6

PC-333

Отжиг/T6

Предел прочности, МПа

260

285

Предел текучести, МПа

240

230

Относительное удлинение, %

8

14

Теплопроводность, Вт/м·К

167

185

Аддитивные технологии позволяют сократить время производства

Традиционная технология

Алюминий АМг6

3 мес. Цикл изготовления

60 шт. Количество сварных соединений

9 кг Расход материала на 1 деталь



Крыльчатка вентилятора

Аддитивное производство

Алюминий PC- 356

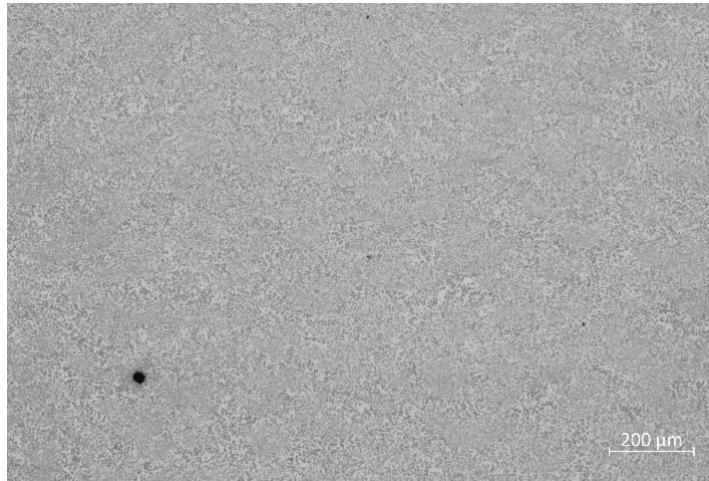
60,5 ч. Цикл изготовления

0 шт. Количество сварных соединений

1,8 кг Расход материала на 1 деталь

Сплав с низким коэффициентом теплового расширения РС-355

Сплав с повышенным содержанием Si для применений, где требуются контроли



Пористость <0,12 %



САС-1

РС-355

Отжиг

Отжиг

Предел прочности, МПа

225

325

Предел текучести, МПа

215

245

Относительное удлинение, %

0,8

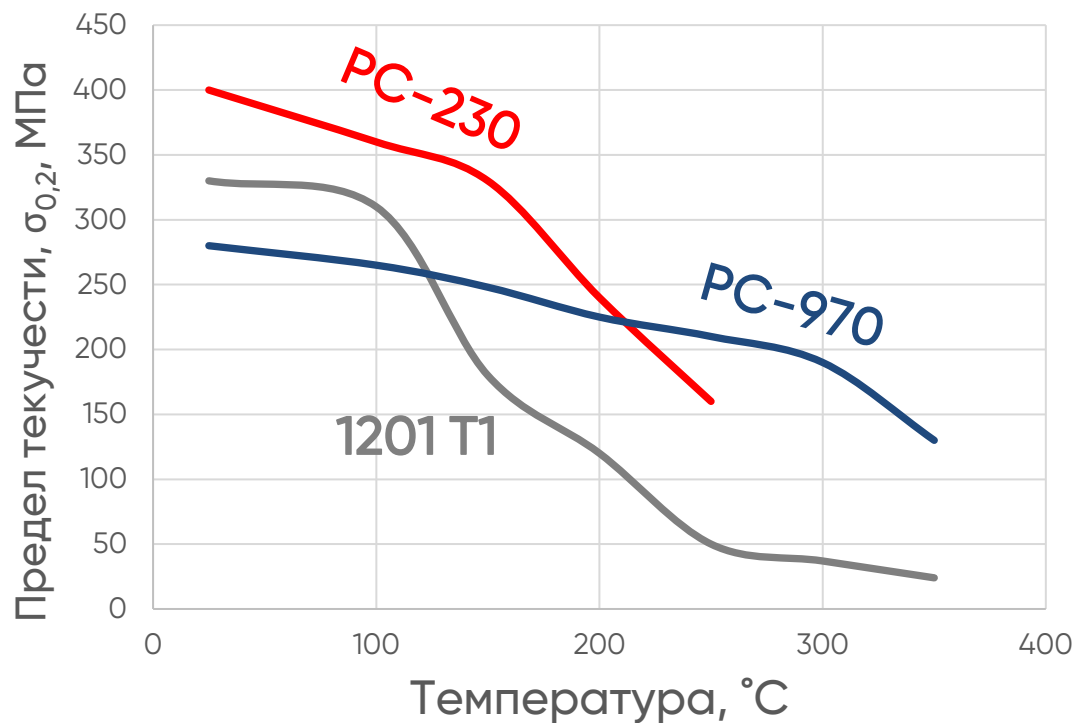
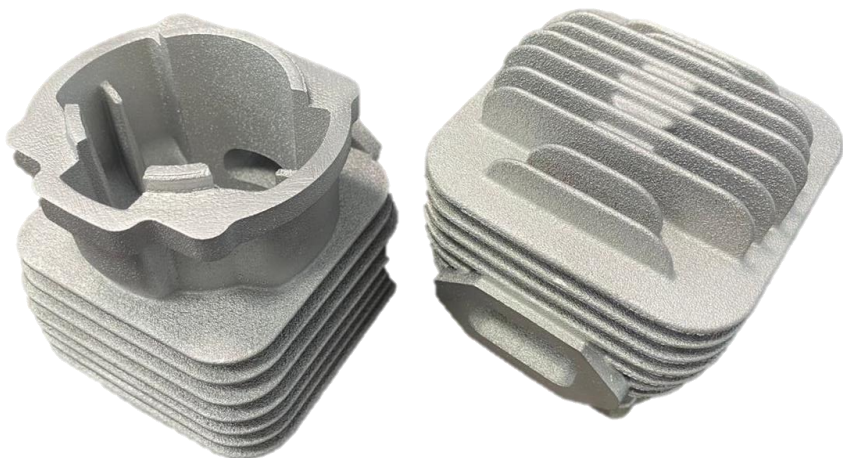
0,6

ТКЛР $10^{-6} \cdot 1/K$ (20–200°C)

14,5–15,5

13,7–14,6

Жаропрочные алюминиевые сплавы для 3D-печати



1201

T1

PC-230

T6

PC-970

Отжиг

Рабочая температура, °C

220

250

320

Предел прочности, МПа

430

470

435

Предел текучести, МПа

330

400

280

Относительное удлинение, %

8

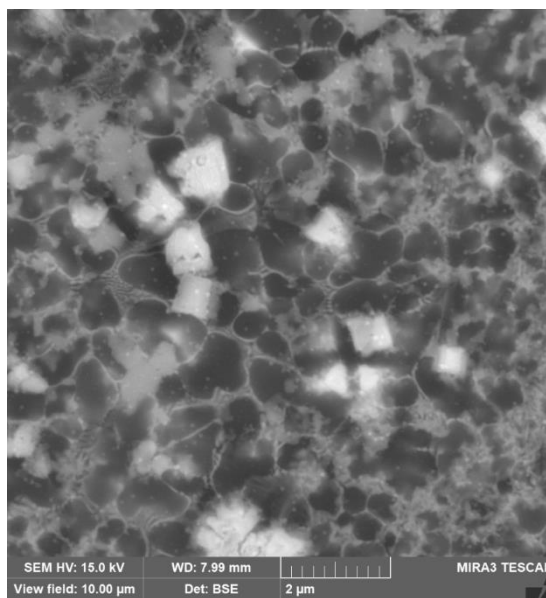
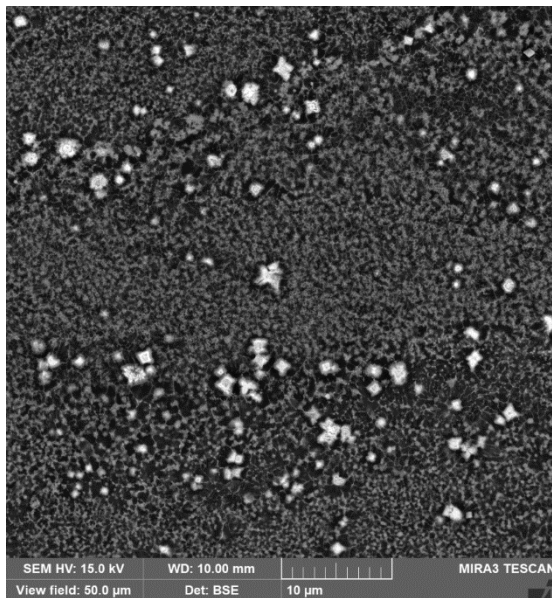
7

6

РС-900 – Жаропрочный интерметаллидный сплав нового поколения



АЛЮМИНИЕВАЯ
АССОЦИАЦИЯ



77 ГПа

Модуль упругости

175 МПа

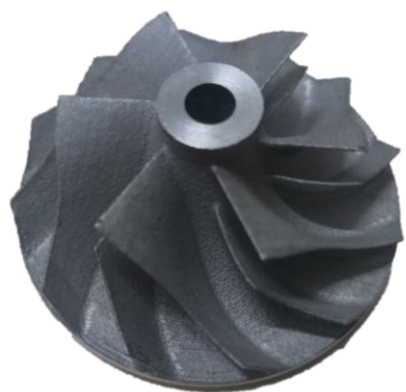
Предел прочности
при 400 °C

95 МПа

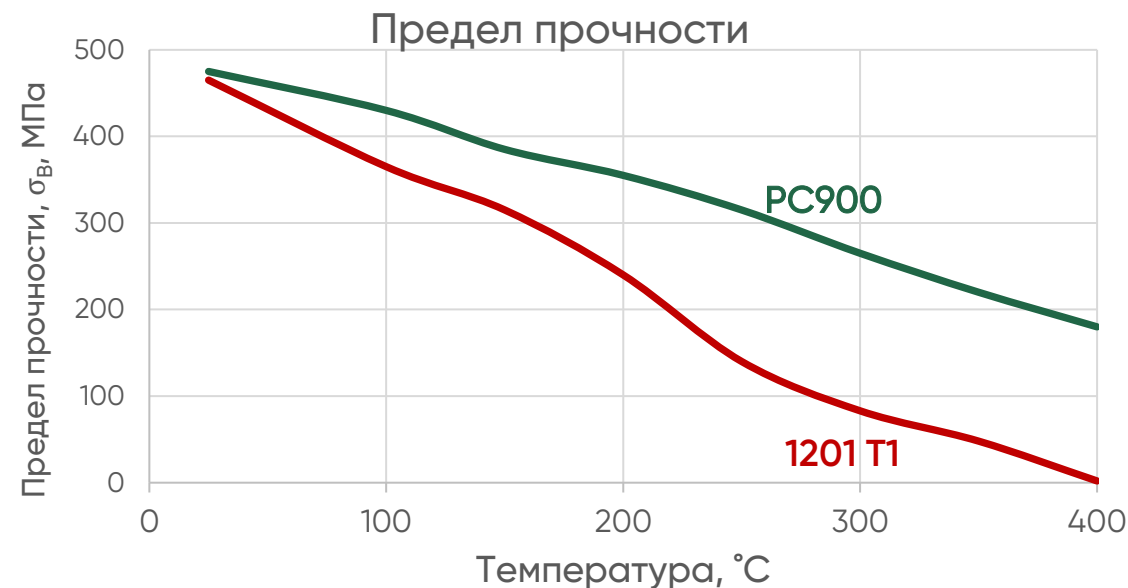
Предел длительной прочности
на базе 1000 часов при 350 °C

145 МПа

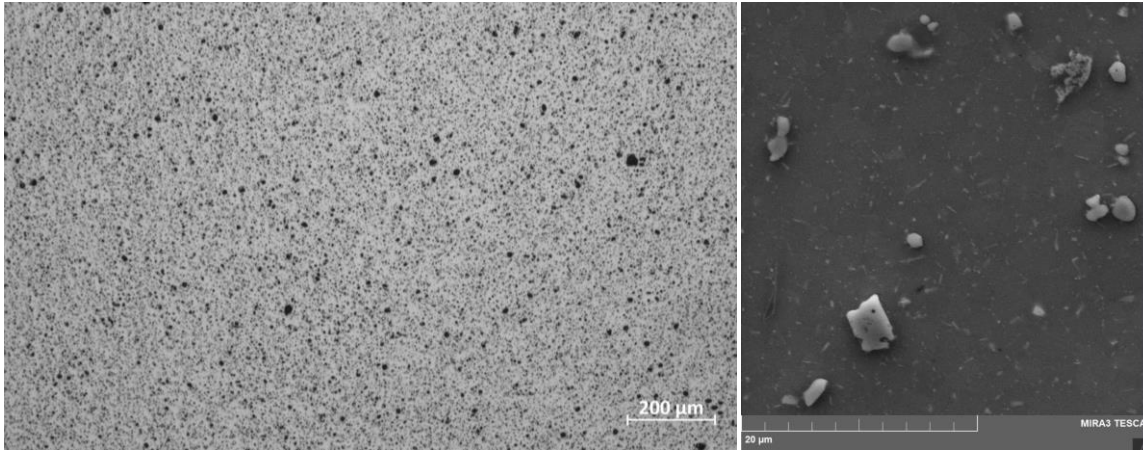
Предел ограниченной
выносливости на базе $1 \cdot 10^7$ циклов



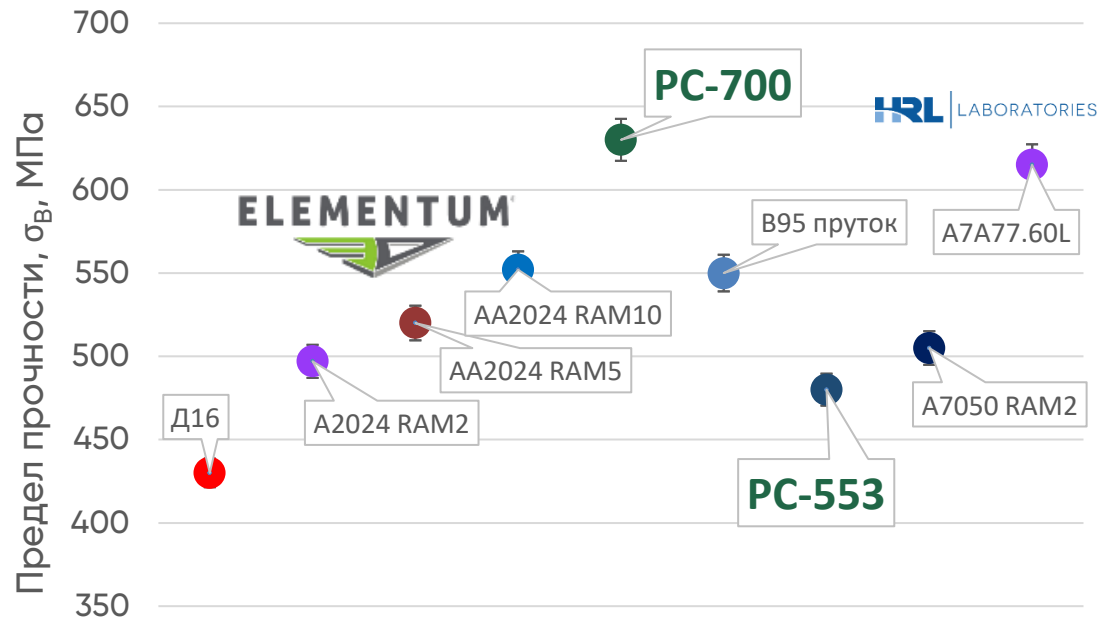
Успешные испытания
при 115000 об/мин и температуре 300 °C



PC-770K – Высокопрочный металломатричный композиционный материал



Пористость <0,1 %



<5 %

Количество
армирующих добавок

78 ГПа

Модуль упругости

615 МПа

Предел прочности

585 МПа

Предел текучести

21,2 км

Удельная прочность

Осваивается печать модифицированным порошком Д16

Завершены лабораторные исследования по возможности адаптации порошка Д16 к 3D печати. Далее работы будут продолжены на промышленных порошках.

	Основные элементы					Примеси			Прочие	
	Cu	Mn	Mg	Si	Fe	Cr	Zn	Ti + Zr	Каждый	Сумма
Требования ГОСТ 4784	3,8-4,9	0,3-0,9	1,2-1,8	0,5	0,5	0,1	0,25	0,2	0,05	0,15
3D печать	4,15	0,64	1,80	0,19	0,5	0,08	0,01	0,16	0,05	0,1

Закалка и естественное старение
(Т1)

Предел прочности, МПа

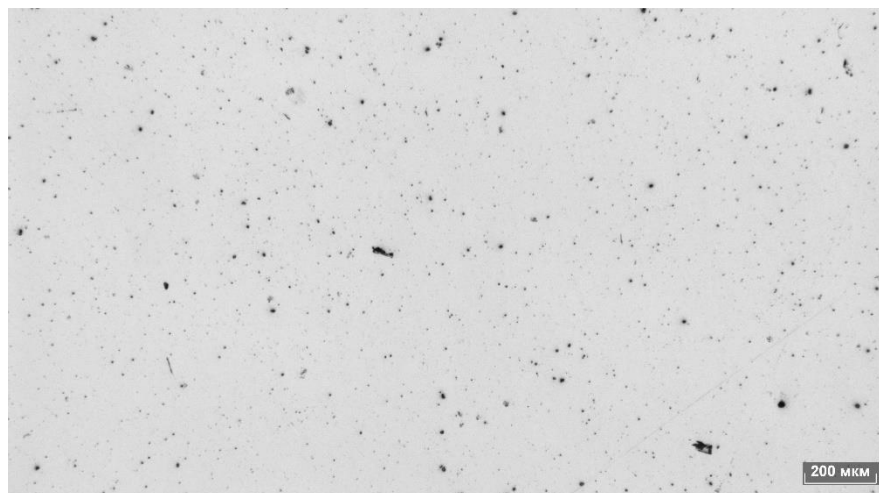
430

Предел текучести, МПа

325

Относительное удлинение, %

6,0



Уровень пористости – 0,3%
Отсутствуют горячие трещины



Постобработка алюминиевых сплавов после СЛС

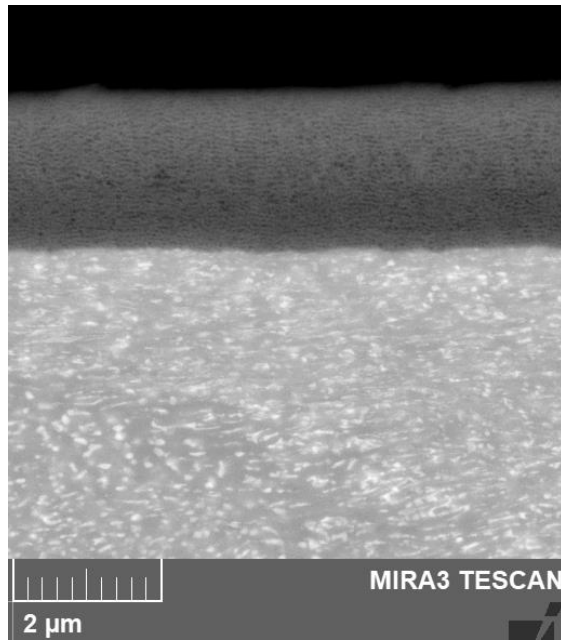
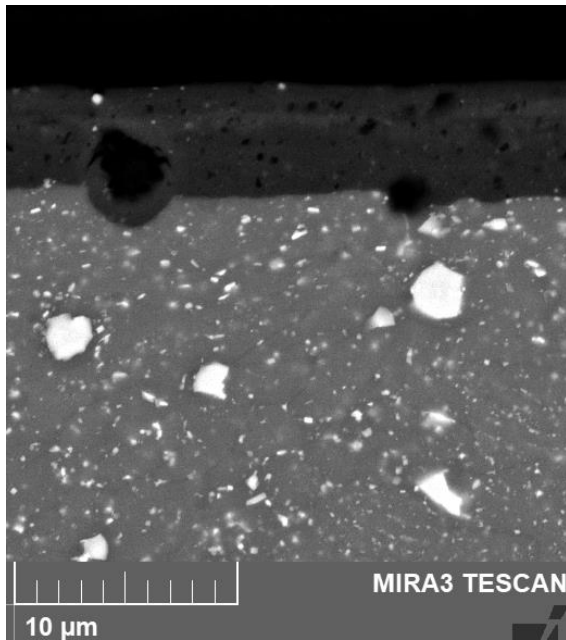


АЛЮМИНИЕВАЯ
АССОЦИАЦИЯ

АНОДИРОВАНИЕ

Разработаны режимы для
сернокислого электролита

РС-553 РС-970



Получены равномерные анодные покрытия

ХИМИЧЕСКАЯ и

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ПОЛИРОВКА

Разработаны режимы

РС-553 РС-970 РС-230



Синтез

ХП

ЭХП

Снижение Ra с 12 мкм до **5 мкм**

Прямое лазерное выращивание из алюминиевых сплавов

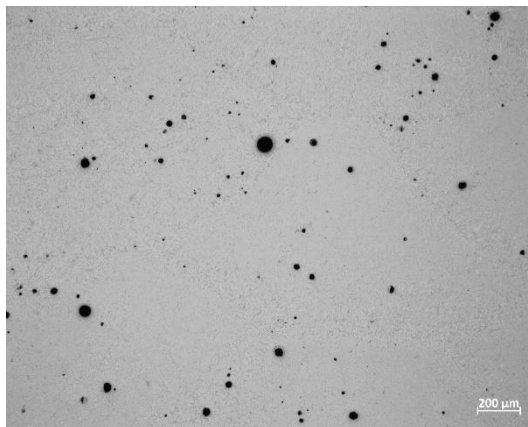


АЛЮМИНИЕВАЯ
АССОЦИАЦИЯ

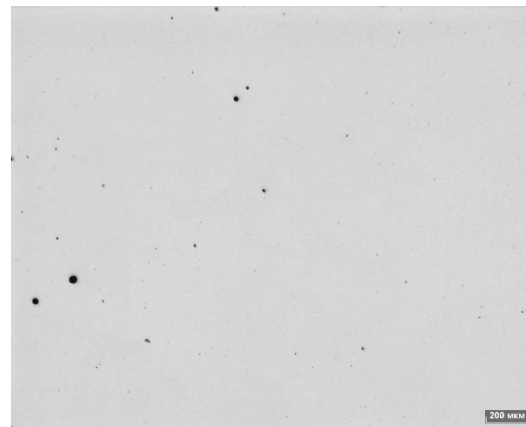
Совместно с КОМПОЗИТ ведется успешная работа по разработке процесс-параметров ПЛВ для сплавов серии РС. Из сплава РС-320 успешно выращены опытные образцы деталей, которые прошли стендовые испытания.



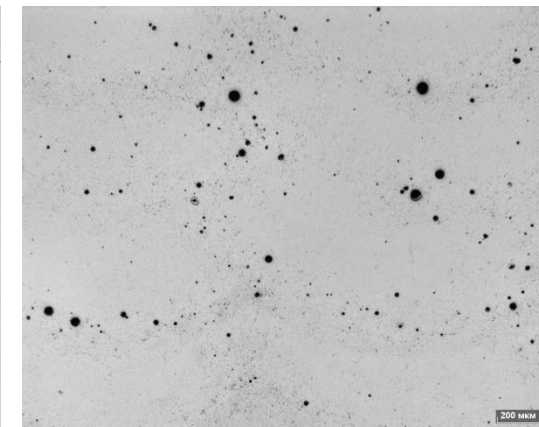
Kompozit



РС-320



РС-553



РС-230

Пористость, %

0,8

0,5

0,8

Предел прочности, МПа

382

В разработке

430

Предел текучести, МПа

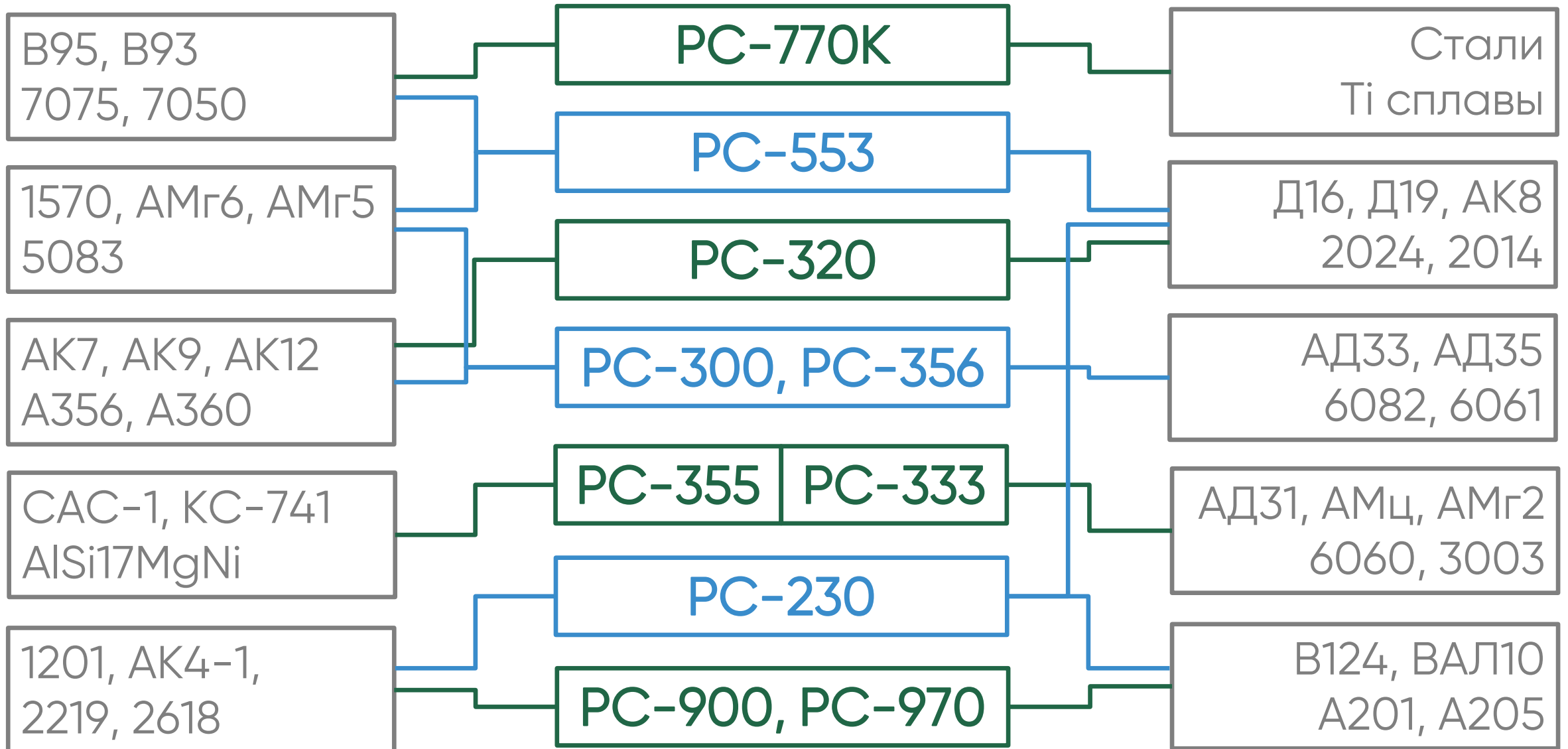
296

390

Среди металлопорошковых композиций можно найти замену традиционным материалам



АЛЮМИНИЕВАЯ
АССОЦИАЦИЯ



Проволочные материалы для технологии WAAM



АЛЮМИНИЕВАЯ
АССОЦИАЦИЯ

Создается линейка отечественных композиций для технологий проволочной печати с целью обеспечения различных отраслей современными решениями



Мировой рынок



AML3D

5087

5183

5356

ER 6061

ER 4220

ER 205C

ER 2319C

2024

5183+0.2%Sc

AlMgSc

ER 7075

АК9ч
ГОСТ 1583-93

Литье Т6

235

200

3,5

Замена литейных
алюминиевых сплавов

4070А
В разработке

WAAM (T1)

280

220

6,0

АМг6
ГОСТ 21631

Лист (М)

315

157

15,0

Замена термически
неупрочняемых сплавов

1580

WAAM (М)

335

190

18,0

Д16А
ГОСТ 21631

Лист (Т)

425

275

10,0

Замена дюралей и
среднепрочных сплавов

Al-Cu (T1)
В разработке

WAAM (T1)

405

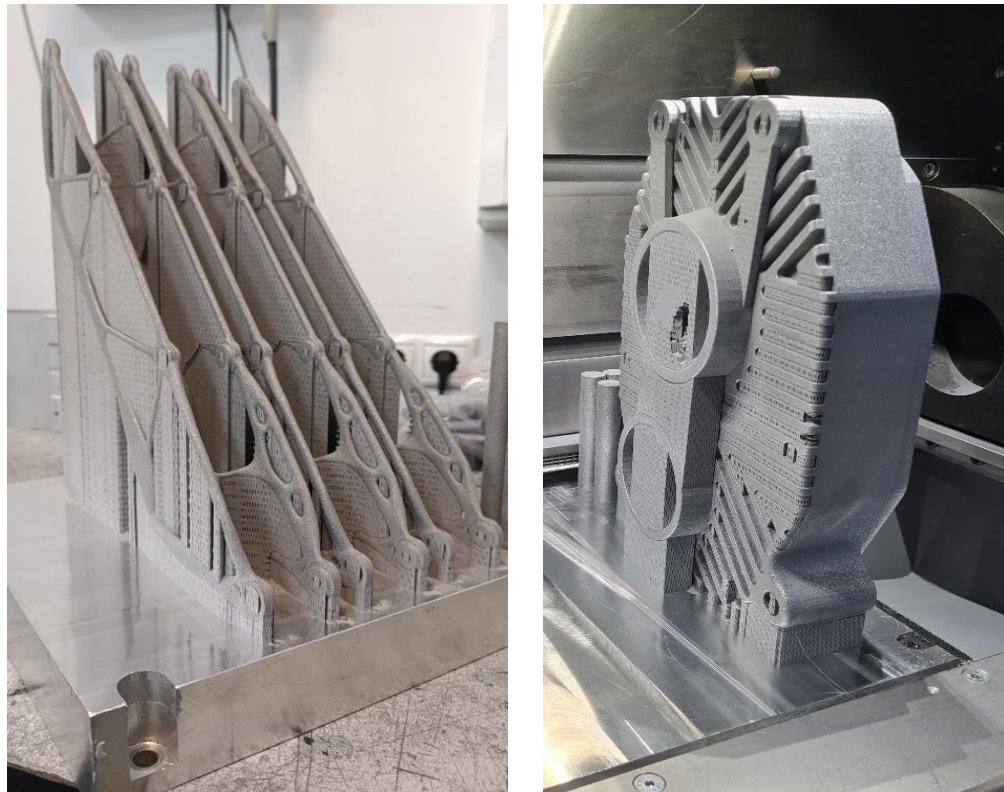
310

6,0

Аддитивный центр Аллюминиевой Ассоциации

Центр аддитивных технологий аллюминиевой ассоциации предлагает сотрудничество для опытного, единичного или серийного производства аллюминиевых деталей по технологии СЛС (SLM)

Широкий спектр используемых материалов, парк оборудования 3D-печати и пост-обработки позволяют оптимально решать производственные задачи Заказчиков.



Готовы к печати тестовых образцов и изделий для апробации



АЛЛЮМИНИЕВАЯ
АССОЦИАЦИЯ

3D-Принтер EOS M 290

Зона печати: 250 x 250 x 305 мм
Кол-во лазеров: 1 x 400 Вт



3D-Принтер BLT-S400

Зона печати: 400 x 250 x 400 мм
Кол-во лазеров: 2 x 500 Вт



3D-Принтер FS350M-4

Зона печати: 425 x 350 x 400 мм
Кол-во лазеров: 4 x 500 Вт



3D-Принтер FS422M-4-H

Зона печати: 425 x 425 x 550 мм
Кол-во лазеров: 4 x 500 Вт



По всем вопросам обращаться по эл. почте:

Science@aluminas.ru