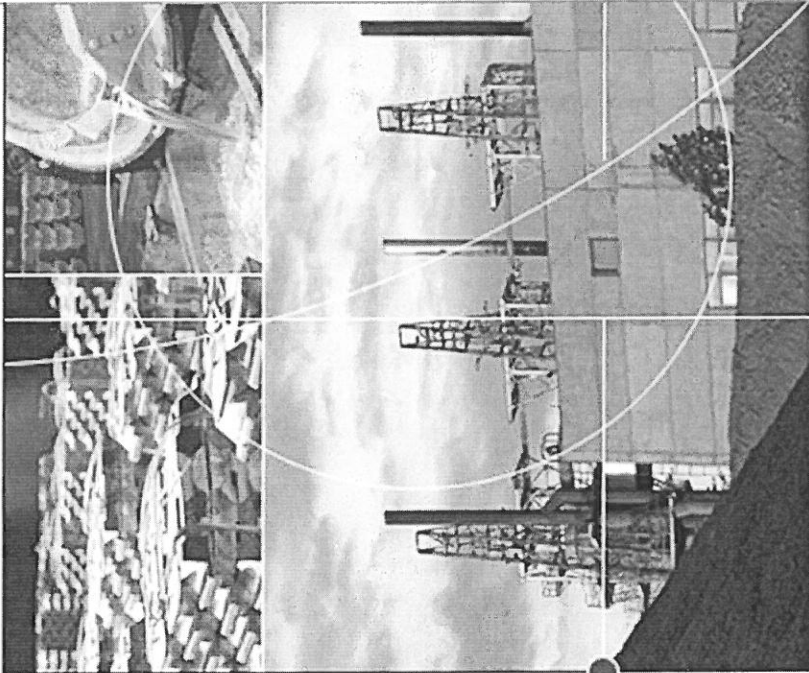




RUSAL

RUSAL

**Новый сплав РУСАЛ
для применения в
судостроительной технике**



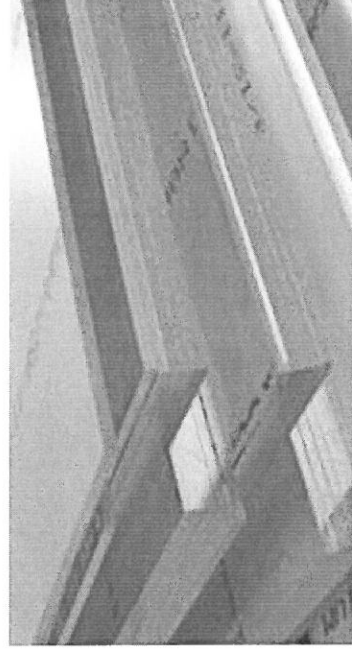
Алюминий в судостроении



Морские сплавы:

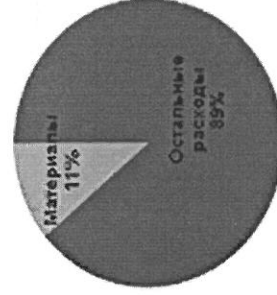
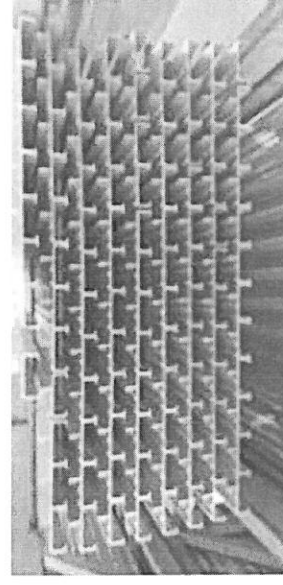
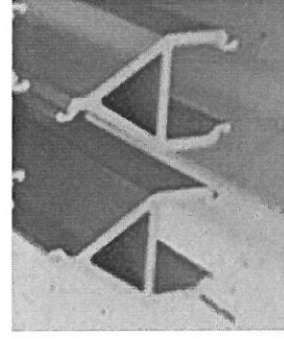
- ✓ Применение алюминия в конструкции судов различного назначения позволяет увеличить:
 - ✓ скорость хода
 - ✓ грузоподъемность
 - ✓ маневренность
 - ✓ дальность и автономность плавания без заходов в промежуточные порты

- 5XXX в виде листов и плит
- Отличная коррозионная стойкость и свариваемость всеми видами сварки



Высокая технологичность алюминиевых сплавов при изготовлении конструкций и огромный выбор номенклатуры полуфабрикатов позволяет снизить трудоемкость, а значит уменьшить расходы основной части затрат на постройку судна

- 6XXX в виде полых панелей
- Отличная технологичность при прессовании и формовании



Применение алюминия эффективно при строительстве судна, так и при дальнейшей эксплуатации

Алюминий в судостроении



В качестве примера возьмем морской фрегат:

- скорость хода - 30 узлов
- дальность плавания - 3000 миль
- грузоподъемность – 150 тонн

Заменяем в корпусе и надстройках сталь на морские алюминиевые сплавы 5XXX и 6XXX

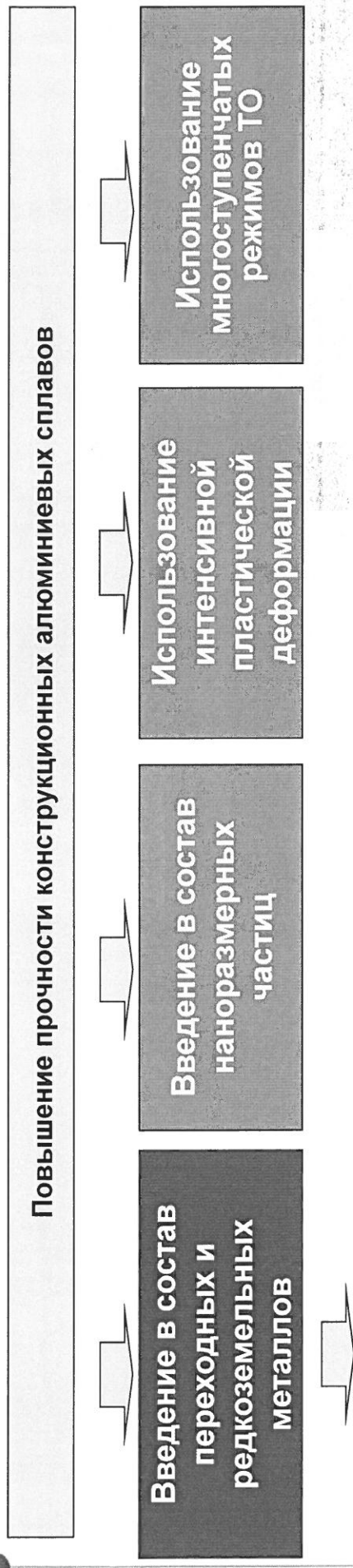


HSV-2 Swift

- ✓ При условии нормальной эксплуатации судна применение более легких конструкции из алюминия приводят к **экономии топлива**
- ✓ Для этого фрегата, экономия топлива составит **71 тонну за 3000 миль**, что приведет к годовой экономии в размере **\$ 1 278 000**
- ✓ Для 25-летнего жизненного цикла, экономия затрат на топливо - **\$ 32 000 000**
- ✓ Рециклинг: **высокая остаточная стоимость** в конце срока службы для лома.

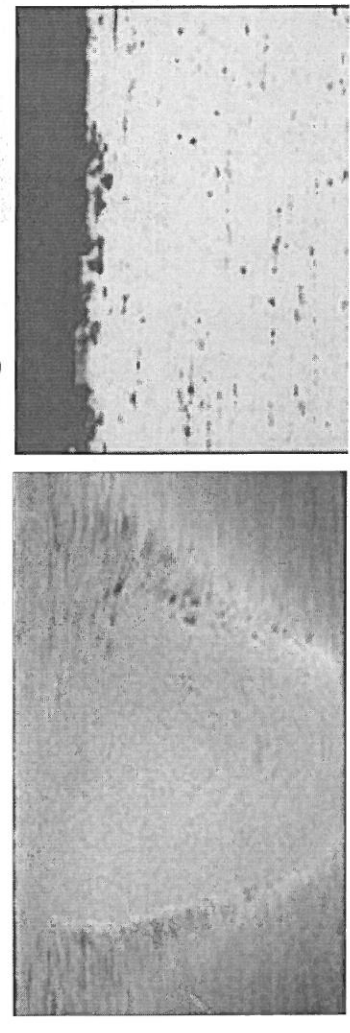
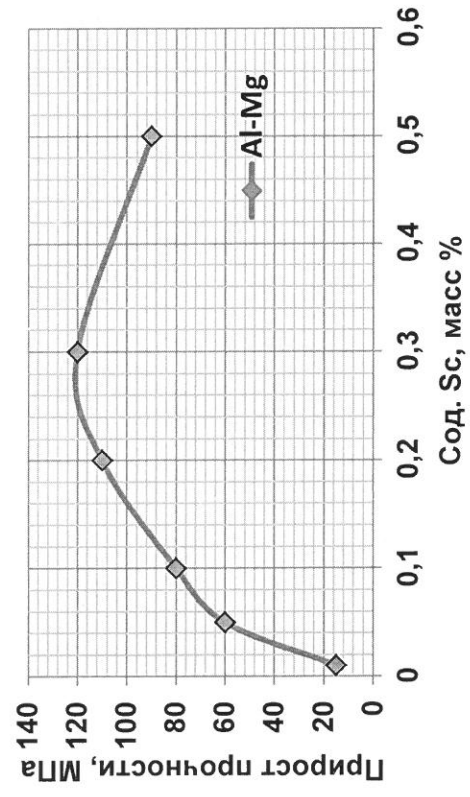
Следующий этап – применение Al в крупных танкерах для перевозки сжиженного природного газа

Направления повышения прочности алюминиевых сплавов



Влияние малых добавок скандия на прочность сплавов системы Al-Mg

Малые добавки скандия не ухудшают свариваемость и коррозионную стойкость сплавов Al-Mg

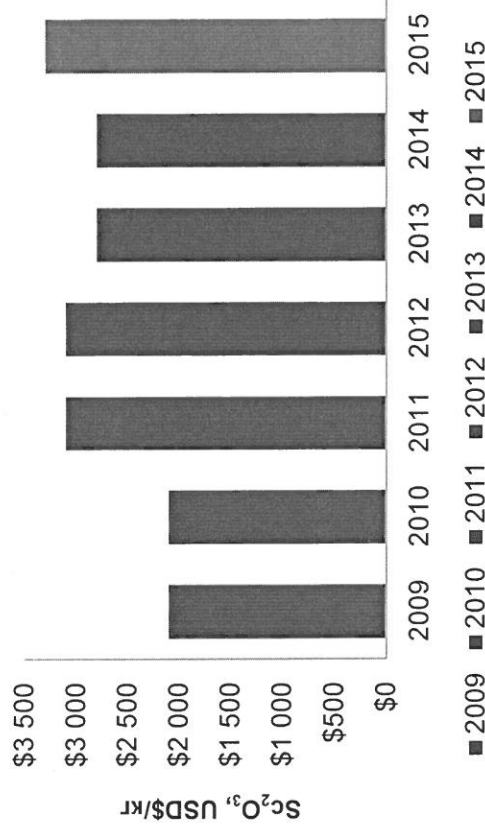


Производство Sc₂O₃ и лигатуры Al-Sc



Основным сдерживающим фактором роста рынка алюминиевых Sc-содержащих сплавов: ➤ Высокая стоимость в 2009-2016 г. Sc₂O₃ (3000 \$/кг), который используется при изготовлении лигатуры Al-Sc

Цена оксида скандия в мире

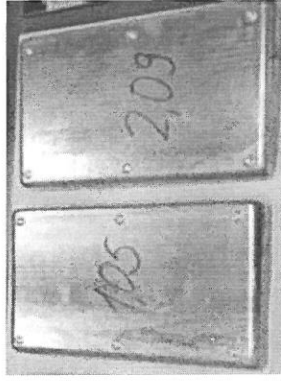


Способы снижения стоимости Sc-сплавов

1. Развитие сырьевой базы в РФ (красные шламы)
2. Развитие современных способов производства оксида скандия и лигатур Al-Sc

РУСАЛ разработана технология извлечения Sc₂O₃ из красных шламов

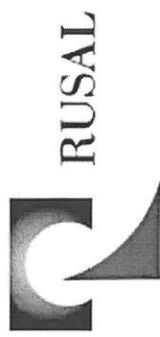
- ✓ Разработана технология получения оксида скандия (ОС-99%) из скандиевого концентрата
- ✓ Себестоимость оксида скандия \$1600 за кг на опытном участке и дальнейшего снижение после запуска производственного комплекса в 2017 г.
- ✓ Подтвержденные запасы Sc в красных шламах 32,5 тысячи тонн



РУСАЛ разработана технология получения лигатуры Al-Sc

- ✓ Получены слитки лигатуры Al-2%Sc.
- ✓ Проведена аттестация на металлургических заводах. Разработаны и согласованы ТУ.
- ✓ Создается серийное производство объемом до 150 000 кг/год.

Sc-содержащий сплав RUSAL с пониженной СТОИМОСТЬЮ



Описание

RUSAL разработал новый сплав Al-Mg с пониженным содержанием скандия для снижения стоимости полуфабрикатов

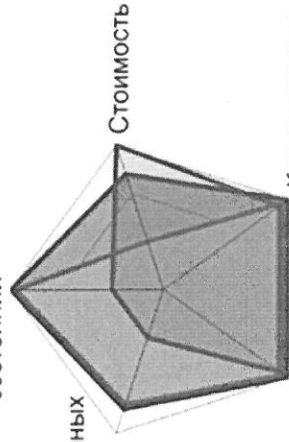
Преимущества

- ✓ Низкая стоимость (в 2-3 раза) по сравнению с традиционными Sc-содержащими сплавами;
- ✓ По уровню прочностных свойств превосходит традиционные сплавы типа AMg6 в 2 раза;
- ✓ Хорошая технологичность при сварке (как на сплаве AMg6)
- ✓ Возможность изготовления полуфабрикатов различной номенклатуры на имеющихся технологических линиях производства традиционных сплавов Al-Mg

Сплав	Состояние	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %
AMg6	M	315	157	15
D16ч	T	420	275	12
1575 (0,25% Sc)	M	410	315	12
P-1580 (0,1% Sc)	M	410	315	12

* - в таблице приведены минимальные гарантированные свойства листов по НД

YS, UTS в отожженном состоянии



Свариваемость

RUSAL (0.1 % Sc)
 1570C
 AMg6

Коррозионная стойкость



Производство плоских и цилиндрических слитков из новых Sc-содержащих сплавов освоено на Братском алюминиевом заводе RUSAL

Sc-содержащий сплав RUSAL с пониженной СТОИМОСТЬЮ



Свариваемость

- ✓ Высокая прочность сварных соединений, полученных методом ААрДЭС (коэффициент прочности сварного соединения до 0,9 от прочности основного металла)
- ✓ Коррозионная стойкость сварных швов на уровне сплава АМг6

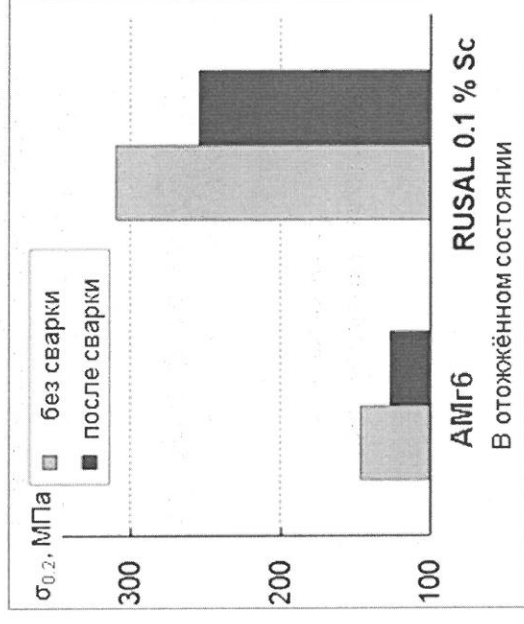
Коррозионная стойкость

- ✓ Отсутствие склонности к МКК (ГОСТ 9.021-74)
- ✓ Высокое сопротивление расслаивающей коррозии (ГОСТ 9.904-82)
- ✓ Может применяться в элементах конструкции, испытывающих воздействие коррозионных сред

Усталостная долговечность

- ✓ Р-1580 имеет преимущества по усталостной долговечности перед сплавом 1570 (0,25% Sc)
- ✓ Не уступает по малоцикловой усталости высокоресурсному алюминиевому сплаву 1163

Сплав	МЦУ (N _{ср.} , кцикл) при Kt=2,6 v=5Гц	
	$\sigma_{max} = 157 \text{ МПа}$	$\sigma_{max} = 196 \text{ МПа}$
Д16ч	110	53
1570	85	38
Р-1580 (0,1% Sc)	110	49



Применение сплава Р-1580 системы Al-Mg-Sc с пониженной стоимостью по сравнению со сплавами аналогами в перспективных изделиях позволит снизить вес их конструкций до 1,7 раз (взамен АМг6).

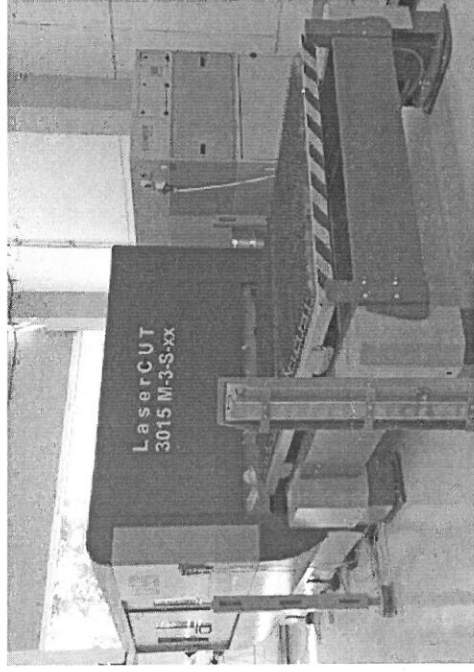
$$d = 2,67 \text{ г/см}^3$$

Sc-содержащий сплав RUSAL с пониженной СТОИМОСТЬЮ

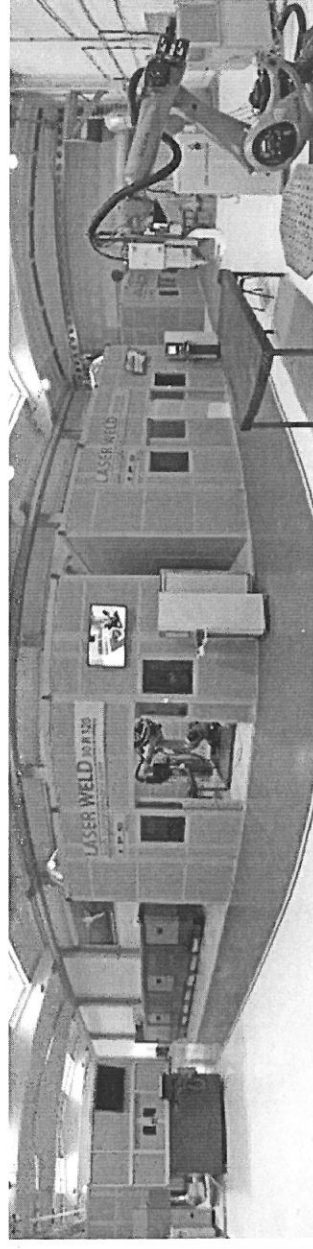


Региональный инжиниринговый центр
промышленных лазерных технологий
«КАИ- Лазер»

Направления сотрудничества:
- разработка технологий лазерной сварки,
резки, маркировки полуфабрикатов из
алюминиевого сплава RUSAL0,1Sc
- получение сварных конструкций



Производство присадочной
проволоки для получения сварных
соединений из сплава P-1580 с
улучшенными свойствами освоено
в условиях партнеров ОК РУСАЛ



Сплав	Прочность сварного соединения полученного лазерной сваркой	
	Без присадочной проволоки	С применением проволоки
P-1580 (0,1% Sc)	280	350
σ в св. соед. / σ в осн. мет	0,70	0,85