



РАЗРАБОТКА СПЛАВА ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

2021 г.

AI в бурении

Из алюминиевых сплавов
изготавливают:

- Бурильные трубы
- Насосно-компрессорные трубы
- Обсадные трубы

АБТ в базовом исполнении



АБТ-П – исполнение с протекторным утолщением



АБТ-С – исполнение со спиральным оребрением

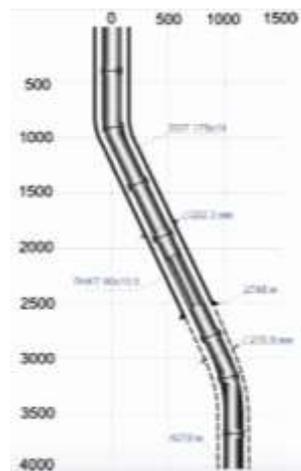


КОЛЬСКАЯ СВЕРХГЛУБОКАЯ



Бурильные трубы ЛБТВК-147 из
алюминиевых сплавов (Д16Т, 01953)

БАЯНДИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ



Обсадная труба собрана трубами
из алюминиевых сплавов

Преимущества Al

Параметры материала для бурильных труб	Материал труб	
	Сталь	Алюминий
Удельный вес, кг/м	30 - 60	18-25
Удельная прочность	50 - 100	135 - 200
Модуль продольной упругости / сдвига, МПа	2,1*10 ⁵ /7900	0,71*10 ⁵ /2700
Коррозионная стойкость в среде pH 2,5	высокая	средняя
Коррозионная стойкость в среде pH 7	высокая	высокая
Коррозионная стойкость в среде pH 11	низкая	низкая
Коррозионная стойкость в H ₂ S и CO ₂	низкая	высокая

- Значительно более высокие коррозионные свойства.
- В 2 меньший вес труб.
- Виброгасящие свойства.
- Немагнитные свойства.
- Экономия на доставке в трудные районы.
- Экономия на аренде буровой установки.

САМОТЛОРСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

CO₂ – 202 мг/л, H₂S – 0.75 мг/л



Алюминий
ЛНКТ 74x8 Д16Т
565 суток



Сталь с цинковым покрытием
НКТ 73x5,5
175 суток

Основные применяемые Al сплавы

Характеристика	Сплавы	
	Д16Т	1953Т1
Минимальный предел текучести при 20°C, МПа	325	480
Минимальный предел прочности при 20°C, МПа	460	530
Относительное удлинение, %	12	7
Максимальная рабочая температура, °C	160	120

Тип сплава	Скорость коррозии, г/м ² ·ч		
	Щелочная среда pH=11 (5%NaCl + NaOH)	Нейтральная среда pH=7 (5%NaCl)	Кислотная среда pH=2,5 (5%NaCl + 0,5%CH ₃ COOH)
Д16Т	0,49	0,01	0,05
1953Т1	0,21	0,02	0,04

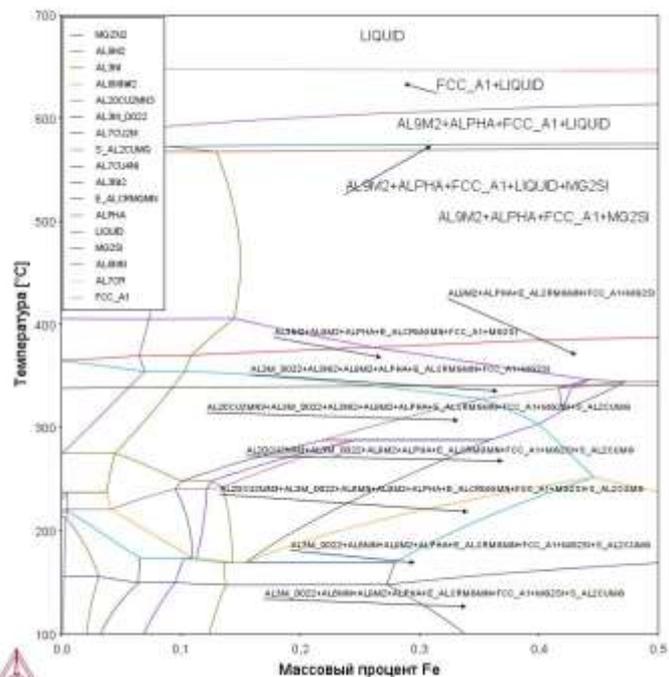
Требования к физико-механическим свойствам нового сплава для обеспечения надежности алюминиевых бурильных труб:

- рабочие температуры до 160 °C (на глубине 3500-7000 м температура может достигать около 150 °C),
- предел текучести не менее 370 МПа, пластичностью не ниже 10 %
- высокая коррозионная стойкость в растворах pH 4,5 - 10.

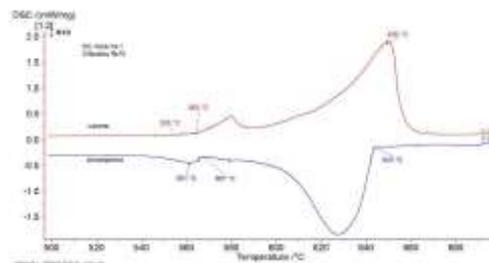
Разработка нового сплава

- Подбор систем легирования.
- Моделирование и расчёт содержания и соотношения упрочняющих фаз.
- Разработка технологии получения труб.
- Разработка режимов гомогенизации и старения.

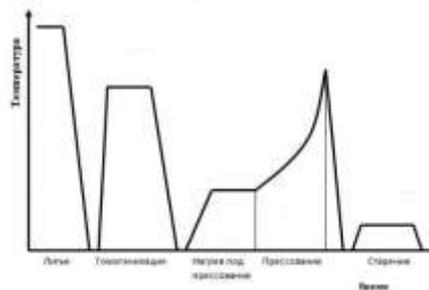
Построение диаграмм состояния сплава



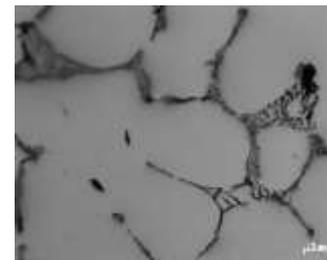
ДСК анализ (температурно-фазовые превращения)



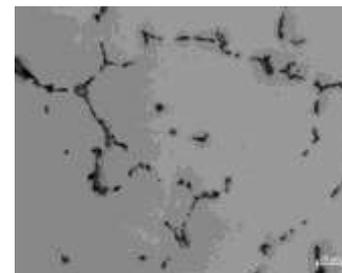
Разработка технологических операций



Структура литого слитка



Структура слитка после гомогенизации



Структура полуфабриката



Выпуск опытно-промышленной партии труб



Выплавка и разливка
в кристаллизаторы



Гомогенизация слитков



Полые слитки (Ø внеш. 258 мм,
Ø внут. 90 мм)



Прессование



Термическая обработка



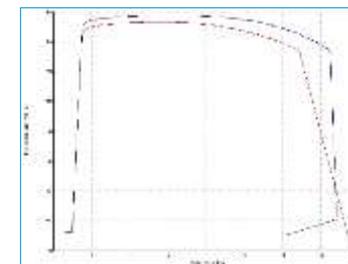
Готовые трубы (Ø100 мм,
толщина стенки 10 мм)



Результаты испытаний механических свойств

Механические свойства при комнатной температуре

Материал	σ_B^{20} , МПа	σ_T^{20} , МПа	δ_5 , %
Новый сплав РУСАЛ	420	380	10
Д16Т*	460*	325*	12*
1953Т1*	530*	480*	7*
* - свойства приведены по ISO 15546 - 2011 «Нефтяная и газовая промышленность. Трубы бурильные из алюминиевых сплавов»			



Механические свойства при 150 °С

Материал	σ_B^{150} , МПа	σ_T^{150} , МПа	δ_5 , %
Новый сплав РУСАЛ	360	345	12,5



Результаты коррозионных испытаний труб

Результаты испытаний на общую коррозию алюминиевых труб при pH 11



Ускоренные коррозионные испытания проводили (раствор 5% NaCl+NaOH) при температуре 22°C и pH 11,0 в течении 15 суток

До испытания



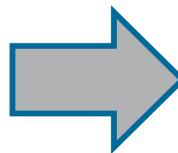
После испытания



Внедрение

Разработанный новый сплав удовлетворяет высоким целевым характеристикам

Производство промышленной партии трубных заготовок и труб



Опытно-промышленные испытания

