

Модифицирование технических марок алюминия

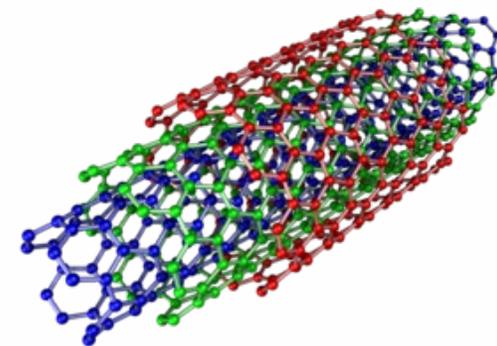
В.А. Кузнецов, Б.П. Толочко, А.А. Жданок,
З.А. Коротаева, М.А. Михайленко, Л.К. Бердникова

Институт химии твердого тела и механохимии

Актуальность

Особенности эксплуатации многих деталей машин требуют применения материалов с повышенным уровнем механических свойств.

Углеродные нанотрубки активно используются для повышения прочности различных материалов.



■ Цель работы:

Разработка метода модифицирования литейных алюминиевых сплавов углеродными нанотрубками для повышения их механических свойств.

Алюминий технической чистоты – марки А0, А5, А6, А7, А8, А85 (Россия).

Сумма примесей – от 0,15 до 1%.

Применение :

для изготовления электротехнических изделий и приготовления сплавов.

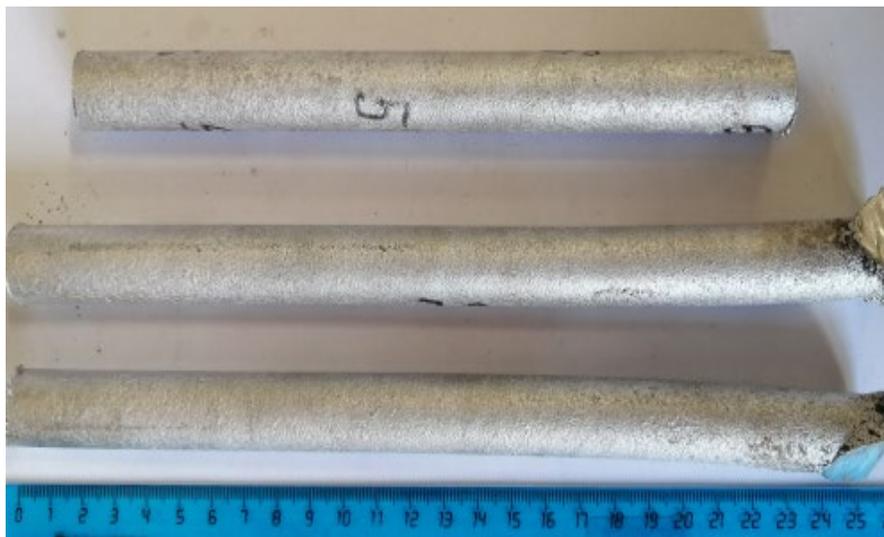
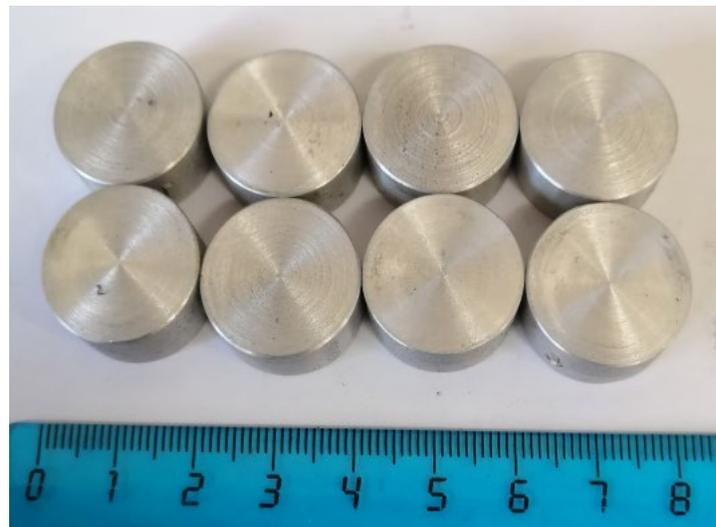


ОБОРУДОВАНИЕ И МЕТОДЫ

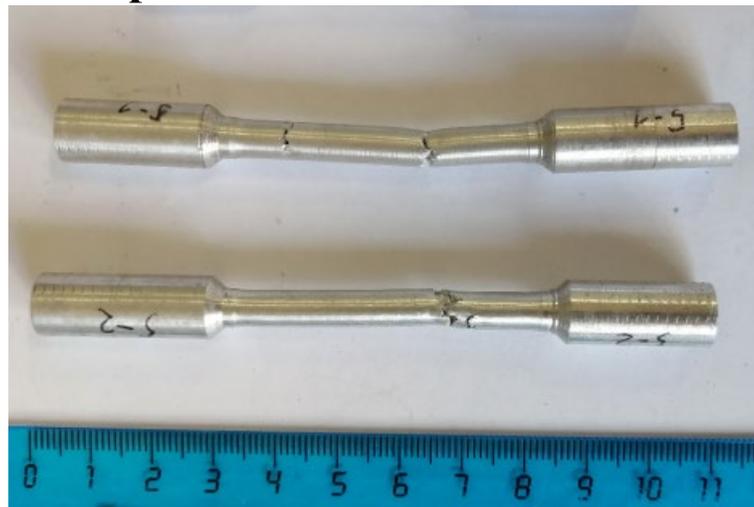


Внешний вид литейных форм в опоках

Образцы для структурных исследований и твердости



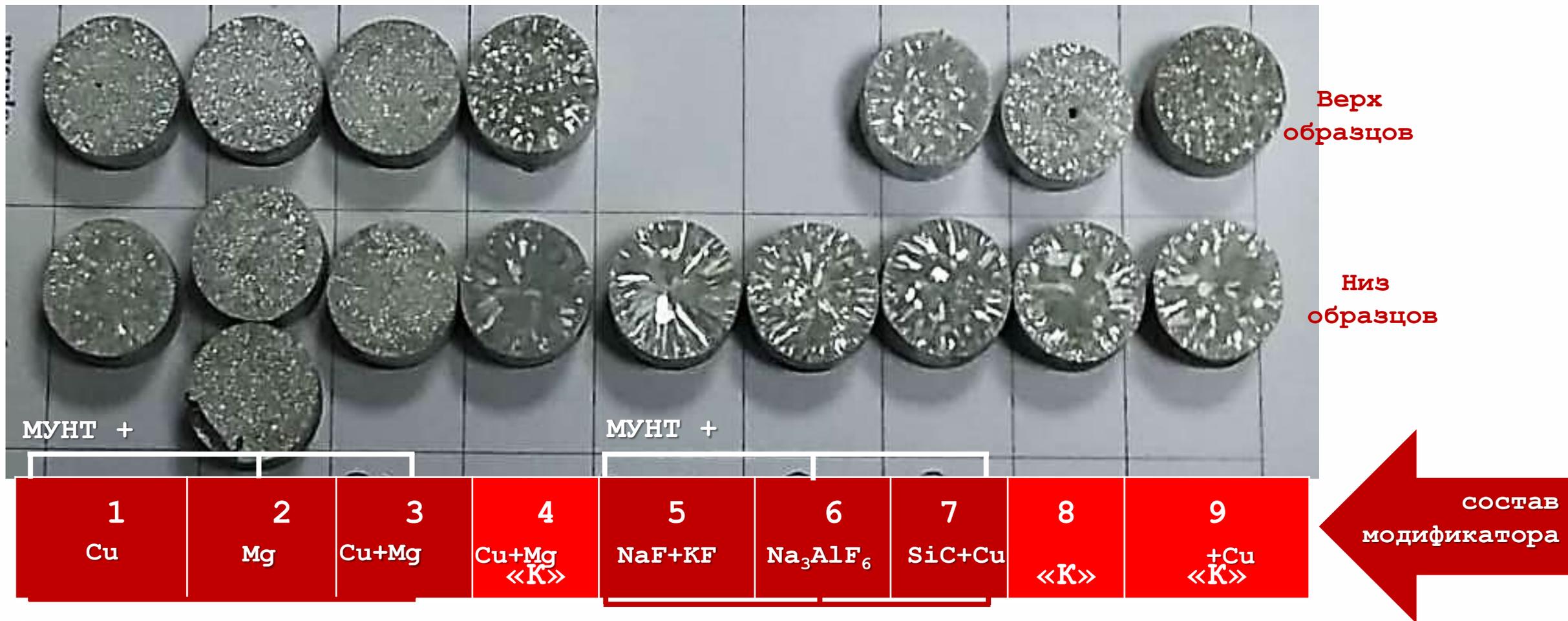
Образцы (стойки) после извлечения из литейной формы



Образцы после механических испытаний

- В качестве модификаторов применяли многостенные углеродные нанотрубки МУНТ (Корея)
- Смеси МУНТ с металлами (Cu, Mg), солями (Na_3AlF_6 , NaF, KF), другими добавками обрабатывали в активаторе
- Модификаторы вводили в форму
- Вес образца в литейной форме до 1,5 кг
- Количество образцов в виде цилиндров $d=20 \times 250$ мм для испытаний в одной литейной форме – от трех до пяти (3-5 стоек и центральный стояк, который не используется для механических испытаний)
- Концентрация МУНТ в образце – 0,015 масс. %

Макроструктура образцов (травление FeCl_3)

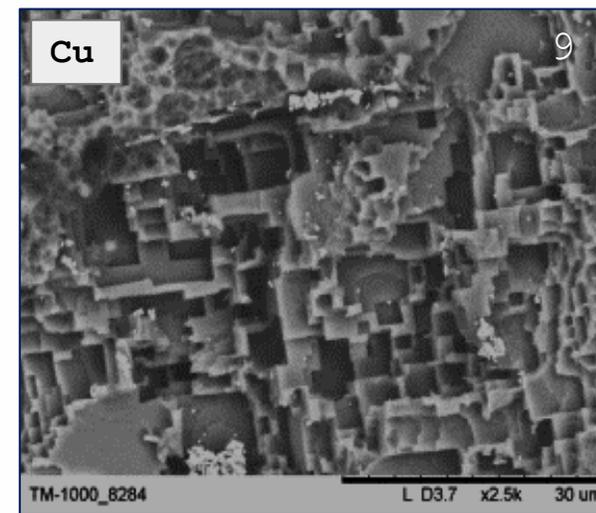
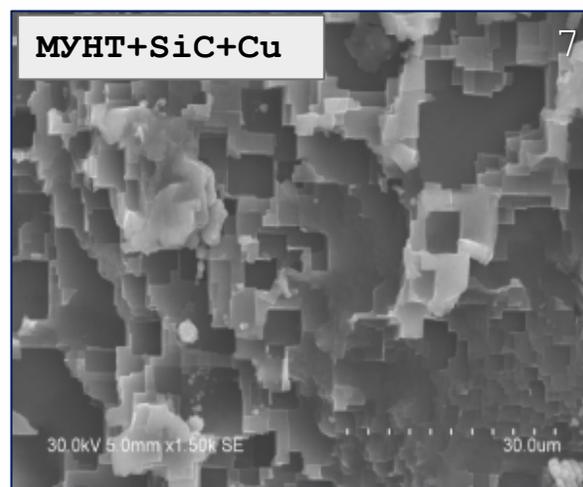
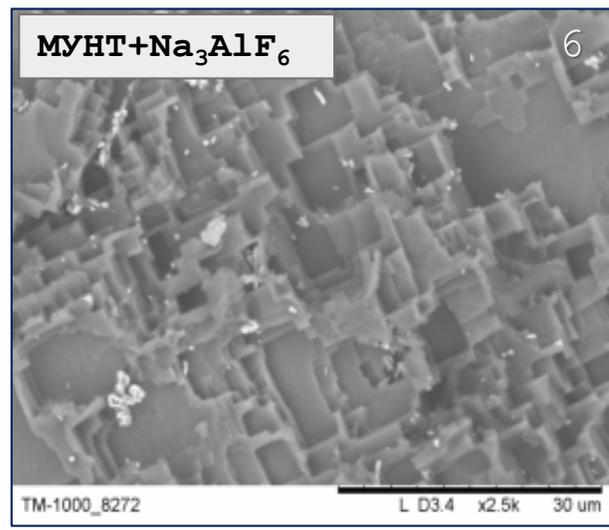
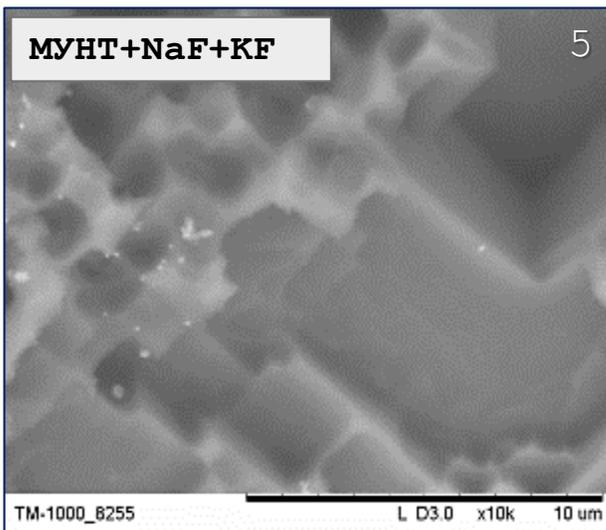
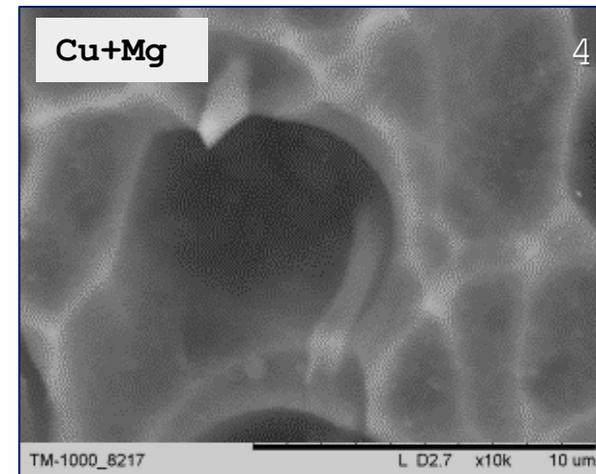
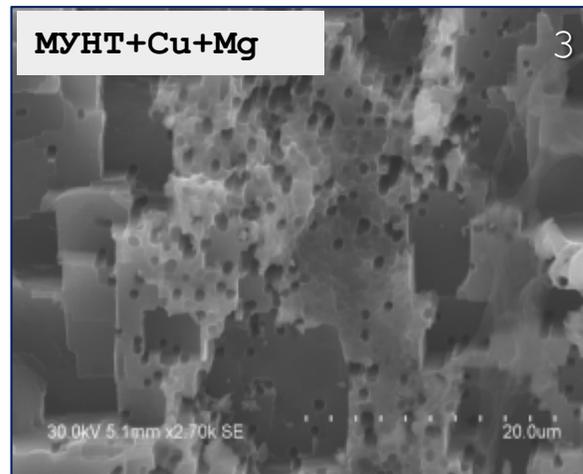
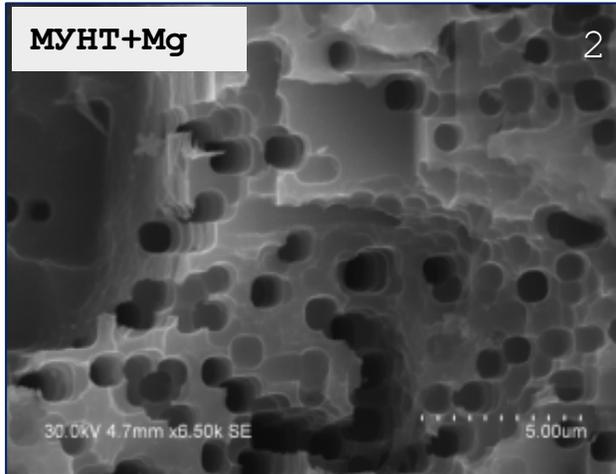
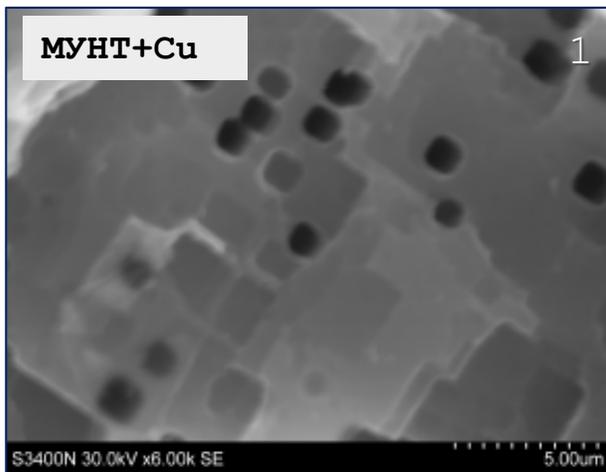


- измельчение макроструктуры
- равномерная кристаллизация по всему объему образца

- различная макроструктура
- неравномерная кристаллизация по всему объему образца

«К» – условно контрольный образец, МУНТ – многостенные углеродные нанотрубки

Микроструктура образцов (травление FeCl_3)



механические испытания :



временной
прочности

$\left[\begin{array}{l} \text{МУНТ}+\text{Cu}+\text{Mg} : 59,7-64,3 \text{ МПа} \\ \text{МУНТ}+\text{Na}_3\text{AlF}_6 : 52,8-58,7 \text{ МПа} \\ \text{Cu} : 46,2- 53,4 \text{ МПа} \end{array} \right.$

Прочность остальных образцов меньше

циклические испытания:



количество циклов
при нагружении
с усилием:

$\left. \begin{array}{l} 34 \text{ МПа} \\ 22,7 \text{ МПа} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{МУНТ}+\text{Cu}+\text{Mg} : 59\ 669 \\ \text{МУНТ}+\text{Na}_3\text{AlF}_6 : 150\ 000 \end{array} \rightarrow \text{в } 2 \text{ раза больше контрольного образца}$

Образец		Циклическая долговечность	Количество циклов, N_i
		$R = 0, f = 2 \text{ Гц}$	
		$\sigma_{\max}, \text{ МПа}$	
3	МУНТ+Cu+Mg	34	59 669
9 «К»	Cu	34	34 238
6	МУНТ+Na ₃ AlF ₆	22,7	150 000

Заключение

- Удалось ввести углеродные нанотрубки в алюминий
- Показано увеличение механических свойств алюминия на примере усталостной прочности
- Стал понятен механизм модифицирования

Контакты

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !

к.т.н. Кузнецов Виктор Анатольевич

Инжиниринговый центр порошковых технологий
руководитель

тел. +7 913-770-58-92

e-mail: ptec@solidnsc.ru

Институт химии твёрдого тела и механохимии СО РАН
г. Новосибирск, ул. Кутателадзе, 18