

УДК 620.186

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФРИКЦИОННОЙ ПЕРЕМЕШИВАЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ЛИТЕЙНОГО
АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АК12**Д.В. Индоиту¹, А.В. Судариков¹, А.Р. Добровольский¹Научный руководитель: к.т.н. А.В. Чумаевский²¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН,

Россия, г. Томск, пр. Академический 2/4, 634055

E-mail: tch7av@gmail.com**REGULARITIES OF FRICTIONAL STIR PROCESSING TREATMENT OF CASTING ALLOY AISi12**D.V. Indoitu¹, A.V. Sudarikov¹, A.R. Dobrovolskii¹Scientific Supervisor: Dr. A.V. Chumaevskii²¹Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050²Institute for Physics of Strength and Material Science of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences,

Russia, Tomsk, 2/4 Akademicheskii ave., 634055

E-mail: tch7av@gmail.com

Abstract. *The paper studies the structure and morphology of the treating zone surface of cast aluminum alloy A04130 after 1-4 passes with a friction stirring tool. The studies show that after all four passes, the surface of the tool exit zone has traces of material tearing out along the edge of the pin, but the overall appearance of the machining surface improves. The structure after four passes with the tool is dominated by smaller and more rounded particles, while after one pass there is a large number of elongated particles.*

Введение. Фрикционная перемешивающая обработка алюминиевых сплавов используется длительное время для упрочнения и модификации структуры с целью повышения механических и эксплуатационных характеристик готовых изделий [1-3]. Потенциально данный вид обработки имеет широкие перспективы для формирования износостойких поверхностных структур и получения легких деталей триботехнического назначения. Одними из наиболее предпочтительных для использования в качестве материалов трибологического назначения в таком случае являются литейные алюминий-кремниевые сплавы, по которым в настоящее время есть ряд исследований в области фрикционной перемешивающей обработки [4, 5]. Дополнительная модификация порошковыми частицами на основе металлов, оксидов, карбидов, позволяет увеличить износостойкость сплавов, прочностные или иные эксплуатационные характеристики. Для наиболее оптимального соотношения структуры и свойств полученных изделий процесс фрикционной перемешивающей обработки проводится в несколько проходов (в основном 3-4 прохода). При этом, в алюминий-кремниевом сплаве АК12 большое количество проходов инструментом вдоль линии обработки потенциально может привести к формированию дефектов в структуре и снижению свойств. Исходя из перечисленного, целью настоящей

работы является проведение предварительных исследований формирования структуры алюминиево-кремниевый сплава АК12, подвергнутого многопроходной фрикционной перемешивающей обработке.

Экспериментальная часть. Образцы получены методом фрикционной перемешивающей обработки инструментом с винтовым пином на экспериментальном оборудовании в Институте физики прочности и материаловедения. Обработку проводили при скорости вращения инструмента от 600 об/мин и скорости подачи 90 мм/мин. Сила прижима инструмента к материалу заготовки составляла 750 кг. Обработку осуществляли от одного - до четырех проходов инструментом по одной и той-же области. Исследования проводили методом оптической микроскопии (микроскоп Альтами МЕТ1С).

Результаты. Полученные после обработки поверхностные слои по внешнему виду имеют отличное строение в зависимости от количества проходов (рис. 1). В зоне отверстия выхода инструмента имеются следы отрыва материала на границе плеч и пина инструмента (А на рис. 1). Поверхность зоны обработки после 4-х проходов инструментом более гладкая, по сравнению с первым проходом.

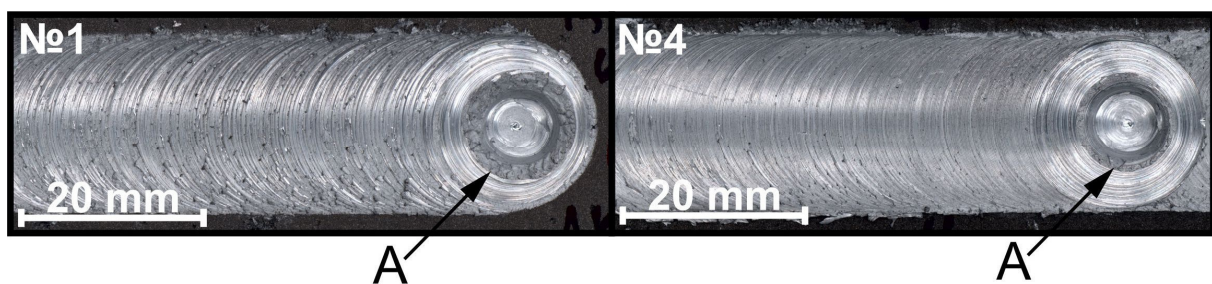


Рис. 1. Внешний вид поверхности в зоне обработки после 1-го и 4-х проходов инструментом

В структуре зоны обработки можно выделить зону перемешивания (SZ на рис. 2) и зону термомеханического влияния (ТМАЗ на рис. 2), различно организованную с отступающей (RS на рис. 2) и наступающей (AS на рис. 2) стороны.



Рис. 2. Структура зоны обработки после 1-го и 4-х проходов инструментом (SZ - зона перемешивания, ТМАЗ - зона термомеханического влияния, AS - наступающая сторона, RS - отступающая сторона)

В отличие от основного металла, представленного крупнодендритным строением литого алюминий-кремниевый сплав АК12, в данных областях происходит измельчение крупных пластинок кремния с образованием в центральной части зоны перемешивания структуры с практически равноосными частицами кремния после 4-х проходов инструментом вдоль линии обработки (рис. 3). При этом, в структуре образцов после 1-го прохода присутствует больше крупных частиц кремния, в том числе вытянутой формы. После 4-х проходов объемная доля таких частиц минимальна, а средний размер частиц зоны перемешивания не превышает 4-5 мкм.

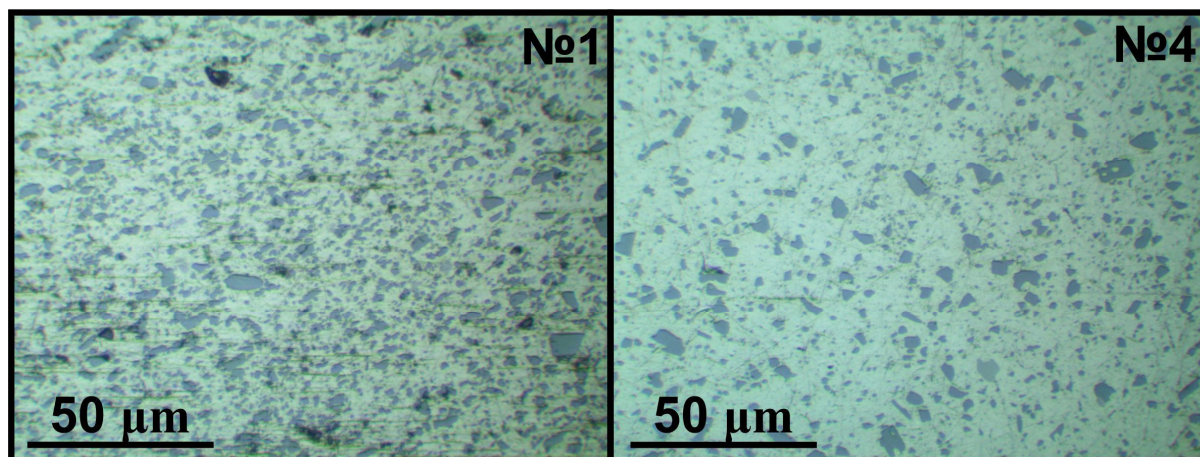


Рис. 3. Структура зоны перемешивания после 1-го и 4-х проходов инструментом

Заключение. В результате проведенных исследований можно установить, что фрикционная перемешивающая обработка алюминий-кремниевый сплав АК12 позволяет получать материал с измельченным строением частиц кремния в алюминиевой матрице. Увеличение количества проходов инструментом от 1-го до 4-х приводит к формированию более мелкодисперсной структуры с более равноосными частицами в зоне перемешивания. При этом, дефектов в структуре материала не выявляется.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mishra R.S., Ma Z.Y., Charit I. Friction stir processing: A novel technique for fabrication of surface composite // Materials Science and Engineering A. – 2003. – V. 341 (1-2). – P. 307-310.
2. Ma, Z.Y. Friction stir processing technology: A review // Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science. – 2008. – V. 39 A (3). – P. 642-658.
3. Padhy, G.K., Wu, C.S., Gao, S. Friction stir based welding and processing technologies - processes, parameters, microstructures and applications: A review // Journal of Materials Science and Technology. – 2018. – V. 34 (1). – P. 1-38.
4. Yuvaraj, N., Aravindan, S., Vipin Fabrication of Al5083/B4C surface composite by friction stir processing and its tribological characterization // Journal of Materials Research and Technology. – 2015. – V. 4 (4). – P. 398-410.
5. Zykova, A.P., Tarasov, S.Y., Chumaevskiy, A.V., Kolubaev, E.A. A review of friction stir processing of structural metallic materials: Process, properties, and methods // Metals. – 2020. – V. 10 (6). – P. 1-35.