

# СМАЧИВАЕМОСТЬ РЕАКТОРНЫХ СТАЛЕЙ ЖИДКИМ ЛИТИЕМ (ОБЗОР)

*Алчагиров Б.Б.,\*<sup>1</sup> Канаметова О.Х.,<sup>1</sup> Дышекова Ф.Ф.,<sup>1</sup>  
Дадашев Р.Х.,<sup>2</sup> Кутуев Р.А.<sup>2,3</sup>*

<sup>1</sup>КБГУ, Нальчик, Россия, <sup>2</sup>ЧГУ, Грозный, Россия, <sup>3</sup>КНИИ им. Х.И.  
Ибрагимова РАН, Грозный, Россия

\*boris@alchagirov.ru

Смачиваемость и растекание жидких металлов по поверхностям металлов и реакторных сталей имеет большое практическое значение для технологии производства аккумуляторов, пайки и сварки и т.д. В термоядерных устройствах литий и литиевые покрытия используются для защиты пластин первой стенки, обращенных к плазме, способствуя более длительному ее удержанию [1]. Исследования смачиваемости поверхностей вещества жидкими металлами ведутся давно и накоплен большой материал. Имеющиеся в литературе к началу 2000 года основные сведения о смачиваемости щелочными металлами поверхностей чистых металлов и различных сталей были проанализированы в [2,3]. Они показали, что смачиваемость в системах с участием щелочных металлов изучена слабо, одной из причин которого являются экспериментальные трудности работы с высокоактивными щелочными металлами, исключающие всякий контакт с атмосферным воздухом и многими другими материалами.

В настоящем сообщении главное внимание уделяется новым результатам, полученным за последние два десятилетия по изучению смачиваемости поверхностей конструкционных материалов жидким литием. В частности, рассматриваются ряд способов управляемого изменения смачиваемости жидким литием различных материалов в результате влияния предварительного напыления тонких пленок, вариации степени шероховатости на краевые углы смачивания и т.д. В работах [4–6] показано, что достигаемый при этом эффект оказался зависящим от толщины пленок, оптимальные значения которых также определены, а шероховатость поверхностей может влиять на смачиваемость настолько существенно, что может привести к резкому повышению литиефобности поверхности твердого тела. В [6] смачиваемость жидким литием нержавеющей стали 316SS осуществлялась в температурном интервале 473 – 600 К. Согласно полученным результатам, температура смачивания литием стали 316SS составила 588 К. Покрытие поверхности нержавеющей стали тонкой пленкой (2,5 мкм) испаренного лития перед нанесением капли лития привело к смачиваемости стали во всем исследованном диапазоне температур. Для снижения температуры смачиваемости на поверхности стали 316SS затем был нанесен

слой алмазоподобного углерода в надежде, что интеркалированный в литий углерод также даст подобный эффект. Но при изученных температурах не удалось добиться смачиваемости литием нержавеющей сталь с углеродным покрытием.

Было обнаружено, что очистка поверхности подложки плазмой, как и испарение тонкого слоя жидкого лития на поверхность перед выполнением измерений также снижает температуру смачивания: для необработанного молибдена температура смачивания составила 600 К, а после ее обработки аргоновой плазмой в течение 120 минут она понизилась и достигла 500 К, при которой температурный порог смачивания также уменьшился до 400 град.

Заключение:

1. Плазменная очистка и/или предварительное покрытие литиефобных поверхностей тонкими пленками испаренного лития могут оказаться достаточно эффективными для существенного улучшения смачиваемости литием различных материалов.

2. В последнее время проявляется значительный интерес к исследованиям смачиваемости литием нового класса материалов – оксидов, нитридов и карбоната лития. Данные по краевым углам смачивания этих реактивов востребованы в аэрокосмической индустрии, алюминиевой промышленности, где карбонат лития является сырьевым продуктом для получения металла на этапе плавки и т. д.

3. Несмотря на значительные успехи, достигнутые в области исследований смачиваемости и взаимодействия в системах «жидкий литий - поверхность реакторной стали», ввиду сложности процессов, сопровождающих явление смачиваемости, остаются ряд не до конца решенных проблем как по теории, так и в плане практических исследований с использованием современных средств техники и технологии эксперимента.

- 
1. Вертков А.В., Люблинский И.Е. Опыт разработки жидкометаллических элементов, обращённых к плазме стационарного токамака ВАНТ. Сер. Термоядерный синтез. 2017. Т. 40. Вып. 3. С. 5–13.
  2. Алчагиров Б.Б., Хоконов Х.Б. // ТВТ. Теория и методы. 1994. Т. 32. Вып. 4. С. 590–626. ТВТ. Эксперимент. 1994. Т. 32. Вып. 5. С. 756–783.
  3. Nicolas Eustathopoulos Wetting by Liquid Metals-Application in Materials Processing: The Contribution of the Grenoble Group Metals. 2015. V. 5(1). P. 350–370.
  4. Wang J. et al. // Energy Storage Materials. 2018. V. 14. P. 345–350.
  5. Krat S. A. et al. Wetting properties of liquid lithium on lithium compounds // Fusion Engineering and Design. 2017. V. 117. P. 199–203.
  6. Fifis P. et al. // Fusion Engineering and Design. 2014. V. 89. №. 12. P. 2827–2832.