

Моделирование алюминотермической выплавки углеродсодержащих лигатур для титановых сплавов

© Чумарев^{1*} Владимир Михайлович, Удоева¹⁺ Людмила Юрьевна,
Ларионов¹ Алексей Валерьевич, Вохменцев² Сергей Анатольевич
и Таранов¹ Денис Васильевич

¹ Лаборатория пирометаллургии цветных металлов. Институт металлургии УрО РАН.
ул. Амундсена, 101. г. Екатеринбург, 620016. Свердловская область. Россия.

Тел.: (343) 232-90-18. E-mail: lyuid@yandex.ru

² ОАО “Уралредмет”. ул. Петрова, 2. г. Верхняя Пышма, 624092. Свердловская область. Россия.

Тел.: (34368) 9-20-12. E-mail: uralredmet@uralredmet.ru

*Ведущий направление; +Поддерживающий переписку

Ключевые слова: термодинамическое моделирование, алюминотермия, лигатура, алюминий, ванадий, молибден, ниобий, титан, углерод, фазообразование, карбиды.

Аннотация

В статье сообщаются результаты термодинамического моделирования выплавки лигатур Al-V-Ti-C (ABTU), Al-Mo-Ti-C (AMBТУ) и Al-Mo-Nb-Ti-C (AMHTУ) из алюминотермических шихт, содержащих соответствующий набор оксидов (V_2O_5 , MoO_3 , Nb_2O_5), элементные титан и углерод. Моделирование проведено на программном комплексе HSC 6.1 Chemistry. По материальным и тепловым балансам определены температуры плавки при условии «нулевых» теплопотерь, равновесные фазовые и элементные составы лигатур и шлаков, а также распределение углерода по карбидным фазам. Согласно результатам моделирования, термичность шихт позволяет развивать температуры выше 3100 °С, обеспечивая тем самым автогенность процесса и возможность выплавки лигатур внепечным способом.

В лигатуре ABТУ титан может присутствовать в основном в форме карбида TiC, ванадий – в форме алюминидов VAI_3 и V_3Al_2 . Ванадий в лигатуре AMBТУ представлен алюминидами, карбидами VC, V_2C и элементным ванадием. Основные титансодержащие фазы лигатуры AMBТУ – карбид TiC и алюминиды TiAl, $TiAl_3$. В лигатуре AMHTУ преобладают алюминиды Mo_3Al , $NbAl_3$ и TiAl, карбидная фаза состоит из TiC и Nb_2C .

В шлаках, образующихся при выплавке лигатур, преобладают Al_2O_3 (содержание превышает 70 % масс.) и алюминаты кальция $CaO \cdot 2Al_2O_3$, $CaO \cdot Al_2O_3$. Ванадий и титан в шлаках ABТУ и AMBТУ находятся в форме оксидов VO и TiO. В составе шлака от выплавки лигатуры AMHTУ вероятны оксиды TiO, Ti_2O_3 , TiO_2 , а также титанаты $CaO \cdot TiO_2$ и $Al_2O_3 \cdot TiO_2$. Переход титана в шлак AMHTУ не превысит 2.0% от его количества в шихте.

В работе приведены составы лигатур, рассчитанные по термодинамической модели и полученные экспериментально при плавке шихт в промышленных условиях. Отмечено хорошее согласование расчетного и экспериментального составов лигатурных сплавов. Сделан вывод о возможности применения метода термодинамического моделирования для прогнозной оценки алюминотермической выплавки карбидизированных лигатур на основе редких тугоплавких металлов.