

УДК 621.74.046
ЛИТЕЙНО-SHS-ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ
ИЗНОСОСТОЙКИХ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

О. А. ПЕЛИКАН, Д. В. ГЛУШКОВ, Е. А. РЕЙНТАЛЬ,
В. П. ЛИХОШВА, Л. М. КЛИМЕНКО

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины
Киев, Украина

В настоящее время в ряде отраслей промышленности (авиационной, металлургической, горнодобывающей, строительной и др.) существует огромная потребность в тонкостенных (толщина подложки до 5 мм) биметаллических пластинах «низкоуглеродистая сталь – износостойкий сплав». Получение таких изделий традиционными методами весьма затруднительно, что связано со сложностью обеспечения равномерного нагрева тонколистовой заготовки, ее деформацией в разогретом до высоких температур состоянии при перемещении в литейную форму, а также высокой скоростью охлаждения заготовки вследствие большой поверхности теплоотдачи при малом теплосодержании.

Наиболее перспективным направлением решения данной проблемы является использование тепла экзотермической SHS-реакции. Это позволяет осуществить равномерный нагрев твердой тонколистовой подложки до заданной температуры без ее деформации непосредственно в литейной форме.

В результате проведенных исследований определены основные технологические параметры, оказывающие влияние на процесс нагрева твердой подложки теплом экзотермической реакции: масса, степень уплотнения, состав экзотермической смеси, величина воздушного зазора между смесью и подложкой.

На основе результатов математического моделирования температурного поля металлической подложки, нагреваемой теплом экзотермической SHS-реакции, определены эффекты неравномерности ее пространственного нагрева, получены температурно-временные зависимости, необходимые для разработки технологического процесса изготовления тонкостенных биметаллических изделий.

Оптимизация технологических параметров нагрева тонкостенной металлической подложки неразрывно связана с управлением тепловыделением при стационарном SHS-процессе. Для этого необходимо определить способы влияния на такие параметры, как: количество тепловой энергии, выделяемой одним граммом экзотермической смеси; скорость распространения волны горения; площадь поверхности волны горения; молярная масса веществ, участвующих в реакции взаимодействия.



Волна горения имеет определенную протяженность и состоит из ряда зон: зона прогрева, зона реакции, зона догорания и зона вторичных физико-химических превращений, определяющих состав и структуру конечных продуктов.

На основании представления о равномерности скорости основных зон волны горения в стационарном режиме в привязке к технологическому процессу получения биметаллического литья литейно-SHS-методом экспериментально определена скорость волны горения для реакции ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al}$). Установлено, что энергоотдача и темп выделения энергии реакции ($3\text{TiO}_2 + 6\text{Al}$), по сравнению с предыдущей, значительно ниже. Однако данная реакция может протекать совместно с реакцией ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al}$) в одном реакторе, не нарушая протекание процесса обеих реакций, а только снижая общий темп выделения энергии. Следовательно, открывается возможность совместного использования этих реакций для поиска механизма управления скоростью течения реакции и темпом выделения тепловой энергии.

Таким образом, оптимизацию нагрева металлической подложки теплом реакции твердофазного горения при SHS-литейном процессе получения плоских биметаллических изделий необходимо проводить на основе: подбора соотношений компонентов химической реакции или несколько совместно протекающих реакций, обеспечивающих необходимую скорость волны горения и темп выделения тепловой энергии; учета объемных изменений компонентов реакции и воздуха в процессе химической реакции; выбора геометрии и объема камеры горения при разработке реактора СВС; механизма управления плотностью исходных компонентов реакции.

Определен способ инициализации химической реакции для стабильного развития и дальнейшего ее протекания в условиях стационарного процесса, а также места поджога и направление движения волны горения.

На основании обобщенных результатов выполненных исследований разработаны технологическая схема и рациональные режимы процесса получения тонкостенных биметаллических изделий литейно-SHS-методом. Установлено, что оптимальная температура нагрева стальной подложки составляет $(0,7...0,8)T_{\text{с.ст}}$. Для обеспечения указанной температуры масса экзотермической смеси должна составлять $0,8...1,2$ массы подложки. Определено, что оптимальная температура заливки расплава износостойкого чугуна на разогретую подложку составляет $(1,09...1,12)T_{\text{л.чуг}}$.

Разработаны технические рекомендации по использованию литейно-SHS-технологии в различных отраслях промышленности.

