

УДК 669.13 (03)

**О. И. Шинский, В. С. Дорошенко, П. Б. Калюжный**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев

### **КАК В ЧУГУННОЙ ИЛИ СТАЛЬНОЙ ОТЛИВКЕ ПОЛУЧИТЬ МАРТЕНСИТ ДЕФОРМАЦИИ, УПРОЧНЯЮЩИЙ ОТЛИВКУ ПРИ ЕЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Сплавы, образующие мартенсит деформации, можно отнести к адаптивным материалам, самопроизвольно реагирующим на внешние механические воздействия с изменением собственной структуры и характеристик. Образование в изделиях из чугуна или стали многофазной структуры с метастабильным остаточным аустени-том, испытывающим при нагрузке динамическое деформационное мартенситное превращение, как механизм упрочнения и адаптации материала ко внешним воздействиям, описано в т. ч. украинскими учеными Малиновым Л. С., Волощенко С. М., Неижко И. Г. и др. (обзор работ и рисунки схем трип-эффекта с образованием мартенсита деформации приведены в статье [1]).

Сегодня в мире отливки из стали составляют 10% от общей массы, а из чугуна - 70%. На примере из диссертации д. т. н. Волощенко С. М., при закалке отливок из высокопрочного чугуна (ВЧ) с изотермической выдержкой в течение 1, 2 и 3 часа получено в структуре отливок, соответственно, 35, 31 и 27 % остаточного аустенита, а пластическая деформация отливки приводила к распаду примерно 1/5 от начального количества остаточного аустенита с формированием мартенсита, упрочняющего деформированный слой металла.

В целях получения изотермически закаленной отливки из чугуна или стали с остаточным аустени-том для превращения его в мартенсит деформации нашим институтом получено ряд указанных ниже патентов Украины по совершенствованию литейного процесса. Как базовый использован способ литья по газифицируемым моделям (ЛГМ) в вакуумируемой форме из песка (без связующего), сыпучесть которого после снятия вакуума позволяет быструю выбивку из формы горячей отливки и ступенчатое ее охлаждения (СО) подобно изотермической закалке для получения, в частности ВЧ, с бейнитной структурой и остаточным аустени-том (пат. UA 23731, 2018). В варианте этого способа СО изотермическую выдержку выполняют в нагретом песке, засыпая им отливку из черных сплавов в таком же контейнере, как и при формовке модели. Также при СО чугунную или стальную отливку могут засыпать

нагретыми пропантами повышенной «текучести», в т. ч. используя вибрацию или псевдооживление сыпучего материала (пат. UA 131581, 2019). Для удобства извлечения из сыпучего песка формы мелких горячих отливок в контейнерную опоку помещают сетчатую корзину, в которой после формовки, заливки и затвердевания отливок вынимают их из песчаной формы, и в этой корзине проводят СО отливок подобно изотермической закалке, минуя перлитное превращение в их металле и получая в нем остаточный аустенит (пат. UA 131907, 2019). Для достижения в отливке требуемого количества остаточного аустенита (парамагнитной фазы) при СО используют магнитный датчик (по методу магнитной ферритометрии), подающий сигнал об окончании цикла СО (пат. UA 131968, 2019). При СО этап закалки отливки из аустенитного состояния в литейной форме предложен методом псевдооживления ее песка в этой форме, адаптированным Калюжным П. Б. (пат. UA 133701, 2019). Для механизации и автоматизации ЛГМ-процесса с СО отливок для получения в них остаточного аустенита разработаны концепции литейного (пат. UA 140588, 2020) и роторно-конвейерного (пат. UA 137850, 2019) комплексов, а также для Укроборонпрома - способы литья боеприпасов (пат. UA 139559, 2020) и легковесных броне-преград (пат. UA 139560, 2020) [1]. Известно, что мартенсит деформации, упрочняя металл при импульсном разрушении, повышает эксплуатационные свойства как корпусов боеприпасов, так и преград [1]. Также нами предложены способы производства ВЧ (пат. UA 131906, 2019 и 139557, 2020), контроля жидкого (пат. UA 112646, 2016 и 131912, 2019) и твердого металла (для ВЧ - пат. UA 131910, 2019), способы ротационной обработки жидкого металла (пат. UA 131909, 2019) и фильтры для него (пат. UA 141852, 2020). Итак, встроив изотермическую закалку в процесс литья и назвав этот этап ступенчатым охлаждением (СО) отливки, вместо того, чтобы отливка в это время традиционно охлаждалась бы в песчаной форме, мы получаем метод литья изотермически закаленных чугуновых и стальных заготовок с остаточным аустенитом, способным к образованию мартенсита деформации.

### Список литературы

1. *Дорошенко В. С.* О литье защитных и износостойких конструкций из изотермически закаленного высокопрочного чугуна // Литейное производство. – 2020. - №5. - С. 28-31.