

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИСПЕРСНОГО УПРОЧНЕНИЯ ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫХ РАСПЛАВОВ НА ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ К ЛОКАЛЬНЫМ УДАРНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

Седухин В.В.<sup>1</sup>, Чуманов И.В.<sup>2</sup>

- <sup>1</sup>) ФГАОУ ВО "Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)", г. Челябинск, Россия
- <sup>2</sup>) ФГАОУ ВО "Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)", филиал в г. Златоусте, г. Златоуст, Россия  
E-mail: wadik\_zlat@mail.ru

## INVESTIGATION OF THE EFFECT OF DISPERSION STRENGTHENING OF IRON-CARBON MELTS ON THEIR RESISTANCE TO LOCAL IMPACT

Sedukhin V.V.<sup>1</sup>, Chumanov I.V.<sup>2</sup>

- <sup>1</sup>) FSAEI HE "South Ural State University (national research university)", Chelyabinsk, Russia
- <sup>2</sup>) FSAEI HE "South Ural State University (national research university)", branch in Zlatoust, Zlatoust, Russia

A technological method for obtaining metallic materials by disperse hardening of a crystallizing melt with tungsten carbide microparticles is presented, which makes it possible to produce materials with increased resistance to local impacts with a stable type of destruction.

Одной из важнейших задач в металлургии и машиностроении является разработка новых материалов и их внедрение, а также материалосберегающих технологий. В настоящее время все шире используются микро- и нанокompозитные материалы. К наноматериалам относятся материалы, содержащие структурные элементы, не превышающие 100 мкм хотя бы в одном измерении и обладающие качественно новыми свойствами: функциональными и эксплуатационными. Перспективным направлением в производстве композиционных материалов с высокими механическими характеристиками может быть диспергирование частиц карбидов, оксидов или нитридов в металлы [1, 2].

На примере стали марки 1020 исследовано влияние на прочностные характеристики введения в кристаллизующийся расплав при разливке стали на установке центробежного литья микрочастиц карбида вольфрама. Введенные частицы служат центрами кристаллизации, ускоряют процесс кристаллизации, измельчают зерно и повышают механические свойства. Кроме того, частицы карбида вольфрама обладают высокой твердостью; поэтому в конструкции заготовок они служат армирующими элементами, укрепляющими конструкцию. Также для придания опытным образцам необходимой конфигурации ковку отливок проводили по предложенной авторами схеме.

Образцы получали плавлением в индукционной печи, затем литьем в установке центробежного литья горизонтального типа со скоростью вращения изложницы 730 об./мин. Разливка осуществлялась в течение 10-12 секунд. Температура металла при разливке составляла 1580 °С. Дисперсные частицы вводили с помощью дозатора шнекового типа. Размер частиц составлял 1-3 мкм. Всего было получено 2 отливки с различной концентрацией армирующих частиц. Отливка 1 - эталон, без введения дисперсных частиц; отливка 2 - с концентрацией армирующих частиц  $WC = 0,1$  мас. % Полученные отливки имели следующие размеры: наружный диаметр 185 мм, внутренний диаметр 145 мм, длина 180 мм (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид полученных образцов

После литья образцы подвергались деформации (ковке) при температуре 800 °С.

После деформации производилось исследование микроструктуры полученных образцов, а также их последующая термическая обработка, заключающаяся в нормализации при температуре 850-870 °С.

Испытания на сопротивление локальным ударным воздействиям проводились в лаборатории, где стальные шарики диаметром 6 мм и массой 1,05 г могут разгоняться до скоростей более 600 м/с [3].

При сравнении остаточной скорости (скорости вылетающей пробки) со скоростями ударника 700-900 м/с в случае пластины, имеющей армирующие частицы, этот показатель ниже, что свидетельствует о повышении баллистической стойкости данного типа материала, а устойчивость к локальным ударным воздействиям повышается. Таким образом, образец, насыщенный тугоплавкими микрочастицами карбида вольфрама, имеет более высокие характеристики твердости и устойчивости к локальным ударам с устойчивым откольным типом разрушения по сравнению с образцом из обычной стали марки 1020.

---

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-33-90101.*

1. Chumanov V.I., Chumanov I.V., Anikeev A.N. et.al. Hardening of the surface layers of a hollow billet formed by centrifugal casting, Russian Metallurgy (Metally), 2010 (12), 1125-1128 (2010)
2. Komshukov V.P., Cherepanov A.N., Protopopov E.V. et al. Influence of nanopowder modification of metal on the quality of continuous-cast bar, Steel in Translation, 40(8), 717–722 (2010)
3. Sapozhnikov S., Ignatova A. Experimental and theoretical investigation of deformation and fracture of subcutaneous fat under compression, Mechanics of Composite Materials, 48(6), 649-654 (2013)