

Савченков Борис Васильевич, к.т.н., профессор,
Цыбульский Вадим Анатольевич, к.т.н., доцент, tsybulsky@ukr.net
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет,
Леоненко Александр Николаевич, к.т.н., доцент
ХУПС им. И. Кожедуба

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЧУГУНА

В настоящее время широкое распространение на практике получили, так называемые, комбинированные методы упрочняющей обработки сталей и сплавов на их основе, совмещающие термическое воздействие на металл с его пластической деформацией. Такая обработка получила название термомеханической обработки (ТМО). В работах отечественных и зарубежных ученых [1] отражен обширный теоретический и экспериментальный материал, касающийся применения ТМО для деформируемых сплавов. Однако до сих пор не дан четкий ответ на вопрос о возможности и целесообразности применения ТМО для тех элементов машин, которые выполнены из железоуглеродистых сплавов с содержанием углерода более 2,0 %. В единичных работах, например, [2] отмечается, что ТМО положительно влияет на внешний вид поверхности чугуновой детали; изучение макро- и микроструктуры образцов показало, что они претерпели определенные изменения соответственно изменениям режимов наплавки и термомеханической обработки. Констатируется, что деформирование аустенита и последующее термическое упрочнение при ТМО позволяют значительно измельчить и выровнять структуру наплавленного металла и повысить микротвердость поверхности. В отношении пластичности высказано предположение, что она, видимо, тоже повышается. Однако совершенно ничего не сказано в отношении того, как влияет данная обработка на такое важное эксплуатационное свойство материала как износостойкость.

Поэтому целью нашей работы было исследование возможности и целесообразности применения ТМО для изделий из чугуна, работающих в условиях трения и изнашивания.

В качестве исследуемых материалов были взяты специальный легированный чугун (используется для изготовления гильз цилиндров двигателей ЯМЗ и КамАЗ) и, параллельно, металл, наплавленный самозащитной порошковой проволокой марки ПП-АН125 на образцы из стали Ст. 5. Их химический состав приведен в табл. 1 и 2.

Таблица 1 – Химический состав специального чугуна, %

C	Si	Mn	Cr	Cu	Ni	Ti	S	P
3,2	2,1	0,9	0,3	0,4	0,4	≤0,8	≤0,12	≤0,20

Таблица 2 – Химический состав наплавленного металла, %

C	Cr	Mn	Si	Ti	B	S	P
2,1	16	0,92	1,50	0,34	0,70	0,005	0,008

Пластическая деформация поверхностей чугунных образцов осуществлялась после их предварительного нагрева до оптимальной температуры. Усилия прокатки при этом менялись от 5,0 до 6,0 кН.

Упрочнение ТМО поверхности, наплавленной порошковой проволокой ПП-АН125, выполнялось при совмещении в одной технологической схеме с процессом нанесения расплавленного металла.

После исследования износостойкости образцов на машине трения типа МИ-1М (по схеме «ролик – колодочка»), проводилась соответствующая обработка полученной информации и на ее основе строились математические модели, позволившие установить оптимальные значения режимных параметров ТМО.

Для чугуна оптимальным оказался режим: температура деформирования $T_d = 870$ °С, степень деформации $\lambda = 17$ %, температура отпуска $T_{отп} = 200$ °С.

Для наплавленного металла (режим наплавки: сила тока $I_{св} = 270$ А, напряжение дуги $U_d = 27$ В) оптимальный режим: температура деформирования $T_d = 960$ °С, степень деформации $\lambda = 10$ %.

Основные значения характеристик механических свойств материалов после ТМО следующие:

– для чугуна: твердость 44–47 HRC, пластичность $\delta_{5B} = 9,73$ % (определялась косвенным методом по методике, изложенной в РД 50-460-84);

– для наплавленного металла: твердость 55–57 HRC, пластичность $\delta_{5B} = 5,72$ %.

При этом нами отмечалось значительное повышение стабильности механических свойств. Так, для чугуна коэффициент вариации для твердости снизился в 1,6–1,7 раза, для пластичности в 1,8–2,3 раза в сравнении с закалкой материала ТВЧ; для наплавленного металла – для твердости в 1,8–2,0 раза, для пластичности в 1,7–1,9 раза в сравнении с исходным металлом, наплавленным на тех же режимах наплавки.

Изменения механических свойств материалов привели к заметному увеличению износостойкости: для чугунных образцов на 18–22 %, для наплавленных образцов на 25–35 % по сравнению с исходным состоянием без ТМО.

Таким образом, проведенные нами исследования дают основания утверждать, что чугун, как и сталь, является материалом чувствительным к ТМО, которую целесообразно применять для упрочнения и чугунных изделий, и наплавленного металла.

Литература

1. Берштейн М.Л. Термомеханическая обработка металлов и сплавов / М.Л. Берштейн – М.: Металлургия, 1968. – 1170 с.

2. Татаринцев М.И. К вопросу исследования восстановления чугунных деталей наплавкой с термомеханическим упрочнением / М.И. Татаринцев, А.И. Сидашенко // Ремонт машин и технология металлов: Сб. науч. трудов. – Т. XII. – Выпуск 4. – Ч. II. – М., 1975. – С. 44–49