

РАЗДЕЛ IV ОБОРУДОВАНИЕ И ОСНАСТКА ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ

УДК 621.791.45

Бережная Е. В.
Иванов А. А.

УПРОЧНЕНИЕ ШТАМПОВ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫМ СПОСОБОМ

Одним из основных путей повышения надежности и долговечности деталей штампового оборудования является нанесение на рабочую поверхность износостойких покрытий [1]. Упрочнение деталей путем нанесения покрытий, в частности электроконтактной наплавкой порошковыми лентами, позволяет повысить ресурс работы оборудования при одновременном снижении расхода дорогостоящих легированных сталей [2, 3]. Для установления принципиальной возможности получения качественного слоя при электроконтактной наплавке порошковыми лентами были проведены предварительные исследования на модельных составах.

Цель работы – исследование формирования наплавленного слоя при электроконтактном упрочнении поверхности штампов холодной штамповки порошковыми лентами.

В качестве оболочки использовали ленту марки 08кп (ГОСТ 19904-74). В качестве шихты сердечника применяли металлические порошки, полученные путем переплавки Fe-порошка ПЖ1М (ГОСТ 9849-72), отличающиеся друг от друга содержанием в них углерода, равного в каждой смеси последовательно 1,0 % (состав А); 1,5 % (состав В). Наплавку производили на режимах, поддерживающих постоянными параметры термического цикла нагрева, в частности таких, как максимальная температура нагрева и время ее достижения. Цикл наплавки включал следующие операции: опускание формирующего электрода и формирование наплаваемого слоя из экспериментальных порошковых лент (ширина 20 мм, толщина 1,8 мм, $K_3 = 35-38$) на отдельном участке, размеры которого определяются размерами электрода; нагрев материала сердечника порошковой ленты ($I_{св} = 10-12$ кА, $P = 1,1-2,3$ кН) до температуры сплавообразования; выдержка при ней, охлаждение наплавленного участка с последующей электротермообработкой для исключения необходимости последующей печной термообработки. Температуру измеряли платино-платинородиевой термопарой. Горячий спай термопары располагали в центральной части порошковой ленты. Запись основных параметров термических циклов нагрева материала показала их хорошую воспроизводимость: отклонение максимальной температуры нагрева от заданной не превышала ± 15 °С. Оценку качества наплавки осуществляли на контрольных образцах путем проведения металлографических исследований. Образцы состава А после наплавки (рис. 1, а) имеют феррито-перлитную структуру, перлит – пластинчатый.

Графит – в виде мелких включений, неопределенной формы. Микротвердость перлита – 2900 МПа, феррита – 2230–2540 МПа. При электротермообработке вплоть до 600 °С (рис. 1, б, рис. 2) структура аналогична.

При электротермообработке до 800 °С (рис. 3, а) перлит – зернистый, структурные составляющие распределены равномерно, графит – в виде мелких включений неопределенной формы, микротвердость – 1700–1770 МПа. При нагреве до температуры 900 °С (рис. 3, б) появляются отдельные перлитные зерна, графит в виде мелких включений неопределенной формы, микротвердость – 2290–2390 МПа. При нагреве до температуры 1000 °С (рис. 4, а) структура не

изменяется, а микротвердость составляет 2390–2540 МПа. При нагреве до 1300 °С (рис. 4, б) структура становится перлитно-ферритной, графитовые включения имеют неопределенную форму, микротвердость составляет 1420–1700 МПа.

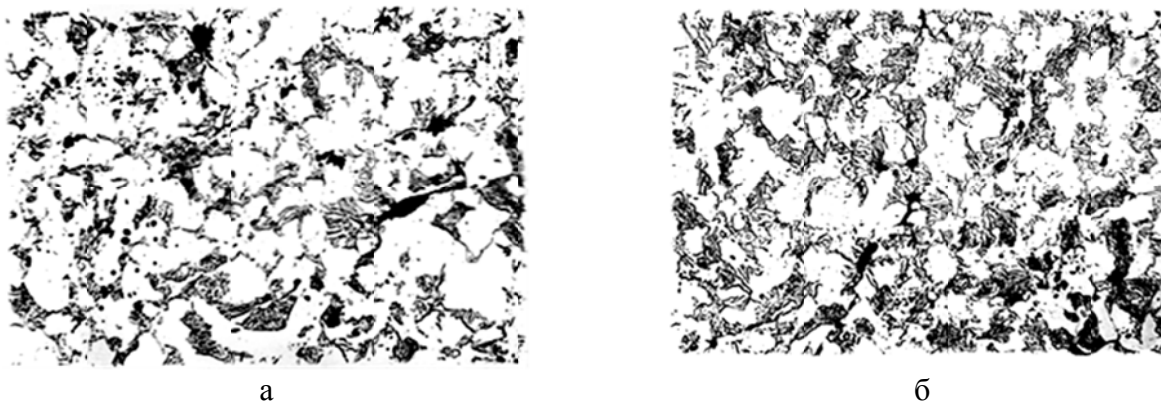


Рис. 1. Микроструктуры образцов, содержащих 1,0 % С, после наплавки (а) и после электротермообработки при температуре 400 °С (б) ($\times 300$)

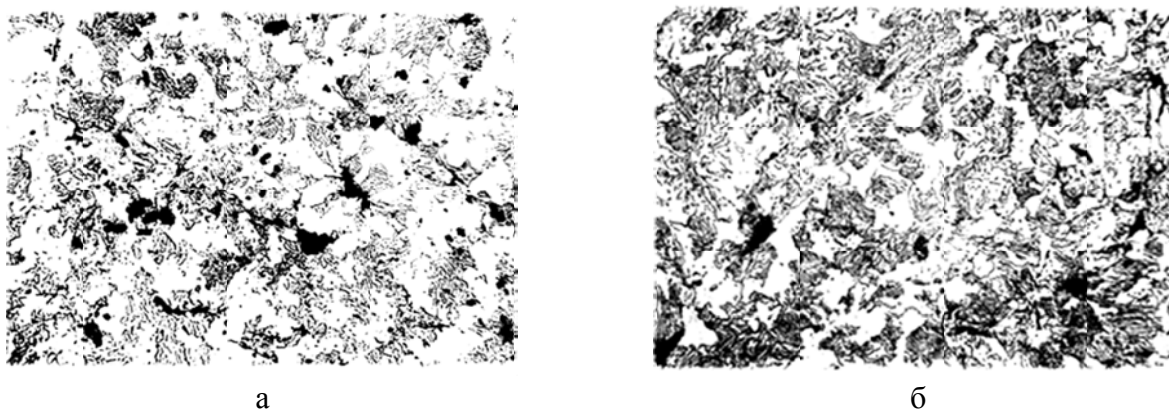


Рис. 2. Микроструктуры образцов, содержащих 1,0 % С, после электротермообработки при температуре 500 °С (а), 600 °С (б), ($\times 300$)

Образцы после наплавки составом В (рис. 5, а) имеют феррито-перлитную структуру, перлит – пластинчатый, графит – в виде мелких включений неопределенной формы. Подобную структуру имеют наплавки после электротермообработки до 400 и 600 °С. При нагреве до 900 °С (рис. 5, в) появляются отдельные перлитные зерна, а при электротермообработке до 1000 °С имеются отдельные перлитные зерна, графит – в виде мелких включений неопределенной формы, зерно соответствует 7–8 баллу.

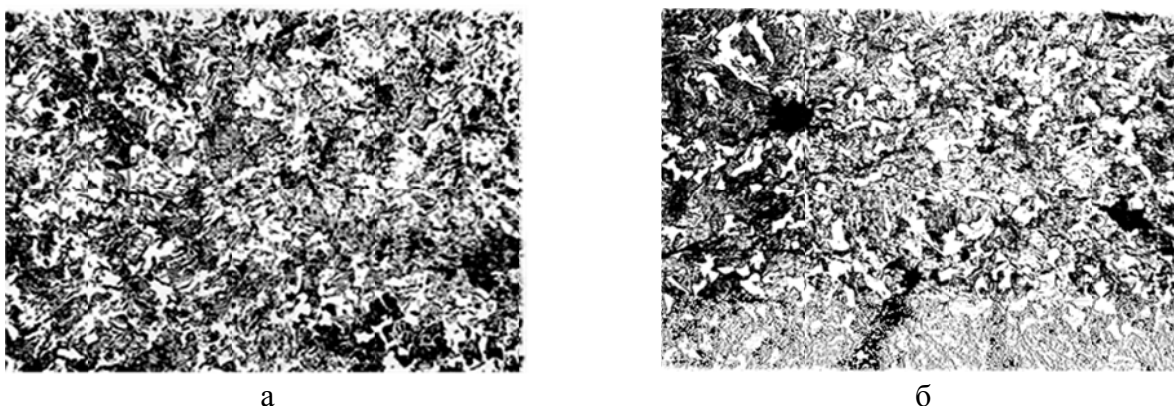


Рис. 3. Микроструктуры образцов, содержащих 1,0 % С, после электротермообработки при температуре 800 °С (а), 900 °С (б) ($\times 300$)

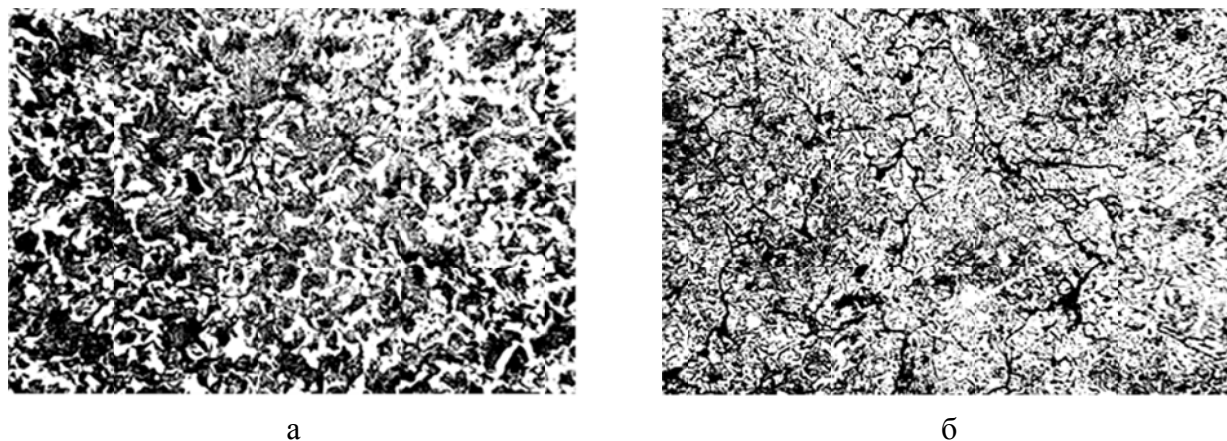


Рис. 4. Микроструктуры образцов, содержащих 1,0 % С, после электротермообработки при температуре 1000 °С (а) и 1300 °С (б), ($\times 300$)

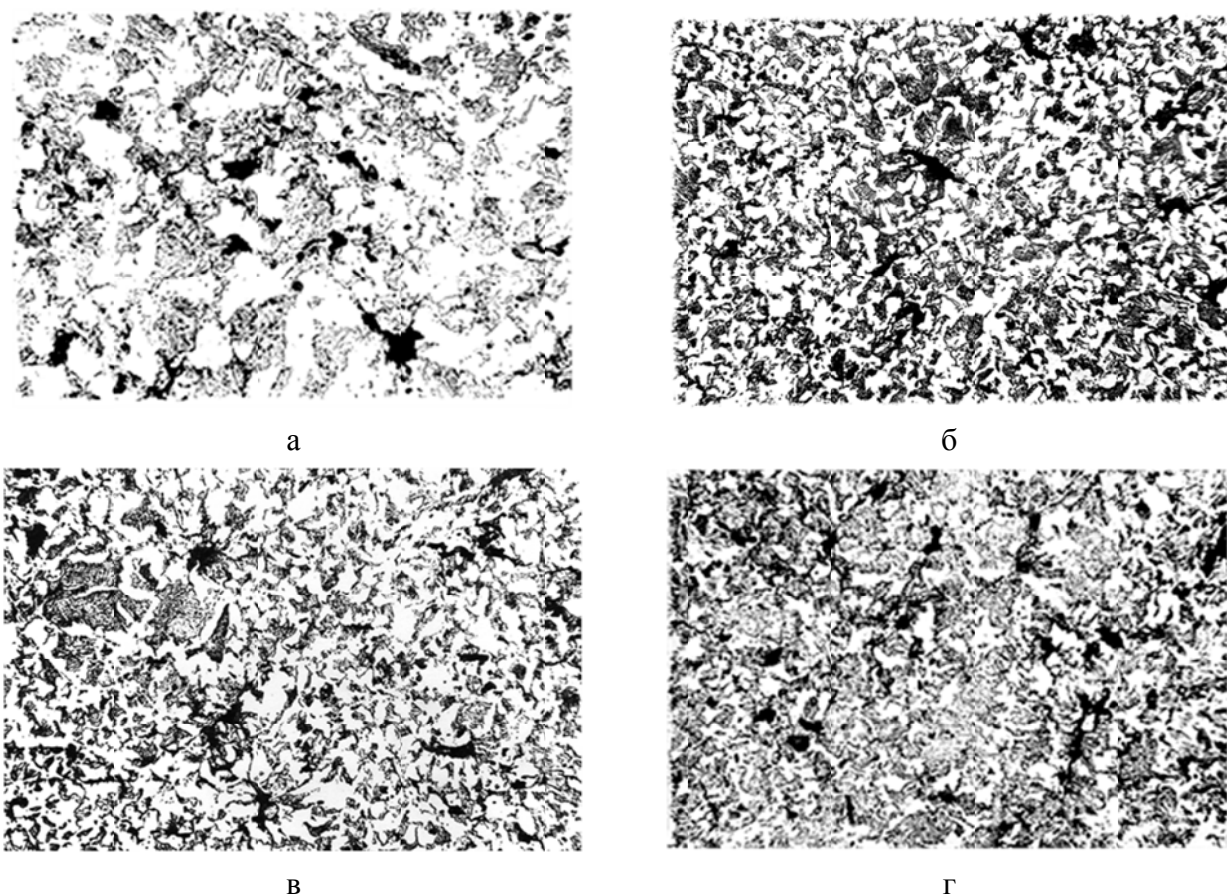


Рис. 5. Микроструктуры образцов, содержащих 1,5 % С, после наплавки (а) и после электротермообработки при температуре 800 °С (б), 900 °С (в), 1000 °С (г), ($\times 300$)

Образцы, наплавленные порошковой лентой состава В на двухимпульсном режиме (время одного импульса наплавки 2,12 с), (рис. 6, а) имеют перлитную структуру. Перлит – мелкопластинчатый, наблюдаются единичные мелкие участки феррита. Графит – пластинчатый, расположен как в виде отдельных скоплений, так и отдельными пластинками. Твердость 109–112 НВ. По границам зерен неметаллические включения, которые попадают в расплав с оболочки порошковой ленты. При электротермообработке до 600 °С (рис. 6, б) структура перлитная, перлит – пластинчатый, единичные мелкие участки феррита. Графит – пластинчатый. Микротвердость перлита 2600–3300 МПа.

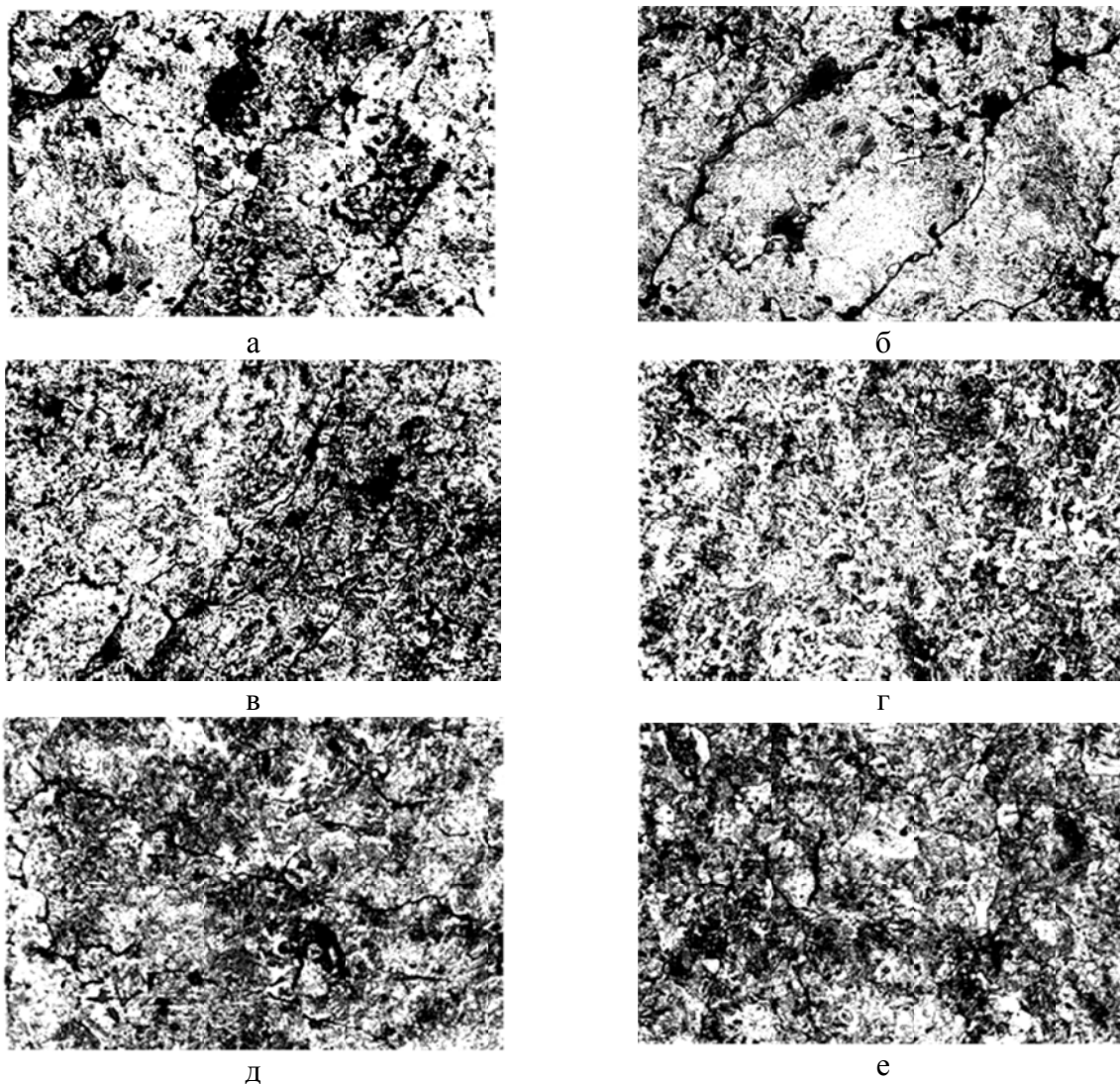


Рис. 6. Микроструктуры образцов, содержащих 1,5 % С, после двухимпульсной наплавки (а) и после электротермообработки при температуре 600 °С (б), 800 °С (в), 900 °С (г), 1000 °С (д) и 1300 °С (е) ($\times 300$)

При нагреве до температуры 800 °С (рис. 6, в) перлит – мелкопластинчатый, на отдельных участках зернистый. Графит – пластинчатый. Твердость 95 НВ. Микротвердость перлита – 2100–2500 МПа. При нагреве до 900 °С (рис. 6, г) наблюдается перлитно-ферритная структура. Перлит – зернистый, ферритные участки образуются по границам зерен. Графит – пластинчатый. Микротвердость перлита составляет 2330–2540 МПа, а феррита – 2190–2240 МПа. При нагреве до 1000 °С (рис. 6, д) структура – перлитно-ферритная. Перлит – мелкопластинчатый. Ферритные участки расположены по границам зерен. Графит – пластинчатый. Микротвердость перлита 2610–2650 МПа, феррита – 2200–2240 МПа, по границам зерен имеются неметаллические включения. При нагреве до 1300 °С (рис. 6, е) структура перлитно-ферритная, перлит – пластинчатый, ферритные участки расположены по границам зерен, графит – пластинчатый. Твердость – 116–146 НВ. По границам зерен наблюдаются неметаллические включения. Таким образом, металлографический анализ показал, что наплавки (рис. 1, а) и (рис. 5, а) имеют практически одинаковую структуру металлической основы. Слой, наплавленный составом В, содержит и большее количество свободного графита в наплавке. Наплавка (рис. 6, а), несмотря на то, что шихтовой состав содержит также 1,5 % С, имеет перлитную вместо феррито-перлитной структуры. Это объясняется тем, что наплавку производили в двухимпульсном режиме. Поэтому в его структуре меньше свободного графита. Под действием высоких температур (выше 800 °С) в структуре наблюдается увеличение количества перлита, которое приводит к повышению твердости. Кроме того,

имеет место некоторое уменьшение величины зерна. При нагреве выше 1100 °С вместе с тем, что происходит дальнейшее увеличение количества перлита, наблюдается некоторый рост величины зерна. Металлографический анализ зоны термического влияния (рис. 7) показал ее незначительные размеры при наличии узкой обезуглероженной зоны.

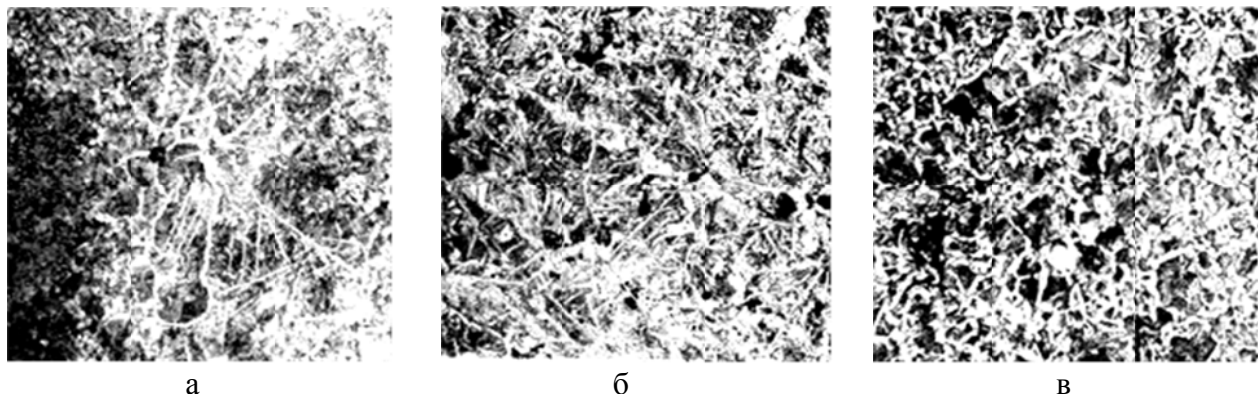


Рис. 7. Микроструктура зоны сплавления с основным металлом

При наплавке порошковой лентой состава А (рис. 7, а) структура перлитная, имеются отдельные иглы цементита. Микротвердость 3660–3780 МПа. При наплавке лентой состава В (рис. 5, б) структура перлитная, отдельные иглы цементита. Микротвердость 3860–3940 МПа. При наплавке той же лентой, но на двухимпульсном режиме (рис. 7, в) структура феррито-перлитная, микротвердость 1700–1770 МПа.

ВЫВОДЫ

Установлено, что влияние углерода на свойства наплавленного слоя на железной основе подчиняется общим закономерностям железоуглеродистых литых сплавов. Однако высокодисперсные порошки на основе Fe не независимо от способа получения требуют защиты от воздействия внешней среды. Их повышенная активность связана с большой удельной поверхностью, значительным количеством точечных дефектов, дислокации кристаллической решетки, что стимулирует химическое взаимодействие с активными элементами, к которым они имеют химическое сродство, в частности с кислородом. Это затрудняет их использование в высокотемпературных технологиях. Проведенные эксперименты показали самое общее, преимущественно качественное представление о механизме сплавообразования при электроконтактной наплавке порошковой лентой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заблоцкий В. К. Особенности износа комплексных В-Сr-Al покрытий на углеродистых сталях / В. К. Заблоцкий, Ю. Г. Дьяченко // *Восточноевропейский журнал передовых технологий*. – 2006. – № 4/1 (22). – С. 59–62.
2. Когаев В. П. Прочность и износостойкость деталей машин / В. П. Когаев, Ю. Н. Дроздов. – М. : Высшая школа, 1991. – 319 с.
3. Зміцнення деталей машин та інструменту наплавленням робочого шару з регламентованим розподілом властивостей / С. В. Гулаков, І. С. Псарьова, О. О. Лаврентік, С. В. Щербаков // *Машинознавство*. – 2001. – № 7. – С.45–48.

Бережная Е. В. – канд. техн. наук, ассистент кафедры ОиТСП ДГМА;

Иванов А. А. – ассистент кафедры АММ ДГМА.

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

E-mail: amm@dgma.donetsk.ua

Статья поступила в редакцию 20.12.2011 г.