

структуру цинка с целью улучшения его свойств. Так при РКУП с УЗК наблюдается повышение механических свойств цинка при сохранении высоких пластических свойств. Использование ультразвуковых колебаний в процессе РКУП изменяет саму кинетику процесса, так и свойства металла при формировании в нем ультрамелкозернистой структуры, что позволяет реализовать сочетание прочности и пластичности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Valiev, R. Nanostructuring of Metals by Severe Plastic Deformation for Advanced Properties / R. Valiev. Nature Materials. – 2004. – Vol. 3. – P. 511–516.
2. Формирование субмикрoзернистой структуры в меди и никеле с использованием интенсивного сдвигового деформирования / Н. А. Ахмадеев. [и др.] // Металлы. – 1992. – Т. 5. – С. 96–101.
3. Effects of High Shearing stress combined with High Hydrostatic Pressure / P. W. Bridgman // Physical Review. – 1935. – Vol. – 48. – P.–825.
4. Валиев, Р. З. Объёмные наноструктурные металлические материалы: получение, структура и свойства / Р. З. Валиев, И. В. Александров. – М. : Академкн., 2007. – 397 с.
5. Клубович, В. В. Ультразвук и пластичность / В. В. Клубович, А. В. Степаненко. – Минск: Наука и техника, 1976. – 446 с.
6. Шилин, А. Д. Ультразвуковая механоактивация порошковых материалов / А. Д. Шилин, В. В. Рубаник, В. В. Рубаник (мл.) // Перспективные материалы и технологии / Под. ред. В. В. Клубовича – Витебск : Изд-во УО «ВГТУ», 2013. – Гл. 30. – С. 630–651.
7. Djavanroodi, F. Experimental investigation of ultrasonic assisted equal channel angular pressing process/ F. Djavanroodi, H. Ahmadian, R. Naseri, K. Koohkan, M. Ebrahimi // Archives of Civil and Mechanical Engineering. – May 2016. – Volume 16. – Issue 3. – P. 249–255.

УДК 631.31

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА ЛЕМЕХОВ ПЛУГА ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

*Хвисевич В. М.¹, Парфиевич А. Н.¹, Веремейчик А. И.¹, Савчук С. В.¹,
Башуцкая С. М.²*

1) Брестский государственный технический университет,

г. Брест, Республика Беларусь

2) ОАО «Брестгазоаппарат»,

г. Брест, Республика Беларусь

Введение

В сельскохозяйственном производстве Республики Беларусь ежегодно возделывается около 9 млн га посевных площадей. Для выполнения технологического процесса необходимо производить различные виды механической обработки почвы: вспашку, глубокое рыхление, культивацию, фрезерование, боро-

нование и др., основной из которых, как известно, является вспашка. В общих затратах энергии при возделывании сельскохозяйственных культур доля вспашки составляет более 35 % [1]. При проведении таких технологических операций в сельскохозяйственном производстве широко используются представляющие собой плоские элементы в виде рабочих органов почвообрабатывающих машин (лемеха плугов, полевые доски, отвалы корпусов плугов). Эти детали работают в условиях повышенного абразивного изнашивания и значительных статических и динамических нагрузок. Ресурс работы таких рабочих органов плугов, как лемеха, в значительной степени определяет производительность и агротехнические сроки производства работ. В результате эти детали должны обладать высокой прочностью и износостойкостью, так как при непрерывном контакте с почвой происходит затупление режущей части лемеха и изменение его формы, уменьшение размеров и потеря массы.

В процессе эксплуатации лемехов «VULCAN» (производитель Chapmans Ltd (Великобритания)) и «BELLOTA» (BELLOTA AGRISOLUTIONS, S.L.U, Испания) в ОАО «Остромечеве» установлено, что срок их эксплуатации ограничен 10–12 га вспашки, что свидетельствует о незначительном объеме производства работ.

Исследования проведены с целью повышения ресурса работы лемехов для наиболее часто используемых на сельскохозяйственных предприятиях двух видов лемехов «VULCAN» и «BELLOTA».

а)



б)



*а – состояние при поставке; б – изношенное состояние
Рисунок 1 – Общий вид лемеха «VULCAN»*



Рисунок 2 – Общий вид лемеха «BELLOTA»

Основная часть

Из литературных источников [1–4] известно, что для увеличения срока службы лемехов существуют различные способы, например, такие как наплавка, механическая обработка, выполнение технологических отверстий, различные виды термообработки, которые часто используются для решения этой проблемы. С целью установления вида термообработки проведено исследование химического состава и микротвердости сталей, из которых изготовлены лемеха. Исследования проводились совместно с аккредитованным испытательным центром бытовой техники белорусско-российского СП ОАО «Брестгазоаппарат».

1. Анализ лемеха «VULCAN»

Результаты исследований микроструктуры и микротвердости показали:

- что твёрдость поверхностного обезуглероженного слоя по толщине составляет $(139 \div 183) \text{HV}_{0,1}$;
- твёрдость центральной части по толщине: до $474 \text{HV}_{0,1} \sim 46 \text{HRC}$;
- глубина обезуглероженного слоя $(70,8 \dots 587) \text{ мкм}$.

Многоструктурным анализом (травление 4 % HNO_3) на поверхности обнаружен обезуглероженный слой и строчечная структура: полосы феррита (Φ) чередуются с полосами перлита (Π) (рисунок 3). Обезуглероживание поверхности и строчечность являются крупнейшим пороком микроструктуры.

Также в поверхностном слое и на поверхности обнаружены неметаллические включения (неМе).

Особенно вредна строчечность связанная с неМе включениями. неМе включения опасны тем, что около них происходит концентрация напряжений и начинается разрушение материала.

Выписанные в протоколе результаты анализа содержания C и S получены на анализаторе углерода и при смещении стружки (стружка была насверлена с центральной части по толщине) – объемный анализ.

Дополнительно на эмиссионном спектрометре ARL – 3460 было проверено содержание C и S на поверхности лемеха. Оно составило 0,15 % C , что подтверждает наличие обезуглероженности на поверхности.

Быстрый износ лемеха происходит из-за брака материала – мягкий обезуглероженный слой.

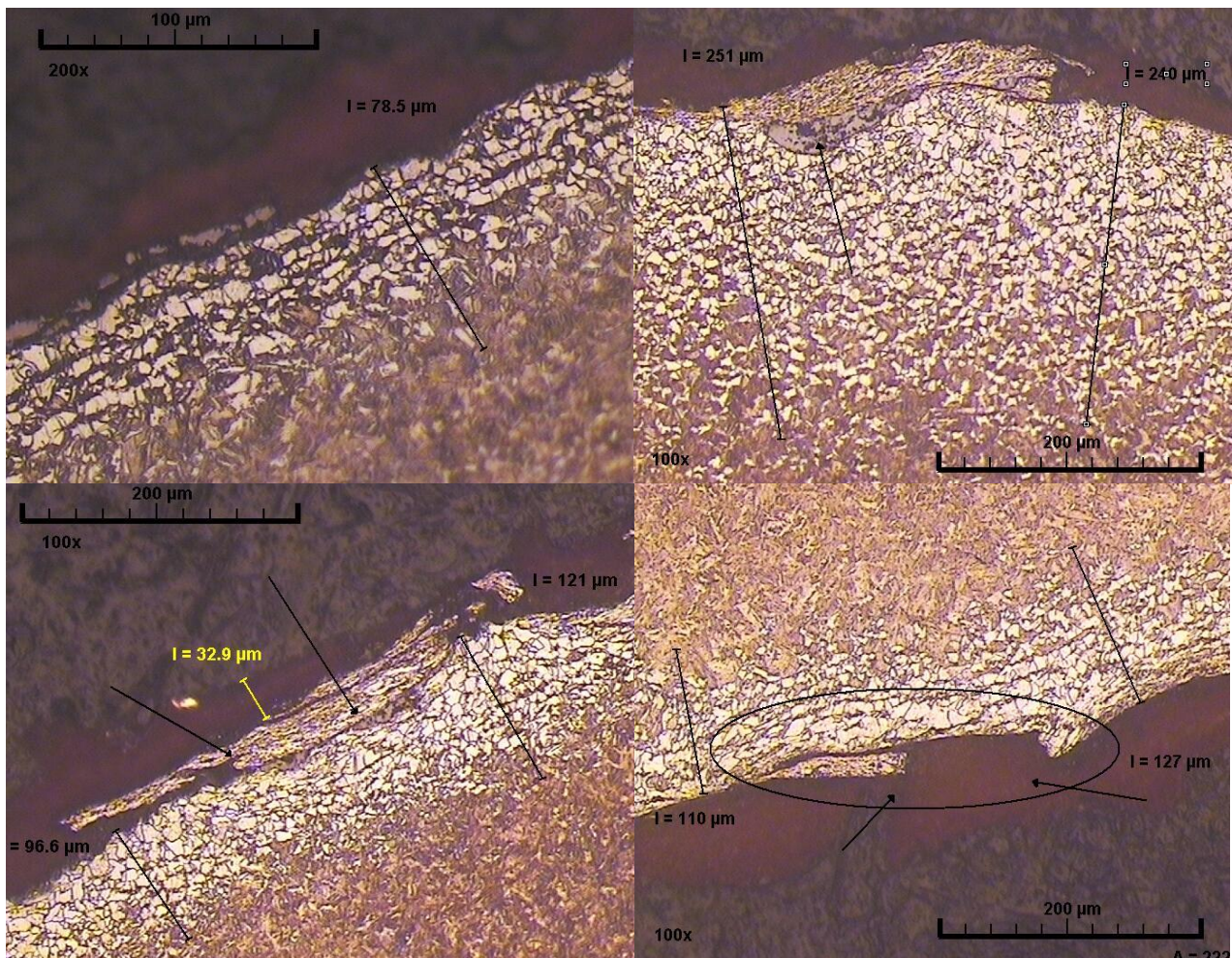


Рисунок 3 – Микроструктура стали лемеха «VULCAN»

2. Анализ лемеха «BELLOTA»

По результатам анализа материала лемеха «BELLOTA» установлено:

- что твёрдость поверхностного слоя 179 HV_{0,1};
- твёрдость центральной части 550 HV_{0,1} ~ 50 HRC;
- глубина крупнозернистого слоя (31,3...85,2) мкм.

Микроструктурным анализом на поверхности обнаружена крупнозернистая структура (рисунок 4). Феррит в микроструктуре располагается не только по границам крупных зёрен, но и по кристаллографическим плоскостям самих зёрен. Видманштеттенова структура характерна весьма низкими механическими свойствами, образуется при перегреве стали или при медленном охлаждении стального литья. Видманштеттенова структура – неисправимый брак.

Дополнительно на спектрометре ARL – 3460 было проверено содержание углерода на поверхности, оно составило 0,24 %.

По химическому составу материал лемеха «BELLOTA» соответствует стали 30Г, ГОСТ 1050 – 2013. Содержание углерода согласно ГОСТ 1050 составляет (0,27 – 0,35) % ÷ 0,01 %, т. е. можно сказать о незначительном обезуглероживании. По данным [6], материал лемеха «BELLOTA» должна быть высокопрочная борированная сталь 28MnB5, но полученные данные показывают обратное и с уверенностью можно утверждать, что образец, подвергнутый анализу, не является оригинальным изделием данного производителя.

В этом случае ускоренный износ происходит за счёт крупнозернистого зерна на поверхности, который снижает ударную вязкость стали и повышает температуру перехода в хрупкое состояние.

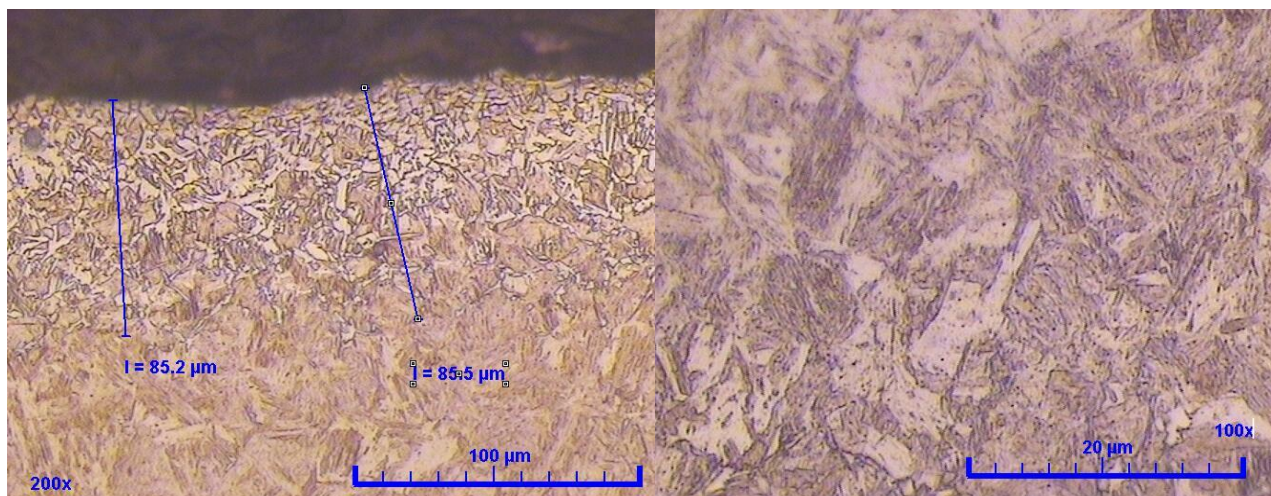


Рисунок 4 – Микроструктура стали лемеха «BELLOTA»

Заключение

Анализ результатов исследований показал, что стали, из которых изготовлены эти детали, имеют низкие эксплуатационные свойства и их использование для такого вида рабочих органов сельскохозяйственной обрабатывающей техники неэффективно. Можно предположить, что лемеха «VULCAN» и «BELLOTA» изготовлены из стали, полученной с нарушением технологии производства.

Учитывая, что лемеха из данной стали приобретены сельхозпредприятиями в больших объемах, предлагается увеличить их эксплуатационные характеристики путем наварки на рабочую зону лемехов специальных пластин из конструкционной стали и наплавкой высокопрочного чугуна [4, 5].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Голубина, С. А. Повышение износостойкости отвалов плугов полуавтоматической вибродуговой наплавкой: дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03 / С. А. Голубина. – Калуга, 2016. – 138 с.
2. Ткачев, В. Н. Работоспособность деталей машин в условиях абразивного изнашивания / В. Н. Ткачев. – М. : Машиностроение, 1995. – 336 с.
3. Геометрическая форма и размеры лемехов и отклонение длины лемеха (лезвия) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mehmanxona.ru/tehnologii/vidy-lemehov.html>. – Дата доступа: 12.09.2022.
4. Антонишин, Ю. Т. Повышение эксплуатационных характеристик рабочих органов почвообрабатывающих машин / Ю. Т. Антонишин, В. А. Сокол // Инновационные технологии в производстве сельскохозяйственной продукции: сборник науч. статей Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 2–3 июня 2015 г. – Минск : БГАТУ, 2015. – С. 253–259.
5. Кондратьев, Е. Т. Восстановление наплавкой деталей сельскохозяйственных машин / Е. Т. Кондратьев, В. Е. Кондратьев. – М. : Агропромиздат, 1989. – 95 с.

6. Лемех ПЛЖ (Bellota) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://agrotrakshop.ru/catalog/plugi_obshchego_naznacheniya/lemekh_plzh_bellota/?ysclid=l95bhbi1lm795139529. – Дата доступа: 12.09.2022.

УДК 621.791

ПРИМЕНЕНИЕ ДВИЖУЩЕГОСЯ ПЛАЗМЕННОГО ИСТОЧНИКА НАГРЕВА ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТАЛЕЙ И ЧУГУНА

*Хвисевич В. М.¹, Сазонов М. И.¹, Веремейчик А. И.¹,
Онысько С. Р.¹, Есипчук С. М.²*

*1) Брестский государственный технический университет,
г. Брест, Республика Беларусь*

*2) Университет штата Сан-Паулу «Жулио Де Мескита Фильо» (UNESP),
г. Сан-Паулу, Бразилия*

Введение

В машиностроительной отрасли для изготовления деталей машин и механизмов различного назначения, как правило, используются дешевые низколегированные, легированные стали и чугун.

Эксплуатационный ресурс изделий из этих материалов не отвечает соответствующим требованиям производства, обусловленными затратами на их ремонт, содержание, запасные части и утилизацию.

Как известно, для увеличения срока службы изделий применяют соответствующие упрочняющие технологии, основными из которых являются механическая, химическая и термическая обработки.

На основе анализа литературных источников в этой области следует, что наибольшее практическое применение для решения такой проблемы получили термические методы упрочнения: объемная закалка, применение ТВЧ, лазерных и плазменных источников, электронно-лучевых и катодно-дуговых методов.

Как показала практика, для повышения эксплуатационных свойств быстро изнашивающихся изделий технология плазменного поверхностного упрочнения является наиболее доступной, рациональной, экономически и экологически эффективной по сравнению с другими технологиями упрочнения изделий концентрированными источниками нагрева: лазерными, электронно-лучевыми, катодно-дуговыми, где используется сложное и дорогостоящее оборудование, предъявляются высокие требования к техническому состоянию оборудования и упрочняемых деталей [1].

Информация о плазменном упрочнении появилась в 80-х годах XX века. Способы плазменного упрочнения, имея упомянутые достоинства, постоянно совершенствуются, что обусловлено необходимостью разработки новых методик для получения оптимальных характеристик генераторов плазмы и режимов технологических процессов упрочнения изделий из различных материалов.

В этой связи развитие и дальнейшее совершенствование этой технологии в настоящее время является актуальной задачей.