

ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА УГЛЕРОДИСТОЙ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ 65Г

А.А.Андрушевич, кандидат технических наук, доцент

А.А.Кодолич, студент

Белорусский государственный аграрный технический университет

Проведено дослідження впливу параметрів імпульсної обробки на властивості сталі 65Г. Одержано результати показують, що імпульсна обробка в поєднанні з термічною і хіміко – термічною обробкою підвищує її зносостійкість

Среди марок стали, применяемых в отечественном производстве почвообразующих элементов плугов – долот, зубьев, лемехов, работающих в абразивной среде с периодической ударной нагрузкой о камни, одной из самых распространенных является конструкционная сталь 65Г (ГОСТ 14959 - 79). Отсутствие в ней дефицитных составляющих в сочетании с высокими физико-механическими свойствами обуславливает исключительную экономию и массовость её использования в сельскохозяйственной технике. Из-за сравнительно низкого ресурса, не превышающего в среднем 20 га, работоспособности почворежущих элементов плугов применяют самые различные способы их упрочнения, для которых характерно либо использование объёмного легирования и термической обработки, либо энергозатратные технологии поверхностного упрочнения [1].

Состав стали 65Г при содержании углерода (0,62–0,70 %) характеризуется наличием кремния (0,17–0,37 %) и марганца (0,8–1,2 %), что обеспечивает хорошие упругие свойства. После закалки при температуре 850 – 870 °С в масле и среднего отпуска при 350 – 400 °С, сталь имеет структуру троостита. Предел упругости достигает при этом максимального значения, твердость по Роквеллу 45 – 55 HRC. Термически обработанная сталь обладает сравнительно невысокой износостойкостью, что требует периодической перезаточки режущей части изготавливаемых из неё лемехов.

В работе исследовали влияние параметров импульсной взрывной обработки на свойства стали 65Г в исходном отожженном и термически обработанном состояниях, а также после химико-термической обработки (ХТО).

В основу импульсной обработки положено использование эффекта сверхглубокого проникания (СГП) порошковых частиц в металлические преграды [2], ускоренных энергией взрыва. При таком нагружении стальных заготовок в них возникают градиенты полей давлений и деформаций, за счёт которых формируются локальные зоны изменённых структур с повышенным уровнем энергии. Внедрение частиц сопровождается интенсивными сдвиговыми деформациями в локальных зонах и динамической перестройкой в них структуры матричного материала. Задавая структуру зон перестройки путём

введения частиц с нано - и микроструктурой, можно существенно изменить уровень физико-механических свойств матричного материала.

Для проведения исследований изготавливались образцы в виде цилиндров диаметром 12 мм, длиной 45 мм. Взрывная обработка проводилась с однократным нагружением порошком карбида кремния SiC с размерами частиц 10 – 50 мкм с использованием взрывного ускорителя. В качестве взрывчатого вещества использовался аммонит 6ЖВ, на одну обработку - 0,2 кг при расстоянии до образцов 90 мм. Фоновое давление составляло порядка 10 ГПа, время воздействия свыше 300 мкс. Условия проведения импульсной и термической обработки образцов из стали 65Г приведены в таблице.

Для проведения металлографических исследований и определения твердости образцы разрезались по плоскости вдоль оси и приготавливались продольные шлифы.

Результаты экспериментов (см. таблицу) показали, что изменение твердости для образцов, прошедших различные виды упрочнения, существенно отличаются, достигая максимальных значений только в сочетании термической обработки с цементацией или взрывной обработкой. Только импульсная обработка не приводит к значительному повышению твердости в сравнении с термической обработкой (закалка + отпуск). Цементация также не позволяет достичь требуемых значений твердости, хотя взрывная обработка активизирует процесс цементации. Взрывная обработка + цементация + традиционная закалка + отпуск обеспечивает достижение необходимой значения твердости, но эти значения ниже, чем после ХТО (цементация) + закалка + отпуск.

Таблица

Режимы импульсной и термической обработки стали 65Г

Маркировка образца	Импульсная обработка	Термическая обработка, °С	Химико-термическая обработка	Расстояние от поверхности, мм	Твердость по Роквеллу, HRC
0	-	Отжиг	-	5-35	11-14
1	-	Закалка 840 + отпуск 400	-	5-15	52-57
2	-	-	Цементация	-	31-33
3	-	-	-	5-35	20-25
4	Взрывная 10ГПа	-	Цементация	20	36-38
5	Взрывная 10ГПа	Закалка 840+ отпуск 400	-	20-40	50-54
6	Взрывная 10ГПа	-	-	5-35	26- 28

Для оценки износостойкости образцов стали 65Г, прошедших импульсную взрывную и последующую термическую обработки, проводились сравнительные испытания на износ на машине трения МТ-1. Результаты испытаний приведены на рисунке.

Учитывая полученные результаты по износу (рис. 1) и сравнивая с данными по твердости, видно, что наиболее предпочтительными являются образцы сталей по режимам обработки №5 и №4. Сталь после цементации несмотря на то, что менее подвержена износу чем сталь после взрывной обработки, но по своим физико-техническим характеристикам (предел прочности, ударная вязкость) уступает стали после взрывной обработки + закалка + отпуск. Процесс цементации не может обеспечить необходимую твердость и эксплуатационные характеристики стали в сравнении со сталью, прошедшей взрывную обработку + цементацию; или взрывную обработку + закалка + отпуск.

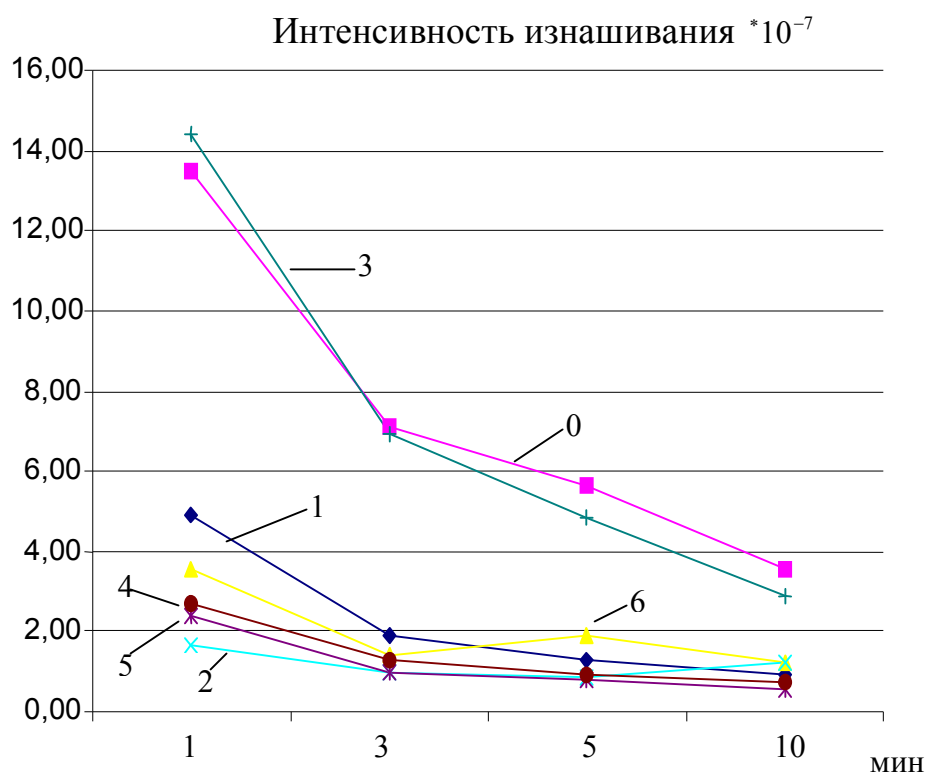


Рис. Интенсивность изнашивания стали 65 Г после различных видов обработки: 0 - после отжига; 1 - после закалки и отпуска; 2 - после цементации; 3 - прокат (поставка); 4 - после взрывной обработки и цементации; 5 - после взрывной обработки + закалка + отпуск; 6 - после взрывной обработки;

Проведенные исследования показывают что импульсная обработка стали 65Г в сочетании с термической и химико – термической обработкой повышает ее сопротивление изнашиванию.

Наибольший эффект регулирования физико-механических свойств достигается при оптимизации процессов взрывного микролегирования и последующей термической обработки сплавов. При этом особое внимание следует обращать на выбор состава вводимых порошковых частиц, поскольку их взаимодействие с металлической матриц играет определяющую роль.

Приведенные результаты позволяют использовать такое комплексное упрочнение для повышения эксплуатационных свойств рабочих органов почвообрабатывающих машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бетенья Г.Ф. *Восстановление и упрочнение почворезущих элементов диффузионным намораживанием износостойкими сплавами.* – Минск, БГАТУ, 2003.- 188 с.
2. *Динамическая перестройка структуры металлов. Кол. монография по ред. С.М.Ушеренко.* – Минск, НИИП с ОП, 2000. – 183 с.