

## ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ СТЕНКИ И КОНЦЕНТРАЦИИ ФОСФОРА НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ГИЛЬЗЫ ЦИЛИНДРА ДВИГАТЕЛЯ ТИПА СМД И ПОКАЗАНИЯ КОЭРЦИТИВНОЙ СИЛЫ

Скобло Т.С., докт.техн.наук, Поздняков Н.Г., аспирант  
(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства  
имени Петра Василенко)

*В работе прослежены зависимости влияния толщины стенки гильзы цилиндра и процентного содержания фосфора на показания коэрцитивной силы. Обосновано изменение глубины упрочненного слоя.*

Гильзы цилиндров для двигателей типа СМД изготавливают центробежным литьем из серого чугуна перлигного класса. При этом к ним предъявляют следующие требования.

Таблица 1. Химический состав серого чугуна (массовая доля элемента, %).

C	Si	Mn	Cr	Ti	Cu+Ni	P	S
2,9-3,6	1,6-2,5	0,5-1	0,25-0,6	0,05-0,1	0,4-0,85	≤0,2	≤0,1

- металлическая основа чугуна пластинчатый перлит (П...П 96);
- глубина закалённого слоя в пределах  $0,4 - 3,0 \pm 0,1$  мм;
- твёрдость закалённого слоя в пределах 35 – 60 HRC.

Анализом гильз цилиндров текущего производства из такого чугуна были выявлены отклонения от требований ТУ по уровню твердости. Возможными факторами, влияющими на такие отклонения, могут быть причины связанные с несоответствием химического состава сплава ликвиацией компонентов, а также с различной толщиной стенки гильзы цилиндра.

В связи с этим, целью исследований являлось выявление причин, вызывающих несоответствие в гильзах цилиндров твердости требованиям ТУ и особенностей структурообразования в таких участках, а также возможность связать показатели отклонений с изменениями коэрцитивной силы для внедрения технологии неразрушающего контроля качества.

Для выполнения поставленной цели была проведена методом спектрального анализа проверка содержания компонентов в местах несоответствия твердости ТУ. Установлено, что по содержанию основных и легирующих добавок колебания незначительны. Основное различие связано с содержанием фосфора.

Для определения влияния толщины стенки и концентрации фосфора на структурообразования гильзы цилиндра двигателя типа СМД и показания коэрцитивной силы были проведены следующие исследования:

- приготовлены микрошлифы по всей длине и сечению гильзы;
- проведены замеры твердости поверхности закаленной ТВЧ;
- замерена глубина закалки по всей длине гильзы;

- проведен микроструктурный (микроскоп МИМ-8М) анализ образцов по всей толщине стенки (шлифы травили 4% растворе  $HNO_3$ );
- проведен химический анализ спектральным методом;
- проведены замеры коэрцитивной силы ( $H_c$ ) (прибор КРМ-Ц, цифровой полуавтоматический).

На рис. 1 представлена схема гильзы цилиндра, на которой видно, что толщина стенки по длине гильзы существенно отличается (от 9 до 16 мм). Закалку ТВЧ осуществляют на окончательно изготовленной гильзе.

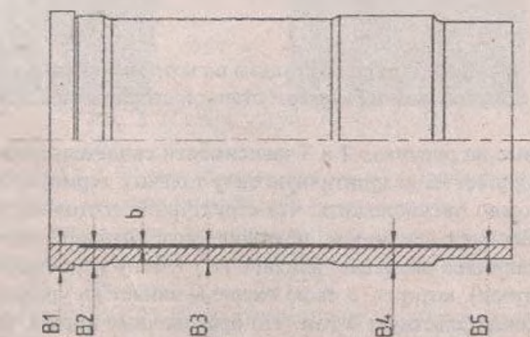


Рис. 1. Схема гильзы цилиндра двигателя типа СМД.

Толщины стенки гильзы ( $B$ ) сведены в табл. 2.

Таблица 2. Величины толщины стенки гильзы двигателя типа СМД

B1	B2	B3	B4	B5
16	13	10	13	9

Замеры коэрцитивной силы на поверхностях подвергнутой обработке ТВЧ и не термообработанной наружной поверхности, выявили зависимости изменения  $H_c$  от толщины стенки гильзы цилиндра. Эти данные приведены на рис. 2 и 3.

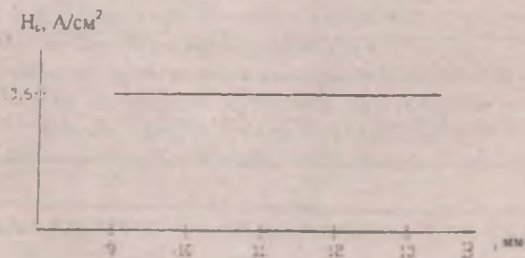


Рис. 2. Влияние толщины стенки ( $B$ ) гильзы на коэрцитивную силу ( $H_c$ ) (замеры с наружной стороны гильзы — не подвергается термообработке)

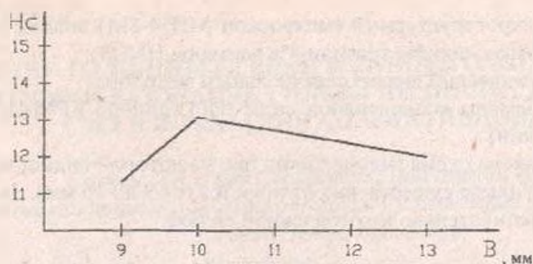


Рис. 3. Влияние толщины стенки (B) гильзы на коэрцитивную силу (Hc) (замеры с внутренней термообработанной стороны гильзы)

Приведенные на рисунках 2 и 3 зависимости свидетельствуют о том, что толщина стенки влияет на коэрцитивную силу только с термоупрочненной стороны, из чего можно предположить, что структурное состояние наружной поверхности не оказывает влияния на показания коэрцитивной силы, а толщина стенки гильзы цилиндра оказывает влияние на глубину упрочненного слоя (изменяется теплоотвод), которая, в свою очередь, влияет на уровень коэрцитивной силы. Это свидетельствует о том, что браковочные нормы, характеризующие глубину рабочего слоя по коэрцитивной силе следует устанавливать в каждом конкретном случае с учетом изменяющейся толщины гильзы цилиндра. В этом случае изменение глубины рабочего слоя существенно влияет и на твердость упрочненной поверхности. Данная зависимость представлена на рис.4.

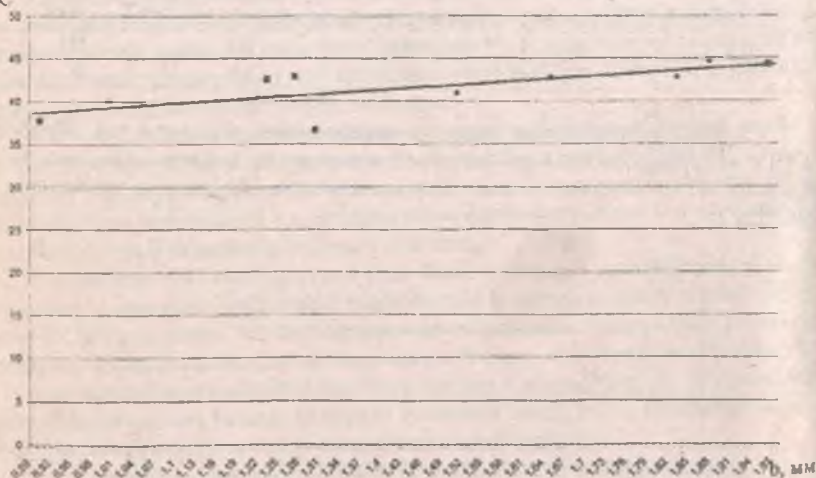


Рис.4. Влияние твердости упрочненного слоя от его толщины

Одновременно микроструктурным анализом было выявлено наличие пористости (рис.5) в месте, где глубина упрочненного слоя была наибольшей. Такое увеличение можно объяснить тем, что пористость увеличивает теплоотвод. Это сопровождается более интенсивным прогревом таких областей.



Рис. 5. Поры в чугуне гильзы ( $\times 100$ )

В ряде работ [1, 2, 3] есть данные, которые указывают на то, что наличие пористости связано с повышенным содержанием фосфора.

Для исследования такой зависимости был проведен анализ химического состава спектральным методом, который показал содержание фосфора во внутреннем слое до 0,4 %, а в наружном – 0,156 %.

В работе Слынько Г.И. [2] указывается на то, что фосфор в чугунах следует использовать как легирующий элемент, так как он положительно влияет на повышение таких свойств как твердость, жидкотекучесть и др. Однако приведенные автором данные характерны для деталей, отлитых в стационарные формы. При этом действительно формируется однородная структура.

Исследуемые гильзы цилиндров изготовлены центробежным способом. При таком способе заливки примеси, к числу которых относится фосфор, могут отгесняться на внутреннюю поверхность гильзы, что способствует повышению концентрации этого элемента и образованию пор. Металлографическими исследованиями было установлено, что в гильзах с повышенным содержанием фосфора с чистовой обработкой до сечения 7-13 мм располагается на глубину до 4,5 мм от внутренней рабочей поверхности и хорошо идентифицируются по коэрцитивной силе. В этих зонах больше толщина закаленного слоя и выше коэрцитивная сила.

В предыдущих наших исследованиях была проведена оценка твердости и ее влияние на показания коэрцитивной силы (рис. 6).

В результате проведенных исследований установлено влияние толщины стенки гильзы цилиндра и пористости на изменения показаний коэрцитивной силы. Их влияние связано с наличием пористости в результате повышенной концентрации фосфора и изменением теплоотвода при закалке гильзы ТВЧ.



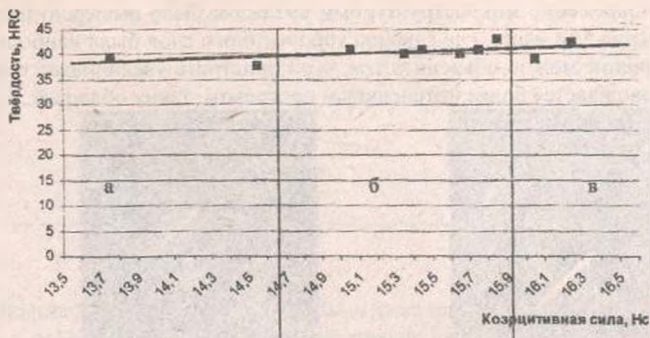


Рис. 6. Зависимость коэрцитивной силы от твердости, гильз подвергнутых закалке ТВЧ: а – зона низкой твердости; б – зона нормальной твердости; в – зона высокой твердости.

### Список литературы

1. Чугуны для гильз цилиндров автомобильных двигателей. М.: НИИ-ИАП, 1978, 71 с.
2. Г.Слинько. Вплив фосфору на процеси структуроутворення і властивості чавуну // *Машинознавство*. 2000. - №10. – с.19-21.
3. Влияние исходной структуры на качество закаленного слоя гильзы цилиндра из низколегированного чугуна двигателя типа СМД. Скобло Т.С., Сидашенко А.И., Поздняков Н.Г., Физические и компьютерные технологии. Труды 11-й Международной научно-технической конференции, 2-3 июня 2005г. – Харьков: ХНПК «ФЭД», 2005.
4. И.В. Гаврилин. Формирование структуры чугуна при плавлении и кристаллизации // *Литейное производство*, 1998 - №6. с. 6-8.

### Анотація

**Вплив товщини стінки та концентрації фосфору на структуроутворення гільзи цилиндра двигуна типу СМД та зміну коерцитивної сили**

*В роботі було досліджено залежність впливу товщини стінки гільзи цилиндра і відсоткового вмісту фосфору на величину коерцитивної сили. Обґрунтована зміна глибини зміцненого шару.*

### Abstract

**Influence of thickness of wall and concentration of phosphorus on structural educations shells of cylinder of engine of type of SMD and testimony of koertcitive force**

*In work the dependences of influencing of thickness of wall of shell of cylinder and percentage of phosphorus on the testimonies of koertcitive force are traced. The change of depth of the consolidated layer is grounded.*