

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ДЕФЕКТЫ В ОТЛИВКАХ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА.

Oddvar Knustad, Senior Metallurgist, MSc. "Elkem ASA. Foundry Products Division", P.O. Box 8040, Vaagsbygd, NO-4675 Kristiansand, S. Norway, Tel. + 47 38 01 76 79, Fax. + 47 38 01 74 94

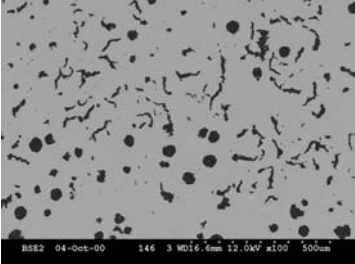
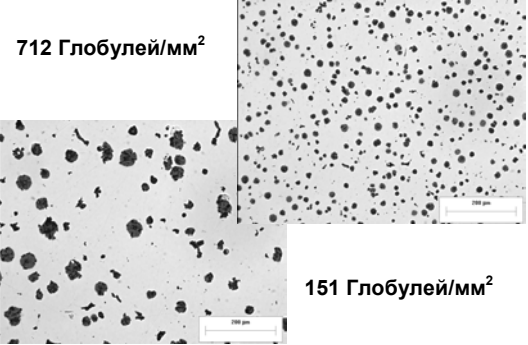
Данная статья описывает несколько наиболее часто встречающихся дефектов в отливках из высокопрочного чугуна.

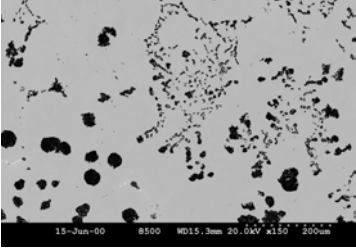
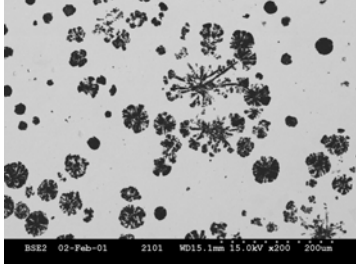
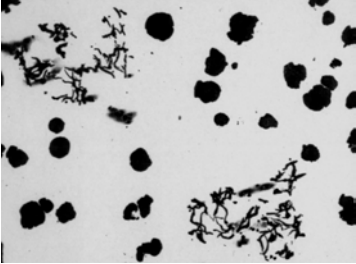
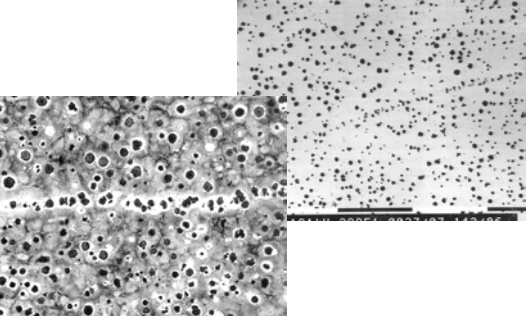
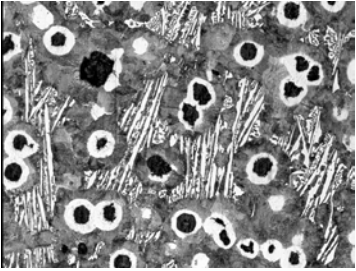
Большинство описанных дефектов относятся к дефектам микроструктуры и особенно к дефектам структуры графита.

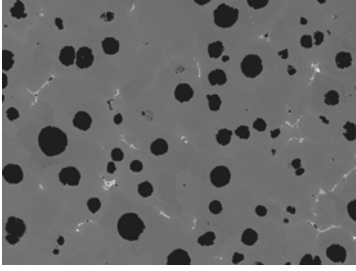
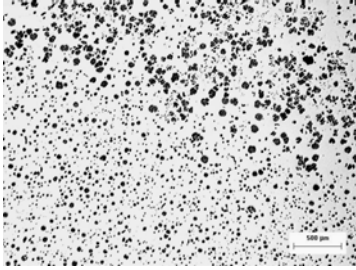
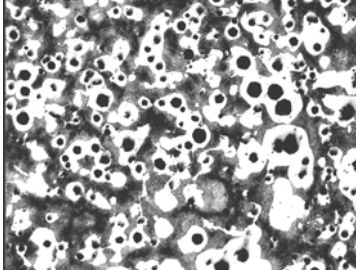
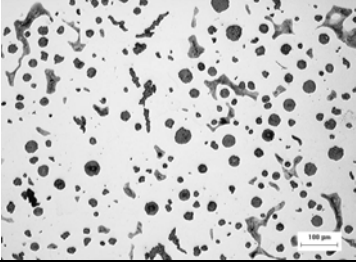
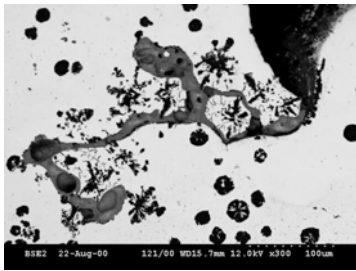
Дефекты микроструктуры являются одной из важных причин неудовлетворительных свойств отливок из ВЧ, поэтому очень важно контролировать факторы, оказывающие влияние на образование данных дефектов.

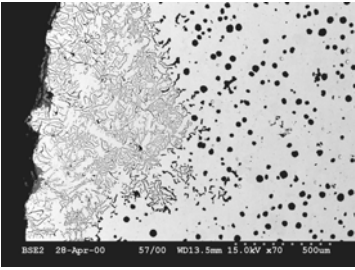
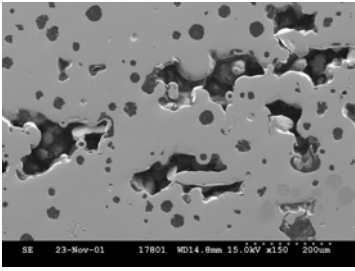
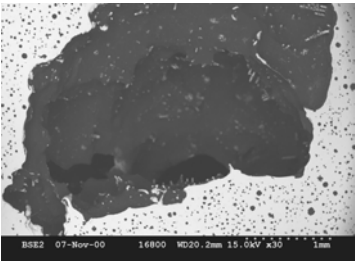
Статья основана на презентации, подготовленной научно-исследовательским центром «Elkem Research», в которой описаны наиболее часто встречающиеся металлургические дефекты в отливках из ВЧ и способы их устранения. Рассматриваемые дефекты:

- Вермикулярный графит в ВЧ.
- Малое количество включений шаровидного графита.
- Колонии графита (Chunky Graphite).
- «Взорванный» графит.
- «Игольчатый» (Spiky) графит
- Цепочки включений графита шаровидной формы (Nodule Alignment).
- Карбиды железа (отбел) по границам эвтектических ячеек.
- Сегрегация карбидов (Me-C).
- Флотация графита.
- Низкое соотношение Феррит/Перлит.
- Низкое соотношение Перлит/Феррит.
- Шлаковые включения.
- Пластинчатый графит на поверхности отливок.
- Усадочная пористость.
- Водородная пористость.

<p>Вермикулярный графит в ВЧ. <i>Возможные способы устранения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Увеличить содержание Mg и/или PЗМ. • Уменьшить содержание S в базовом чугуне. • Сократить время между модифицированием и разливкой по формам или применить модификаторы с продолжительным временем воздействия. • Улучшить процесс вторичного графитизирующего модифицирования. • По возможности, уменьшить накопление в чугуне Ti, попадающего в него из возврата ЧВГ. 	
<p>Малое количество включений шаровидного графита. <i>Возможные способы устранения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Улучшить процесс вторичного графитизирующего модифицирования или сократить время между модифицированием и разливкой по формам. • Избегать перегрева и максимально сократить время выдержки обработанного расплава. • Поднять восприимчивость базового чугуна к вторичному графитизирующему модифицированию (предварительная обработка расплава). • Избегать наличия избыточного содержания Mg. 	

<p>Колонии графита (Chunky Graphite). <i>Возможные способы устранения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Применить ФСМг с более низким содержанием РЗМ или уменьшить его навеску. • Уменьшить возможность попадания РЗМ в расплав из других источников. • Увеличить содержание S в чугуне или использовать S-содержащий науглероживатель для нейтрализации избыточного количества РЗМ. • Улучшить процесс вторичного графитизирующего модифицирования для уменьшения эффекта сегрегации РЗМ. 	
<p>“Взорванный” графит. <i>Возможные способы устранения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Уменьшить углеродный эквивалент. • Увеличить скорость охлаждения. • Применить ФСМг с более низким содержанием РЗМ или уменьшить его навеску. • Уменьшить отношение РЗМ/S. 	
<p>«Игольчатый» графит (Spiky Graphite) <i>Возможные способы устранения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Уменьшить количество вредных элементов, таких как: Pb, Bi и Sb в базовом чугуне. • Следить за попаданием в шихту свинец содержащего скрапа или свинец содержащих красок. • Избегать использования Bi-содержащих модификаторов. • Увеличить навеску РЗМ. 	
<p>Цепочки включений графита шаровидной формы (Nodule Alignment). <i>Возможные способы устранения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Увеличить углеродный эквивалент. • Улучшить процесс вторичного графитизирующего модифицирования. 	
<p>Карбиды железа (отбел) по границам эвтектических ячеек. <i>Возможные способы устранения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Увеличить углеродный эквивалент и/или содержание кремния. • Уменьшить содержание Mg и/или РЗМ. • Уменьшить содержание примесей карбидообразующих элементов (Mn, Cr, V, Mo, т.д.). • Улучшить процесс вторичного графитизирующего модифицирования. • Избегать наличия теллура в шихте (из тиглей для термического анализа). • Повысить температуру заливки. 	

<p>Сегрегация карбидов (Me-C). <i>Возможные способы устранения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Уменьшить содержание примесей карбидообразующих элементов (Mn, Cr, V, Mo, т.д.). • Улучшить процесс вторичного графитизирующего модифицирования для минимизации сегрегации. • Использовать другой сфероидизирующий модификатор для улучшения процесса формирования центров кристаллизации графита. 	
<p>Флотация графита. <i>Возможные способы устранения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Уменьшить углеродный эквивалент, особенно содержание углерода. • Снизить температуру заливки. • Увеличить скорость охлаждения. • Улучшить процесс вторичного графитизирующего модифицирования. 	
<p>Низкое соотношение Феррит/Перлит. <i>Возможные способы устранения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Уменьшить содержание перлит стабилизирующих элементов (Mn, Cu, Sn, Sb....). • Использовать более «чистую» шихту (передельные чугуны). • Улучшить процесс модифицирования. • Увеличить содержание кремния. • Избегать выбивки горячих отливок. 	
<p>Низкое соотношение Перлит/Феррит. <i>Возможные способы устранения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Увеличить содержание перлит стабилизирующих элементов (Mn, Cu, Sn, Sb....). • Уменьшить содержание кремния. 	
<p>Шлаковые включения. <i>Возможные способы устранения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Улучшить процедуры удаления шлака. • Очищать ковши между обработками. • Улучшить процедуру заливки. • Улучшить дизайн литниковой системы для устранения турбулентности. • Использовать фильтры или шлакоуловители. • Снизить навеску Mg содержащего модификатора. 	

<p>Пластинчатый графит на поверхности отливок. <i>Возможные способы устранения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Уменьшить содержание серы в формовочной смеси. • Увеличить содержание Mg или соотношение Mg/S. • Избегать использование разветвленной литниковой системы, снизить длину литников. • Снизить температуру заливки. • Увеличивать скорость заливки. • Использовать РЗМ содержащие модификаторы. 	
<p>Усадочная пористость. <i>Возможные способы устранения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Увеличить прочность литейной формы. • Улучшить дизайн литниковой и питающей систем. • Увеличить содержание углерода до 3.8%. • Уменьшить величину навески магния. • Уменьшить количество легирующих элементов. • Использовать более эффективный модификатор для вторичного графитизирующего модифицирования. • Сократить время между модифицированием и разливкой по формам. 	
<p>Водородная пористость. <i>Возможные способы устранения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Уменьшить влажность формовочной смеси. • Гарантировать сухие инструменты, футеровку и защитные покрытия форм. • Использовать чистые и сухие защитные материалы покрытия ФСМг при ковшевых способах модифицирования. • Уменьшить содержание Al и Ti в базовом чугуне. • Улучшить вентиляцию формы. 	

Для избежания металлургических дефектов в отливках из ВЧ необходимо:

- 1) Использовать высококачественные шихтовые материалы с низким содержанием элементов, оказывающих отрицательное воздействие на микроструктуру отливок (Mn, S, V, Mo, Ti, Cr.....).
- 2) Применять эффективный адаптированный процесс обработки базового чугуна, обеспечивающий постоянство химических анализов, высокое усвоение модификаторов и эффективное использование тепла металла.
- 3) Использовать высококачественные, стандартизированные по ISO и QS сфероидизирующие модификаторы с постоянным химическим составом и размером фракций. Цена модификатора не должна являться определяющим фактором при выборе конкретной марки, так как стоимость модифицирования единицы объема базового чугуна не соизмерима с потерями от брака при использовании дешевых суррогатов, которые не дают возможности контроля за металлургическими дефектами.
- 4) Использовать высококачественные графитизирующие модификаторы, специально подобранные для конкретных условий производства.

Компания “Элкем АСА” предоставляет потенциальным потребителям материалов бесплатное техническое содействие, которое включает в себя исследование браконесущих отливок, выявление причин появления брака, рекомендации по их устранению, оптимизации технологии процессов подготовки базовых чугунов, собственно модифицирования, по маркам модификаторов для решения конкретных задач модифицирования и расчеты предполагаемой экономической эффективности от применения материалов собственного производства.