



УДК 669.13.017:620.18

Поступила 20.09.2021

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ ВЫБИВКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА БЕЛОГО ЧУГУНА ИЧХ18ВМ

*А. Г. АНИСОВИЧ, Физико-технический институт НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь, ул. Купревича, 10.
E-mail: anna-anisovich@yandex.ru*

В. М. ИЛЬЮШЕНКО, П. Ю. ДУВАЛОВ, В. М. АНДРИЕНКО, Институт технологии металлов НАН Беларуси, г. Могилев, Беларусь, ул. Бялыницкого-Бирули, 11.

В статье рассмотрена структура отливок белого чугуна ИЧХ18ВМ после ранней выбивки, а также самоотпуска при длительном охлаждении в форме ХТС. Фазовый состав при ранней выбивке в приповерхностном слое отливки – аустенит, мартенсит и карбиды. После самоотпуска формируется перлитная структура матрицы. Твердость составляет 52–56 и 46–47 ед. HRC соответственно.

Ключевые слова. Белый чугун, самоотпуск, ранняя выбивка, мартенсит.

THE INFLUENCE OF THE KNOCKING TIME ON THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF WHITE CAST IRON ИЧХ18ВМ

*A. G. ANISOVICH, Physical-Technical Institute of the NAS of Belarus, Minsk, Belarus, 10, Kuprevich str.
E-mail: anna-anisovich@yandex.ru*

V. M. ILYUSHENKO, P. Yu. DUVANOV, V. M. ANDRIENKO, Institute of Technology of Metals of the NAS of Belarus, Mogilev, Belarus, 11, Byalynitsky-Birulya str.

The article considers the structure of white cast iron castings of ИЧХ18ВМ after early knocking, as well as self-release during prolonged cooling in the form of HTS. The phase composition during early knocking in the near-surface layer of the casting is austenite, martensite and carbides. After self-tempering, the perlite structure of the matrix is formed. The hardness is 52–56 and 46–47 units of HRC, respectively.

Keywords. White cast iron, self-tempering, early knocking, martensite.

Наиболее значимым фактором в формировании первичной литой структуры износостойких хромистых чугунов является скорость затвердевания отливки. В зависимости от скорости охлаждения могут существенно меняться кристаллическое строение и свойства чугуна одного и того же состава при отливке из него деталей различной массы и геометрических размеров. Но надо иметь в виду, что чем выше температура выбивки, тем короче технологический цикл изготовления отливки. Однако слишком высокая температура выбивки нежелательна из-за неравномерности охлаждения массивных и тонких сечений, возрастания напряжений и опасности разрушения отливки. При литье в формы из холоднотвердеющей смеси (ХТС) время выдержки в форме играет решающую роль в формировании первичной литой структуры.

При мелкосерийном производстве с широкой номенклатурой деталей, где для выбивки экономически нецелесообразно применять пневматическое или гидравлическое оборудование, выбивку не всегда проводят исходя из перечисленных выше факторов. Определяющим являются удобство и технологичность, так как с одной плавки зачастую отливают разные типы деталей как по габаритам, так и по массе.

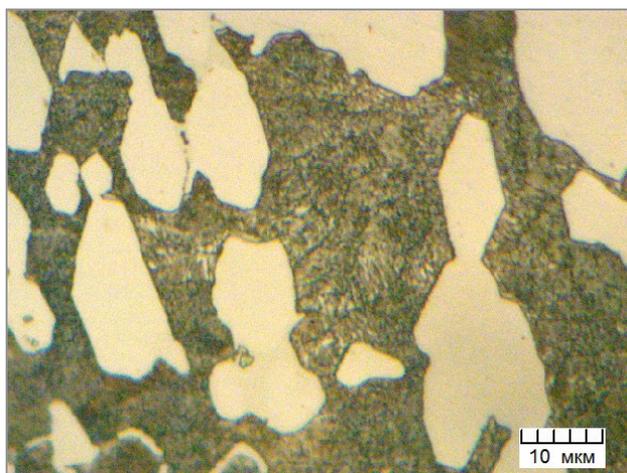
В ИТМ НАН Беларуси детали центробежно-размольного оборудования, такие, как Конус УЗ-1,1, масса которого составляет 36,7 кг, изготавливаются литьем из чугуна ИЧХ18ВМ в формы из холоднотвердеющей смеси. Такие детали не имеют тонких сечений и за счет габаритов и массы сильно аккумулируют тепло. Актуальной представляется задача экспериментального определения оптимального времени выбивки деталей такого типа.

Рассмотрена структура отливок чугуна ИЧХ18ВМ при ранней и поздней выбивке, так называемый «самоотпуск». Время нахождения отливки в форме составляло 40 мин и 20 ч соответственно. Самоотпуск представляет собой термообработку за счет первичного тепла – остывание отливок в форме из ХТС в течение нескольких часов до их выбивки с целью улучшения структуры чугуна. За счет продолжительной выдержки отливок может протекать процесс их ферритизации. Это может быть целесообразно для дальнейшей механической обработки и возможности исключения операции отжига.

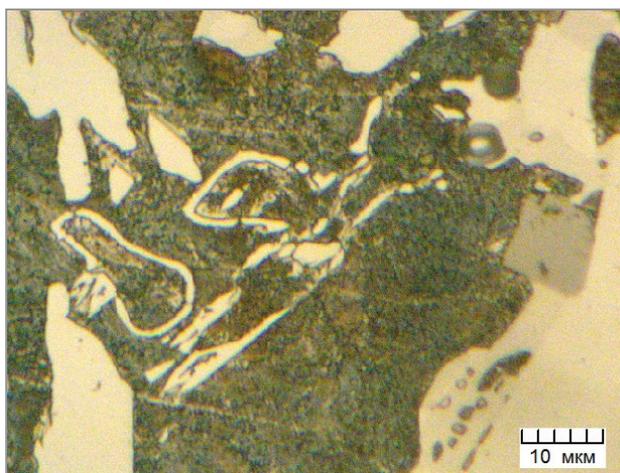
Исследование микроструктуры проводили с использованием металлографического комплекса на основе инвертированного микроскопа МИ-1 в отраженном свете при увеличениях от 2 до 1500 крат с освещением по методу светлого поля. Шлифы изготавливали по общепринятой методике. Травление на микроструктуру выполняли 4%-ным раствором азотной кислоты в этиловом спирте. Фотографирование изображений осуществляли в программе IMAGE-SP, калиброванной по аттестованному объект-микрометру (свидетельство ВУ 01 № 5848-41. Дата калибровки 17.06.2021 г.)

Фазовый состав исследовали методом рентгеноструктурного анализа по общепринятой методике [1]. Рентгеноструктурный анализ осуществляли в $Cu_{K\alpha}$ -излучении на установке ДРОН-3, оснащенной аппаратно-программным комплексом для управления дифрактометром и обработки результатов измерений. Контроль измерительной системы гониометра проводили по стандартному эталону кристалла кварца.

При анализе структуры образца после самоотпуска обнаружено следующее. Матрица чугуна представляет собой высокодисперсный перлит (рис. 1, 2). Границы перлитных зерен достаточно хорошо обозначены (рис. 1, а). В структуре присутствуют также вторичные карбиды. Некоторые зерна перлита имеют карбидную оторочку (рис. 1, б). В некоторых участках сохраняется остаточный аустенит (рис. 2).



а



б

Рис. 1. Структура чугуна после самоотпуска

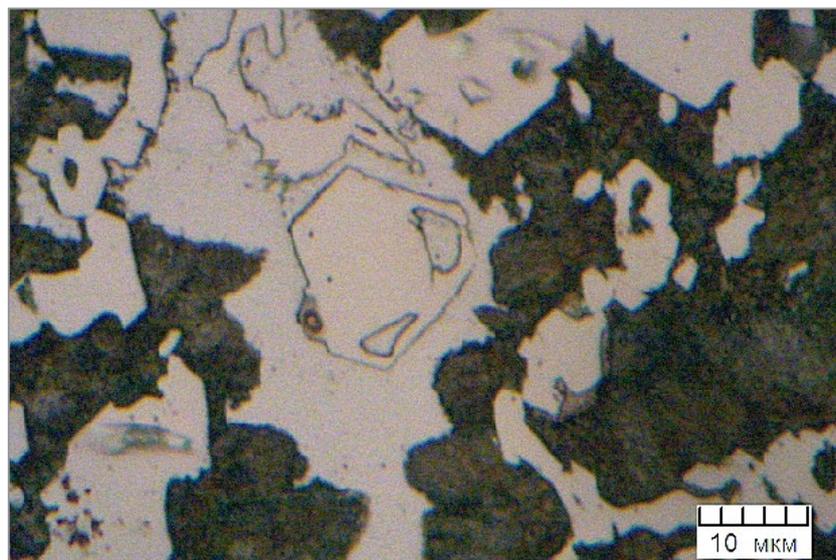


Рис. 2. Участок незавершенного превращения аустенит–перлит

При фазовом рентгеноструктурном анализе обнаружено следующее. На рентгенограмме образца преобладающей фазой является α -железо (рис. 3, таблица), линия которого наиболее интенсивна. Линии α -железа на рентгенограмме образца принадлежат ферриту в составе перлита. Перлит образовался в процессе медленного охлаждения отливки.

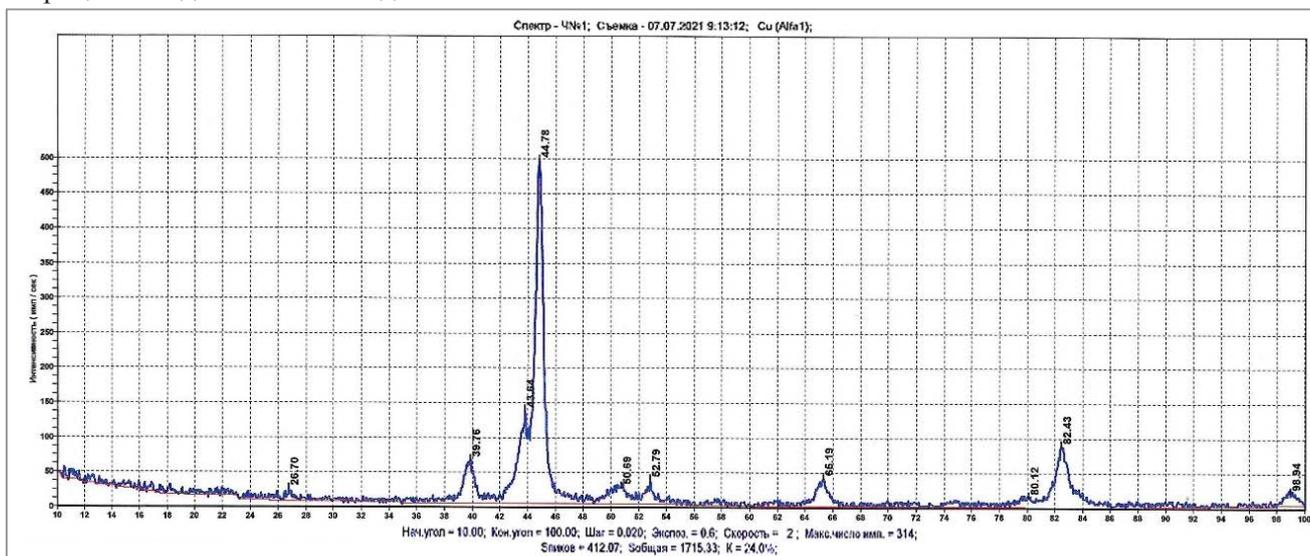


Рис. 3. Рентгенограмма образца чугуна после самоотпуска

Фазовый состав образца после самоотпуска в форме

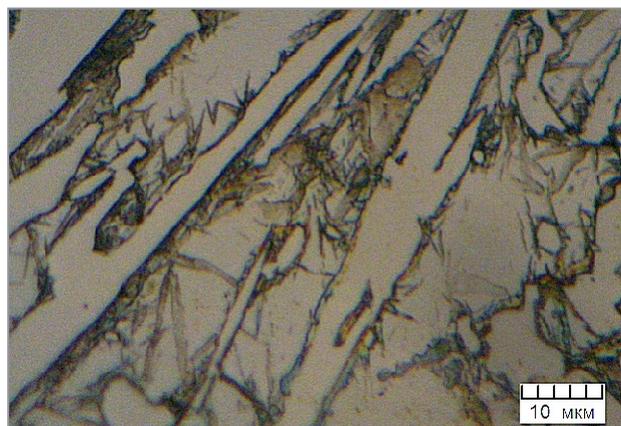
Угол дифракции 2θ, град	Межплоскостное расстояние	Фаза
26,698	3,3362	Fe ₃ C
39,758	2,2652	Cr ₇ C ₃
43,641	2,0722	γ -Fe
44,780	2,0221	α -Fe
50,692	1,7993	γ -Fe
52,788	1,7327	Cr ₇ C ₃
65,187	1,4299	α -Fe
80,120	1,1968	γ -Fe
82,427	1,1691	α -Fe
98,940	1,0134	α -Fe

При поздней выбивке твердость деталей Конус УЗ-1,1 составляет 46–47 ед. НRC.

Ниже представлена структура образцов после ранней выбивки. На рис. 4 приведена структура вблизи кромки отливки. При увеличении 200 в структуре различимы эвтектические колонии, карбиды, а также остаточный аустенит (рис. 4, а). При увеличении 1500 в аустенитной матрице наблюдается мартенсит, образовавшийся при охлаждении отливки на воздухе (рис. 4, б).



а



б

Рис. 4. Структура образца отливки после ранней выбивки; кромка

На расстоянии 2–3 см от кромки в структуре появляется перлит. Он зарождается как на протяженных границах аустенит-карбид (рис. 5, *а*), так и вокруг отдельных небольших включений карбидной фазы (рис. 5, *б*). Более детальные исследования строения перлита могут быть сделаны только при использовании растровой электронной микроскопии.

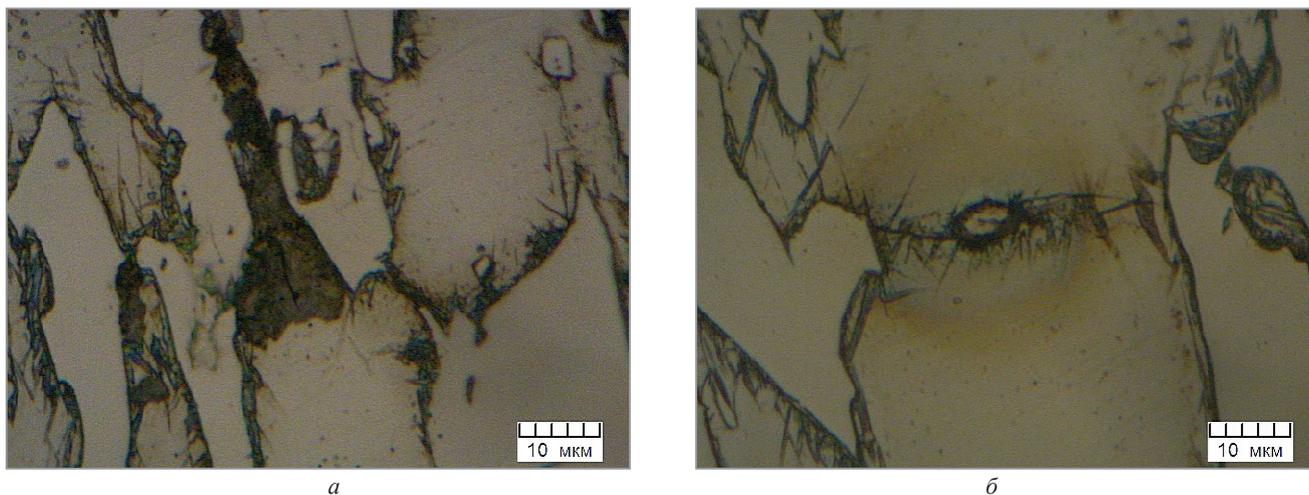


Рис. 5. Перлит в структуре образца после ранней выбивки; 2 см от кромки

Твердость чугуна при ранней выбивке составляет 52–56 ед. HRC.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горелик, С. С. Рентгенографический и электронно-оптический анализ / С. С. Горелик, Л. Н. Расторгуев, Ю. А. Скаков. 2-е изд. М.: Металлургия, 1970. 366 с.