



The aim of the article is to attract attention of founders to the problem of the cast iron heredity taking into account the latest achievements in this field.

Л. З. ПИСАРЕНКО, С. Ф. ЛУКАШЕВИЧ, ОАО "МЗОО"

О НАСЛЕДСТВЕННОСТИ ЧУГУНОВ

УДК 621.74:669.13

В последнее время внимание литейщиков вновь привлекла проблема наследственности в сплавах, особенно в алюминиевых, благодаря работам В. И. Никитина [1], создавшего новое научное направление — генную инженерию в металлах. Основная идея заключается во внесении в шихтовые материалы специальными методами положительной структурно-химической информации, которая передается отливкам через все пределы. Что касается чугунов, то его свойства, как известно, определяются микро- и макроструктурой, которая формируется в процессе затвердевания. Структура чугуна зависит от его химического состава, наследственных свойств шихтовых материалов, наличия в них микропримесей. Из практики литейного производства известно, что отливки, получаемые при использовании чушковых доменных чугунов одного химического состава, но поставляемые разными металлургическими заводами, имеют разную структуру и механические свойства.

На наследственные свойства чушковых чугунов могут оказывать влияние различные факторы: объем доменной печи, температура и режим дутья, степень восстанавливаемости руды, особенности разлива чугуна в изложницы и т. д.

В связи с этим чугуны конкретной доменной печи присущи свои особенности по склонности к графитизации, структуре металлической основы, чувствительности к усадке, пористости, передающиеся после переплава к отливкам. Различные свойства доменных чугунов одного химического состава, но разных металлургических заводов объясняют наличием разного количества микропримесей, неметаллических включений, содержания газов. Некоторые из этих примесей являются неустойчивыми, другие, например примеси металлов, воздействуют на процессы кристаллизации и структурообразование не только в процессе доменной плавки, но и при последующих переплавах [2]. Часто виды брака отливок, связанные с отклонениями по структуре и свойствам чугуна, газовыми и усадочными раковинами, отбелом и др., производственники связывают с наследственностью доменных чугунов, что дает возможность в ряде случаев скрывать собственные просчеты. Так,

например, бытует мнение о неблагоприятных наследственных свойствах тульских чугунов, которым приписывается повышенная склонность к усадке, низкой жидкотекучести. Вместе с тем химический состав поставляемых чугунов, микроструктура чушек не вызывают сомнений в их высоком качестве. Более того, если такие отклонения и имели место, то причины их появления можно объяснить исходя из понимания природы происходящих процессов. Такие случаи возможны, например, при использовании в шихте литейных доменных чугунов с повышенным содержанием кремния, например, марки Л1, Л2 по ГОСТ 4832—80.

При использовании в шихте литейных чугунов из-за длительного воздействия кремния на углерод содержание общего и связанного углерода в таком чугуне уменьшается, а графитные включения укрупняются. Это приводит к меньшему развитию графитизации при затвердевании металла, происходит развитие объемной усадки, ведущей к образованию усадочных раковин и пористости в тепловых узлах отливок. Более низкая жидкотекучесть кремнистых чугунов связана с более высокой температурой их плавления.

Приведенные выше наследственные свойства проявляются в значительно меньшей степени при использовании в шихте низкокремнистых литейных и передельных чугунов, в которых графитные включения более мелкие. Это, во-первых, позволяет обеспечить более высокий уровень прочностных свойств. Во-вторых, так как количество связанного углерода и мелкодисперсных графитных включений в приведенных чугунах больше, процесс их графитизации протекает более интенсивно, что сокращает брак отливок по усадочным раковинам и пористости. Так как температура плавления таких чугунов ниже, чем высококремнистых, жидкотекучесть их выше [3].

В производстве ковкого чугуна, как известно, строго регламентируется сумма углерода и кремния. Прохождение первой стадии отжига зависит от количества нерастворившихся частиц графита в жидком чугуне, которые являются центрами графитизации. Основными источниками внесения графитных включений могут быть литейные чугу-

ны. Чем больше в чушковом чугуна грубых включений графита, спели, тем меньше вероятность их растворения в процессе плавки и больше вероятность получения отсера, т. е. наследования структуры чушковых чугунов. Таким образом, при выплавке ковкого чугуна следует максимально исключать доменные чугуны, имеющие свободно выделившийся графит в грубой форме или применять чугуны, имеющие мелкие графитные включения в минимальном количестве. Таким требованиям отвечают передельные и близкие к ним литейные низкокремнистые чугуны, в которых углерод находится в связанном состоянии, а графитные включения мелкие.

Особенно высокие требования в отношении наследственности предъявляются к доменным чугунам, предназначенным для изготовления поршневых колец индивидуальной отливки. Считают, что для их изготовления может применяться не всякий доменный чугун. Совершенно не подходят различные, так называемые "синтетические" чугуны. Использование их даже при достаточном перегреве и последующей внепечной обработке не позволяет достичь необходимой микроструктуры. Для получения поршневых колец стремятся использовать доменные чугуны от одного поставщика, качество которых проверено многократными плавками.

Таким образом, составление шихты только по химическому составу чугуна недостаточно. Дополнительно необходимо учитывать его происхождение, вид излома, структуру. Структура, характер распределения, размер графитных включений "наследуются" кольцами тем отчетливей, чем меньше их сечение. Поэтому для получения мелкозернистой структуры используют мелкозернистые в изломе доменные чугуны. Если доменные чугуны имеют в изломе различную окраску, разные размеры зерна, насыщены газовыми раковинами, использовать их для получения поршневых колец нецелесообразно.

На качество доменного чугуна, его наследственность влияют также условия разлива в изложницы. Чушки, покрытые оксидами, шлаком, имеющие в изломе газовые раковины со спелью, при вторичном переплаве обеспечивают по сравнению с чистыми чушками уменьшение прочности и увеличение объемной усадки на 30—40%.

На ПО "МТЗ" была поставлена опытная партия бокситового титанистого чугуна (БТЛ). Чушки такого чугуна были испещрены газовыми раковинами. При переплаве все отливки были поражены газовой пористостью, причем характер пор, окраска их внутренней поверхности унаследовали газовую пористость, свойственную для чушек. Газовая пористость полностью исчезла после исключения данного чушкового чугуна из шихты.

На Лебедянском машиностроительном заводе для ликвидации операции отжига тонкостенных

отливок погружных насосов для добычи нефти предложена модифицирующая смесь, содержащая графит, ФС60Ba17 и ФС30P3M30. Такая сильная графитизирующая добавка полностью устранила отбел в сечениях 1,2 мм, что позволило исключить отжиг литья без ухудшения обрабатываемости. По мере накопления в шихте возврата добавку модифицирующей смеси пришлось уменьшить в 2 раза, т. е. до 0,2—0,3% без появления отбела, что свидетельствует о передаче отливкам через возврат наследственных свойств, полученных ранее при модифицировании чугуна индукционной плавки.

По сравнению с электроплавкой ваграночный чугун содержит большое количество зародышей, поступающих из кокса и дутья. Кислород и углерод участвуют в образовании зародышей, которые положительно влияют на прохождение эвтектической кристаллизации. Похожие процессы происходят и в доменной печи при выплавке чушковых чугунов, в которых благоприятное состояние зародышей передается по наследству в расплав.

В индукционных печах также возможна выплавка чугуна, богатого зародышами, что подтверждается практикой. Однако постоянно приходится регулировать содержание зародышей, недостающих в шихте, при помощи науглероживания и модифицирования.

Среди количественных критериев, оценивающих влияние наследственности шихтовых материалов на качество жидкого чугуна, его структуру и свойства, кроме количества, формы и характера распределения графитных включений, следует отметить роль первичной структуры — размеры и строение эвтектического зерна и характер кристаллизации дендритов первичного аустенита [4]. Установлена зависимость изменения механических свойств ваграночного чугуна от размера эвтектического зерна. Во всех случаях при замене литейного чугуна передельными обнаруживается более мелкое эвтектическое зерно, величина которого закономерно изменяется с изменением степени эвтектичности [4].

Размер и характер дендритов аустенита при кристаллизации определяются скоростью охлаждения и степенью переохлаждения. Дендриты аустенита получаются более мелкими и тонкими при большой скорости охлаждения и более крупными — при малой скорости охлаждения. Передельные чугуны для литейного производства поставляются поэтому в малых чушках с целью обеспечения наследования более мелкодисперсных частиц графита, эвтектических зерен и первичных дендритов аустенита. Этим же можно пояснить факт использования Гриньоном [1] для плавки чугуна шихты в виде дроби.

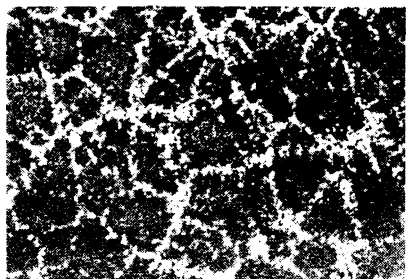
В настоящее время появились технические решения по искусственному управлению наследственностью доменных чугунов с получением заданной структуры и механических свойств отли-



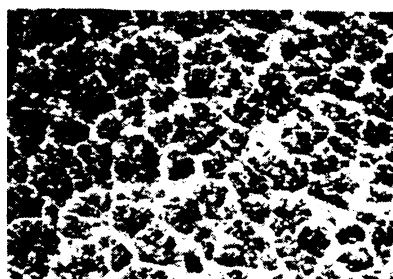
a



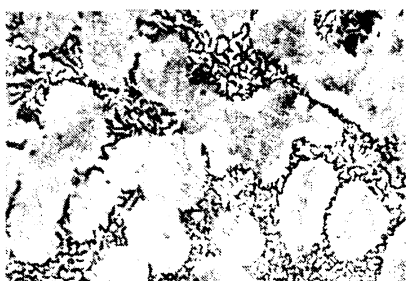
б



в



г



д



е

Типичные структуры, полученные при искусственном управлении наследственностью: *a, б* — дендриты первичного аустенита; *в, г* — эвтектическое зерно; *д, е* — микроструктура соответственно исходного и обработанного FC65Ba4 чугуна

вок. В этом направлении уже сделаны определенные шаги. Так, под руководством В. А. Курганова [5] за счет применения проволочного метода модифицирования передельного чугуна при выпуске его из доменной печи освоено производство доменных графитизированных чугунов литейного класса типа ДГЛ на Липецком, Макеевском и Запорожском металлургических комбинатах. Приобретенные свойства такие чугуны передают отливкам при вторичных переплавах с повышением механических свойств, улучшением структуры, отсутствием отбела при меньших добавках ферросилиция и других графитизирующих модификаторов. Типичные изменения структуры, получаемые в результате искусственного управления наследственностью и характеризующие положительные изменения первичной структуры (измельчения эвтектического зерна, характера дендритов аустенита), а также структуры металлической основы и характера распределения графитных включений, показаны на рисунке. При-

веденные данные свидетельствуют о том, что изменение структуры чугуна в нужном направлении с использованием модифицирования является одним из мощных средств управления наследственными свойствами чугуна. Вполне очевидна необходимость проведения дальнейших исследований по изучению наследственности чугунов на основании последних достижений в этой области.

Литература

1. Никитин В. И. Новые литейные технологии с использованием явления наследственности // Литейное производство. 1997. № 5. С. 12.
2. Высококачественные чугуны для отливок / Под ред. Н. Н. Александрова. М.: Машиностроение, 1982.
3. Александров Н. М., Курнавин А. Е. Передельный доменный чугун в производстве чугунолитейного производства. М., 1980.
4. Новые технологические процессы литейного производства. М., 1967. Ч. 1. С. 66—70, 72—79.
5. Курганов В. А. и др. Некоторые перспективы развития литейного производства // Тез. докл. IV съезда литейщиков России. М., 20—24 сентября 1999.