

*А. Б. Адамов,
Д. А. Баранов*

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ МАЛОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

Введение. Переход на рыночную экономику в Украине болезненно сказался на деятельности производственных предприятий, особенно в сфере малого предпринимательства [1]. Планируемое государственное снабжение осталось за крупными предприятиями, преимущественно государственной формы собственности. Малые предприятия, неохваченные государственным снабжением, вынуждены на свой страх и риск находить пути обеспечения производства сырьем в биржах, интернете, прайс-листах, посреднических конторах, выставках-продажах и др. Это усложняет деятельность малых предпринимателей, особенно при переходе к выпуску новой продукции. Накопленные на складах заготовки и сырье являются балластом предприятий, и их реализация определяет эффективность экономической деятельности. Все это тормозит научно-технический прогресс.

Развитие малого предпринимательства в производственной сфере экономики Украины во многом сдерживается отсутствием доброкачественного и дешевого сырья, которое в достаточном количестве может быть приобретено на рынке. Разнообразные задачи, которые решает предприниматель, в большинстве случаев связаны с небольшим объемом производства и требуют содержания на складах больших излишков материалов.

В странах бывшего Союза используется, например, больше двух тысяч марок стали, что вносит огромные трудности в выборе и рациональном использовании материала. Вследствие этого применяют материалы, которые легко приобрести, что, естественно, сказывается на качестве изделий и их конкурентоспособности.

Постановка задачи. В связи с этим появляется большая потребность в универсальном материале, который мог бы оказаться под рукой малого предпринимателя в любое время. Полученные нами данные позволяют заключить, что такой материал уже существует и им является деформированный высокопрочный чугун. Благодаря шаровидному графиту, образовавшемуся во время затвердевания, чугун обладает высокими прочностью и пластичностью, сопротивлением коррозии и износу. Не случайно производство чугуна с шаровидным графитом в индустриально-развитых странах растет из года в год. До последних лет чугун рассматривался как литейный материал, не пригодный для деформирования. Такое отношение к чугуну, привитое специалистам со студенческой скамьи, негативно сказывается на научно-техническом прогрессе в металлургическом производстве и сужает область применения этого перспективного материала.

Металлургия и машиностроение потребляют и производят широкую гамму материалов, эффективность использования которых определяют

© Адамов Александр Борисович – заместитель генерального директора.
ГП «Донецкуголь»;
Баранов Дмитрий Александрович – научный сотрудник.
Национальный технический университет, Донецк.

уровень рентабельности и степень воздействия на окружающую среду [2]. В связи с этим большое значение приобретают вопросы внедрения новых технологий и ресурсосбережения, определяющих конкурентоспособность продукции. Выявленные в результате анализа преимущества и недостатки деформированного высокопрочного чугуна позволяют эффективнее использовать этот новый и перспективный материал в технике.

Результаты. Качество высокопрочного чугуна может быть повышено путем горячей и теплой прокатки,ковки и выдавливания. Во время деформирования мягкий графит вытягивается в направлении течения металла и придает чугуно ряд замечательных свойств. В определенном направлении испытания материала повышаются прочность и вязкость, а инертные пластины графита, размещенные вдоль поверхности изделий, тормозят развитие коррозии. Деформируемый высокопрочный чугун обладает и другими позитивными свойствами: поглощением вибраций, сопротивлением износу при трении скольжении, особенно в случае задержки поступления смазки и др. Качество чугунных изделий может быть повышено термической обработкой, которую проводят непосредственно по окончании деформации или с дополнительного нагрева [3]. Все это делает деформированный чугун универсальным материалом. Универсальность его обусловлена наличием графита, который является резервуаром углерода в чугуне и может быть востребован при термической обработке. Это ценное свойство высокопрочного чугуна позволяет применять его в самых разнообразных условиях.

Проектирование деформированного высокопрочного чугуна основано на новых принципах. Обычно при выборе

железного сплава исходят из оптимизации соотношения основных фаз - твердого раствора и упрочнителя, которыми являются карбидные, нитридные или интерметаллидные фазы. Общее содержание упрочняющей фазы меняется мало, а путем термической обработки изменяют величину кристаллов упрочняющей фазы, их число и распределение. В этом случае ограничена возможность изменения свойств материала и сужен интервал их экстремальных значений. Например, белый чугун – всегда твердый и хрупкий материал, а низкоуглеродистая сталь – пластичный и мягкий материал, из которого изготавливают кузова автомобилей и консервные банки.

Иначе обстоит дело с деформированным высокопрочным чугуном. В его структуре наряду с твердым раствором железа содержится мягкая фаза – графит. Функции этой фазы разнообразны, что позволяет придавать чугуно многофункциональность. Это качество достигается при неизменном химическом составе чугуна. Переводя весь углерод сплава в графит, можно сделать чугун мягким и пластичным (с пределом прочности 400 МПа, твердостью 150 НВ и относительным удлинением 15%). Увеличивая количество связанного углерода в карбидной фазе путем термической обработки, можно в широком диапазоне изменять прочность, вязкость, пластичность и другие характеристики этого интересного материала. Путем термической обработки, например, можно повысить твердость в 5 и более раз, а предел прочности выше 1000 МПа, что достигается в стали добавкой дорогих легирующих элементов. Уникальность изменения свойств чугуна обусловлена графитом. Последний находится в резервуарах, в виде графита, и при необходимости может быть оттуда

извлечен и приобщен к участию в фазовых превращениях, обеспечивающих повышение прочности и твердости. Углерод подобно библейскому Самсону, сбросившему узы сна, способен совершать мифические подвиги. Таким образом, использование новых принципов в создании новых материалов позволило сплаву одного и того же химического состава придавать нужные технологическую структуру и свойства.

Возможности воздействия на качество чугуна расширяются, если чугун с шаровидным графитом подвергнуть пластической деформации. Благодаря последней графит изменяет свою форму в нужном для технолога направлении. В проволоке, например, велика прочность на разрыв и ее можно повысить однонаправленным ориентированием графитных волокон. Тонкий лист должен хорошо изгибаться, штамповаться и не подвергаться коррозии. И здесь на помощь приходит размещение графитных дисков вдоль поверхности изделия. Можно привести и другие примеры того, как ориентированные графитные включения облагораживают чугунные изделия и вносят позитивный вклад в формирование свойств чугуна. В результате деформирования высокопрочный чугун приобретает характеристики, недостижимые в нем в отсутствие деформации.

Деформированный высокопрочный чугун может быть использован как прочный и вязкий конструкционный материал [4]. Из него изготавливают тонкий лист, трубы, профилированные прутки и проволоку. Поковки и прокат из чугуна могут в дальнейшем применяться для изготовления многих деталей машин – зубчатых колес и шестерен, втулок, прокладок, метизов и т. д. Придание чугуна феррито-графитной структуры повышает его деформируемость и

препятствует раннему наступлению разрушения.

Термической обработкой можно упрочнить его. Степень упрочнения зависит от температуры нагрева. С повышением температуры увеличивается количество углерода, переходящего из графита в твердый раствор, что позволяет применять закалку, нормализацию, отжиг и т. д. Неравномерностью нагрева можно упрочнять лишь отдельные участки деталей, сохраняя другие в неупрочненном состоянии. В связи с этим отпадает необходимость в химико-термической обработке изделий, в частности цементации, поскольку необходимое количество углерода в растворе железа можно получать, изменив лишь температуру нагрева.

Деформированный высокопрочный чугун может быть использован и как инструментальный материал. Не случайно из него сейчас изготавливают шары помольных мельниц, прокатные валки и другой инструмент. Вязкость инструмента из этого чугуна повышается благодаря вытянутым графитным включениям. Трещины, зарождающиеся в стальном или чугунном изделии при ударных нагрузках, при росте в деформированном чугуне, встречаются с вытянутым графитом, который задерживает их распространение. В этом деформируемый чугун напоминает композиционный материал, составленный из компонентов с разными свойствами.

Использовать деформированный чугун можно и как материал с особыми физико-химическими свойствами. Вытянутые графитные частицы защищают металлическую основу чугуна от коррозии. Тонкий лист и трубы, изготовленные из деформированного чугуна, обычно не требуют защитной окраски, поскольку роль защиты играет графит. Его антикоррозионные свойства не снижаются при образовании

поверхностных дефектов во время эксплуатации. В этом деформированный чугун выглядит привлекательнее, чем изделия с покрытиями. При нарушении покрытия в таких изделиях происходит локальная коррозия, которая снижает длительность эксплуатации. Из-за этого необходимо периодически восстанавливать окраской защиту изделий. В деформированном чугуне защищают от коррозии вытянутые включения графита, содержащиеся в изделии.

Стоимость отливок из высокопрочного чугуна пока несколько превышает стоимость стали, которую деформированный чугун может успешно заменять при производстве многих изделий.

Имея в виду большую потребность этого материала в будущем и повышение экономической эффективности, группа молодых исследователей в Донецком национальном техническом университете задалась целью получить прокат и поковки из доменного чугуна с шаровидным графитом [5]. Выполнен большой круг исследований, результаты которых опубликованы в нескольких десятках статей в научно-технических изданиях Украины и России. Полученный ими деформированный чугун оказался пригодным для изготовления уникальных деталей современного машиностроения: шумопоглощающих метизов, сварнокатанных и сложных по конфигурации деталей, коррозионностойких изделий – и это далеко неполный перечень изделий, которые изготовлены инициативной группой из деформированного высокопрочного чугуна.

Использование доменного чугуна с шаровидным графитом является перспективным направлением развития черной металлургии. Устранение из металлургического цикла материал-

энергоёмкого звена – переплава доменного чугуна в сталь и чугун – чрезвычайно привлекательный путь, благодаря которому достигается значительная экономия и улучшается экологическая обстановка, особенно в таких районах, как Донбасс. Сокращение резервов металла, необходимого для обеспечения бесперебойной деятельности предприятий, особенно в сфере малого предпринимательства, позволяет рационально использовать заготовки и не допускать потерь из-за коррозии при неоправданно длительном хранении.

Выводы. Таким образом, приведенные данные свидетельствуют о том, что широкое применение деформированного высокопрочного чугуна позволит сократить запасы сырья, повысить качество металлопродукции и является экономически оправданным ресурсосберегающим мероприятием. Универсальность деформированного высокопрочного чугуна позволяет использовать его в качестве конструкционного и инструментального материала при изготовлении многих изделий в металлургии и машиностроении. Применение для указанных целей доменного чугуна и придание графиту шаровидной формы позволит использовать высокопроизводительные способы производства изделий высокого качества и значительно повысить рентабельность металлургических и машиностроительных предприятий.

Литература

1. Дорогунцов С., Чижова В. Методологические проблемы воспроизводства основного капитала в трансформационный период // Экономика Украины. – 2002. – №12. – С. 29 – 35.

2. Аптекарь С.С., Близкий Р.С. Металлургическое предприятие в системе ресурсопотребления // Економіка промисловості. – 2004. – №1 (23). – С. 25 – 31.
3. Баранов А. А., Баранов Д. А. Перспективы технологий, основанных на совмещении горячей деформации и термической обработки чугуна // Изв. ВУЗов. Черная металлургия. – 2002. – №7. – С. 34 – 40.
4. Горячая пластическая деформация высокопрочного чугуна / Н.П. Лякишев, Г.В. Щербединский. 5-е собрание металлургов России. – Краснодар, 10-13 сент. 2001: Сб. трудов. – Краснодар, 2001. – С. 249 – 251.
5. Баранов Д. А. Прокат и поковки из доменного чугуна с шаровидным графитом / Сб. «Прогрессивные технологии в машиностроении». – К.: АТМ Украины, 2002. – С. 14 - 16.