

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОКРЕМНИСТЫХ ЧУГУНОВ

Ярошевич А.И., Крутилин А.Н.
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь

Одним из главных факторов повышения эксплуатационной стойкости машин и механизмов является правильный выбор конструкционных материалов. Перспективным материалом, с точки зрения коррозионной стойкости, является высококремнистые чугуны, которые могут во многих агрессивных средах, при различных температурах и концентрациях.

Представляет интерес использование высокопрочных чугунов с повышенным содержанием кремния для деталей тракторостроения, например, в зарубежной практике, в форсированных двигателях для изготовления поршней применяют высокопрочный чугун с шаровидной формой графита. Для того, чтобы исключить рост чугуна в процессе работы при температурах 450 - 550°C, который происходит вследствие распада цементита входящего в состав перлита, необходимо использовать ферритный высокопрочный чугун. В условиях воздействия высокой температуры и агрессивной среды, использование высококремнистых высокопрочных чугунов может позволить значительно повысить эксплуатационные характеристики двигателей. Однако, получение ферритных чугунов с шаровидной формой графита с прочностью на уровне порядка 600 МПа и относительным удлинением более 10% достаточно трудно.

Высококремнистые железоуглеродистые сплавы (ферросилиды) характеризуются специфическими свойствами, которые обусловлены реализацией процессов упорядочения при фазовых переходах, образованием в структуре специальных фаз. Кремний относится к элементам, способствующим протеканию превращений в чугунах по стабильной системе. Под влиянием больших присадок кремния уменьшается растворимость углерода в чугунах и его количество, находящееся в связанном состоянии. Кремний сужает область существования γ - раствора и при содержании кремния выше 5% в чугунах получается однородная ферритная структура металлической массы с графитом, которая практически исключает процессы графитизации и фазовые превращения при нагреве до относительно высоких температур.

Отличительной особенностью кремнистых чугунов является их высокая жаростойкость и ростоустойчивость в агрессивных средах: в атмосфере кислорода, углекислоты, сернистых газов и в атмосфере, в составе которой имеется водород. Область применения чугунов ограничивается содержанием кремния, среднекремнистые чугуны, содержащие 4 – 8%Si, обладают высоким сопротивлением окислению при температурах до 750°C, высококремнистый чугун с содержанием 10% Si наиболее часто применяемый вид кислотоупорного чугуна.

Для получения жаростойкого и ростоустойчивого литья для отливок, работающих при температурах до 800 - 900°C, обычно применяют кремнистые чугуны

содержащие 5 – 6% Si, с пластинчатой формой графита, известные под названием силала. Сплавы с содержанием кремния (более 7%), несмотря на повышенную жаростойкость и ростоустойчивость, практически не используются вследствие высокой хрупкости и трудностей с механической обработкой.

По величине жидкотекучести силал превосходит обычный серый чугун, что обеспечивает хорошее заполнение тонких полостей формы. Линейная усадка силала 1,2 – 1,3%, т.е. почти не отличается от величины усадки обычного серого чугуна.

Переход от пластинчатой формы графита к шаровидной позволяет резко повысить жаростойкость и ростоустойчивость кремнистых чугунов. Прочность кремнистого магниевого чугуна при высокой температуре в 2 – 3 раза выше прочности обычного силала. Большое влияние на механические и технологические свойства кремнистого чугуна оказывает содержание углерода. Уменьшение содержания углерода несколько улучшает прочностные свойства чугуна, способствует повышению жаростойкости. Однако при этом уменьшается жидкотекучесть, увеличивается усадка, появляется склонность к отбеливанию и образованию трещин в тонких сечениях отливок. Понижение содержания углерода до 2,3 – 2,8% можно рекомендовать только для массивных отливок.

Кремний оказывает значительное влияние, как на структуру, так и на механические свойства высокопрочного чугуна. При содержании 3 – 3,3% кремний способствует получению устойчивой ферритной структуры, пластичность чугуна понижается. Увеличение содержания кремния более 3,5% ведет к появлению хрупкости. С точки зрения пластичности, лучше использовать чугуны с 2 – 2,4% кремния, а для получения чистого феррита применять термическую обработку.

Структура ферросилида формируется как по стабильной, так и по метастабильной системе. Оптимальным сочетанием механических и литейных свойств обладают ферросилиды, состав которых по углероду и кремнию приближается к эвтектическому. Литейная усадка ферросилида сильно колеблется в зависимости от насыщенности газами и составляет 1,2-2,6%. Из-за большой линейной усадки, при отливке сложных деталей, создаются значительные внутренние напряжения, возможно образование трещин непосредственно в процессе охлаждения отливки.

Свойства кремнистого чугуна можно улучшить, если концентрацию кремния поддерживать на нижнем пределе (5,0%) и дополнительно легировать его хромом (0,5 – 0,8%) и медью (1,2% - 1,5%). Подобное сочетание легирующих элементов в чугуне нашло широкое распространение в литейном производстве Англии и США. В случае дополнительного легирования кремнистых чугунов хромом, алюминием, никелем или комплексом этих элементов, рабочая температура отливок может быть повышена до 1000 °С.

Увеличение объемов производства отливок из высококремнистых чугунов в различных областях промышленности, позволит значительно улучшить эксплуатационные свойства деталей, работающих в агрессивных средах при высоких температурах.