

It is shown, that application of new silicon-free ligatures increases the properties of cast articles considerably.

А. В. МИХЕЕВ, С. Н. ПРИМЕРОВ, ЗАО «НПО БКЛ», С.-Петербург

УДК 621.74

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ БЕСКРЕМНИЕВЫХ ЛИГАТУР

Дальнейший прогресс в мировой металлургии, особенно в области литейного производства, неразрывно связан с разработкой высокоэффективных присадок (раскислителей, модификаторов, лигатур). Это объясняется непрерывно развивающейся внепечной, так называемой ковшевой металлургией, когда ряд важных технологических операций раскисления, рафинирования и модифицирования совмещается с легированием или микролегированием и переносится из плавильной печи в разливочный ковш, где проходят вышеуказанные операции, во многом определяющие качество выплавленного металла и, в конечном итоге, срок эксплуатации изготовленных из него металлоизделий.

Идея в необходимости разработки таких высокоэффективных присадок для стали зародилась в Физико-техническом институте металлов и сплавов (бывший Институт проблем литья академии наук УССР) еще 30 лет назад. Реализация этой идеи связана с выполнением фундаментальных основных положений теории модифицирования и микролегирования сплавов и разработкой рациональной схемы внепечной обработки (модифицирования) их в производственных условиях. Научным руководителем и ответственным исполнителем был Сергей Николаевич Примеров.

Отечественная научная теория модифицирования, разработанная Гуляевым, Гольдштейном, Шульте, Крещановским и другими патриархами литейного производства, сделала этот технологический способ эффективным средством получения необходимой структуры литой стали и включает в себя ряд следующих положений.

При модифицировании сплавов комплексными или отдельными добавками следует рассматривать все явления и преобразования, протекающие при процессах первичной и вторичной кристаллизации и определяющие, в конечном итоге, свойства металла в отливках.

Комплексное модифицирование — это одновременно раскисление и рафинирование стали, измельчение и микролегирование ее структуры. Доминирующая роль модификаторов в основном заключается в раскислении, рафинировании, модифицировании структуры, т.е. модификаторы

выполняют в большей степени роль технологических добавок.

При условии образования тугоплавких продуктов раскисления, являющихся дополнительными центрами кристаллизации, или определенном остаточном содержании (в сотых или тысячных долях процента) в сплавах поверхностно-активных элементов (кальций, РЗМ и др.), входящих в состав модификаторов, последние оказывают модифицирующее воздействие на структуру стали. В первом случае имеет место модифицирование 2-го рода, во втором — 1-го рода, когда малые добавки активных элементов тормозят рост дендритных кристаллов, распределяясь в виде дислокаций на фронте кристаллизации.

Оба механизма могут «срабатывать» одновременно, взаимно усиливая друг друга. Соответственно наличие микроконцентрации активных элементов в модифицированной стали свидетельствует как об определенности эффекта модифицирования, так и о том, что вводимая присадка достаточно полно израсходовалась в технологическом плане. В таком плане, видимо, более целесообразно обрабатывать расплав одновременно модификаторами 1-го и 2-го рода по сравнению с раскислением присадками в направлении от слабых до сильных раскислителей.

Одно время технология последовательного раскисления стали начиная от слабых и заканчивая более активными присадками была основоопределяющей.

В технологии производства стали необходимо большое внимание уделять неметаллическим включениям в ее структуре. На весь уровень механических и эксплуатационных свойств стали, прежде всего хладостойкость, усталостную прочность, оказывают влияние не столько общее содержание неметаллических включений, сколько их форма и характер распределения в структуре. Естественно, что наиболее приемлемым вариантом является глобуляризации включений, сопровождающаяся их равномерным перераспределением и очищением межзеренных границ.

Микролегирование и модифицирование стали пока не нашло широкого применения, хотя множеством исследований и практическим опытом показана возможность таким путем значительно

улучшить свойства литых изделий. Все дело в том, что для успешного применения тех или иных модификаторов и лигатур требуется, как правило, комплексный подход к технологии производства отливок, включающий не только определение оптимального количества вводимого материала, подбор его фракционного и химического состава, но и корректировку предварительного раскисления стали, а также режимов термической обработки изделий. При отсутствии такого подхода в большинстве случаев не удается добиться положительных результатов, а зачастую можно получить ухудшение качества отливок [1].

Для успешного процесса модифицирования и получения хороших результатов металл должен быть подготовлен, должен быть достаточно раскислен и иметь низкое содержание вредных примесей. Так, за рубежом при выплавке качественной стали стремятся к минимальному содержанию серы. Например, фирма «Tyssenkrupp» почти 90% стали выпускает с содержанием серы не выше 0,005%, в том числе около 65% с содержанием 0,003% и ниже, в то время как те же 90% стали российского производства содержат серы на порядок выше — 0,015–0,018%. Естественно, что при более высоком содержании серы и кислорода в стали, находящейся в плавильном агрегате, соответственно требуется повышенный расход раскислителей при выпуске жидкого металла из печи в разливочный ковш.

Теоретически необходимость создания бескремниевых присадок подтверждается открытием проф. С. М. Баранова, в котором доказывается исключительно вредное влияние монооксида кремния на свойства стали. Кроме того, при обработке жидкой стали кремнийсодержащими присадками в ее структуре появляется большое количество различных силикатов, также отрицательно влияющих на весь уровень механических характеристик стали.

Следует также отметить, что в промышленности применяются стали и сплавы без кремния.

В ИПЛ АН УССР путем широких опытно-промышленных исследований решалась проблема разработки принципиально новых бескремниевых комплексных лигатур (БКЛ) вплоть до 1990 г.

Первыми заводами, на которых внедряли принципиально новые, не имеющие мировых аналогов, БКЛ с довольно большим экономическим эффектом, были ХТЗ, Запорожский моторостроительный завод, КЦРЗ, Амвросиевский завод стального литья и Лутугинский завод валков. Марки стали — начиная от обычных углеродистых и низколегированных и заканчивая высоколегированными. Эффективность внедрения новых БКЛ выражается в существенном улучшении таких литейных свойств сплавов, как жидкотекучесть (на 30–50%) и трещиностойкость отливок (в 1,52 раза), что обеспечивает резерв в снижении температуры перегрева сплавов в плавильном агрегате перед выпуском в разливочный ковш. Последний фактор имеет большое технологическое

значение для получения качественных отливок. Не менее важным является то, что модифицирование стали БКЛ приводит к резкому повышению всего уровня ее технологических и эксплуатационных свойств, особенно пластичности, хладостойкости и усталостной прочности и, как следствие, улучшению качества и надежности отливок.

Наконец, что представляют собой БКЛ? По сути, это комплексные раскислители, содержащие в своем составе, с одной стороны, алюминий, кальций, РЗМ, с другой — в зависимости от марки выплавляемой стали — ванадий, (ванадийсодержащие) либо ниобий (ниобийсодержащие), либо титан (титансодержащие) стали. Когда разрабатывались новые БКЛ, весьма популярным, сохранившим свою актуальность на сегодняшний день, было направление микролегирования стали. Учитывая этот важный фактор микролегирования стали, новые присадки получили название БКЛ.

В связи с развалом Союза это прогрессивное направление не развивалось. В 2000 г. было создано ЗАО «НПО БКЛ», которое поставило задачу возобновить производство бескремниевых комплексных лигатур и способствовать эффективному внедрению их в литейном производстве. В настоящий момент ЗАО «НПО БКЛ» является единственным производителем бескремниевых комплексных лигатур марок АКЦе® и АКЦеЖ® и их производного ряда. На изобретение и марки БКЛ были получены патент и свидетельства на товарный знак.

ЗАО «НПО БКЛ» успешно сотрудничает со многими предприятиями ряда отраслей промышленности, заинтересованных в новой технологии. Безусловно, что применяют БКЛ прежде всего те предприятия, где предъявляются высокие требования, особенно заказчиком, к качеству отливок по механическим свойствам.

Академиком В. И. Моисеенко была успешно апробирована лигатура БКЛ при получении отливок из хромистых сталей на центробежном литье с получением положительных результатов.

Наши успехи по внедрению и широкому апробированию новых БКЛ в металлургическое и литейное производства достаточно широко освещены в журналах «Литейщик России», «Литейное производство», «Национальная металлургия», «Литье и металлургия» и других периодических изданиях.

ЗАО «НПО БКЛ» призывает всех металлургов и литейщиков Беларуси апробировать технологию модифицирования стали БКЛ как исключительно простой в техническом исполнении и не требующий дополнительных затрат высокоэффективный способ повышения качества отливок практически из всех марок стали, высоколегированных чугунов, а также никелевых, хромистых, хромоникелевых и других сплавов.

Литература

1. Шварцман Ю.Х., Шкуркин В.И., Галяк В.С. Основные направления совершенствования технологии выплавки чугуна и стали // Тр. пятого съезда литейщиков России. М., 21–25 мая 2001 г. С. 172–176.