



Обработка зерна первичного кремния в заэвтектических сплавах.

Требования к отливкам постоянно ужесточаются, и, как следствие, требования металлургического характера к сплаву также повышаются. По этой причине в настоящее время все чаще начинают применять сплавы, которые раньше имели очень ограниченный диапазон использования, например, литейные алюминиевые заэвтектические сплавы.

Введение.

До сих пор литейные алюминиевые заэвтектические сплавы использовались главным образом в производстве поршней. Это связано с их малым коэффициентом термического расширения, что обуславливает такие свойства, как высокая твердость и износостойкость.

Как следствие этого в дальнейшем эти сплавы используются не только при литье в кокиль в поршневом производстве, но также и при литье в землю, например, для производства тормозных дисков. Процесс литья в землю подразумевает оборудование литейной части сложной системой воздушного охлаждения.

Медленная скорость кристаллизации при этом процессе литья требует очень тщательной обработки расплава, которая включает очистку расплава, а также измельчение зерна первичного кремния. По этой причине встает необходимость использования другого метода обработки расплава, нежели обычное введение медно-фосфорной лигатуры.

Обработка кремния в заэвтектическом силумине.

В сплаве, содержащем 18% кремния, кристаллы формируются при охлаждении до температуры примерно 700 ° С. При уменьшении скорости кристаллизации при литье в землю или литье в кокиль (в сплавах с высоким содержанием алюминия), эти кристаллы имеют время для роста. В зависимости от интенсивности охлаждения они преобразуются в дендритную форму и образуют более или менее крупные кристаллы (рис. 2). После затвердевания кристаллов кремния крайне сложно получить сравнительно мягкую эвтектику. В принципе, это сочетание является идеальным для наличия абразивного эффекта, едва ли вредного для отливок. Однако это работает только, когда кристаллы небольшого размера и равномерно распределены на поверхности и внутри отливки (рис. 3). Кристаллы кремния обладают высоким сопротивлением и разрыв кристалла в любом случае не вредит отливке.

Это может быть достигнуто эффективной обработкой зерна кристаллов кремния.

Измельчение зерна достигается при помощи кристаллизаторов. Это бориды титана для первичного алюминия в доэвтектических сплавах и фосфиды алюминия для первичного кремния в случае заэвтектических сплавов. Фосфид алюминия очень

токсичен, который не должен быть использован при литье алюминия, так как он образует с влагой высокотоксичный фосфид водорода (PH_3).

Каким образом возможно внести фосфид алюминия, необходимый для обработки зерна, в расплав? Добавление красного фосфора в алюминиевый расплав для формирования фосфида алюминия оказалось не очень эффективным, так как фосфор сложно смешивается с алюминием и немедленно окисляется с выделением дыма. Применение медно-фосфорной лигатуры является общепринятой практикой. В этом случае сплав меди и фосфора должен применяться как медь, фосфор может быть замешан достаточно хорошо и форма эвтектики получается с 8% фосфора. Следовательно, медь работает в качестве "переносчика" фосфора.

Однако, этот метод имеет недостатки, так как лигатуры CuP растворяются только при очень высоких температурах (минимум 800°C) и только в этом случае фосфор может вступать в реакцию с алюминием с образованием AlP . Время реакции составляет около 40 минут.

Тем не менее, большую продолжительность реакции можно избежать, если добавлять в фосфор в алюминий непосредственно в виде лигатуры.

Лигатура с фосфидом алюминия.

Для производства лигатуры с фосфидом алюминия должны быть использованы процессы порошковой металлургии. Для добавления в расплав фосфору нужен «переносчик». В этом плане оказалось эффективным соединение фосфора и железа. Железо и фосфор образуют фазу фосфор-железо (Fe_2P) с 24% содержанием фосфора (рисунок 1). Это очень твердый порошкообразный материал смешивается с мягким порошком алюминия, прессуется в заготовки, а затем экструдируется в стержни.

Доля фосфида железа не может быть слишком высокой, потому что смесь должна быть экономична. На практике состав с менее чем 1 / 3 фосфида железа и соответствующей долей алюминия оказался экономичным и эффективным. В результате этого достигается лигатура с содержанием фосфора 6-8%. В ходе этого процесса фосфор диффундирует в алюминий и образует включения фосфида алюминия, являющимися центрами кристаллизации.

В процессе выдавливания мягкий алюминий плакирует твердые частицы фосфида железа. Таким образом, алюминий покрывает твердые частицы и в этом случае возможен процесс диффузии.

Фосфор диффундирует в алюминий с образованием фосфида. Таким образом, лигатура содержит большое количество небольших кристаллизаторов фосфида алюминия и может быть очень эффективным при обработке расплава.

Согласно опытам, введение небольшого количества (примерно 40 ppm) фосфора приводит к необходимому качеству обработки первичного кремния (при введении 1 кг PROBAT FLUSS VLP-200 на 1000 кг расплава).

Доля железа в сплаве возрастает до 200 частей на миллион. В принципе, это увеличение может быть принято, так как оно находится в пределах зоны допуска для литейных сплавов.

Использование лигатуры для обработки расплава фосфором.

Лигатура PROBAT FLUSS VLP-200, производства SCHÄFER Chemische Fabrik GmbH, изготовлена в форме стержней. Такой же вид лигатуры обычно используется для обработки зерна боридами титана или модифицирования стронцием.

Лигатура PROBAT FLUSS VLP-200 производится в виде мерного прутка длиной 1000 мм круглого сечения (рис. 4), благодаря чему они могут быть легко введены в расплав.

Перед обработкой расплав должен быть очищен от оксидных примесей при помощи импеллерной системы. При использовании импеллера так же должен быть добавлен препарат, не содержащий натрия, такой как PROBAT FLUSS AL 3125. Современные установки, такие как импеллер MBC 6000 в сочетании с дозировщиками флюса производства Fuso-Neu осуществляют эти операции автоматически. Такая установка повышает эффективность обработки расплава благодаря последовательному изменению направления вращения ротора.

В конце процесса очистки в расплав добавляют лигатуру в тот момент, когда импеллер еще вращается. Стержни растворяются очень быстро и освобождают кристаллизаторы. При этом они равномерно распределяются в расплаве. Согласно практике применения, температура не играет значительной роли в этом процессе. Обработка может быть выполнена при температуре ниже 700 ° C.

Сплав может разливаться без дополнительной выдержки, так как во время реакции кристаллизаторы уже сформированы. Это доказывает, что эффект сильнее, чем при добавлении медно-фосфорной лигатуры, из-за высокой дисперсности фосфида алюминия, который был сформирован в процессе диффузии. Таким образом, эффективная обработка может быть достигнута уже при концентрации фосфора 40 ppm.

Эта лигатура может быть применена не только для заэвтектических сплавов. Зернистая структура эвтектики в доэвтектических сплавах также может быть достигнута с добавлением фосфора, например, в сплаве G-AlSi8Cu3 (226).

Лигатура PROBAT FLUSS VLP-200 также используется в литье под давлением алюминиевых сплавов..

Выводы.

Для получения мелких кристаллов кремния в заэвтектических сплавах необходима лигатура, которая содержит эффективные кристаллы фосфида алюминия (PROBAT FLUSS VLP-200 производства компании Schäfer Chemische Fabrik GmbH). Эта лигатура производится методом порошковой металлургии. В результате образуются эффективные кристаллизаторы (центры кристаллизации), которые добавляются в расплав при производстве литейных сплавов. Практика показала, что применение этого материала более эффективно, чем добавление медно-фосфорной лигатуры. Равномерное распределение первичных зерен кремния в расплаве может быть достигнуто с меньшим количеством фосфора.

Материал прост в применении, так как обработка расплава может осуществляться

при низкой температуре с незначительным временем реакции. Эта легатура может быть использована не только для заэвтектических сплавов, но и при обработке доэвтектических для достижения зернистой структуры эвтектики.

Описанная легатура производится компанией SCHÄFER Chemische Fabrik GmbH под торговой маркой PROBAT FLUSS VLP-200. Материал был разработан автором этой статьи. Процесс производства запатентован.

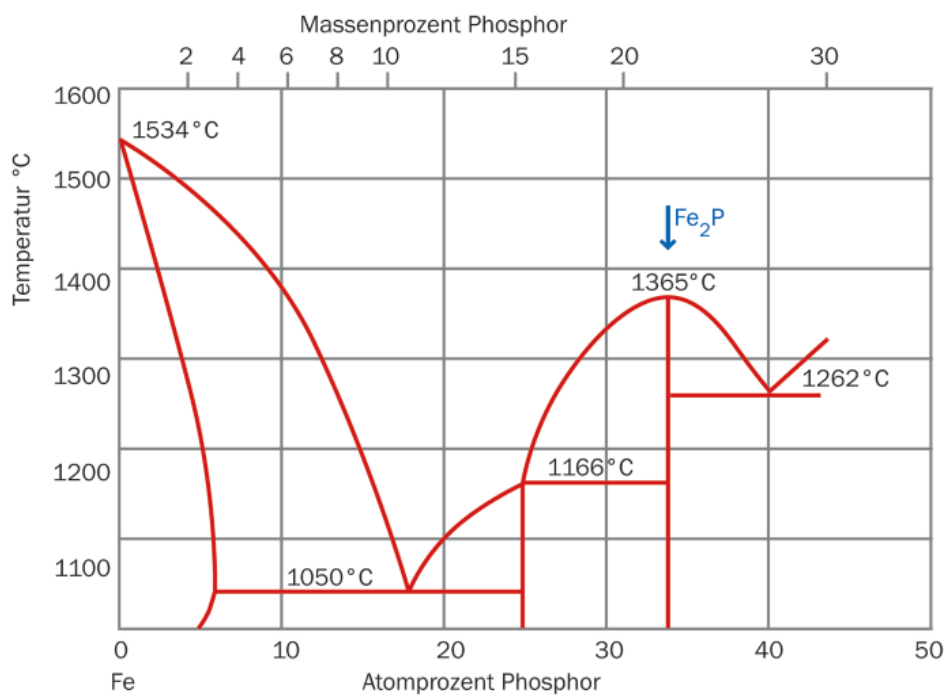


Рис. 1 Двойная диаграмма состояния железо-фосфор

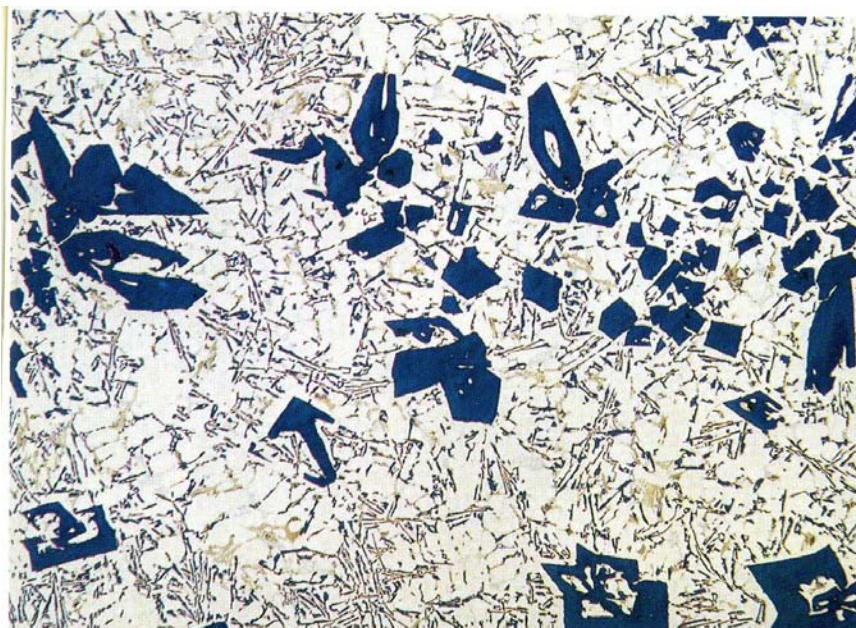


Рис. 2 Заэвтектический силумин до обработки зерна.



Рис.3 Заэвтектический силумин после обработки зерна фосфором



Рис. 4 Лигатура PROBAT-FLUSS VLP 200

Др. Вольфганг Фогель
исполнительный директор компании «Schaefer chemische Fabrik GmbH»