

Исходя из вышесказанного, необходимо констатировать наличие физико-химических факторов, влияющих на форму структурных составляющих, являющихся «модификаторами» структуры и определяющих механические и литейные свойства отливок. К числу таких факторов можно отнести наличие коллоидно-дисперсных поверхностно-активных веществ, изменяющих характер процесса формирования кристаллической структуры. Доказательством этому может служить тот факт, что чистая синтетически выплавленная сталь (например, методом ЭШП) имеет в структуре зернистые карбиды, что является естественной формой перлита. И, наоборот, пластинчатая форма карбидов есть следствие модификации, вызванной избирательной адсорбцией коллоидно-дисперсной поверхностно-активной составляющей стали, которая образовалась в процессе плавки. Эта составляющая должна быть растворима в жидкой и частично твердой стали (до температур вблизи линии солидус), чтобы к моменту перлитных превращений оказать свое модифицирующее действие.

Исследования формирования структуры стали в процессе ее выплавки и кристаллизации в литейной форме показывают, что изменение формы структурных составляющих стали различной выплавки, а, следовательно, механических и технологических свойств происходит под влиянием высококремнистых силикатов, образующихся при раскислении стали, либо за счет насыщения ванны кремнеземом из кислой футеровки в процессе плавки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов С.М. *О взаимной связи некоторых свойств жидкой и твердой стали. В сб.: Современная технология выплавки стали для фасонного литья. - Машиностроение. М.: 1973.*
2. Дидык Р.П. и др. *Физические основы прочности: Учебник. – Д.: Наука та освіта. 2005, 608 с.*
3. Миркин Л.И. *Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. – М., Физматгиз, 1961, 863 с.*
4. Ясюков В.В. *Оценка загрязненности легированных сталей эндогенными и экзогенными включениями. В сб.: Новые разработки в области жаропрочных сплавов. – Красноярск, 1993, с.105-109.*

## ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ОТЛИВКИ

Ясюков В. В., Лысенко Т. В., Солоненко Л. И. (ОНПУ, г. Одесса)

Высокие эксплуатационные свойства деталей зачастую достигаются сложными, дорогостоящими, нетехнологичными методами. Поэтому актуальным для современного машиностроения и его основной заготовительной базы - литейного производства - является решение проблемы повышения точности и эксплуатационной надежности литых деталей. Особое внимание здесь уделяется качеству поверхности, так как износ и разрушение нагруженных деталей начинаются, как правило, с поверхности. При этом качество поверхности следует оценивать величиной неровностей (при бездефектности и однородности) и строением поверхностного слоя. Отливки с шероховатостью поверхности выше

6-го класса ГОСТ 2789-73 необходимы: для тонкорельефных поверхностей с выступами от 0,5 до 5 мм (стеклоформы, художественное литье, пресс-формы литья под давлением); для отливок (колеса центробежных насосов, лопадки паровых и газовых турбин, охлаждаемые поршни двигателей внутреннего сгорания, волноводные элементы, клапанные или плиты компрессоров холодильных машин), работающих в контакте с подвижными жидкими и газовыми средами, радиоволнами. Малые неровности поверхности в отливках улучшают механические свойства, уменьшают термонапряжения, повышают коррозионную стойкость. Если же получать поверхности с малыми неровностями обработкой резанием, то, кроме затрат, удаляется поверхностный слой отливки с повышенными механическими свойствами. К тому же малые припуски затрудняют механическую обработку.

Тонкорельефные поверхности 6 - 9-х классов могут быть получены литьем в разъемные керамические и керамизированные формы. В этой технологии используются многоразовые модели из дерева, металла, пластмасс. Модели, выполненные из эпоксидных смол, более предпочтительны ввиду низкой адгезии холодноогеливаемой керамики при изготовлении формы. При этом качество поверхности отливок зависит от качества поверхности формы, способности расплава воспроизводить эту поверхность и процессов взаимодействия на границе раздела металл-форма. Эти параметры в достаточно широких интервалах могут изменяться в зависимости от управляемых технологических факторов:

- оптимизация толщины керамической облицовки двухслойной формы; чем тоньше слой керамики, тем лучше условия его дегазации и меньше вероятность образования газовых раковин на поверхности отливок;
- уменьшение толщины керамического слоя достигается нанесением гидрофобного покрытия на песчаную основу (опорную часть формы);
- управление процессом структурообразования керамики - соотношение ингредиентов, скорость удаления летучих при огеливании, связь между условиями испарения и трещинообразованием поверхностного слоя керамики, т.е. формированием макроструктуры;
- изменение параметров термической обработки форм перед заливкой металла;
- применение огнеупорных наполнителей суспензии с различной химической природой (кислые, основные, нейтральные).

Перечисленные факторы не исчерпывают возможностей этой технологии, которая с расширением номенклатуры отливок совершенствуется и видоизменяется. Так, например, с целью удешевления процесса, можно использовать частичную керамизацию поверхности формы или формировать рабочую полость отливки керамизированным стержнем.

Внутренние поверхности отливок с неровностями выше 8 - го класса могут быть получены при композиционном литье с использованием металлических оболочек, получаемых различными методами: твердофазным спеканием пластифицированных суспензий, гальваническим осаждением на стержни из органических материалов или легкоплавких материалов. Эта технология позволяет управлять строением и свойствами поверхностного слоя, при изготовлении

оболочек литейной формы твердофазным спеканием регулируются размерная точность, точность конфигурации и пространственные отклонения отливок.

Важным фактором является возможность заполнения пор оболочек жидким металлом отливки в процессе заливки формы. Одной из перспективных технологических разработок, направленных на повышение качества поверхности отливок, является литье в низкотемпературные формы (НТФ). Литье в НТФ связано с существенным повышением прочности литейных форм в 5-10 раз в сравнении с разовыми песчаными формами. Это позволяет использовать физико-химическое воздействие на жидкий металл отливки, повысить воспроизводимость точного рельефа и, как следствие, качество поверхности отливок.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Оболенцев Ф.Д. *Технологические методы повышения эксплуатационной надежности отливок / Новые материалы и методы их обработки, обеспечивающие повышение надежности и долговечности аппаратов, машин и механизмов.* Киев, 1981. - с. 25 - 28.
2. Лысенко Т.В., Ясюков В. В. *Применение внешнего воздействия для улучшения свойств отливок. / Материалы XVII семинара "Моделирование в прикладных научных исследованиях".* Одесса, 2008. - с. 66 - 67.
3. Оболенцев Ф.Д., Становский А.Л. *Композиционное литье - экономичный метод формообразования деталей.* - Киев: Общество «Знание» Украинской ССР, 1982. - 20 с.
4. Ясюков В. В. *Кинетика пропитки пористых металлокерамических оболочек. / Материалы XV семинара "Моделирование в прикладных научных исследованиях".* - Одесса, 2009. - с.64 – 65.
5. *Низкотемпературные литейные формы: монография. / Шинский О.И., Лысенко Т.В., Прокопович И.В. и др. – Одесса: Фенікс, 2017. – 248 с.*

## ПРОЦЕССЫ КРИСТАЛИЗАЦИИ ПРИ НАЛОЖЕНИИ ДАВЛЕНИЯ И ОХЛАЖДЕНИЯ НА ЖИДКИЙ МЕТАЛЛ ОТЛИВКИ

Ясюков В. В., Лысенко Т. В., Солоненко Л. И. (ОНПУ, г. Одесса)

Комплексное воздействие давления и охлаждения на отливку, залитую в керамизированную форму приводит к повышению плотности и механических свойств за счет устранения усадочных и газовых раковин, экзогенных включений. При заливке металла в форму из огеливаемой суспензии создаются условия, когда формирование отливок происходит в контакте с негасительной поверхностью, что исключает образование газовых пороков, и с неметаллопроницаемой поверхностью, что позволяет создать повышенное давление при затвердевании отливок и увеличить эффективность их питания. Положительный эффект достигается также при получении отливок в низкотемпературных литейных формах. Фасонные оболочковые холодильники, получаемые спеканием из железных порошков с последующим пропитыванием в изотермических условиях расплавами бронз, создают направленное эффективное охлаждение проточными жидкостями. Таким образом, совместное давление и охлаждение устраняют усадочные раковины при экономичном расходовании металла на прибыли.

При воздействии давления на кристаллизующийся расплав изменяются многие физические характеристики: температура плавления, теплопроводность,