

Литература

1. Логанина В.И., Макарова Л.В., Папшева К.А. Влияние технологии синтеза силикатных наполнителей на свойства известковых и отделочных составов //Региональная архитектура и строительство,2011,№ 2,
2. Логанина В.И., Макарова Л.В., Сергеева К.А. Применение добавки на основе гидросиликатов кальция для сухих строительных смесей//Сухие строительные смеси.2012,№1,С.16-18

УДК621.74.04:621.746.3

ПРИЧИНЫ ТРЕЩИНО- ОБРАЗОВАНИЙ ЛИТЕЙНОЙ ОСНАСТКИ И МЕРЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Приведений механізм утворення тріщин термічної втоми матеріалів ливарного оснащення. Показані заходи відвертання зносу ливарного оснащення. Зроблений висновок про ефективність застосування КМ для виготовлення елементів ливарного оснащення і впровадження нових технологій в ливарне виробництво, таких як технології швидкого прототипування

Ключові слова: технології швидкого прототипування (Rapid Prototyping), композитні матеріали - КМ, тріщини термічної втоми

Приведен механизм образования трещин термической усталости материалов литейной оснастки. Показаны меры предотвращения износа литейной оснастки. Сделан вывод об эффективности применения КМ для изготовления элементов литейной оснастки и внедрения новых технологий в литейное производство, таких как технологии быстрого прототипирования

Ключевые слова: технологии быстрого прототипирования (Rapid Prototyping), композитные материалы - КМ, трещины термической усталости

The mechanism of the splits forming of termal weariness of foundry gear materials is given. Measures of the prevention of the wear-out of the foundry gear are shown. Conclusion is made about efficiency of the using CM for fabrication foundry gear element and introduction new technology in foundry production such as technologies quick prototyping.

Keywords: technology quick prototyping (Rapid Prototyping), composite materials - CM, rifts to termal weariness.

Т.Л. Тринева
Кандидат технических наук
Харьков, Украина
Контактный тел.: 050-204-10-79
E-mail: trinoz@mail.ru

В современных условиях рынка, диктующим быструю смену выпускаемой номенклатуры изделий, вопрос изготовления литейной оснастки напрямую связан с ее качеством. Условия эксплуатации литейной оснастки выдвигают жесткие требования к материалу для ее изготовления, т.к. главным, общим и характерным обстоятельством для многократно используемых металлических формообразующих изделий, является циклический быстрый нагрев их от температуры жидкого заливаемого сплава и синхронное возникновение внутренних напряжений. Последнее возникает как результат высокого температурного градиента – термического удара, возникающего в момент заливки расплавов. Поверхности металлической оснастки, в данный момент, работают в упругопластической области, что приводит к зарождению и росту субмикротрещин или так называемой термомеханической усталости материала - основной причине его разрушения. Разрушению способствуют и другие, довольно многочисленные факторы, такие как: физико-химическое воздей-

ствие заливаемого металла, структурные изменения и фазовые превращения в материале, неблагоприятные факторы жесткости закрепления металлической оснастки, коррозия и т.д., но доминирующим фактором, все же, является термомеханическая усталость материала.

К рассмотрению этого сложного вопроса, в последнее время, все больше привлекаются современные аналитические и экспериментальные методы, позволяющие полнее составлять представления о механизме и кинетике возникновения и распространения трещин, изменении энергетического состояния в объемах материала, где происходит этот процесс.

Стойкость металлической литейной оснастки определяется числом заливок, которое она выдерживает до выхода из строя. Различают несколько видов разрушения металлической оснастки: сквозные трещины (I рода), ориентированные трещины (II рода), сетка разгара (III рода), размыв рабочей поверхности и приваривание к ней металла отливки, коробление и

механическое повреждение. Таким образом, стойкость металлической оснастки зависит от тепловых, механических, химических, гидродинамических, диффузионных и других явлений. Из работ [1-7], посвященных изучению особенностей процессов, протекающих в металлических формах, приводящих к их разрушению, приходим к выводу, что нельзя подходить к вопросу изучения стойкости металлической оснастки, изучая процессы влияющие на них в отдельности, а не во взаимосвязанности между собой. Все они интенсифицируются при увеличении тепловой нагрузки. Неравномерный нагрев по толщине и вдоль стенки металлической оснастки вызывают появление упругих и пластических напряжений и деформаций, а всё это в результате влияет на размерную точность получаемых отливок и их качество, т.е. неоспоримо, что между конструкцией литейной оснастки и ее стойкостью существует тесная взаимосвязь.

Радикальной мерой по уменьшению термомеханической усталости материала поверхностного слоя формообразующей полости является поперечное или продольное расчленение на элементы этого слоя относительно отливки, а также их сочетание. Это создаёт условия для реализации термического расширения и тем самым ликвидируются причины возникновения термических напряжений и деформаций в поверхностном слое рабочей полости.

При отливках же сложной конфигурации усложняется процесс изготовления металлических форм, а также механическая обработка отливки, поэтому решение данной задачи видится наиболее качественным, в сочетании традиционных процессов изготовления отливок с возможностями новых технологий таких как, например, технологий быстрого прототипирования и их материалов, а также возможностей технологий пропитки композитных материалов порошковой металлургии, в частности, применение пористых материалов для изготовления формообразующих элементов литейной оснастки.

Подбор материала для литейной оснастки был всегда вопросом поиска литейщиков, стремящихся достичь определенных как качеств отливаемых изделий, так и регулирования процессов их достижения. Поэтому постоянно ведутся исследовательские работы по поиску материалов, применяемых для литейной оснастки, а также создание технологических условий и конструктивных решений по технологичности металлической оснастки.

В настоящее время приходится констатировать, что стойкость дорогостоящих кокилей, из-за трудоемкости изготовления, для литья чугуна и стали является еще низкой. Именно это сдерживает более широкое применение прогрессивного кокильного литья в промышленности, поэтому вопрос по изысканию более термостойких материалов для кокилей, как впрочем, и для пресс-форм литья под давлением является актуальным как у нас в стране так и зарубежом.

Вышеприведенные проблемы металлической оснастки решаются путем внедрения составных металлических форм, элементы которых состоят из различных материалов, отличающихся между собой не только по теплопроводности, но и по плотности. Применение составных литейных форм обеспечит возможность не только внедрение новых эффективных материалов, та-

ких как композитные материалы, но и внедрение новых способов изготовления элементов литейной оснастки, что является на сегодняшний день весьма актуальным. Так, сочетая возможности технологий быстрого прототипирования, позволяющих за считанные часы изготавливать сложные формообразующие поверхности, и технологии пропитки порошковой металлургии по о получению пористых материалов, можно добиться быстрого и качественного получения литейной оснастки, материал которой отвечал бы требованиям как по стойкости, так и по точности изготовления.

Материалы, применяемые технологиями быстрого прототипирования, можно отнести к материалам-псевдосплавам, которые обладают уникальными потребительскими свойствами [8-12]. Псевдосплавы уступают большинству армированных композитов по прочности, но обладают рядом других ценных характеристик: демпфирующей способностью, износостойкостью, способностью к самосмазыванию при трении, теплостойкостью, низким коэффициентом трения – сочетание этих и др. свойств и предлагается реализовать в виде элементов формообразования металлической литейной оснастки.

Перспективным в области применения составных, как кокилей так и пресс-форм, считаются КМ, получаемые из металлических порошков методом пропитки, которые, будучи составленными из отдельных частиц, уже несут в себе признаки расчленённости - как поперечной, так и продольной, при этом, особую роль играет пористость материала [13].

Термомеханическая усталость в таких материалах будет сдерживаться способностью пор реализовать в значительной степени термическое расширение, гасить возникшие и распространяющиеся микротрещины.

Постоянное совершенствование литейной оснастки в направлении увеличения ее срока службы показывает, что наиболее эффективными к использованию в литейном производстве является применение составных кокилей, пресс-форм для литья как по газифицируемым моделям, так и для пресс-форм на термопластавтоматы.

На рис.1 предоставлена схема формирования отливки в виде системы: отливка-форма-среда

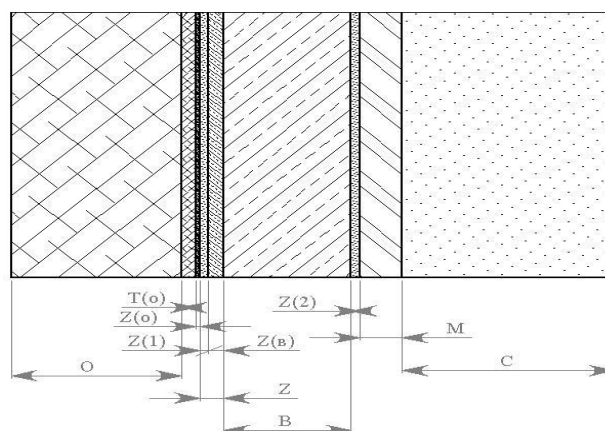


Рис. 1. Схема системы: отливка-форма-среда

На рис. 1: O - заливаемый сплав отливки в жидком состоянии; $T_{(o)}$ - затвердевший слой заливаемого сплава отливки; $Z_{(o)}$ - образующаяся окисная пленка алюминиевого сплава; $Z_{(в)}$ - выделяемая окисная пленка КМ (окисная пленка КМ возникающая, при условии работы материала в агрессивной среде с частым перепадом рабочих температур (данный материал предусматривает увеличение числа съемов, а значит числа заливок, исходя из повышенной теплопроводности материала в сравнении с чугуном кокилем); $Z_{(1)}$ - зазор, образующийся в результате начала действия усадочного процесса при затвердевании заливаемого сплава, между твердой корочкой отливки и формой (вставкой); $Z_{(2)}$ - конструкционно предусмотренный воздушный зазор между вставкой и матрицей, численное значение которого, выбирается согласно ГОСТ 16240-70, при проектировании литейной оснастки, но не превышающем численную величину проливаемости заливаемого сплава, т.е для алюминиевого сплава $\leq 0,25\text{мм}$;

$Z = Z_{(1)} + Z_{(в)}$ - газовый зазор;

$В$ - материал вставки - КМ;

$М$ - материал матрицы - серый чугун СЧ;

$С$ - окружающая среда - воздух.

Исходя из предоставленной выше схемы формирования отливки, можно еще раз отметить сложность происходящего теплового процесса.

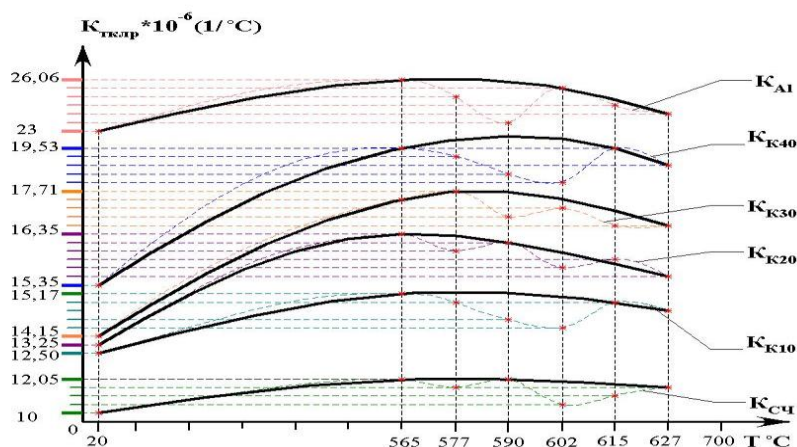


Рис. 2. График зависимости КТР материалов системы: отливка - вставка - форма в интервале температуры затвердевания заливаемого сплава: K_{Al} - КТР алюминиевого сплава; K_{K40} - КТР КМ_{Fe-W} инфильтрованного 40% бронзы; K_{K30} - КТР КМ_{Fe-W} инфильтрованного 30% бронзы; K_{K20} - КТР КМ_{Fe-W} инфильтрованного 20% бронзы; K_{K10} - КТР КМ_{Fe-W} инфильтрованного 10% бронзы; $K_{СЧ}$ - КТР чугуна

Из характера кривых КТР материалов взаимодействующей системы, приведенных на рис.2. видно, что, поведение кривых, при повышении температуры, достаточно различно, т. е. существует опасность разрушения взаимодействующих материалов из-за возникающих напряжений.

Так, в системе: отливка-вставка-форма, при одном и том же интервале температур затвердевания алюминиевого сплава, можем наблюдать поведение деформации исследуемых материалов в период термоудара, а значит всю сложность проблемы при выборе материала элементов литейной оснастки.

Наряду с выбором материала элементов металлической литейной оснастки эффективным способом по увеличению стойкости формы является, как говорилось выше, применение составных форм, где важную роль играет не только плотность и теплопроводность материалов, но и также конструктивные особенности их содания. Речь идет о величине зазоров между элементами формы. Практика показывает, что при неправильном выборе величины зазоров элементы формы между собой свариваются, что естественно и является первопричиной трещинообразований форм.

Поэтому при изготовлении металлической составной формы немаловажным фактором является учет при выборе материала элементов формы величины коэффициентов их термического расширения. Именно от данной величины, а также величины проливаемости заливаемого сплава в форму, и зависит величина выбираемого зазора между ее элементами, а значит и стойкость формы.

Поэтому величину зазора между элементами металлической формы, предложено выбирать с учетом максимального значения КТР вставки, а именно:

$$Z_{(2)} \leq 0,25 + K_{\max(Fe-Cu 40)}, \text{ мм}$$

Рассматриваемые кривые коэффициентов термического расширения взаимодействующих пар материалов системы позволяют сделать вывод, что структурообразование отливки закладывается именно при высоких температурах, когда возникающие термические расширения взаимодействующих пар "заливаемый сплав-форма", имеют максимальное влияние друг на друга вследствие возникающих контактных сопротивлений, вызывающих зарождение в местах сплошного контакта взаимодействующих пар горячих трещин, как со стороны отливки, так и со стороны литейной оснастки.

Для предотвращения механизма образования трещин термической усталости первоначальные данные параметров теплофизических величин контактирующих пар, закладываемых в базу данных моделирующих программ, таких как Полигон, Solid Flow и многие др., предлагается рассчитывать в интервале температур затвердевания заливаемого сплава.

Наличие пористости в структуре КМ играет определенную роль в процессе образования трещин. Безусловно, если поры находятся близко к поверхности материала, то они являются очагом образования трещин термической усталости, что видно из рис.3.

Однако, с другой стороны, наличие пор может быть сдерживающим фактором термического расширения, которые, в свою очередь, гасят термические напряжения возникновением и развитием трещин, удерживая их от выхода на поверхность стенки металлической формы (кокиля, пресс-формы), снижая возникновение деформаций в поверхностном слое.

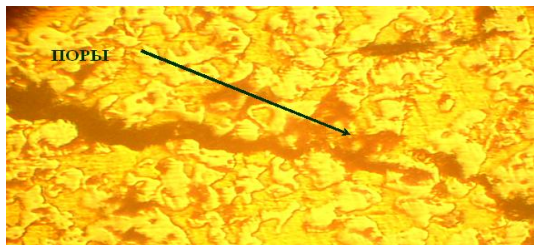


Рис. 3. Начало образования трещины в районе закрытой поры (масштабирование при 100 кратном увеличении)

Из вышесказанного можно сделать вывод, что внедрение в литейное производство новых технологий и новых материалов для изготовления литейной оснастки позволит решить актуальную проблему получения качественных отливок наряду с повышением стойкости литейной оснастки.

Литература

1. Петриченко, А.М. Теория и технология кокильного литья [Текст] / А.М. Петриченко. - К.: Техника, 1967. - 250 с.
2. Вейник, А.И. Кокиль [Текст] / А.И. Вейник. - Минск: «Наука и техника», 1972. -352 с.
3. Петриченко, А.М. О причинах разрушения кокилей [Текст] / А.М. Петриченко, Т.С. Скобло , Ю.С. Скобло // Известия вузов. Черная металлургия. - 1975. - № 5. - С. 137-140.
4. Петриченко, А.М. Практика литья в металлические формы [Текст] / А.М. Петриченко. - К. - М.: Машгиз, 1952. - 167 с.
5. Тимофеев, Г.И. Конструкции и работоспособность кокилей при мелкосерийном производстве отливок [Текст] / Г.И. Тимофеев, П.Н. Светлов // Литейное производство. - 2001. - № 2. - С. 19.
6. Соболев, В.П. Термическая усталость и термический удар [Текст] / В.П. Соболев, В.И. Горов. - М.: Машиностроение, 1970. - 156 с.
7. Павлов, Е.А. О материалах пресс-форм для литья под давлением [Текст] / Е.А. Павлов, А.П. Руковишникова, Л.С. Бокова // Сб.: «Получение и свойства проката из металлических порошков», Горький, изд. Горьковского политехнического института. - 1972. - том XXVIII. - вып. 8.
8. Салибеков, С.Е. Структура и свойства композиционных материалов [Текст] / С.Е. Салибеков, И.Л.Светлов, В.М.Чубаров; ред. К.И. Портной. - М.: Машиностроение, 1979. - 256 с.
9. Тучинский, Л.И. Композиционные материалы, получаемые методом пропитки [Текст] / Л.И. Тучинский. -М.: Металлургия, 1986. -208 с.
10. Джонс, В.Д. Прессование и спекание [Текст]: пер. с англ. - М.: Мир, 1965. - 404 с.
11. Айзенкольб, Ф. Порошковая металлургия [Текст] / Ф. Айзенкольб. - М.: Металлургиздат, 1959. - 518 с
12. Белов, С.В. Пористые материалы в машиностроении [Текст] / С.В. Белов. - М.: Машиностроение, 1981. - 248 с.
13. Варичева, А.Г. Влияние соотношения компонентов в порошковой смеси Fe-Cu на линейную и объёмную усадку при спекании [Текст] // Технология металлов. - 2004. - № 3. - С. 46-47.

Було заторкнuto питання про регулювання процесу формування структури полімерних поліграфічних покриттів з металевим наповнювачем із стружкових відходів

Ключові слова: металевий наповнювач, гідродинамічна взаємодія, поліграфічні фарби, полімеризація, стружка

Затронут вопрос о регулировании процесса формирования структуры полимерных полиграфических покрытий с металлическим наполнителем из стружковых отходов

Ключевые слова: металлический наполнитель, гидродинамическое взаимодействие, полиграфические краски, полимеризация, стружка

The question for regulation of process formation structure of polymer printing with metallic component of shaving waste is affected

Keywords: metallic component, hydrodynamic interaction, printing paints, polymerization, shaving

УДК 655.3.022.11

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ СТРУКТУРО- УТВОРЕННЯ МЕТАЛІЗОВАНИХ КОЛОЇДНИХ РОЗЧИНІВ

А.С. Морозов

Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра технології поліграфічного виробництва
Видавничо-поліграфічний інститут
НТУУ "Київський політехнічний інститут",
вул. Янгеля, 1/37, Київ, Україна, 03056
тел. (044) 454-93-13
e-mail: and.morozov.59@mail.ru