УДК 621.74

Причины дефектов литья при использовании стержней, изготовленных по cold-box-amine процессу

Коренюгин С.В., Ровин С.Л.[1], Гацуро В.М.[2]
УП «Технолит», Белорусский национальный технический университет[1], ОАО «Минский тракторный завод»[2]

Аннотация:

Представлен анализ причин возникновения литейных дефектов в отливках изготовленных с применением стержней по cold-box-amine процессу. Определены основные направления проведения исследований и решения данной проблемы.

Текст доклада:

Широкое внедрение в практику литейного производства стержней, изготовленных по cold-box-amine процессу, позволило практически полностью исключить дефекты отливок, связанные с недостаточной прочностью стержней, низким качеством их поверхности или несоответствием по геометрии, значительно сократить газовые дефекты, а также снизить удельные энергозатраты на изготовление стержней и уменьшить стоимость стержневой оснастки. Однако при общем снижении процента брака существенно изменилась его структура, более весомую долю заняли другие виды дефектов, в первую очередь – это просечки. Просечки становятся превалирующей причиной брака, особенно для ответственных отливок со сложными внутренними каналами. И хотя просечки относятся к исправимому браку, но значительные затраты на их обнаружение (для выявления просечки во внутренних, закрытых каналах, требуется применение специальных средств контроля – эндоскопов) и удаление в труднодоступных местах зачастую делают эту операцию экономически не выгодной. В ряде случаев, например, во внутренних каналах отливок типа «Головка блока цилиндров», «Корпус турбины», «Блок цилиндров» и т.п., исправление этого дефекта становится практически невозможным.

В основе механизма образования просечек лежит свойство кварца претерпевать полиморфные превращения в процессе нагревания, основными из которых являются следующие: β-кварц при 573 ºС превращается в α-кварц с изменением объема на 1,2%, при 870 ºС образуется α-тридимит с объемным расширением 11,7% и, наконец, α-тридимит при температуре 1470 ºС переходит в α-кристобалит сопровождается изменением расширения с 11,7% до 9,0% (рисунок 1) [1]. Наибольшее значение при образова-

нии просечки имеют первых два перехода: β → α -кварц и α -кварц→ α-тридимит.

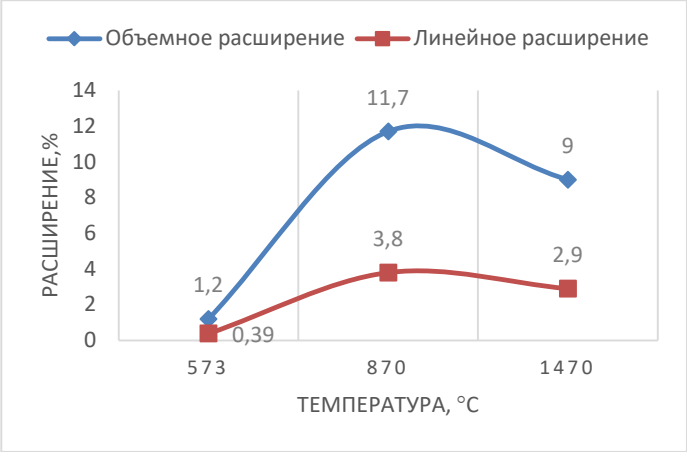

Рисунок 5 - График изменения объемного и линейного расширения кварцевого песка при нагреве

Развитие фазовых превращений в совокупности с термическим расширением приводит к возникновению растягивающих и сжимающих напряжений и растрескиванию поверхностного слоя стержня в зоне контакта с расплавом. И если к моменту разрушения поверхности стержня расплав еще не кристаллизовался возникает просечка – характерные выступу, заливы металла в теле стержня [2].

Однако если причины и механизмы возникновения просечки уже достаточно хорошо изучены, то поиск эффективных методов предотвращения этого дефекта по-прежнему остается нерешенной и актуальной задачей.

Сегодня существует несколько основных направлений борьбы с просечками:

- разработка покрытий и пропиток увеличивающих поверхностную прочность стержней [2];
- применение теплоизолирующих покрытий, снижающих скорость прогрева поверхностного слоя стержня [3];
- применение покрытий и холодильников, увеличивающих скорость кристаллизации отливки;

- применение разупрочняющих добавок в стержневые смеси, увеличивающих податливость стержня [4].

Наиболее перспективным сегодня представляется системный подход к решению задачи предотвращения брака по просечкам: совместное использование специальных теплоизолирующих противопригарных покрытий и добавок, увеличивающих податливость стержневой смеси.

Для исследования режимов и механизмов образования просечки, и главное - для разработки эффективного метода борьбы с ней важное значение имеет возможность проведения лабораторных испытаний стержней при высоких температурах и исследования напряженно-деформированного состояния в процессе нагрева [5]. Данные исследования возможно провести на приборе LRu-DMA компании Multiserw Morek (Польша) или приборе 42115 компании Simpson (Германия).

При исследовании процессов, происходящих в литейном стержне и форме во время заливки и кристаллизации металла, необходимо учитывать большое количество взаимосвязанных явлений:

- температурное и физико-химическое воздействие жидкого металла;
- объемное расширение кварцевого песка, в результате фазовых превращений, и, как следствие, возникновение растягивающих и сжимающих напряжений;
- неравномерное распределение тепловых нагрузок в объеме стержня;
- взаимодействие частиц смеси на микроуровне и отдельных элементов стержня на макроуровне под действием сил адгезии и когезии связующего, фазовых и термических расширений, с учетом влияния высоких температур и времени воздействия на эти связи.

Анализ данных взаимодействий в отдельности и в совокупности позволит систематизировать все факторы, влияющие на возникновение литейных дефектов и построить компьютерную модель процессов, происходящих в стержне в момент заливки жидкого металла в форму, и в итоге - разработать конкретные научно обоснованные рекомендации по устранению дефектов отливок, изготовленных с применением стержней, полученных по cold-box-amine процессу.

По результатам предварительных исследований и анализа литературных источников можно выделить следующие факторы, оказывающие существенное влияние на интенсивность и глубину просечек в стержне:

- гранулометрический состав используемого песка и общее количество частиц с размером менее 22 мкм;
- температура в зоне контакта «металл-стержень»;
- время воздействия на стержень высоких температур (фактически – толщина стенок отливки и интенсивность ее охлаждения);

- прочность стрежня на изгиб;
- химическое и теплофизическое взаимодействие и теплоотвод на границе «металл-стержень»;
- податливость стержня – его способность к компенсации объемных расширений;
- давление металла на стержень в зоне контакта;
- скорость прогрева и распределение температуры по всей глубине стержня.

Очевидно, что в реальных условиях все вышеперечисленные факторы оказывают комплексное воздействие на стержень. Соответственно для понимания процессов, происходящих в стержне, требуется оценка и изучение влияния каждого параметра в отдельности и их совместного воздействия.

Для проведения исследования необходима разработка комплексной методики, позволяющей контролировать изменения геометрических размеров стержня-образца, температуру и время воздействия расплава, прочность стержня, время начала деструкции связующего, время возникновения первых трещин на образце и время его полного разрушения.

Литература

1. Жуковский, С.С. Холоднотвердеющие связующие и смеси для литейных стержней и форм. / С.С. Жуковский. – М.: Машиностроение, 2010. – 256 с.

2. Берч, Т. Борьба с просечками при помощи впитывающих покрытий с активными ингредиентами. [Электронный ресурс] / Т Берч, М. Дж. Хаанепен // «Союз литье» информационный ресурс по литейному производству – Режим доступа: https://lityo.com.ua/ borba-s-prosechkami-pri-pomoshchi-vpityvayushchikh-pokrytij-s-aktivnymi-ingredientami – дата доступа: 25.11.2019

3. Бузби, Э.Д. Оценка контроля дефектов типа просечек в чугунных отливках, изготовленных с использованием Ashland Casting Solution. / Э.Д. Бузби – Санкт-Петербург, 2008. – 128 с.

4. Комаров, О. С. Просечки на поверхности чугунных отливок / О. С. Комаров, Е. В. Розенберг, А. Н. Карась, А. М. Невмержицкий, А. Н. Апанасевич // Литье и металлургия. 2018. – № 2. – С. 37–42.

5. Ровин С.Л. Причины возникновения брака отливок по просечкам и поиск способов его предотвращения / С.Л. Ровин, С.В. Коренюгин // Литейное производство. – №12. – 2019. – С. 6-8.