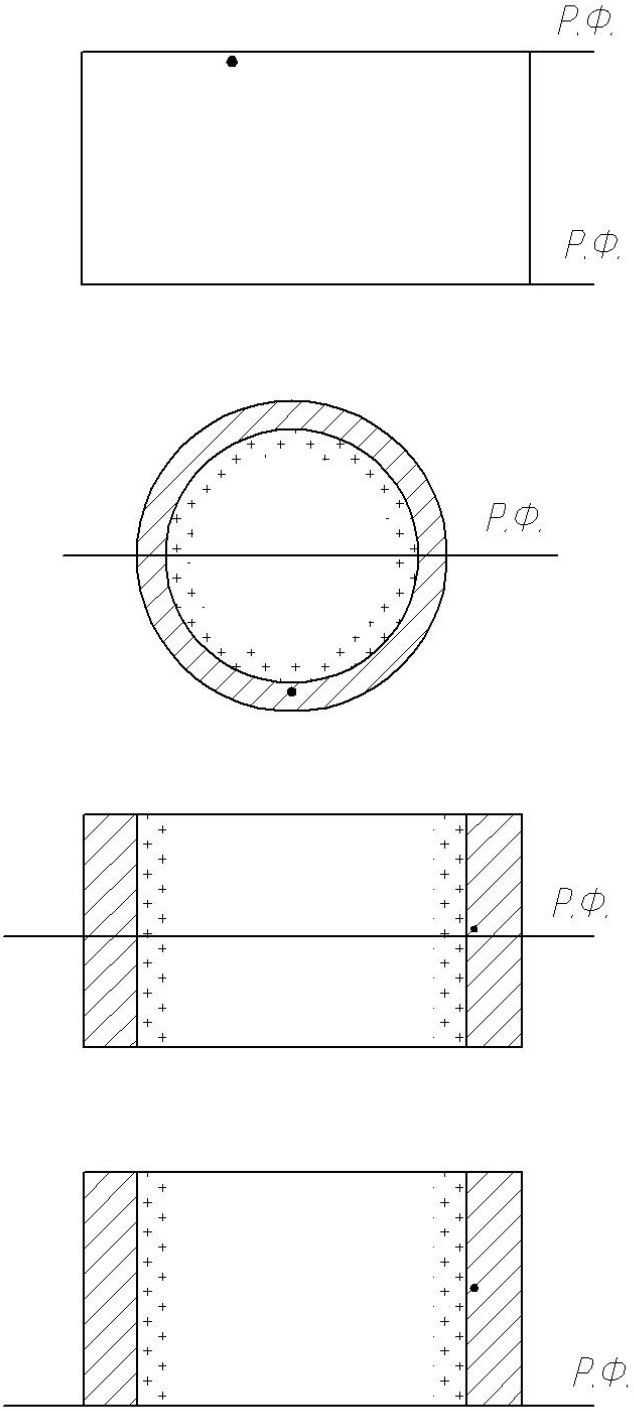
Схема мест образования раковин на типовых отливках.



ЭСКИЗ №1

Доклад: «ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ ГАЗОВЫХ РАКОВИН В ОТЛИВКАХ»

Мухоморов И.А.

О причинах образования газовых и усадочных раковин в отливках, в нашей и зарубежной литературе написано очень много, но *российские* литейные цехи по-прежнему несут большие убытки от данных дефектов, что делает их не конкурентоспособными.

Брак отливок «по раковинам» в нашем цехе сегодня около 1%. Это достигнуто за счёт правильного определения причин образования дефектов. Мы не используем рекомендаций, которые имеются в наших и зарубежных учебниках, атласах и т.д. мы используем свои наработки и опыт лучших специалистов других заводов.

В «Атласе литейных дефектов» (авторы Воронин Ю.Ф. и Камаев В.А.) выделены 8 разновидностей газовых раковин и приведены причины их образования. Рассмотрим указанные авторами атласа причины:

1.**Завышенная влажность формовочной смеси.**

Крупные литейные производства используют для приготовления ФС бентонитовую глину, при этом влажность ФС в пределах 2,8%-3,5% , а на предприятиях, применяющих огнеупорную глину, влажность ФС 4,0%-6,0% и при этом количество отливок имеющих газовые раковины примерно одинаково. Нет прямой закономерности роста влажности ФС и увеличения количества раковин в отливках.

2.**Ржавая шихта.**

Количество ржавчины в шихте для всех цехов можно принять величиной постоянной. У нас есть цехи, применяющие в шихте до 50% брикетов прессованной стружки, где количество ржавчины в разы больше чем в обычной шихте, а количество отливок с раковинами можно считать постоянным.

3.**Большое количество карбамидного связующего**.

На отливках, изготавливаемых по ХТС и со стержнями изготавливаемых по «горячим ящикам», количество раковин примерно одинаково по сравнению с отливками полученными другими процессами формообразования. Содержание карбомидофуранового связующего, в данных смесях, составляет 2,5%.

4.**Недостаточная вентиляция формы и стержня.**

Отсутствуют критичные параметры газопроницаемости формы и стержня. При наличии в форме открытых выпоров и прибылей удаление газов из формы происходит через них, до начала их заполнения металлом. Металл в форме находится в жидком состоянии от нескольких секунд до нескольких минут. Это зависит от веса отливки и толщины стенок и температуры заливаемого металла. После заполнения формы, газы удаляются только через формовочную смесь. Один кубический сантиметр смеси при влажности 3% выделяет 0,6 литра газа, не учитывая при этом газов от сгорания органики

смеси и стержневого связующего. В зависимости от количества глины в ФС газопроницаемость её мокрого слоя падает минимум на 50% и максимум до нуля. При нулевой газопроницаемости металл с большой скоростью выбрасывается из формы по линии разъёма или в открытые выпоры. Современное формообразование идёт по пути получения плотной упаковки зёрен песка как на поверхности формы так и в её объёме. Казалось бы, это затрудняет фильтрацию газов, но благодаря качеству ФС отливки получаются с минимумом раковин.

5.**Излишняя смазка моделей**.

Излишняя смазка бывает на горизонтальных поверхностях модели, но для образования раковин её слишком мало т.к. органика входящая в состав ФС при сгорании выделяет значительно большее количество газа. Излишняя смазка увеличивает прилипание ФС к модели.

6.**Плохая вентиляция формы**, **из-за малого количества наколов.** Наколы формы увеличивают её газопроницаемость всего на 10%. В ручную, правильно выполнить наколы, очень сложно и поэтому на практике их эффективность мала.

7.**Наличие местных источников газовыделения.**

Местными источниками газовыделения в форме могут быть:

*крупные куски каменного угля, при его сгорании на поверхности отливки образуется не глубокая раковина в виде кратера;

*жеребейки и холодильники, чтобы не было раковин их поверхности должны быть чистыми это хорошо прописано в нашей литературе;

*неравномерное распределение влаги в ФС, это свойственно всем смесеприготовительным системам и источником газовыделения не является;

*куски стержней и крупный скрап, эти причины образования раковин встречаются на практике довольно редко;

8.**Температура металла.**

При выплавке чугуна в вагранке температура заливаемого металла составляет 1350-1280º С и здесь ничего изменить нельзя. При плавке металла в электропечах температурные рекомендации в нашей литературе расплывчатые, температурные параметры имеются у очень малого количества цехов.

9.**Быстрая заливка формы**

Форма должна заливаться быстро. Скорость заполнения зависит от высоты опоки (напор) и диаметра стояка. Скорость подбирается в зависимости от металлоёмкости формы. В современных заливочных устройствах скорость заполнения определяет выбранный стопорный стакан. Пропускная способность литниковой системы увеличивается на 20% т.к. происходит разгар стакана.

10.**Повышенный простой формы перед заливкой**.

Отсутствует критерий времени простоя. Простои закладываются технологией производства это перерыв на обед и пересменку. В единичном производстве формуют в первую смену, заливают во вторую и выбивают в

третью. Простой формы перед заливкой составляет 8-10 часов изготовленных как по ХТС так и по ПГС.

11.**Отсутствует дегазация металла.**

Дегазируют, как правило, цветные сплавы.

12.**Наличие в стержнях азота.**

Азот в стержневой смеси может сказаться на стальных отливках, но не сказывается на чугунных. В настоящее время применяются связующие с низким содержанием азота.

13.**Правильный выбор мест подвода питания**.

В нашей литературе о местах подвода питания отливки сказано расплывчато. Давно пора издать опыт лучших предприятий с литниковыми системами и местами подвода питания типовых отливок, это поднимет профессиональный уровень специалистов и экономику литейных цехов.

14.**Снижение газотворности смеси.**

Формовочные смеси цехов готовятся по единой рецептуре и её газотворность примерно одинакова у всех, т.е. величина постоянная и нет смысла её учитывать. Современные стержневые смеси имеют до 3% связующего и их газотворность можно не учитывать. Применение стержней с большой газотворностью, приводит к образованию на отливках раковин диаметром более 10мм.

Стержневые смеси на основе лигносульфанатов, предназначенные для изготовления стержней тепловой сушкой, содержат 6-8% связующего и они не рекомендуются для получения сложных и ответственных отливок.

15.**Недостаточно просушенный после покраски стержень.**

Это нужно рассматривать как аварийную ситуацию т.к. зачастую приводит к выбросу металла из формы.

В «Методических рекомендациях по устранению литейных дефектов чугунолитейного производства» перевод «MANUAL OF GASTING DEFEKTS IKO-ERBSLOEH» имеются дополнительные более конкретные причины образования раковин в отливках:

16.**Слишком высокая температура ФС**.

Это проблема наших литейных цехов. На многих предприятиях не работает закупленное оборудование по охлаждению и увлажнению оборотной смеси. В цехах оснащённых отечественным смесеприготовительным оборудованием, очень малы объёмы ОС в результате чего за смену производится более 4-х оборотов смеси. При высокой температуре ФС, вводится увеличенное количество бентонита для поддержания свойств формуемости. В ФС имеется более 50% «гроздьев», оболочки на зёрнах песка неравномерные и как результат нет плотной упаковки зёрен песка ни на поверхности, ни в объёме формы. Отливки получаются низкого класса размерной точности, или с пригаром, что оказывает влияние на образование раковин в отливках.

17.**Слишком высокое содержание бентонита ФС.**

90% наших литейных цехов работают с завышенным содержанием бентонита в ФС из-за отсутствия подготовки ОС и низкой квалификации инженерного

управления. Результат - низкая размерная точность, раздутие, пригар и раковины.

18.**Слишком высокое уплотнение формы.**

Песчаноглинистая форма, изготовленная любым способом уплотнения, имеет неравномерную плотность на поверхности и в объёме формы. Лучшие показатели достигаются при использовании ФС с малой уплотняемостью, что позволяет получать отливки более высокой размерной точности.

19.**Слишком низкая температура заливки и слишком низкое металлостатическое давление при заливке**.

Эти просчёты приводят к увеличению времени заполнения формы и местному перегреву отдельных участков формы, из-за чего увеличивается время кристаллизации перегретых участков.

В «Международном атласе дефектов отливок» дополнительно названы:

20.**Захватывание воздуха турбулентным потоком**. Наши запертые литниковые системы вызывают турбулентность при заполнении формы, однако массового брака отливок по раковинам на практике не наблюдалось.

21.**Газовые раковины от холодильников, жеребеек и вставок.** Нужно соблюдать требования к чистоте заливаемых поверхностей применяемых элементов. Отливки, изготавливаемые с применением «грязных» металлических вставок, холодильников и т.д. поражаются раковинами диаметром более 10мм и на всю толщину тела отливки.

Даже при устранении всех перечисленных причин образования раковин, уровень брака отливок по раковинам будет более 20%. Не случайно в нашей и зарубежной литературе перечислены одни и те же причины образования раковин, но отсутствуют описания механизмов образования раковин.

Причину образования раковины невозможно установить без рассмотрения:

*координат нахождения раковин на отливке;

*по какой литниковой системе заливалась отливка и какое соотношение элементов ЛПС;

*температуры металла;

*микроструктуры металла;

*размерной точности отливки;

*применяемой стержневой смеси;

*на каком оборудовании изготавливалась форма;

*правильности засыпки ФС в опоку;

*каким прибором контролируется температура металла;

*размер гранул модификатора;

*количество вводимого модификатора;

*металлоёмкость формы;

*весовая скорость заливки формы (время заливки формы);

*ёмкость разливочного ковша;

*время наполнения ковша;

но эти причины литература обходит стороной.

На эскизах показаны типовые отливки, линии разъёма формы и основные места расположения раковин в отливках. Раковины расположены очень близко к поверхности отливки. Это также хорошо видно на фотографиях раковин перечисленной и не перечисленной литературы.

Близкое нахождение раковины (раковин) от поверхности отливки указывает, что причиной образования раковины является засасывание газов формы в тело отливки через пористую корочку, при уменьшении объёма жидкой части, а не проникновение внутриформенного газа в отливку за счёт внутриформенного давления. На это указывают раковины, образующиеся на вертикальных стенках и на внутреннем диаметре цилиндра отливок.

После заполнения полости отливки начинается процесс кристаллизации. Скорость кристаллизации отливки зависит от температуры сплава, толщины тела отливки, эвтектичности сплава и теплопроводности формы и стержня. Заполненная отливка имеет различную толщину корочки на границе металл-форма (стержень). Заполненная отливка подразделяется на части в зависимости от количества имеющегося тепла, которое определяет скорость кристаллизации каждой части. Часть, в которой кристаллизация происходит в последнюю очередь, имеет очень тонкую корочку, к которой направлен фронт кристаллизации. Из-за отсутствия подпитки и недостаточности жидкой части для заполнения этого объёма происходит засасывание газа в полость формы, т.к. вакуум в отливке образоваться не может.

Раковина образуется при определённой скорости кристаллизации данного участка. При низких скоростях кристаллизации, образуется усадочная рыхлота или утяжина. Раковины бывают одиночными, в виде скопления раковин и рассредоточенными, это зависит от веса, толщины стенок отливки и места расположения теплового участка. При недостаточности питания, чаще на горизонтальных поверхностях верхней полуформы, образуются скопления раковин, их нужно классифицировать как рассеянная усадка. Этот метод образования раковин можно назвать тепловым и нашей науке неплохо бы определить эти скорости кристаллизации.

Второй способ образования раковин можно назвать механическим, он заключается в следующем. После заполнения полости формы на границе металл-форма (стержень) образуется корочка металла, работающая как сосуд. При наличии в форме не плотной упаковки зёрен песка, местного недоуплотнения и зазоров в знаках стержней, под воздействием металлостатического и внутриформенного давления газов металл проникает в полость формы образуя пригар. При этом происходит местное доуплотнение и деформация формы, образуется раздутие и заполняются зазоры в знаках стержней. Всё это происходит после заполнения формы металлом и образования корочки.

Образование перечисленных дефектов вызывает увеличение объёма и производится за счёт металла находящегося внутри сосуда. На образование требуется мало времени, и заполнение увеличенного объёма сосуда

происходит за счёт металлостатического напора, прибылей и засасывание газа через корочку.

Для предупреждения теплового способа образования раковин рекомендуется:

- применять литниковую систему, обеспечивающую одновременность кристаллизации по всем сечениям отливки и равномерность корочки;
- контролировать термопарой установленные температурные параметры (контроль пирометром, увеличивает количество отливок с раковинами в 2-3 раза);
- Микроструктура серого чугуна должна быть перлитной. Она получается при применении перлитной шихты, правильного ведения плавки и применения перлитообразующих добавок, что приводит к удорожанию отливок. Производство отливок с перлитоферритной микроструктурой увеличивает их брак по раковинам в 2-3 раза по сравнению с перлитной микроструктурой. В зависимости от микроструктуры чугуна и температуры заливаемого сплава величина объёмной усадки сплавов изменяется от 3х до 8%.
- правильно устанавливать температурные интервалы заливаемого металла;
- правильно рассчитать и выбрать весовую скорость заливки металла, она должна быть максимальной для данной высоты опоки. Правильная скорость заливки особенно важна для стальных отливок, при её нарушении отливка поражается мелкими (диаметр до 5мм) раковинами почти на весь объём отливки;

Для защиты от механического метода образования раковин уделяем внимание следующему:

- содержание оборудования в заданных параметрах технологической точности;
- обеспечение оптимального расположения модели на плите, с целью исключения рыхлот в «узких» местах формы;
- правильное распределение и уплотнение ФС в опоке, для достижения равномерной плотности на поверхности и объёме формы;
- оптимальная металлоёмкость формы.

Часто встречаются отливки из серого чугуна поражённые мелкими раковинами по всему объёму или большей части отливки. Причинами их образования являются:

*ввод в расплав излишнего количества модификатора;
*низкая температура металла и влажный модификатор;
*недостаточный объём ковша и низкая скорость заполнения ковша,
*крупная фракция модификатора.

Выполнение перечисленных мероприятий позволит Вам получать отливки без раковин.

При использовании программ кристаллизации отливок часто результаты компьютерного анализа не совпадают с реально полученными отливками. По причине отсутствия в программах механического метода образования

раковин. Для получения качественных отливок в первую очередь нужны мозги, затем компьютер - у нас сегодня это игнорируется.

АННОТАЦИЯ
В данной статье перечислены методы образования раковин в отливках. Перечислены причины образования раковин, которые не упоминались в ранее изданной литературе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
Газовая раковина, форма, литниковая система, формовочная смесь, микроструктура, модификатор, ковш, температура металла, пригар, раздутие, технологическая точность оборудования.