



*The results of execution of the principal scheme of casting process of the piston ring slugs by means of dipping are presented.*

А. Н. КРУТИЛИН, А. И. СТАНЮК, Д. И. СТАНЮК, БИТУ

УДК 621.742.08

## РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПРОЦЕССА ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ

Для осуществления процесса получения индивидуальной заготовки чугуна поршневого кольца разработана принципиальная схема процесса литья методом погружения. Тонкостенные песчаные формы с помощью специальных приспособлений собирают в блоки (рис. 1, 2). Заполнение и питание заготовок происходит при погружении формы в расплав через литники, расположенные у внешней поверхности формы. Через определенный промежуток времени, необходимый для затвердевания металла, блок форм извлекают из расплава, а полученные заготовки — из форм.

В ходе отработки принципиальной схемы процесса были выявлены некоторые негативные факторы, к числу которых можно отнести неполное заполнение формы расплавом; затекание и затвердевание расплава между формами; намерзание металла на наружной поверхности формы; неметаллические включения, попадающие в полость формы с поверхности расплава; газовую и усадочную пористость.

Экспериментальные исследования проводили на четырех видах формовочных смесей. В качестве материала форм опробованы холоднотвердеющая смесь, на основе смолы КФ90, оболочковые формы на основе пульвербакелита, жидкостекольная смесь и обычная песчано-глинистая смесь влажностью 4%. При погружении в расплав форм из песчано-глинистых, холоднотвердеющих смесей и оболочковых форм происходил сильный барботаж расплавленного металла. Учитывая, что объем форм небольшой, в процессе погружения интенсивность удаления влаги и выгорания связующих материалов очень высокая, в результате имели место случаи незаполнения форм расплавом (рис. 3). После извлечения форм на поверхности расплава было большое количество остатков формовочных материалов. Положительную роль в дальнейших экспериментах сыграло помещение форм в специальную оболочку, изготовленную из ультралегковесного шамота.

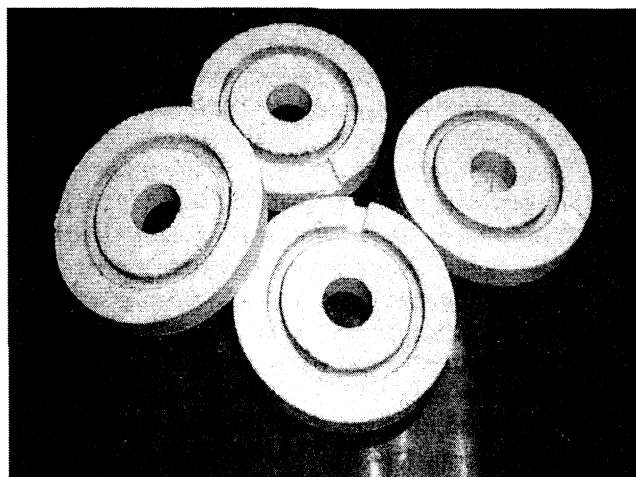


Рис. 1. Кольцевые одноместные формы

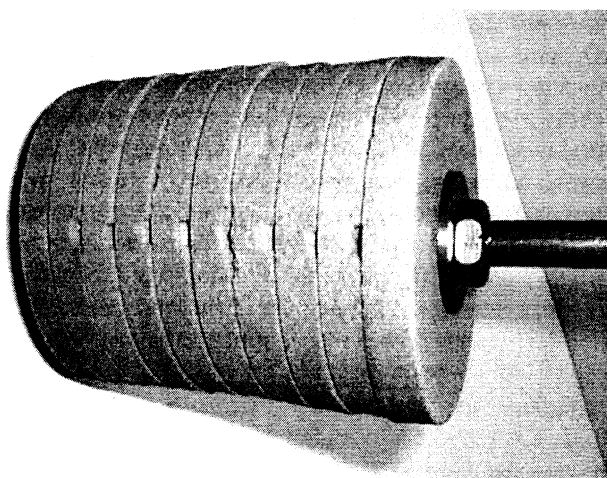


Рис. 2. Блок форм

В ряде экспериментов было установлено, что верхние формы в стопке практически не заполнялись. Неполное заполнение формы расплавом происходит из-за недостаточного металлостатического напора, а также низкой температуры расплава (рис. 4), которая в свою очередь способствует намерзанию металла на наружной поверхности

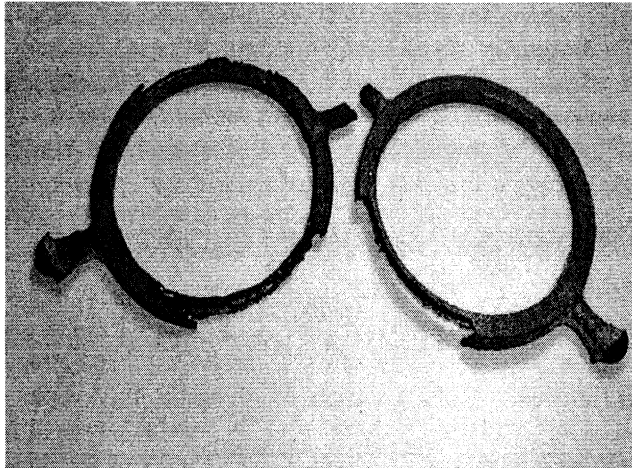


Рис. 3. Влияние газотворной способности формы на заполнение

сти формы (рис. 5). Увеличение температуры расплава и глубины погружения блока форм позволило устранить эти недостатки.

Затекание расплава между формами (рис. 6) исключили путем улучшения качества поверхности стержней по линии разъема.

Для того чтобы исключить попадание неметаллических включений (песок, продукты реакции взаимодействия модификатора с расплавом, шлаковые включения и т.д.), находящихся на поверхности расплава в форму, видоизменили конфигурацию стержней. Положительное влияние оказало использование фильтровальных сеток.

Основным видом брака, характерным для литья заготовок поршневых колец, является газовая пористость и усадочные раковины, особенно для заготовок из высокопрочного чугуна.

Анализ литературы показывает, что на образование пористости при литье тонкостенных заготовок наибольшее влияние оказывают формовочные смеси, из которых изготавливают формы; жесткость форм в период формирования отливки; химический состав чугуна и температура заливаемого металла; модифицирование, с точки зрения влияния на процесс графитизации; тепловые и гидродинамические условия формирования отливки; состав и способ ввода модификатора и т.д.

Исследования влияния формовочных смесей на пористость в заготовках проведены на обычном сером низколегированном чугуне (С — 3,67%, Si — 2,56, Mn — 0,68, P — 0,06, S — 0,03, Cr — 0,21, Cu — 0,18%), модифицированном 0,3% FeSi, и на высокопрочном чугуне (С — 3,71%, Si — 2,78, Mn — 0,34, P — 0,04, S — 0,018, Cr — 0,11, Ni — 0,24%), для получения которого использовали NiMg лигатуру (0,8%) и ферросилиций ФС75 (0,6%). Температура расплава — 1350°C.

Основной целью проведения данных экспериментов было не определение влияния каждого отдельно взятого фактора на формирование пористости, а выбор оптимальной смеси с точки зрения получения качественной заготовки.

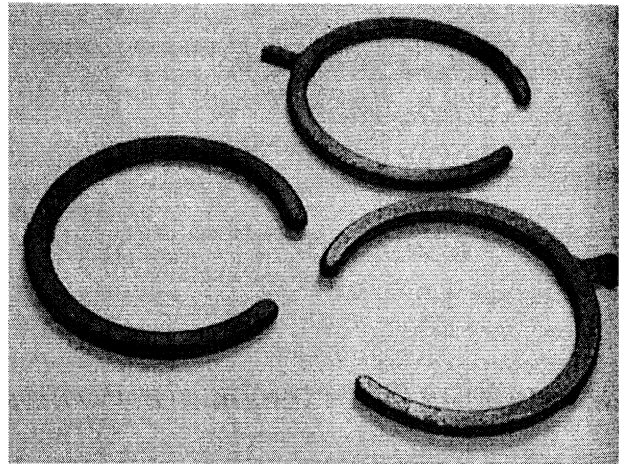


Рис. 4. Незаполнение форм расплавом

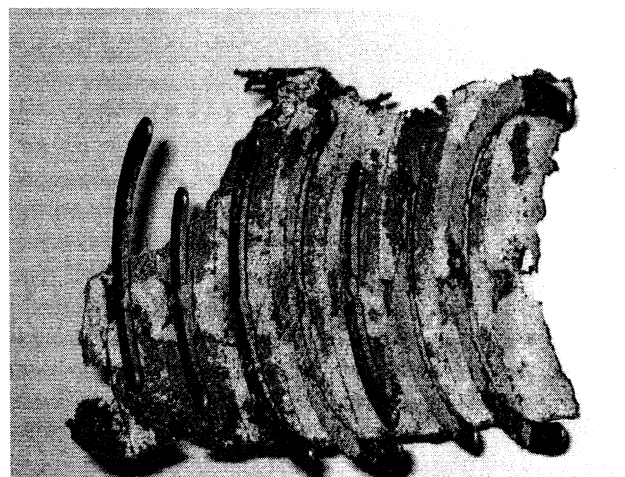


Рис. 5. Намораживание металла на поверхности формы



Рис. 6. Дефекты заготовок поршневых колец, связанные с затеканием расплава между формами

На рис. 7 приведены экспериментальные данные изменения пористости в зависимости от вида используемых формовочных материалов. Из рисунка видно, что наибольшую пористость имеют заготовки, залитые в обычные песчано-глинистые формы — 8,4% для серого и 26,2% для высокопрочного чугунов. Наилучшие показатели по пористости имеют заготовки, изготовленные из смеси на основе жидкого стекла — 2,6%. Уровень

пористости при литье заготовок из высокопрочного чугуна значительно выше, что, вероятно, обусловлено увеличением доли усадочных раковин, однако закономерности, полученные на различных формовочных материалах, идентичны.

Брак при получении заготовок поршневых колец в сырые песчано-глинистые формы в основном зависит от влажности формовочной смеси. Для заготовок, полученных с использованием смеси на основе смолы КФ90 и в оболочковые формы, уровень пористости практически одинаков и составляет 3–4% при литье серого чугуна и 12–14% для высокопрочного чугуна. На образование пористости в заготовках оказывают влияние не только газотворная способность и количество связующего материала, но и температура газификации, которая влияет на скорость выделения газов. Скорость выделения газов больше у смесей, температура газификации у которых ниже. Исходя из этих соображений, пористость у заготовок, полученных в оболочковые формы, должна быть выше, чем при литье в формы, изготовленные из холоднотвердеющей смеси. Усадочная пористость уменьшается при использовании форм, имеющих более высокую прочность при высокой температуре, т.е. тех, которые могут противостоять достаточно высокому давлению, вызванному процессами графитизации. Прочность и структура карбонизированной связующей композиции, образующейся в процессе деструкции смолы КФ90, существенно выше, чем у пульвербакелита. И с этой точки зрения необходимо отдать предпочтение холоднотвердеющим смесям. Причину более низкой пористости в заготовках, полученных при литье в оболочковые формы, вероятнее всего, необходимо искать в термовременных условиях модифицирования [1]. Аммиак, образующийся в процессе термодеструкции карбамидсодержащих смол, диссоциируя на атомарные азот и водород, способствует насыщению жидкого металла этими газами, а также влияет на образование ситовидной пористости в заготовках [2]. Учитывая высокую стоимость и токсичность смесей на основе смолы КФ90 и пульвербакелита, использование их в данном технологическом процессе было принято считать нецелесообразным.

Значительное влияние на величину пористости в заготовках оказывает температура расплава. Экспериментальные исследования по влиянию температуры расплава на пористость заготовок проведены на обычной песчано-глинистой смеси и смеси на основе жидкого стекла.

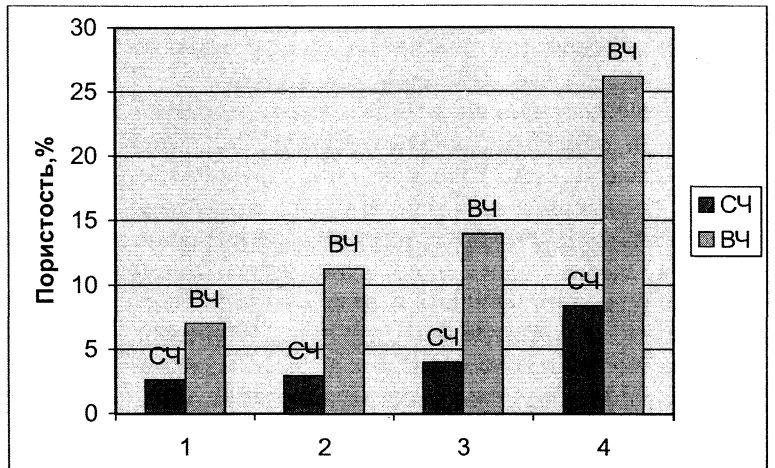


Рис. 7. Влияние формовочных материалов на пористость заготовок: 1 – жидкостекольные; 2 – оболочковые; 3 – холоднотвердеющие; 4 – песчано-глинистые

На рис. 8 приведены экспериментальные данные, которые показывают, что при литье в формы, изготовленные из песчано-глинистой смеси, с увеличением температуры от 1300 до 1380°C пористость уменьшается с 24 до 8%. Влияние температуры на пористость заготовок при использовании смеси на основе жидкого стекла незначительно (2–4%) и соответствует погрешности измерения.

Предварительные эксперименты, проведенные в лабораторных условиях, показали, что наилучшие показатели для данного технологического процесса имеет смесь на основе жидкого стекла. Основными проблемами, возникающими при использовании форм из смесей на основе жидкого стекла, являются относительно низкая прочность, повышенная чувствительность к режиму продувки CO<sub>2</sub>, затрудненная выбиваемость и очистка заготовок.

Исследования, проведенные в последние годы под руководством Д.М.Кукуя, С.С.Жуковского, С.В.Дорошенко, П.А. Борсука, позволили значи-

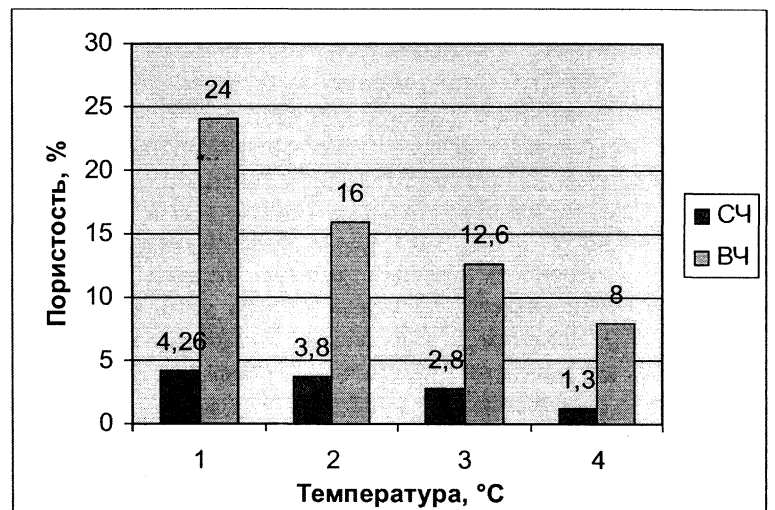


Рис. 8. Влияние температуры металла на образование пористости: 1 – 1320 °C; 2 – 1340; 3 – 1360; 4 – 1380 °C

тельно повысить физико-механические и эксплуатационные свойства смесей на основе жидкого стекла.

Повышение прочности продуктов, образующихся при обработке жидкого стекла  $\text{CO}_2$ , достигают вводом синтетических смол, фурилового спирта, полиакриламида, сополимеров акриловой и метакриловой кислот и других добавок. Наибольший эффект дает совместное применение упрочняющих (до заливки) и разрушающих (после заливки и охлаждения) добавок, например, комбинации фурилового спирта и гидрола, акриловых полимеров с высокоуглеродистыми материалами и т.д. Эффективными способами повышения связующей способности жидкого стекла являются также обработка его в процессе модифицирования с помощью переменного электрического поля, приготовление жидкого стекла мокрым способом с использованием алюминиевой стружки, предварительная обработка стекла  $\text{CO}_2$ , добавка гексаметилентетрамина и т.д.

Для регулирования живучести и скорости твердения смесей применяют сложные эфиры пропиленгликоля и угольной кислоты – пропиленкарбоната, уксусной кислоты и глицерина или этиленгликоля: моноацетин, диацетин и триацетин. Содержание жидкого стекла можно снизить до 2,0–2,5% при сохранении достаточно высоких прочностных и технологических свойств смеси, что оказывает положительное влияние на выбиваемость смесей.

Созданы смеси, связующая композиция которых включает в себя жидкое стекло, одну из разновидностей этилсиликата и амин. Они обладают высокой прочностью, низкой осыпаемостью. Отличительной особенностью жидкостекольных смесей нового поколения является низкое содержание связующего за счет ввода добавок в жидкое стекло или автоклавы при варке силикат-глыбы, т.е. путем модифицирования связующего.

Эффективными модификаторами жидкого стекла являются основные фосфатные соли натрия: триполифосфат натрия, полифосфаты натрия, триэтилфосфат и т.д. Улучшение выбиваемости происходит из-за возгонки оксидов фосфора в диапазоне температур 400–780°C, нарушающей сплошность силикатных пленок и образование тугоплавких силикофосфатов, предотвращающих спекание смеси. Эффективными модификаторами жидкого стекла служат поверхностно-активные вещества: полиакриламид, ДС РАС, стеарат кальция, технический диспергатор НФ.

В качестве добавок, улучшающих выбиваемость жидкостекольных смесей, предложена большая группа веществ, содержащих алюмосиликаты, феррохромовый шлак, нефелиновый шлак, сульфит натрия, диспергированные фенолформальдегидные смолы новолачного типа, углеродистые материалы, сахарсодержащие добавки, декстрин, крахмал, целлюлозу, лигнинсодержащий материал, пек, мочевины, сорбитол, карбонат натрия, хлорид аммония, фторид кальция и т.д.

Безусловно, форма играет активную роль в образовании газовых раковин, однако в большинстве случаев образование пористости является следствием совместного влияния большого числа факторов.

Таким образом, проведенные предварительные эксперименты показали, что для технологического процесса в наибольшей степени подходят формы, изготовленные из жидкостекольных смесей.

### Литература

1. Жуковский С.С, Оглоблина Р.И., Суворов Б.Л. Оценка факторов интенсивности выделения газов при работе с холоднотвердеющими смесями на синтетических смолах // Литейное производство. 1977. №1. С. 33–34.
2. Шадрин Н.И. Термостойкость и область применения синтетических смол для ХТС // Литейное производство. 1979. №10. С. 11–13.