



**Холоднотвердеющие формовочные смеси:  
перспективы использования при литье  
магниевого сплава**

**В.А. Дуюнова**  
*кандидат технических наук*

**И.А. Козлов**

Октябрь 2010

Всероссийский институт авиационных материалов (ФГУП «ВИАМ» ГНЦ) – крупнейшее российское государственное материаловедческое предприятие, на протяжении 80 лет разрабатывающее и производящее материалы, определяющие облик современной авиационно-космической техники. 1700 сотрудников ВИАМ трудятся в более, чем в 30-ти научно-исследовательских лабораториях, отделах, производственных цехах и испытательном центре, а также в 4-х филиалах института. ВИАМ выполняет заказы на разработку и поставку металлических и неметаллических материалов, покрытий, технологических процессов и оборудования, методов защиты от коррозии, а также средств контроля исходных продуктов, полуфабрикатов и изделий на их основе. Работы ведутся как по государственным программам РФ, так и по заказам ведущих предприятий авиационно-космического комплекса России и мира.

В 1994 г. ВИАМ присвоен статус Государственного научного центра РФ, многократно затем им подтвержденный.

За разработку и создание материалов для авиационно-космической и других видов специальной техники 233 сотрудникам ВИАМ присуждены звания лауреатов различных государственных премий. Изобретения ВИАМ отмечены наградами на выставках Международных салонов в Женеве и Брюсселе. ВИАМ награжден 4 золотыми, 9 серебряными и 3 бронзовыми медалями, получено 15 дипломов.

Возглавляет институт лауреат Государственных премий СССР и РФ, академик РАН Е.Н.Каблов.

Статья подготовлена для опубликования в журнале «Все материалы. Энциклопедический справочник», №1, 2011 г.

Электронная версия доступна по адресу: [www.viam.ru/public](http://www.viam.ru/public)

# **Холоднотвердеющие формовочные смеси: перспективы использования при литье магниевых сплавов**

В.А. Дуюнова, И.А. Козлов

*Всероссийский институт авиационных материалов.*

*Настоящая статья посвящена использованию холоднотвердеющих смесей (ХТС) в литейном производстве. В ней рассмотрены основные преимущества и недостатки использования ХТС применительно к литью магния, к изделиям из которого предъявляются повышенные требования по точности геометрических размеров, чистоте поверхности и коррозионной стойкости. Отмечены важнейшие пути повышения экономической эффективности и снижения содержания вредных составляющих, которые необходимо учитывать при разработке новых составов смесей для изготовления холоднотвердеющих литейных форм и стержней.*

## **Введение**

В настоящее время в России наблюдается увеличение объемов применения литейных магниевых сплавов в производстве различных изделий, что отражает соответствующую тенденцию в мировой практике. Большая часть из них производится литьем в песчано-глинистые формы.

Следует отметить, что технология изготовления форм и стержней зависит от свойств формовочных смесей. Качество форм и стержней определяет качество отливок и точность геометрических размеров литых изделий. В результате разработки классификации связующих материалов и изучения прочностных свойств смесей была установлена возможность применения в литейном производстве нового типа смесей – холоднотвердеющих смесей (ХТС), которые возможно получать на основе органических и неорганических связующих материалов.

Из органических связующих перспективными являются синтетические смолы, из неорганических - жидкое стекло.

ХТС являются универсальными, так как позволяют изготавливать отливки как простой, так и сложной конфигурации.

Состав связующих для ХТС при изготовлении форм и стержней выбирается с учетом обеспечения гарантированного качества отливок, возможности регенерации смесей, низкой стоимости и минимальной токсичности.

### **Содержание работы**

Процесс изготовления отливок в формах из ХТС основывается на свойстве смолы в смеси с песком отверждаться в присутствии кислого катализатора. Основные технологические стадии процесса возможно интенсифицировать. Применение ХТС на фенолформальдегидном связующем показало, что сложные высококачественные отливки с высокими требованиями к чистоте поверхности, геометрическим размерам, гидроплотности невозможно получить традиционными способами изготовления форм из песчано-глинистых (ПГС) и жидкостекольных смесей, так как они не обеспечивают требуемых: низкой влажности, высокой газопроницаемости, постоянства геометрических размеров. Для получения отливок высокого качества влажность ПГС должна составлять 4,6-5,0%, достигнутая при длительной сушке форм в сушильных камерах или газовой горелкой, что связано с высокой трудоемкостью и значительными энергетическими затратами. В процессе сушки формы из ПГС подвержены короблению, образованию трещин, а в отливках, полученных в данных формах, наблюдаются большие отклонения в размерах, что требует их дополнительной механической обработки. Получение отливок в формах из ХТС исключает указанные недостатки.

К преимуществам получения отливок в формах из ХТС можно отнести:

- ✓ повышение качества отливок за счет увеличения точности размеров (связанное с отверждением смеси на модели), отсутствие

- деформации при изготовлении форм, уменьшение дефектов (газовых раковин, пористости, шероховатости поверхности и др.);
- ✓ снижение капиталовложений и расходов на производство за счет применения более простого оборудования;
  - ✓ обеспечение возможности автоматического приготовления смесей;
  - ✓ минимальные энергетические затраты на процесс приготовления смесей (отверждение смесей происходит при комнатной температуре) ;
  - ✓ совместимость смесей для изготовления стержней и форм;
  - ✓ высокая прочность и стабильность размеров стержней и форм при температуре заливки;
  - ✓ легкая выбиваемость;
  - ✓ возможность повторного использования песка после регенерации;
  - ✓ исключение необходимости в специальной оснастке и сушильных плитах;
  - ✓ возможность организации единичного производства отливок;
  - ✓ увеличение производительности труда за счет уплотнения вибрацией и исключения длительной сушки форм в сушилах;
  - ✓ снижение трудоемкости обрубки и зачистки литья;
  - ✓ уменьшение шума и дыма.

Основным недостатком использования ХТС является токсичность используемых связующих. Кроме того, в существующих составах ХТС отсутствуют наномодификаторы, которые могли бы оказывать влияние на процесс модифицирования как смеси, так и сплава при кристаллизации его в форме.

За рубежом (в Германии, США, Японии) формы из ХТС используются широко. В технологии их производства используются фурановые, фенольные смолы и ингибиторы на фтористой основе. Также широко используется метод Cold box amin, разработанный и запатентованный США в 1968 г. Смесь для этого процесса готовят из сухого песка и связующего, состоящего

из двух компонентов: раствора синтетической смолы и раствора полиизоцианата. После уплотнения смеси в оснастке пескодувным или пескострельным способом стержень продувают парами низкокипящих третичных аминов в смеси с воздухом, углекислым газом или азотом. Затем стержень продувают воздухом для очистки от паров токсичного катализатора. В результате протекания реакции отверждения связующего быстро формируется достаточно высокая начальная прочность стержня. Кроме того, стержни, изготовленные методом Cold box amin, обладают высокими технологическими свойствами и точностью геометрических размеров.

Применение в России литья в формы из ХТС носит ограниченный характер, так как предприятия, использующие формы из ХТС, при обретают, как правило, технологию и оборудование за рубежом.

Большинство разработок ХТС в СССР проводились в 1980-90-х годах. Различные составы смесей для изготовления холоднотвердеющих литейных форм и стержней были запатентованы Чувашским государственным университетом им. И.Н. Ульянова, Научно-производственным объединением по технологии машиностроения ЦНИИТМАШ, Открытым акционерным обществом «Гольяттиазот».

Разработка новых составов ХТС является современной и прогрессивной технологией создания литейных форм и обеспечит защиту от окисления и возгорания магниевой расплава в форме, точность геометрии и чистоту поверхности сложной тонкостенной крупногабаритной отливки. Реализация новых технологий направлена на снижение вредного воздействия на окружающую среду и обеспечение мероприятий по ее охране, а также на снижение пористости отливки и повышение качества литья. Экономическая эффективность процесса в общем случае определяется отсутствием необходимости в нагреве оснастки и минимальным браком стержней и отливок в сочетании с высокой производительностью процесса. Большую роль играет при этом сокращение расхода ХТС. Для этого при изготовлении

деталей широкой номенклатуры могут быть использованы различные технологические приемы. Например, применение прибылей с минимальной высотой (что позволяет снизить высоту используемых опок). Возможно использование в углах опок перегородок (отсекающих лишние объемы). После формовки перегородку извлекают или оставляют вплоть до выбивки смеси; в полуформах создают пустоты путем заформовывания специальных деревянных блоков, болванок, которые извлекают после отверждения смеси. Болванки могут быть заранее смонтированы на модельной плите или установлены на слой смеси при формовке.

Пустоты могут быть открытыми в направлении лада или контрлада полуформы в зависимости от способа установки болванок.

Такие приемы позволяют экономить до 30% ХТС. В другом способе заполнение промежутков между моделями или опокой и моделями производится кусками отработанной смеси после выбивки опок, что даст экономию до 35% ХТС.

### **Вывод**

Наиболее прогрессивным способом получения сложных высококачественных отливок в единичном и мелкосерийном производстве из магниевых сплавов является использование форм из ХТС.