

# НЕОРГАНИЧЕСКИЕ СВЯЗУЮЩИЕ КОМПОНЕНТЫ ХОЛОДНОТВЕРДЕЮЩЕЙ СМЕСИ

**В. А. Карбовская**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Л. Н. Русая

Соединение разрозненных частиц формовочного материала в единую смесь осуществляется связующим. Для скрепления твердых частиц формовочной смеси необходимо, чтобы связующее находилось в жидком или пластичном состоянии. В литейном производстве в качестве связующих применяют вещества: жидкие при

комнатной температуре; переходящие в жидкое состояние при растворении в соответствующих растворителях (таких, как вода, ацетон и т. д.); расплавляющиеся и приобретающие свойства жидкости при нагреве (бакелит, формальдегид и т. д.). Таким образом, процесс связывания частиц формовочной смеси можно рассматривать как скрепление твердых тел жидким веществом (возможно с последующим твердением) при определенных условиях. Прочность связывания зависит от соотношения сил когезии и адгезии и их абсолютных величин.

К основным классификационным признакам связующих относятся: органические и неорганические, в том числе водорастворимые и неводорастворимые.

Органические и неорганические связующие принципиально различаются своим поведением при нагреве. Органические связующие разлагаются в интервале температур 300–700 °С с выделением газовой фазы (СО, СО<sub>2</sub>, углеводороды, мономеры и др.) и образованием твердого коксового остатка (исключением являются этил-, силикаты, образующиеся при разложении диоксида кремния).

Неорганические связующие могут претерпевать при нагреве (после испарения воды, в основном заканчивающегося при 300 °С) различные химические изменения, как правило, не сопровождающиеся газификацией и завершающиеся переходом в устойчивую форму оксида или соли.

Холоднотвердеющие смеси (ХТС) – смеси, которые отвергаются без нагрева при выдержке на воздухе, или путем обработки внешними газообразными реагентами. К ХТС относятся смеси с цементным, гипсовым, фосфатным, жидкостекольным (СО<sub>2</sub> – процесс), этилсиликатными связующими. ХТС с синтетическими смолами отличаются высокой прочностью при малом содержании связующего, возможностью регулирования скорости твердения в широких пределах, не теряют прочность при хранении и практически пригодны для литейных цехов с любой степенью механизации и серийности производства и любых типов сплавов.

Связывающая композиция должна иметь два следующих обязательных свойства: 1) затвердевать под действием отвердителя без нагревания; 2) иметь высокую адгезионную способность к наполнителю.

Их технологические назначения:

- 1) связующие;
- 2) отвердитель;
- 3) регулятор скорости при отверждении;
- 4) специальные добавки.

Различия между органическими и неорганическими связующими:

- 1) нагрев;
- 2) технологические свойства;
- 3) химические соединения.

Неорганические связующие делятся на группы (рис. 1).

Общее свойство связующих класса А и Б при отверждении – образование кристаллогидратов, которые обладают достаточно высокой адгезионной и когезионной прочностью.

ХТС со связующими класса Б характеризуются более высокими скоростями отверждения. В составе связующих этого класса – основной оксид и кислота. Практическое применение такие кислотно-основные связующие нашли в связывающих фосфатных композициях, содержащих смесь оксидов железа в виде окалина или железорудных концентратов, а также смесь оксидов Mg и Сг в виде хромагнетита. Преимуществом ХТС со связующими класса Б с органическими кислотами является

их легкая выбиваемость после прогрева до 1000–1100 К и в результате деструкции органических составляющих.

Неорганические связующие для ХТС

Класс, механизм отверждения	Связующее	Отверждение		
		на воздухе	продувкой химическими реагентами	физическими методами
А, гидратация	1. Жидкое стекло (силикат натрия, алюминат натрия) — неорганические вяжущие	+	++	++
	2. Цемент—вода	+	++	++
	3. Соли (сульфаты, фториды, хлориды и т.д.)—вода	++	++	++
Б, кислотно-основное взаимодействие	1. Неорганические кислоты — металлические оксиды	+	++	++
	2. Органические кислоты — металлические оксиды	++	++	++
В, полимеризация	1. Жидкое стекло (с органическими и неорганическими отвердителями)	+	++	++
	2. Жидкое стекло (СО <sub>2</sub> -процесс)	++	++	++

Обозначения: «+» — смеси, используемые в промышленности; «++» — вновь разрабатываемые.

Рис. 1. Таблица неорганических связующих для ХТС

ХТС со связующими класса В основаны на использовании жидкого стекла. В качестве отвердителя для ЖС могут быть использованы материалы, содержащие кремний. В этом случае при реакции гидролиза выделяется щелочь, которая связывается кремнием.

Свойства ХТС следующие:

– живучесть. За показатель живучести принимают время выдержки ХТС, мин, до изготовления образца, в течение которого его прочность падает на 30 % по сравнению с максимальной прочностью, полученной из данной серии испытаний;

– текучесть. Определяется в исходном состоянии количеством жидкой фазы ХТС;

– хрупкость. Зависит от пластичности;

– гигроскопичность. Зависит от природы связующего;

– газовыделение. ХТС при их отверждении выделяют в окружающую среду газы (формальдегид, метанол, фенол, фурфурол, ацетон и др.), что связано с протеканием экзотермической реакции полимеризации;

– термостойкость. Является одной из основных характеристик ХТС. В химии полимеров под термостойкостью понимают максимальную температуру, при которой сохраняются эксплуатационные свойства полимеров.

Холоднотвердеющие смеси – специальные смеси, которые после изготовления не требуют нагрева в сушильных печах. Это позволяет экономить энергию. В качестве связующего применяются искусственные смолы. Для отверждения смесей применяется продувка третичными аминами. Благодаря связующим и отвердителям, смеси самозатвердевают на воздухе за 10–15 мин. Холоднотвердеющие смеси редко применяются на нашем производстве вследствие высокой стоимости связующих и затруднительной регенерации смесей. Практика доказала, что применение ХТС для изготовления форм экономически оправдано в том случае, когда отношение массы формы к массе заливки металла не превышает 3:1. Поэтому мы используем эти смеси для изготовления стержней, позволяющих получать полости в особо точных отливках с высокими требованиями к шероховатости поверхностей. Технология литья в ХТС позволяет обеспечить высокое качество поверхности литья, отсутствие газовых раковин и включений формовочных смесей в случае обвала формы или стержня.

Главная задача, которую преследуют разработчики связующих для ХТС-процесса, – снижение выбросов при производстве литья для улучшения условий труда в литейных цехах. При этом конечной целью является достижение отсутствия выделения вредных веществ на всех переделах производства литья. Снижение уровня выделения вредных веществ связывают с использованием в качестве связующих неорганических веществ, которые должны быть разработаны для ХТС-процесса.