



CORDIS - связующее на неорганической основе. Свойства и опыт использования.

Литейное производство постоянно сталкивается с новыми проблемами связанными с постоянно ужесточающимися требованиями по обеспечению защиты окружающей среды и технологическими требованиями. Наибольшие проблемы возникают во время испарения, низкотемпературной карбонизации и выделениями продуктов горения во время заливки металла и последующего охлаждения песчаных стержней, которые в настоящее время производятся в основном из кремнистого песка по технологии ХТС.

Выделяемые из песчаных стержней выбросы и связанные с ними запахи образуются не только во время литья, но и во время изготовления стержней. За последние годы были предприняты огромные усилия и достигнуты значительные успехи в улучшении всего процесса, однако все ещё остается нерешенным целый ряд проблем. Как результат, в течении последних лет резко вырос спрос на альтернативные, главным образом на неорганической основе, системы связующих. Их использование подтверждает ожидания о снижении вредных выбросов, как во время изготовления стержня, так и во время его заливки, главным образом алюминиевого.

Неорганические связующие – прорыв или вечная надежда?

В ноябре 2002 года, на конференции VDG, которая должна была показать широкие возможности неорганических связующих при изготовлении стержней, обсуждение вопроса об их использовании на литейных предприятиях проходило под лозунгом «Неорганические связующие – прорыв или вечная надежда?». Производители неорганических связующих представили свои продукты и продемонстрировали потенциал применения новых видов продукции на их основе. Огромный интерес и положительный отклик получила данная тематика на выставке GIFA 2003.

На обоих мероприятиях фирма Huttenes-Albertus Chemische Werkw GmbH, представила на экспертизу промышленности неорганическое связующее CORDIS, разработанное группой специалистов Huttenes-Albertus Group.

Для продвижения на рынок Huttenes-Albertus решила использовать существующие и устоявшиеся технологии и оборудование используемое при производстве и обработке стержней. Главная идея заключалась в использовании связующих в традиционных стержневых автоматах и в их выбивании из отливок на существующем в литейном производстве оборудовании, при этом предпочтительнее сухим методом. Принципиальной предпосылкой продвижения связующего CORDIS на рынок является изготовление сравнимых по качеству изделий, производство которых в настоящее время осуществляется с помощью органических связующих.

От идеи до стержня

Основополагающие принципы связующего CORDIS были разработаны в 90-е годы XX в. Фундаментальная идея заключалась в создании связующей системы на основе воды в качестве единственного растворителя и полностью неорганической связующей матрицы. Эта идея полностью реализована в продукте CORDIS последнего поколения. В зависимости от типа связующего матрица состоит из комбинации фосфатных, силикатных и боратных групп. Свойства отдельных типов связующих можно целенаправленно устанавливать за счет комбинирования и изменения структуры матрицы связующего.

Другие неорганические добавки, интегрированные в связующее или напрямую вводимые в него во время процесса изготовления стержней, используются для дальнейшего улучшения и оптимизации свойств. Применение комбинаций добавок позволяет заранее устанавливать наиболее важные свойства, например, текучесть стержневой смеси или живучесть готовых стержней. (Рис. 1)

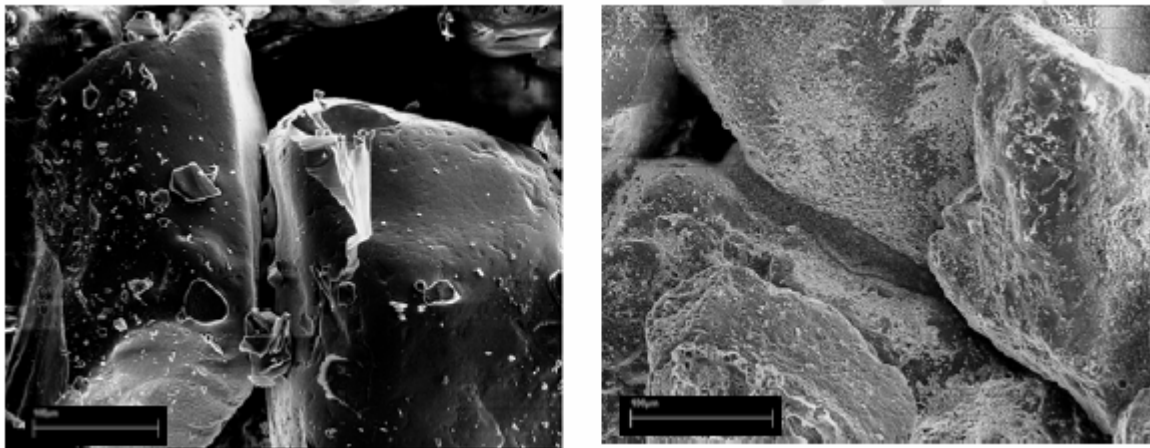


Рис. 1 Полученное с помощью сканирующего электронного микроскопа изображение мостиков двух различных типов связующего CORDIS

Применение неорганических связующих требует превосходной однородности формовочной смеси. В связи с этим настоятельно рекомендуется производить подготовку смеси на соответствующем оборудовании. Стержни могут изготавливаться на традиционных стержневых автоматах при условии, что они оснащены камерой для нагрева стержней.

Изготовление стержней

Формовочный материал вдвигается в камеру для нагрева стержней. В зависимости от геометрических параметров стержней температура камеры находится в диапазоне 120 – 160 °С. При этом стремятся к максимально равномерному распределению температуры внутри камеры. При попадании формовочной смеси, песка и связующего на водной основе в камеру образуется твердая оболочка по внешнему контуру стержня (Рис. 2).



Рис. 2 Стержень на основе связующего CORDIS впускного патрубка, формирование твердой оболочки сразу после извлечения из машины

Первая стадия отверждения обусловлена процессом сушки в результате удаления влаги из стержня. Это чисто физическое явление. В дополнение, в зависимости от типа CORDIS. Может быть инициирован процесс химического отверждения, вследствие чего прочность стержня становится больше, чем при только физическом процессе упрочнения (сушке).

В зависимости от используемого песка и типа связующего CORDIS при добавках связующего в диапазоне 1,5 – 3 % (объемная фракция) достигают уровня прочности на изгиб в холодном состоянии в диапазоне 350 – 550 Н/см². Процесс отверждения можно резко ускорить за счет подачи горячего воздуха. В результате улучшается нагрев формовочного материала и одновременно происходит удаление воды, высвобождаемой во время процесса отверждения стержня.

Время отверждения стержней с неорганическим связующим в значительной степени зависит от их геометрии и используемой камеры (Рис. 3)



Рис. 3 Выпускной патрубков полученный с использованием связующего CORDIS:
а - стержень CORDIS; б – стержень CORDIS после заливки; в – отливка, полученная с использованием стержня CORDIS

Чем больше и компактнее стержень, тем сложнее протекает процесс затвердевания. Благодаря хорошей текучести связующего CORDIS может использоваться для изготовления стержней филигранного контура.

Кроме впускных патрубков, которые уже производятся серийно, связующее CORDIS применялось для изготовления широкого спектра других типов стержней – от изделий с филигранным контуром (замедлитель, канального типа) до деталей шасси и полного комплекса изделий головки блока цилиндров.



Противопригарные покрытия

Связующее CORDIS может использоваться без применения противопригарных покрытий при литье алюминиевых сплавов. В случае необходимости применения покрытия являются приемлемыми оба типа (как на спиртовой, так и водной основе). Как органические, так и неорганические стержни немного теряют в прочности при нанесении покрытия. В случае покрытий на водной основе потери прочности выше, чем для покрытий на спиртовой основе.

Хранение стержней

Особое внимание необходимо уделить хранению готовых стержней. Вследствие их гидрофильных свойств (растворитель связующего – вода) они очень восприимчивы к высокой атмосферной влажности. В связи с этим стержни на неорганической основе не следует выставлять на открытый воздух или содержать в условиях повышенной атмосферной влажности в течении длительного периода времени.

Разработка связующих систем CORDIS предусматривала проведение испытаний на способность хранения с помощью испытательных брусков, выдерживаемых в простых климатических условиях или в увлажнительных камерах при заданном уровне влажности. По сравнению с другими системами связующее CORDIS во время лабораторных испытаний продемонстрировал стойкость к воздействию высокой влажности воздуха. (Рис. 4).

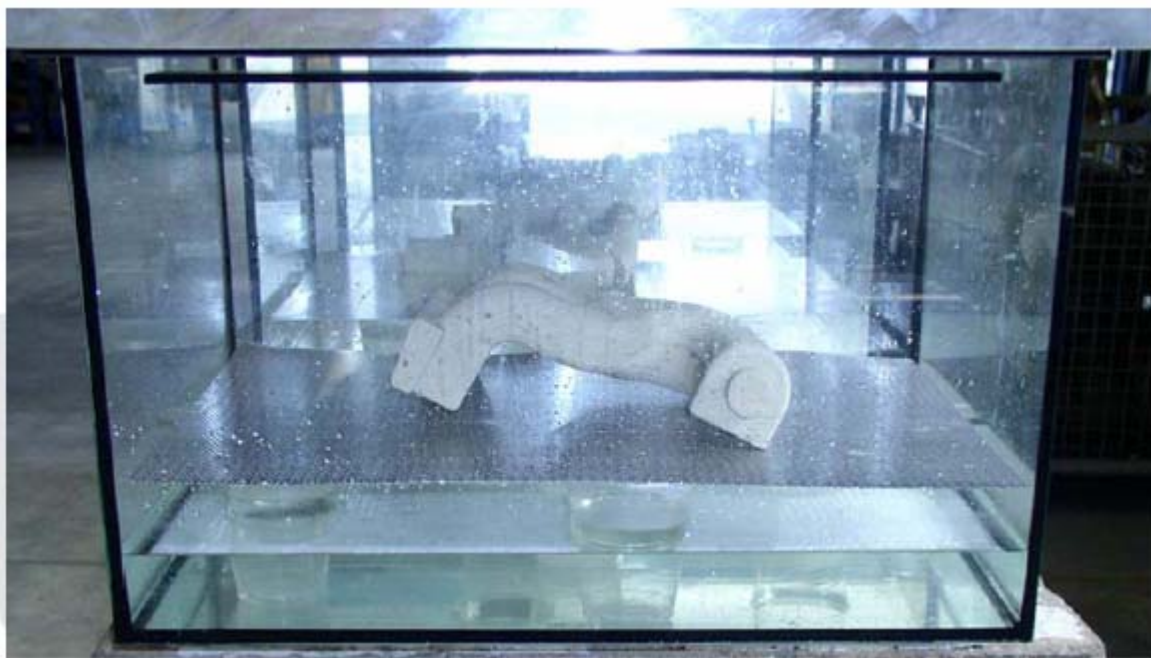


Рис. 4 Испытание на сохранность стержня CORDIS в высоковлажной климатической камере

Стержни на связующем CORDIS, выдерживаемые в атмосфере относительно высокой влажности в течении 24 часов, утратили только примерно треть своей прочности.



От стержня CORDIS до литья

Экологические преимущества неорганических связующих становятся ещё более очевидными в процессе литья, чем при изготовлении стержней. Головка блока цилиндров была получена методом гравитационного литья алюминия под давлением с полной стержневой набивкой. Во время литья не было никаких испарений. Более того, даже после нескольких рабочих циклов конденсат внутри формы не образовывался.

Широко распространено мнение (и спорный вопрос), что, в отличие от органических, неорганические стержни могут отливаться без газового удара. Испытания проведенные фирмой Huttenes-Albertus показали, что газовый удар также наблюдается при использовании неорганических стержней. При этом существует зависимость величины газового удара от размера зерна используемого песка. При использовании крупнозернистого песка (AFS 43) величина газового удара значительно меньше, чем при использовании мелкозернистого (AFS 74) (Рис.5)

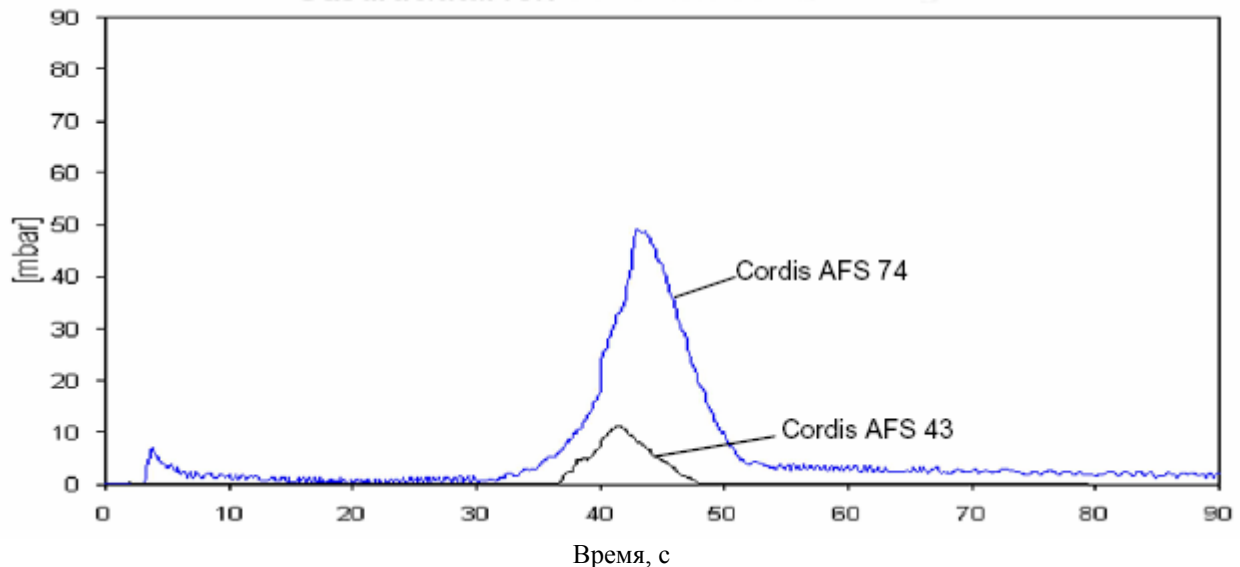


Рис. 5 Кривые давления газа для двух стержней CORDIS с различным размером зерна: AFS 74 (мелкозернистый); AFS 43 (крупнозернистый)

Тот факт, что оба образца содержат одинаковое количество связующего, подтверждает, что размер зерна песка оказывает решающее влияние на интенсивность давления газа. Стержни CORDIS, в отличие от стержней на органическом связующем, демонстрируют различный характер развития газового удара. Стержни типа HOT BOX, например, начинают выделять газ непосредственно после соприкосновения с расплавом металла, и этот процесс продолжается в течении длительного времени. При использовании неорганических стержней, напротив, увеличение давления газа происходит примерно через 30-40 сек. Давление падает сразу же после достижения пикового значения. (Рис. 6).

Кроме уже описанного положительного опыта использования стержней CORDIS при гравитационном литье алюминия под давлением, очень хорошие результаты были получены при литье алюминия под низким давлением и в сырую песчанно-глинистую форму. При этом качество поверхности полученных отливок сопоставимо или даже лучше, чем при использовании стержней на органической основе.



Процесс удаления стержней не представляет никаких проблем, так как может использоваться существующее оборудование. Удаление стержней из отливок производится без какой-либо предварительной термической обработки.

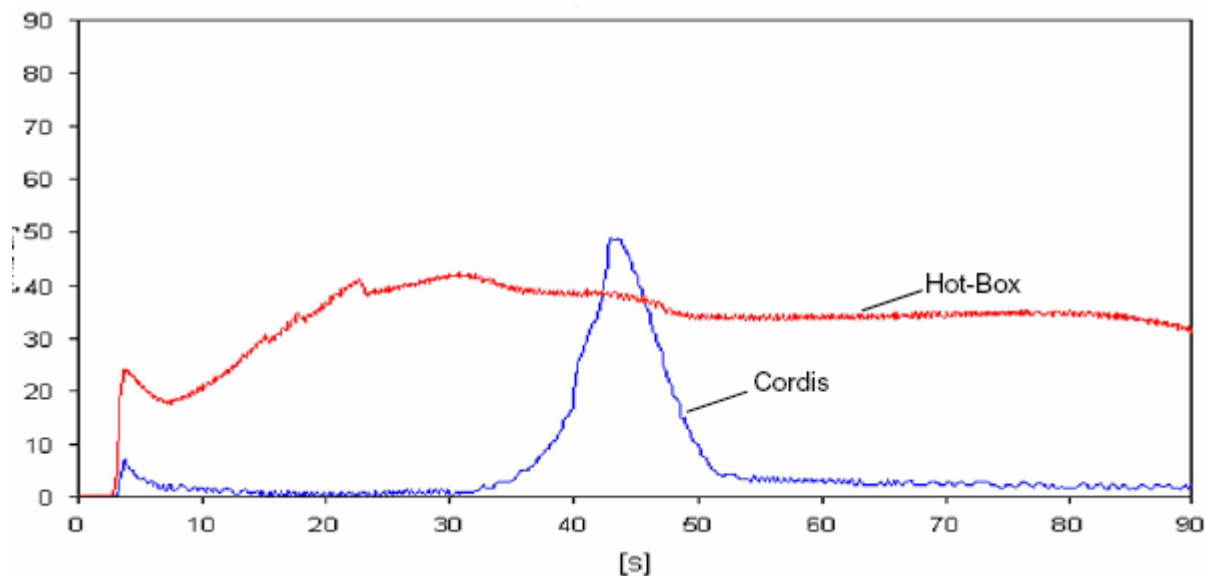


Рис. 6 Газовый удар в случае использования стержней типа HOT BOX и CORDIS

Тем не менее при использовании восстановленного песка рекомендуется применять органические и неорганические стержневые смеси отдельно в связи с различной структурой используемых материалов.

Выводы и перспективы

Использование неорганических связующих при изготовлении стержней уже достигло высокого технологического уровня, но при этом все таки требуется применение новых подходов в производственной практике. Одновременно следует признать, что до настоящего времени эксплуатационный потенциал органических связующих (изготовление и хранение стержней) не был использован в достаточной степени. Прорыв в области применения неорганических связующих уже близок, но все же не стоит недооценивать связанные с этим затраты и требования к оборудованию.

*Клаус Лехте
Ральф Боэм
Разработчики системы CORDIS,
ведущие инженеры компании
Huttene-Albertus Chemische Werkw GmbH*