

Авторы: Инго Гросс, Фрэнк Вольдерт, FAT GmbH, Нидерфишбах, Германия

# Механизированные формовочные установки с холоднотвердеющими смесями

Эксплуатация механизированной формовочной установки с использованием Альфа-сет-процесса обеспечивает повышение производительности и улучшение качества отливок



**Рисунок 1.** Формовочная установка, использующая Альфа-сет-процесс

Для повышения своей конкурентоспособности литейные производства разработали требования к гибкости и производительности участков формовки по технологии использования холоднотвердеющих смесей. Механизированные формовочные установки для классических производственных участков (рис. 1) обеспечивают повышенную эффективность, оптимальное использование ресурсов, сложных производственных методов и рабочих режимов. В этом процессе выбор соответствующей связующей системы является решающим фактором в достижении необходимого

качества отливки. Ввод в эксплуатацию механизированной формовочной установки с использованием Резол-эфир-процесса, или Альфа-сет-процесса, — эффективный ответ на данный вызов.

Применение отливок в различных секторах машиностроения постоянно увеличивается, что отражается в большей серийности производства, более сложной геометрии отливок и возрастающих требованиях к качеству изделий. Кроме производства большого числа отливок более сложных форм, одновременно литейщики вынуждены существенно улучшать качество

отливок. Это необходимо для минимизации затрат на чистовую обработку.

Производительность и качество отливок можно значительно улучшить за счет применения оптимизированных производственных методов и технологических режимов, интеграции существующих ресурсов и мощностей, а также использования высококачественных вспомогательных материалов.

В большинстве случаев это обеспечивается использованием комплексной формовочной установки, включающей системы регенерации формовочной смеси и удаления пыли (рис. 2).



**Рисунок 2.** Установка регенерации формовочного материала по Альфа-сет-процессу

### Верная концепция

Для решения этой задачи необходимо было рассмотреть различные концепции установки, включая варианты опочной и безопочной формовки, а также различные связующие материалы.

Критерии выбора наиболее подходящего связующего определяются спецификой процесса литья и необходимостью достижения хороших и, более того, постоянных характеристик утилизируемого материала. В большинстве случаев в формовочных отделениях предприятий для литья чугуна и алюминия в качестве связующих используются фурановые смолы. При производстве стальных отливок, в том числе из высоколегированных специальных сталей, наиболее хорошо зарекомендовал себя процесс на основе смолы стадии А (резол), или более известный как Альфа-сет-процесс.

Фирма FAT GmbH, Нидерфишбах, Германия, достигла значи-

тельного успеха в поставках для литейного производства формовочных установок по Альфа-сет-процессу, в частности для Рурской области Германии (рис. 3). Поскольку этот метод в Германии распространен в меньшей степени, то ниже дано более подробное описание процесса введения в эксплуатацию формовочной установки по Альфа-сет-процессу.

Формовочные установки по Альфа-сет-процессу на предприятиях по производству стального литья, в том числе из высоколегированных сталей специального назначения, имеют следующие преимущества по сравнению с другими технологиями формования с холоднотвердеющими смесями:

- отличное качество поверхности отливки;
- небольшая склонность к образованию дефектов, в частности термических трещин, заливин, заусенцев, эрозии;

- система не содержит азота, серы и фосфора;
- возможность заливки неокрашенных форм;
- простое извлечение образцов;
- хорошая выбиваемость формовочной смеси;
- возможность использования до 90 % утилизируемого материала;
- незначительный запах при формовке и литье;
- низкий класс загрязнения используемого формовочного материала для захоронения.

Решение о выборе наиболее подходящего связующего было принято на основании промышленных испытаний, в результате которых детали отливали в формы по Фуран- и по Альфа-сет-процессам. Различие в качестве было достаточно значительным и опровергло широко распространенное мнение о трудностях, связанных с регенерацией формовочных смесей по Альфа-сет-процессу.



**Рисунок 3.** Установка формования опок для крупногабаритных отливок на основе использования Альфа-сет-процесса

Поскольку литейные производства имели незначительный опыт эксплуатации формовочных установок подобного типа, помимо значений показателей прочности, установленных в ходе испытаний, были подготовлены контракты об установлении технических характеристик процесса регенерации смеси, в частности потери при прокаливании и концентрация пыли утилизируемого материала.

Вторым аспектом, представляющим важность для выбора наиболее подходящей концепции, было решение об использовании формовочной установки с опочной или безопочной системой. Концепция фирмы FAT основана на использовании опочной формовочной установки. Хотя опочная формовочная установка имеет недостаток, который заключается в необходимости возврата опок, данная система имеет также ряд преимуществ. Так, безопочная формовка для достижения необходимой прочности формы обычно требуют больше смеси и связующего. При использовании опок можно применять смесь с небольшим содержанием связующего. Кроме того, для стального

литья зажим опок производится легче и более эффективно по сравнению с формами. Очевидно, что из-за проблемы прочности достаточно затруднительно по сравнению с опочной системой манипулировать формой размерами 2000×1400×500/500 мм при отделении модели, кантовании и сборке.

Благодаря этим преимуществам литейное производство предпочло выбрать опочную формовочную установку фирмы FAT по Альфасет-процессу, который включает системы регенерации смеси и сепарации хроморудной формовочной смеси (рис. 4).

#### Адаптация установки к производственным условиям

При проектировании установки возникло много трудностей. Например, механизированную формовочную установку для производства отливок средних размеров и цикл формовки для крупногабаритных отливок необходимо было интегрировать в существующее здание цеха. Кроме того, необходимо было учесть инфраструктуру производственной площадки, т. е.

расположение печей, стержневого отделения и участка отделки, а также расположение и маршруты действующих кранов. Столкновение кранов могло привести к нежелательным простоям и подвергло бы риску согласованные в контракте параметры формовочной установки из-за увеличения времени цикла.

Следующим важным аспектом при проектировании формовочной установки был фактический учет времени на проведение вспомогательных операций. Поскольку оно в значительной степени зависит от специфики литейного процесса, то необходимым условием является тесное сотрудничество с заказчиком до принятия какого-либо решения по проекту.

Так, началу детальной проработки проекта предшествовали многочисленные встречи с заказчиком для оптимизации концепции и ее точной адаптации к существующим условиям.

Формовочная установка включает центральную станцию подготовки смеси с двумя смесителями холодного потока, которые могут обеспечить два положения заполнения: одно для отливок среднего



**Рисунок 4.** Система сепарации хроморудной смеси



**Рисунок 5.** Станция выбивания с вибрационной решеткой

Таблица 1

Параметр	Гарантированное значение	Типичное производственное значение
Производительность формовочной линии, форм/ч	5	5–6
Расход связующего, %	<1,6	~1,45
Прочность формовочного материала, Н/см <sup>2</sup>	160–200	160–230
Потери при прокаливании регенерируемой смеси, %	<2	1–2
Содержание пыли в регенерируемой смеси, %	<0,3	~0,2
Эксплуатационные характеристики формовочной установки на основе Альфа-сет-процесса		

размера, другое — для крупногабаритных изделий. Рабочий цикл формовочной установки для отливок среднего размера составляет пять минут на одну полуформу. При производстве крупногабаритных отливок рабочий цикл значительно длиннее, а вспомогательное время сильно зависит от типа изготавливаемой отливки.

Другая трудность заключалась в адаптации состава связующей смеси к технологическому процессу литья. При использовании Альфа-сет-процесса протекают химические реакции, которые отличаются от других аналогичных процессов. Для отверждения резолы добавляют сложные эфиры. Эти эфиры многими производителями связующих поставляются в форме раствора, в который уже добавлена вода, необходимая для протекания химической реакции. Это в значительной степени снижает гибкость процесса производства форм. Фирма FAT предложила использовать связующее Альфа-сет-процесса, в которое вода не добавляется вплоть до момента смешивания в смесителе холодного потока. Для этого смесители оснащаются специальным узлом дозирования воды (дополнительный насос с дозирующим клапаном), тогда как увлажнение нового песка, используемого для облицовки, нежелательно, данное оборудование может обеспечить увлажнение утилизируемой смеси в соответствии со спецификацией заказчика. Таким образом, добавление воды можно адаптировать к

особенностям процесса производства форм в соответствии с требованиями заказчика.

Песчаные формы равномерно уплотняются посредством вибрации во время процесса заполнения, а затем выдерживаются для затвердевания на расположенном далее рольганге до отделения от модели. Точное положение этих заполняющих станций и число мест для отверждения являются определяющими факторами для достижения теоретически обоснованных эксплуатационных параметров.

Форма отделяется от модели с помощью выбивного стола, который поднимает форму посредством стержней, вставленных в подъемную плиту. Гидравлическое зажимное устройство удерживает плиту с моделью в положении, обеспечивающим параллельный подъем и предотвращающим разрушение краев.

Кантовое цепное устройство поворачивает опоку и ставит ее на рольганг для дальнейшей транспортировки. При использовании фурановой смолы сушка формы перед выравниванием не требуется, поскольку в процессе отверждения форм по Альфа-сет-процессу происходит полиприсоединение, а не поликонденсация. В результате вода не выделяется, а связывается химически.

Последующий процесс нанесения покрытия (покраски) осуществляется над емкостью, над которой цепной кантователь размещает опоку. Затем покрашен-

ную опоку помещают на пластинчатый конвейер и обжигают. Во время процесса обжига опока движется через туннель, где происходит безопасное выделение газов. После этого с помощью крана устанавливаются формовочные стержни, а затем опоки собирают. Формы заливаются на литейном полу отдельного литейного участка. После охлаждения опоки освобождаются на вибрационной решетке (рис. 5) и смесь подается в узел регенерации с участком сепарации для хроморудной составляющей.

### Тесное взаимодействие с работниками

От начала составления контракта до запуска механизированной формовочной установки вышеназванных параметров необходимо выждать от 8 до 14 мес. Оптимизация данной установки проходила при тесном взаимодействии работников литейного производства и поставщиков связующего материала. Описанная установка находится в эксплуатации в течение шести месяцев и имеет технические характеристики, приведенные в табл. 1.

Благодаря проведенной механизации работ на формовочном участке литейное производство в состоянии производить широкую номенклатуру отливок сложной формы быстро и, кроме того, с меньшими затратами на окончательную обработку.

[www.f-a-t.de](http://www.f-a-t.de)