**А. Попов**
Laempe Mössner Sinto GmbH, Германия

# Новейшие технологии Laempe на заводе Inacore

В статье описано применение технологии изготовления стержней BeachBox для производства отливок автокомпонентов на заводе BMW. Показаны современные типы стержневого оборудования, которые применяются для производства особо сложных автомобильных отливок. Отмечается аспект экологически чистого производства литейных стержней.
**Ключевые слова:** BeachBox-процесс, алюминиевые отливки, автокомпоненты, экологичное литейное производство.

The article describes the application of BeachBox core technology to the production of auto parts castings at the BMW plant. Shown are modern types of rod equipment that are used to carry out such a production program.
**Keywords:** BeachBox process, aluminum castings, auto parts.

### Что такое экологически чистые стержни и BeachBox-процесс?

В 2001 г. фирма Laempe разработала и в 2003 г. впервые официально представила на выставке литейного оборудования GIFA в г. Дюссельдорфе, Германия, экологически чистое связующее LKBinder на основе смеси неорганических солей, а также стержневой автомат LBB10, работающий по процессу BeachBox для получения стержней на базе связующего LKBinder.

При запатентованном фирмой Laempe процессе BeachBox стержневая смесь подается в пескострельную головку стержневого автомата, который оснащен электрической системой нагрева стержневого ящика до 120...180 °С, а также динамической системой LMU для периодической подачи водяных паров в пескострельные сопла с целью предотвращения их «засорения» стержневой смесью. Отверждение стержневой смеси в стержневом ящике происходит в результате теплообмена с горячими поверхностями формообразующих, а избыточная влажность удаляется продувкой стержневого ящика нагретым воздухом.

Представление метода BeachBox и комплекса оборудования для его реализации существенно активизировало исследовательские работы по созданию современных версий экологически чистых связующих систем с комплексными технологическими свойствами, не уступающими свойствам стержневых смесей по классическому и массово применяемому Coldbox-Амин-процессу.

В настоящий момент на рынке Германии предлагаются различные варианты неорганических связующих систем. Все они основаны на модифицированном жидком стекле с различными неорганическими добавками. Классические рецептуры стержневых смесей: 100 вес. % кварцевого песка и 1,5...3,0 вес. % неорганического связующего в жидкотекучем состоянии. Некоторые рецептуры содержат и добавки, которые обычно не превышают 20% от весовой доли связующего. Физико-химический процесс отверждения стержневых смесей на базе неорганических связующих происходит на базе дегидратации жидкого стекла, причем образование пространственных мостиков силикатного геля вокруг песчаных зерен становится возможным только со специальными добавками, названными «промоторами», которые «сшивают» отдельные молекулы по свободным валентностям между кислородными атомами [1—6].

По причине того, что дегидратация протекает относительно медленно, как конвективный нагрев формообразующих частей стержневой оснастки, так и продувка нагретым выше 100 °С воздухом являются физическими методами ускорения процесса затвердевания стержней, т.е. оптимальные условия для серийного производства стержней соответствуют тем условиям, которые еще в первом десятилетии нового века разрабатывала и рекомендовала фирма Laempe.

Стержни по BeachBox-процессу в Германии применяются в основном для отливок из

алюминиевых сплавов. Типичные представители таких отливок — блоки и головки блоков цилиндров двигателей внутреннего сгорания, корпуса коробки передач.

Один из пионеров в области внедрения самых передовых разработок литейной химии на своих заводах в Германии — автомобильный концерн BMW.

Для динамически возрастающей потребности в экологически чистых стержнях алюминиевого завода BMW в г. Ландсхут, Бавария, в 2016 г. в «чистом поле» примерно в 20 км от Ландсхута был построен, а в 2018 г. запущен в действие завод Inacore.

### Технологическое оборудование Laempe на заводе Inacore

Завод Inacore находится в промышленной зоне городка Энголдсбах в Баварии и специализируется на мелкосерийном производстве экологически чистых стержней в соответствии с еженедельными потребностями алюминиевого завода BMW в г. Ландсхут. Штатный персонал не превышает 40 человек. Режим работы 3-сменный, 6 дней в неделю.

Заказ на производство стержней Inacore получает интерактивно и в режиме реального времени напрямую от завода BMW в г. Ландсхут, т.е. Inacore является одним из пионеров внедрения технологий Индустрия 4.0 в немецкой литейной промышленности.

Стержни отгружаются грузовиками прямо со склада готовой продукции. Как тележки, так и стержни имеют штрих-коды, на базе которых как сам производитель, т.е. Inacore, так и конечный пользователь, т.е. BMW, имеют возможность интерактивно перепроверить технологические условия производства стержней.

Ежесуточно завод покидают три грузовика, которые загружены укомплектованными тележками со стержнями. Ежесуточно поставляются до 2000 комплектов стержней для алюминиевых отливок головок цилиндров, блоков двигателей, а также для литых компонентов электродвигателей. Один комплект стержней может содержать от 4 до 12 отдельных стержней.

Заливка стержневых форм/стержневых пакетов алюминиевым расплавом происходит в интервале 2...4 часа от момента поступления стержней. Применяемые методы заливки — под атмосферным или низким давлением с простановкой стержней.

Грузовые автомобили перевозки стержней — закрытого «контейнерного» типа. Они оснащены системами контроля влажности. Это необходимо, чтобы не допустить насыщение стержней влагой во время транспортировки.

Склады для поставляемых стержней, как на заводе Inacore, так и на литейном заводе BMW в Ландсхуте имеют систему кондиционирования, т.е. располагают устройствами осушки воздуха, регулирования температуры и влажности в помещениях.

Завод Inacore оснащен исключительно технологическим оборудованием фирмы Laempe, на базе которого создан комплексный стержневой участок с высоким уровнем автоматизации.

Основные компоненты поставленного технологического оборудования Laempe:

- шесть пескострельных автомата Laempe типа LHL30H,
- шесть роботов для последующего съема стержней как с первого, так и с других пескострельных автоматов,
- двенадцать мини-роботов для зачистки заусенцев на стержнях,
- централизованная система смесеприготовления и снабжения пескострельных автоматов стержневой смесью на базе смесителя LVM9 (с производительностью 9 т/ч), а также система раздачи стержневой смеси по запросу от каждого пескострельного автомата,
- система автоматической замены комплектов стержневой оснастки в задней части каждого из шести пескострельных автоматов с общим циклом не более 5 минут от момента нажатия оператором кнопки пульта управления до момента получения сигнала о готовности машины для работы с автоматически смонтированным новым комплектом стержневой оснастки.

Разработанный в 2010 г. стержневой автомат Laempe типа LHL — последнее поколение высокопроизводительной стержневой техники. Прототип стержневого автомата LHL был показан впервые на международной выставке GIFA в 2011 г. LHL предназначен для серийного производства стержней в стержневых ящиках с горизонтальным разъемом.

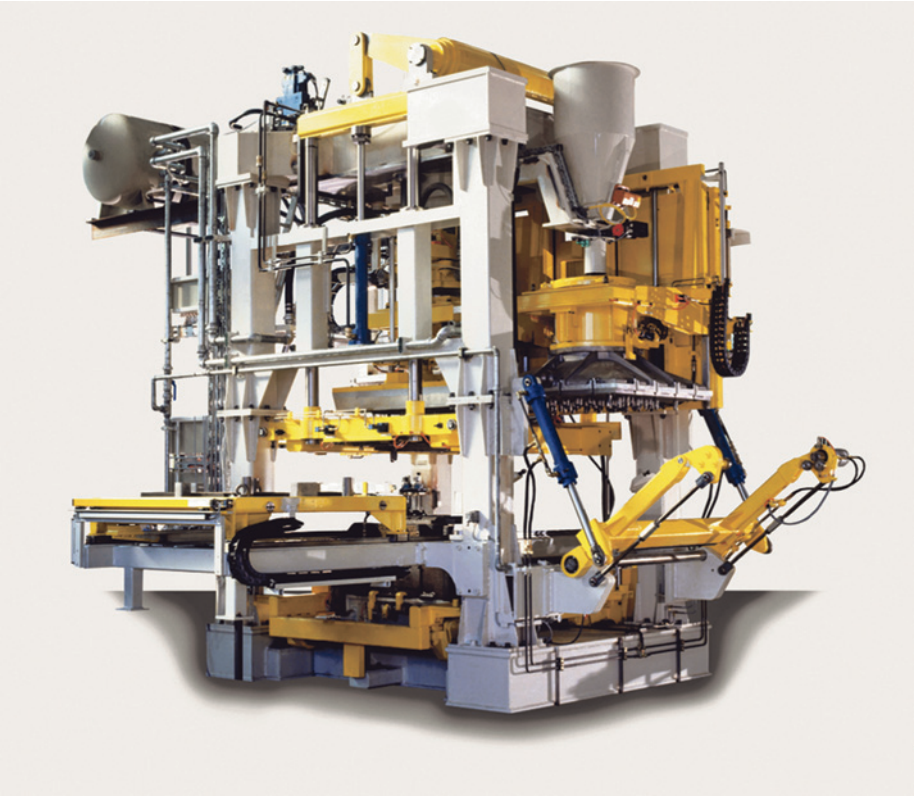

**Рис. 1.** Общий вид пескострельного автомата Laempe типа LHL

Основные технологические характеристики пескострельного автомата LHL30H:

- Максимально допустимые размеры стержневого ящика с горизонтальным разъемом (ширина × глубина × высота) = 1100 × × 1100 × 600 мм,
- Максимально допустимый вес применяемых стержневых ящиков = 3500 кг,
- Объем надувной головки = 40 л,
- Макс. размеры пескострельной плоскости (ширина х глубина) = 650 × 650 мм.
- Цикл стержневого автомата на холостом ходу = 18 сек.

Основные конструктивные особенности пескострельного автомата LHL30H:

- Стабильная 4-колонная несущая конструкция, на которой подвешены верхняя рама машины и траверсы для крепления верхних частей стержневых ящиков.
- К основанию корпуса машины смонтированы каретка стола со встроенным роликовым транспортером для установки и подачи комплекта стержневой оснастки в машину.
- Автоматизированная система линейного позиционирования стержневого ящика на машине по сигналу от оператора.
- Пескострельный механизм со сменной головкой.
- Гидравлические фиксаторы для быстрой замены надувных головок, а также для замыкания/размыкания пескострельных плит относительно надувных головок,
- Система очистки пескострельных плит — встроенная в корпус машины,
- Оптическая система контроля уровня заполнения надувной головки стержневой смесью.
- Унифицированная система нагрева стержневого ящика в температурном режиме 120...180 °С термомаслом.

Для производства экологически чистых стержней на заводе Inacore применяют обогащенный и предварительно осушенный кварцевый песок со средним размером зерна 0,25...0,31. Песок доставляется грузовиками и заполняется из самого грузовика прямо в силос нагнетательной станцией.

Песок поступает в смеситель LVM9 по замкнутой системе пневмотранспорта, проходя до этого этапы принудительного обеспыливания и термического кондиционирования. Для дозировки жидких компонентов применяется сверхточная система микровол-

**Рис. 2.** Общий вид роботизированного стержневого участка Laempe на заводе Inacore

нового контроля трубок заполнения связующим.

Формообразующие комплектов стержневой оснастки очищаются после каждых 1000 циклов работы ультразвуком в ваннах с подходящими химическими растворами.

## Обобщение

Завод Inacore — удачный пример рентабельного производства стержней для потребностей автомобилестроения Германии. За последние 8 лет Laempe поставила на литейные заводы ведущих автомобильных концернов мира более 100 пескострельных автоматов для производства стержней из смесей на базе неорганических связующих. Взаимовыгодное сотрудничество фирмы Laempe с ведущими литейными заводами успешно продолжается и не ограничивается внедрением стержневых технологий Laempe только в Германии, но и во всех остальных промышленно развитых странах мира.

## Список литературы

1. Прошлое, настоящее и будущее технологий производства стержней на примере фирмы Laempe / Е.Н. Буданов // Литейное производство. — 2016. — № 2. — С. 32—35.
2. Различные варианты получения стержней на оборудовании фирмы Laempe / А. Попов // Литейное производство — 2014. — № 2. — С. 8—13.
3. Стержневые автоматы фирмы Laempe последнего поколения / А. Попов // Литейное производство. — 2013. — № 3. — С. 25—28.
4. Исследование стержневой смеси на связующей композиции Cordis-Anorgit / А.Б. Финкельштейн и др. // Литейное производство. — 2015. — № 4. — С. 15—18.
5. Grundlagen zum Verstndnis der anorganischen Kernfertigung / C. Wallenhorst // Gieerei-Praxis. — 2010. — № 6. — С. 181—184.