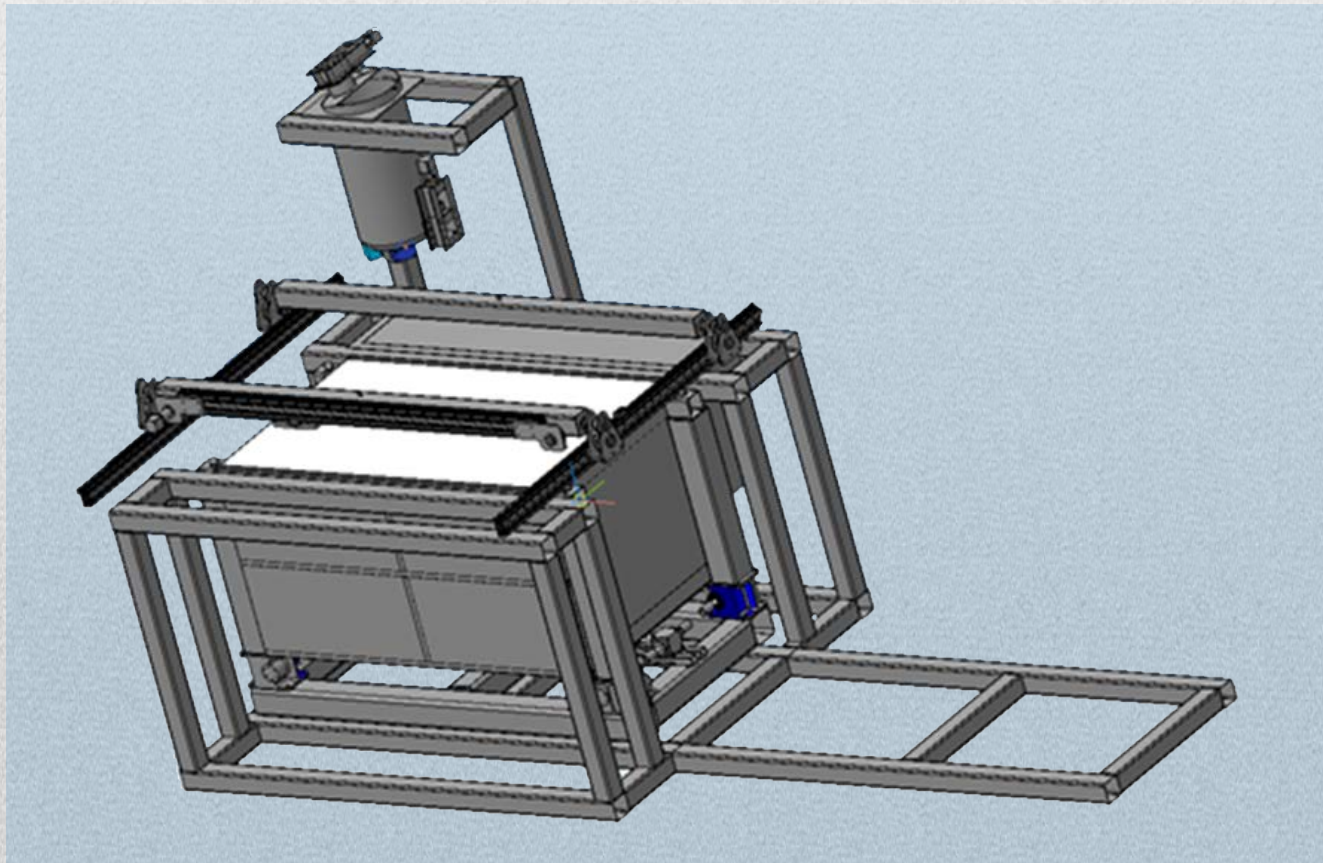


Производственно-технологический комплекс «Песчаные формы»

Пояснительная записка

Прямое изготовление форм и стержней по их 3D-модели из песчаной смеси на базе установки селективного отверждения песчаной смеси нового поколения



Содержание

1. Введение.....	2
2. Назначение и область применения	3
3. Принцип работы.....	8
4. Технологический процесс изготовления песчаных форм и стержней на установке	9
5. Оборудование, входящее в состав комплекса	10
6. Технические характеристики	12
7. Используемые материалы.....	13
8. Материалы отливок	14
9. Область применения технологии отверждения песчаной смеси ...	15
10. Примеры использования оборудования для изготовления песчаных форм и стержней.....	16
11. Дополнительные возможности: получение алюминиевых, стальных и чугунных модельных комплектов и стержневых ящиков для стандартной технологии изготовления форм.....	32

1. Введение

Производственно-технологический комплекс предназначен для послойного изготовления литейных форм и стержней из песчаной смеси непосредственно по данным компьютерного проектирования.

В настоящее время в промышленности используется стандартная схема изготовления литейных форм, применяются стержневые ящики и модели из алюминиевого сплава, чугуна, стали или из пластмасс и дерева в зависимости от выбранного технологического процесса получения стержней, степени механизации, применяемых стержневых смесей, а также серийности производства.

По традиционной технологии цикл изготовления стержневого ящика колеблется от 1 до 3 месяцев, в зависимости от сложности, количества мест, габаритов и принятой схемы технологического процесса, наличия технической базы. С применением САПР и элементов автоматизации технологического процесса цикл изготовления сокращается в 2-3 раза.

В зависимости от задач, возможны несколько вариантов получения разовых форм и стержней из песчано-глинистых или песчаных холоднотвердеющих смесей с применением современного оборудования и материалов.

2. Назначение и область применения

Основной задачей производственно-технологического комплекса (ПТК) является обеспечение быстрого изготовления комплектов песчано-полимерных форм сложной геометрии для получения литых заготовок из алюминиевых и магниевых сплавов, сталей и чугунов, а так же внутренних стержней для применения в кокильной оснастке.

В отличие от традиционного производства, данный технологический комплекс позволяет изготавливать песчано-полимерные формы без использования модельной оснастки в кратчайшие сроки. Комплекс позволяет получать анализ конструкции литейных форм масштабированных прототипов комплектов песчано-полимерных стержней.

Предлагаемый комплекс может использоваться как в научно-исследовательских учреждениях, так и в крупных машиностроительных предприятиях.

Комплекс включает оборудование и технологические разработки по интеграции новых цифровых технологий в действующее производство и позволяет:

- внедрить сквозные цифровые технологии по ускорению технологической подготовки производства (ТПП) на всех этапах: от 3-х мерной математической модели детали и оснастки до получения готовых деталей;
- сократить в 3-5 раз срок изготовления деталей и оснастки;
- перейти к «прямому» производству деталей и оснастки, минуя этап изготовления промежуточной оснастки;
- гибко перестраивать многономенклатурное производство;
- уменьшить трудоемкость ТПП в 5-10 раз и перейти по многим процессам на автоматизированное производство, основанное на модульных технологических процессах;
- уменьшить численность персонала, за счет компьютерных технологий, повышения уровня образования до инженерного;
- обеспечить повышение качества ТПП и конечной продукции за счет контроля всех этапов ТПП, автоматизации технологических процессов.

Преимущества

Технологический комплекс «Песчаные формы» имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционным производством:

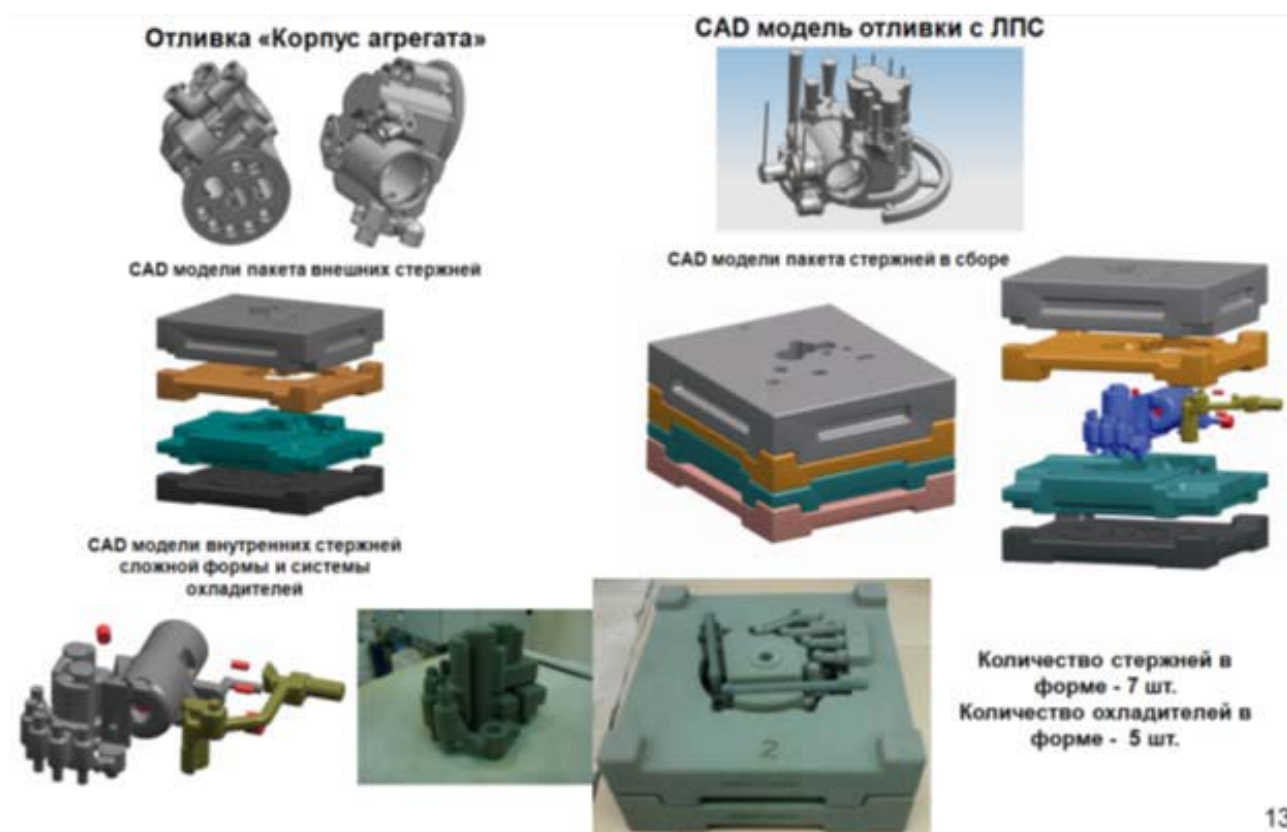
- Изготовление форм и стержней из формовочных песков и смол, которые обычно применяются в литейной промышленности, но без использования модельной оснастки.

- Обеспечивает быстрое изготовление опытных образцов металлических литых деталей (больших размеров, любой сложности) и мелкосерийное производство без изготовления модельной оснастки.
- Сокращение сроков и обеспечение высокой производительности.
- При изменении конструкторско-технологической документации позволяет оперативно (в течение нескольких часов) провести изменения CAD моделей песчаных форм и стержней.
- Технология полностью совместима с технологией литья в землю.
- В сравнении с традиционным производством данный комплекс позволяет значительно сократить сроки изготовления форм и стержней. А так же резко возрастает гибкость производства, так как при любом изменении конфигурации отливки или изменении литниково-питающей системы требуется внести данные изменения лишь в CAD формы и сразу же можно приступать к изготовлению нового комплекта стержней



В качестве примера можно привести песчано-полимерную форму, изготовленную для получения литой заготовки «Корпус агрегата».

От CAD модели отливки до готовой песчано-полимерной формы – 10 рабочих дней



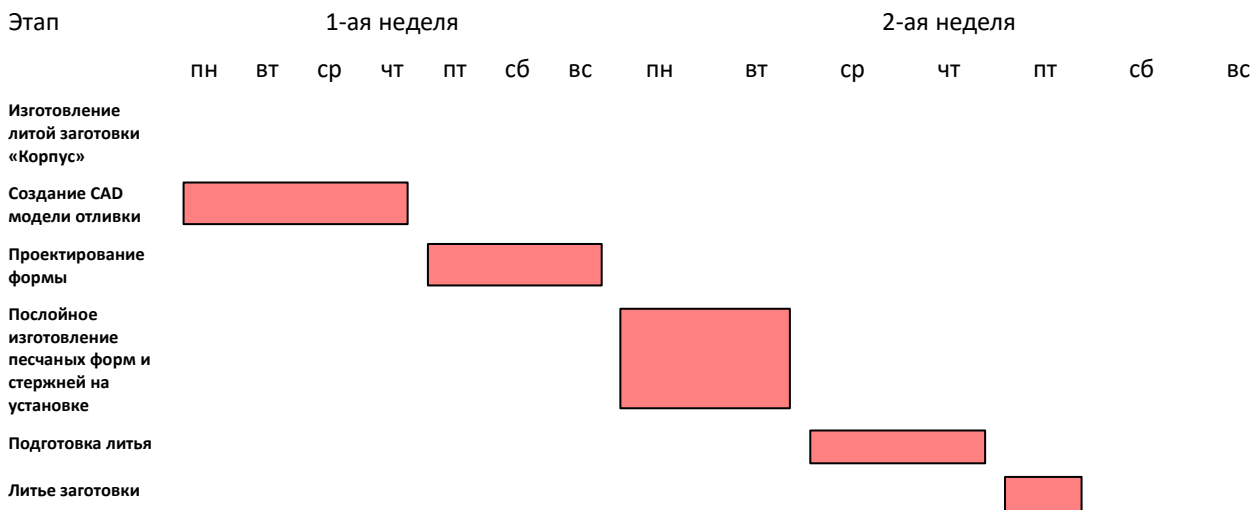
13

Изготовление песчано-полимерной формы для отливки «Корпус агрегата»

Применение формовочных песков и смол, которые обычно используются в литейной промышленности, позволяет не только изготовить опытные образцы, но и отработать технологию литья этих заготовок для серийного производства, т.к. теплопроводность, прочность, газопроницаемость песчаных форм, изготовленных на установке, такие же, как у стандартных песчаных форм и стержней, которые будут изготавливаться при серийном производстве. Процесс литья в формы, изготовленные на установке, будет проходить также, как и в серийные.

Отработанная конструкция литниковой системы будет применима в серийном производстве.

Пример графика выполнения работ по изготовлению отливки с использованием «прямых цифровых технологий»



CAD модель



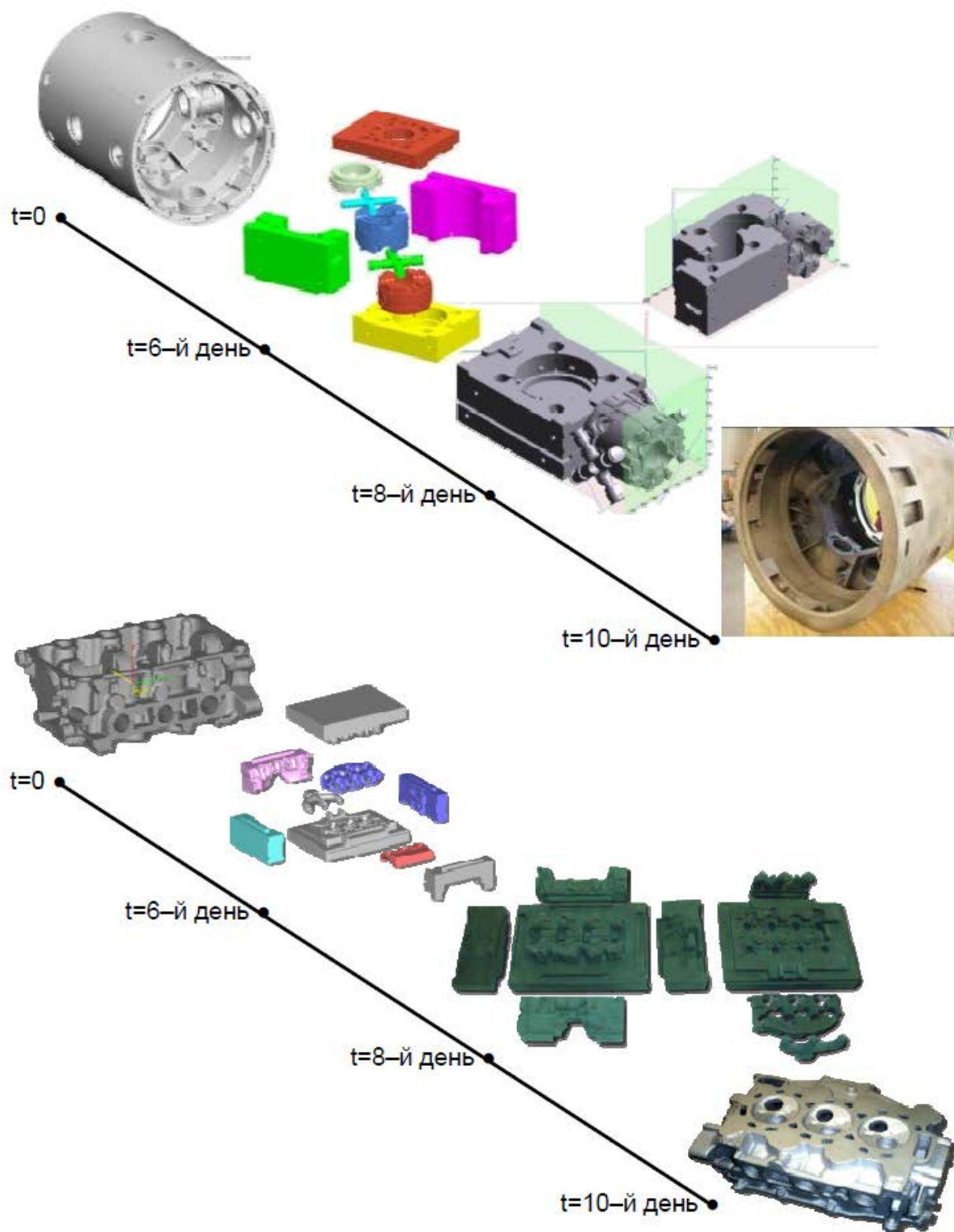
Песчаная форма и стержни



Отливка с литниковой системой



Отливка с обрезанной литниковой системой



3. Принцип работы

В технологическом комплексе использована технология послойного синтеза песчаных литейных форм. Принцип работы заключается в послойном нанесении песка, предварительно смешанного с компонентом А (отвердителем) и нанесении в необходимых местах с помощью многоструйной печатающей головки компонента В (смолы). Несвязанный песок в последующем удаляется пылесосом.

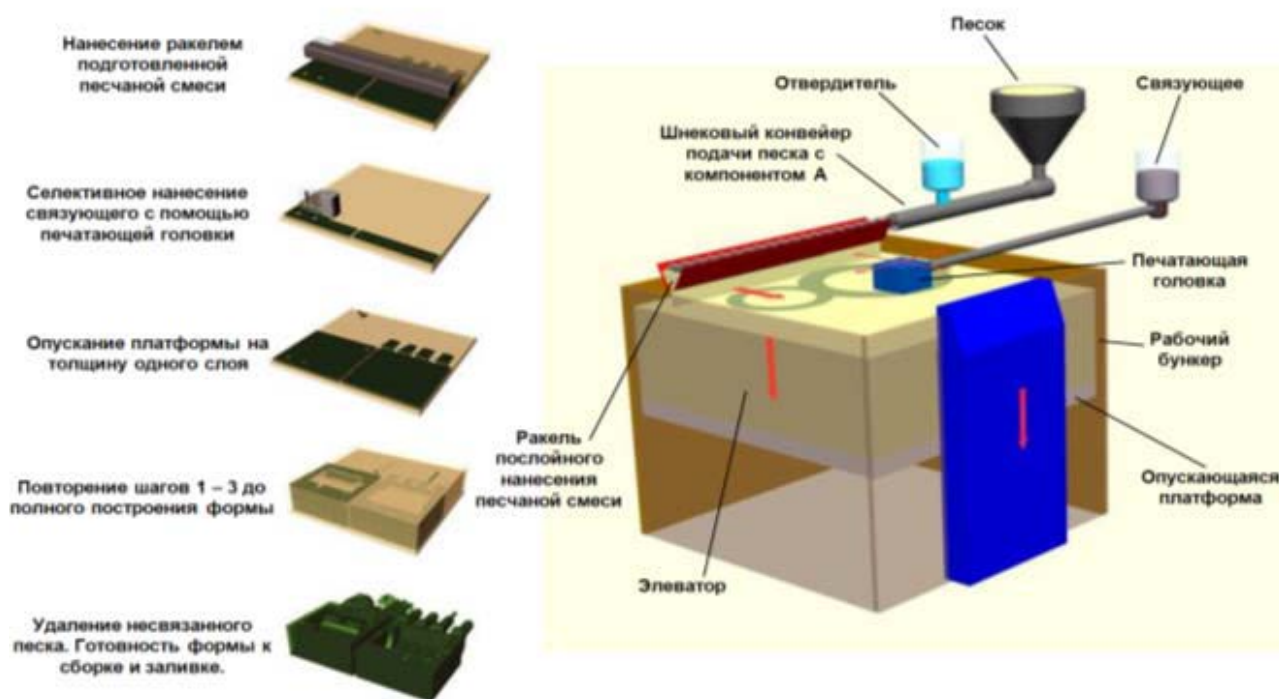


Схема процесса построения песчано-полимерных форм

В начале технологической цепочки изготовления форм стоит конструкторско-технологическое бюро или любая организация предоставляющая CAD - данные (3D модель будущей формы или стержней) необходимые для изготовления форм. Затем происходит анализ и проверка полученных данных. После чего оператор производит раскладку 3D-моделей стержней в виртуальном рабочем бункере в ПО установки.

Затем начинается непосредственно процесс построения песчано-полимерной формы. В процессе построения оператор контролирует своевременное пополнение расходных материалов и правильность хода построения. По окончании построения рабочий бункер отправляется на участок очистки форм, там происходит извлечение стержней из бункера, очистка их от не связанного песка и финишная очистка стержней и формообразующих поверхностей в особенности. После очистки формы направляются на участок контроля собираемости и хранения форм, а так же на контроль геометрии.

4. Технологический процесс изготовления песчаных форм и стержней на установке

 1. Нанесение приготовленной смеси	
 2 Селективное нанесение связующего с помощью печатающей головки	
 3. Отверждение слоя и опускание платформы на толщину одного слоя 4. Повторение шагов 1 - 3	
 5. Очистка и удаление не связанной формовочной смеси	
6. Сборка формы и заливка формы	

5. Оборудование, входящее в состав комплекса

Технологический комплекс включает в себя ряд оборудования необходимого для полноценного функционирования производственной системы. Основной рабочей единицей комплекса является сама установка. Непосредственно в этой установке происходит изготовление стержней.

1. Установка

Предназначена для изготовления, без использования модельной оснастки, форм и стержней из песчаной смеси.

В состав установки входит:

- система подачи связующего, отвердителя, очистителя и удаления жидких отходов;
- рабочий бункер;
- программное обеспечение на основе программы Mach3 для подготовки процесса и управления работой установки.

2. Система удаления несвязанного песка

Предназначена для удаления неотвержденной песчаной смеси из рабочих бункеров.

В состав системы входит:

- Передвижной сепаратор, служащий для предварительного разделения песчано-воздушной смеси.
- Промышленный пылесос, служащий для создания рабочего разрежения в системе окончательной очистки удаляемого воздуха.

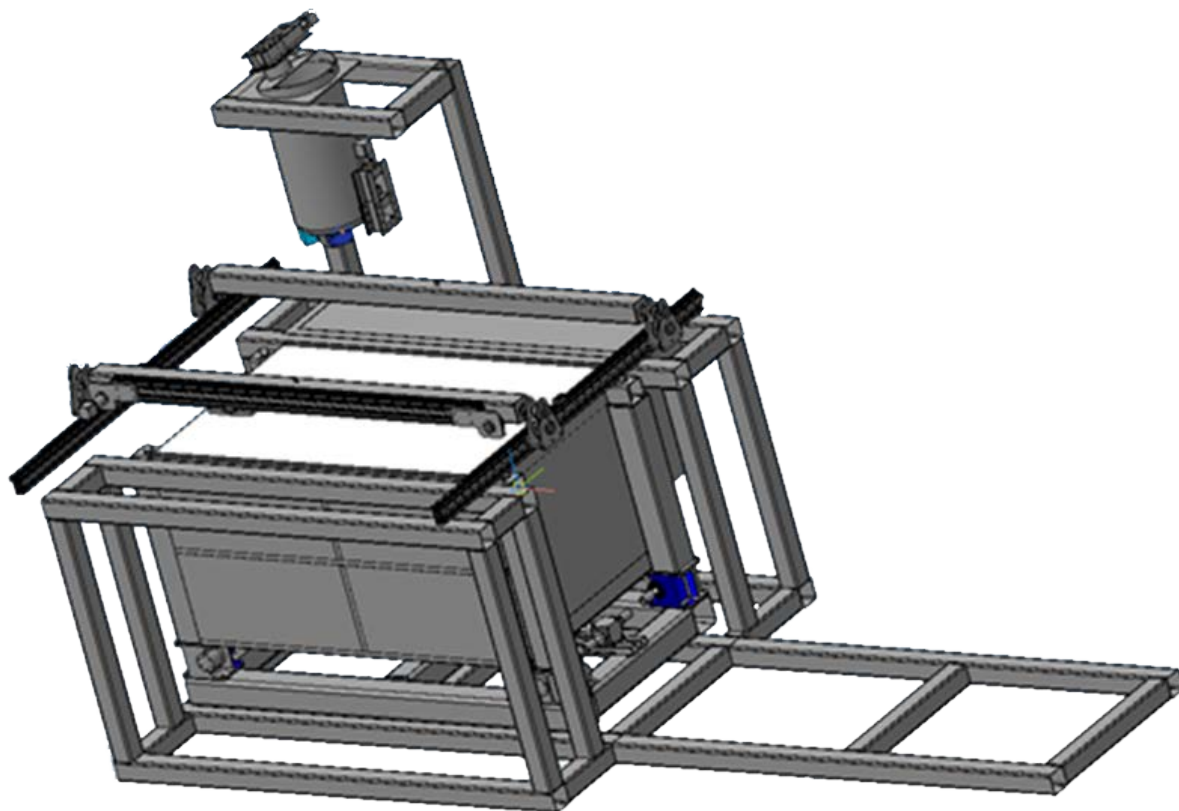
Вспомогательное оборудование

1. Контейнер для песка

Используется для хранения текущего запасного песка, обеспечивает быстрое подключение к трубе вакуумного транспортера, подающего песок в смеситель установки. При необходимости, контейнеры могут устанавливаться один над другим, обеспечивая бесперебойную подачу песка.

Цифровое производство песчаных стержней и форм

Сама установка



Вспомогательное оборудование



Рабочее место для подготовки CAD данных для изготовления песчаных стержней

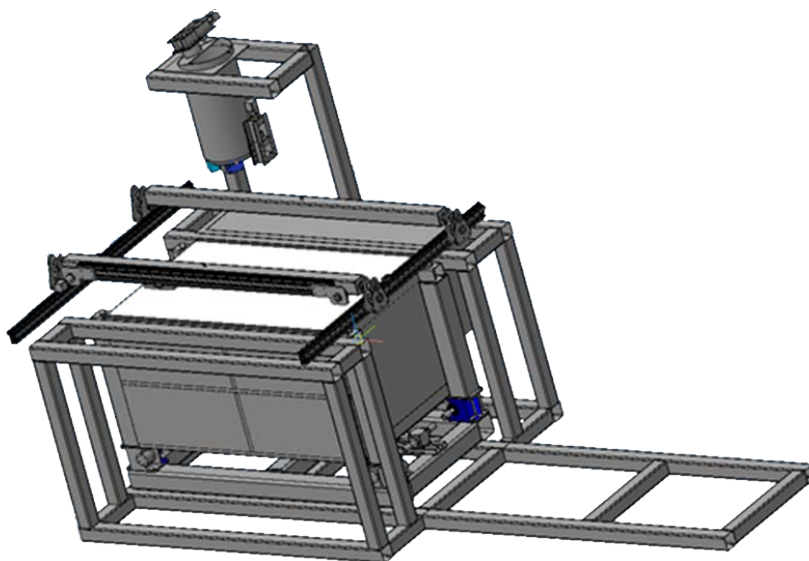


Станция загрузки песка в рабочий контейнер



Рабочий контейнер с песком

6. Технические характеристики



Размер объема построения	1800 x 1000 x 700 мм
Полный объем построения	1260 дм ³
Печатающая головка	10 печатающих головок
Разрешение X / Y	0,1 / 0,1 мм
Толщина слоя Z	0.28 – 0.5 мм*
Точность	0.1% (~ ± 0.2 мм)
Скорость построения	50 -85 дм ³ / час
Содержание связующего	< 2% по весу
Внешние размеры (Д x Ш x В)	7000 x 3586 x 2860 мм
Вес	2000 кг
Питание	220 В, 8 А
Потребляемая мощность	5,5 кВА
Средняя потребляемая мощность	1,9 кВА
Сжатый воздух	6 – 10 атм
Средний расход	100 дм ³ /мин
Пиковый расход	860 дм ³ /мин
Операционная система	Windows
Интерфейс данных	STL

* – в зависимости от свойства песка

7. Используемые материалы

Пески, применяемые для изготовления песчаных стержней и форм

Материал	Средний размер зерна	Удельный вес, г/см ³	Теплоаккумулирующая способность, Дж ² ·с ^{1/2} ·К
Кварцевый песок	0,13	2,7	1260
Циркониевый песок	0,13	4,7	1820

Свойства литейных форм

Газопроницаемость	Не менее 70 ед
Прочность на изгиб	Не менее 180Н/см ²
Точность формы	
До 200 мм	±0,2 мм
Свыше 200 мм	0,1% от номинального размера

8. Материалы отливок

- **Алюминиевые сплавы**
- **Магниеые сплавы**
- **Стали**
- **Чугуны**



Алюминиевый сплав



Магниевый сплав

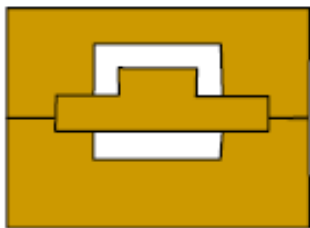


Чугун

Точность изготовления отливок Лт6, Лт7

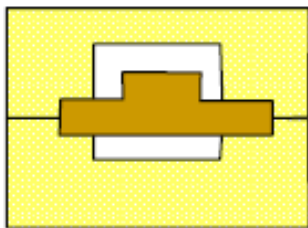
9. Область применения технологии отверждения песчаной смеси

Единичное производство



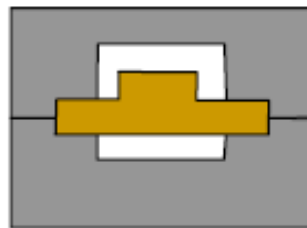
Форма и стержень изготовлены на установке

Опытная партия



Стержень изготовлен на установке. Форма традиционная – песчаная

Серийное производство



Стержень изготовлен на установке. Форма – кокиль

10. Примеры использования оборудования для изготовления песчаных форм и стержней

Традиционное производство



Стержневой пакет

Цифровое производство



Стержень

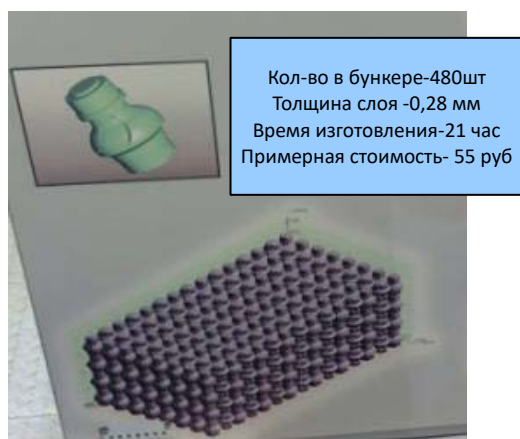


Традиционное производство – 8,28 кг

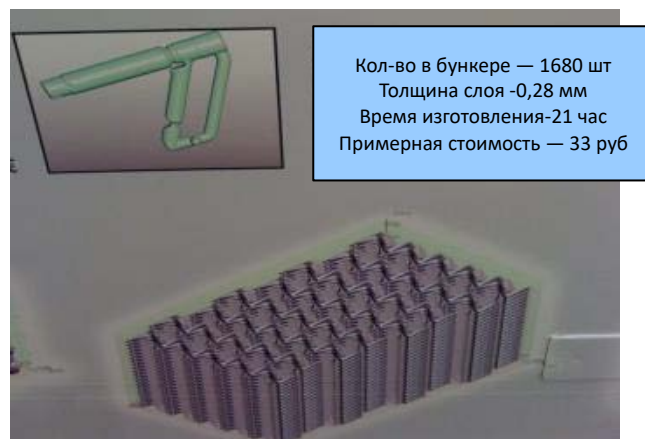
Цифровое производство – 3,84 кг

Отливка

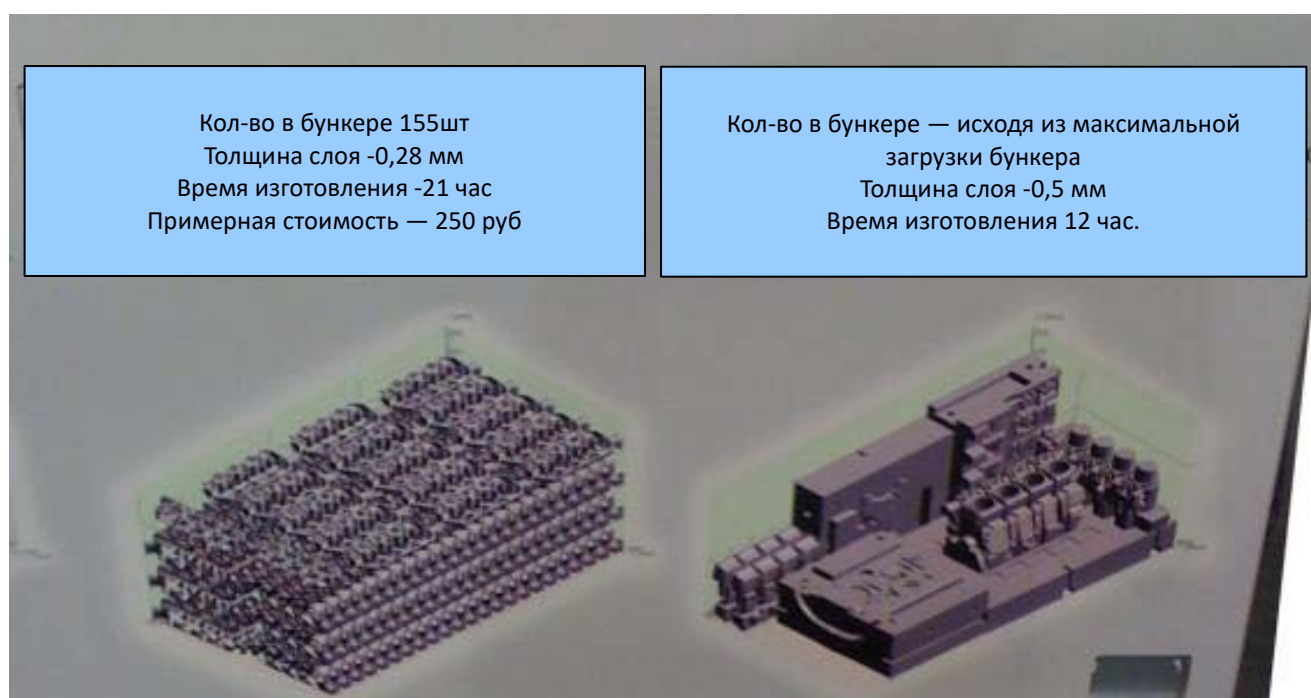
Изготовление на установке за один старт



Стержень завихрителя



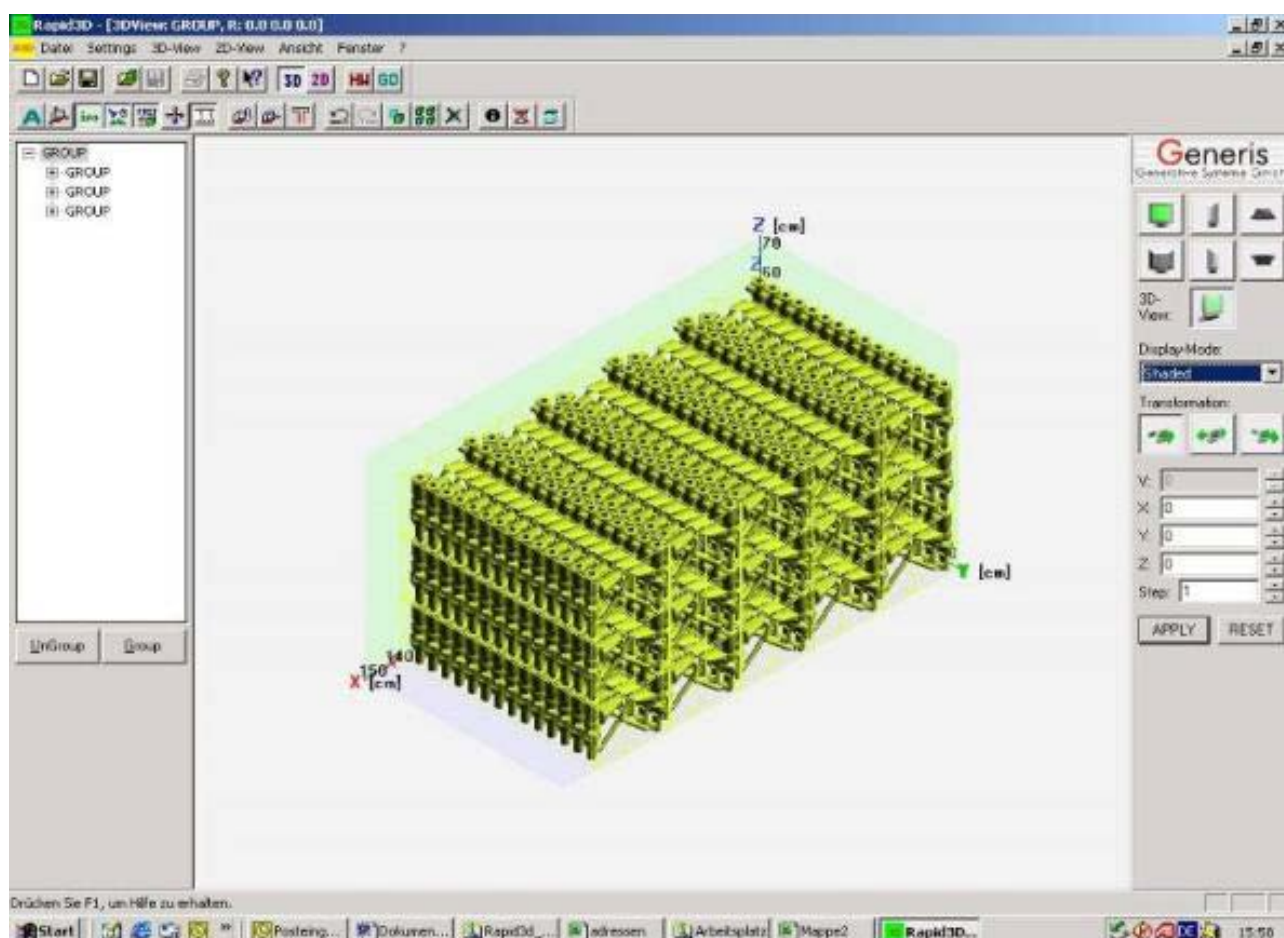
Стержень вентиля



**Стержень рубашки водяного охлаждения
головки цилиндров**

**Различные формы и стержни
для изготовления двигателя**

Изготовление на установке одновременно 435-ти песчаных стержней для отливки детали «Кран»

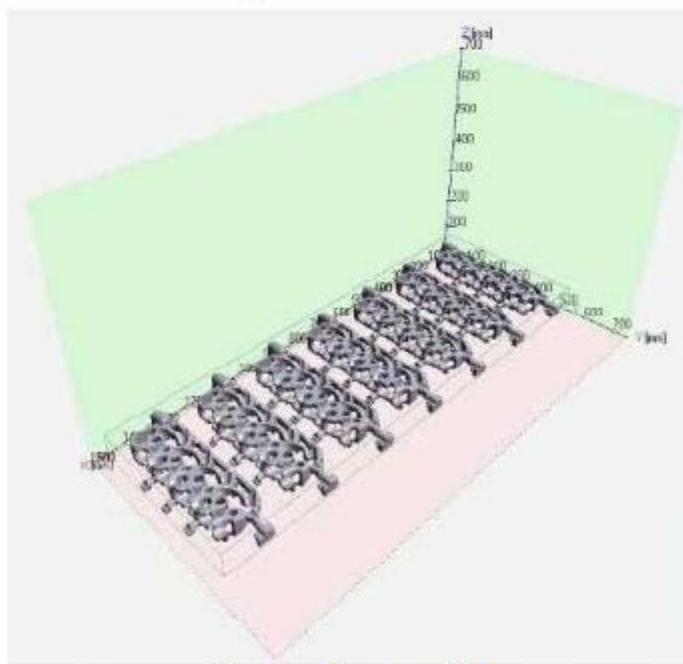


Изготовление на установке одновременно 72-ти песчаных стержней для отливки «Головка блока цилиндров»

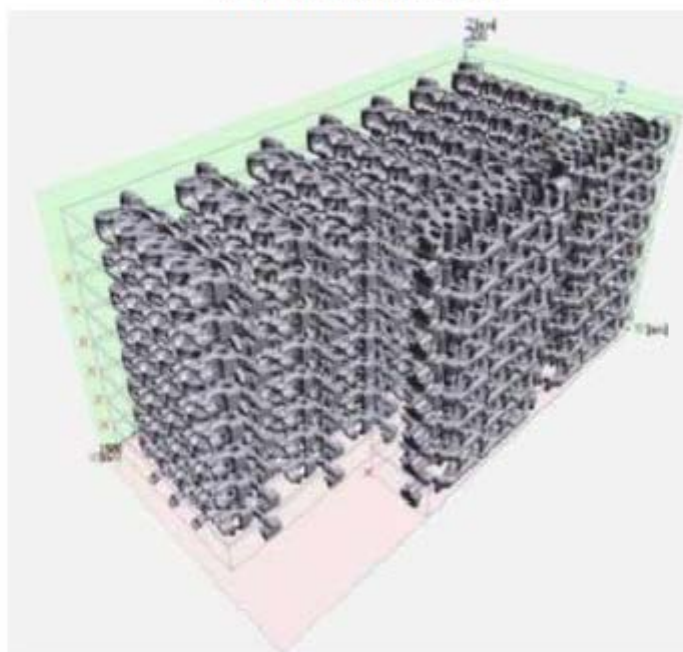


Размеры:

- 508 x 191 x 73 мм,
- около 244 слоев ($\neq$ 0.3 мм)

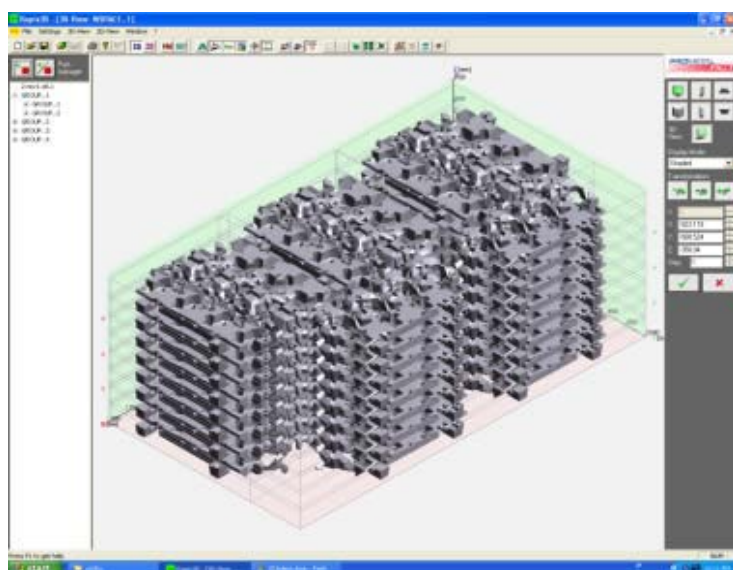


1 или 9 шт. = 3 ч



72 шт. за 24 часа

Изготовление на установке одновременно 64 верхних песчаных стержней «Водяная рубашка головки блока цилиндров»



Верхний стержень



64 шт - стержней в1 бункере за 24 часа

Машинное время изготовления – 24 часа / 1 рабочих бункер

Общее время на изготовление – 2 раб. дня (3-х сменный режим)

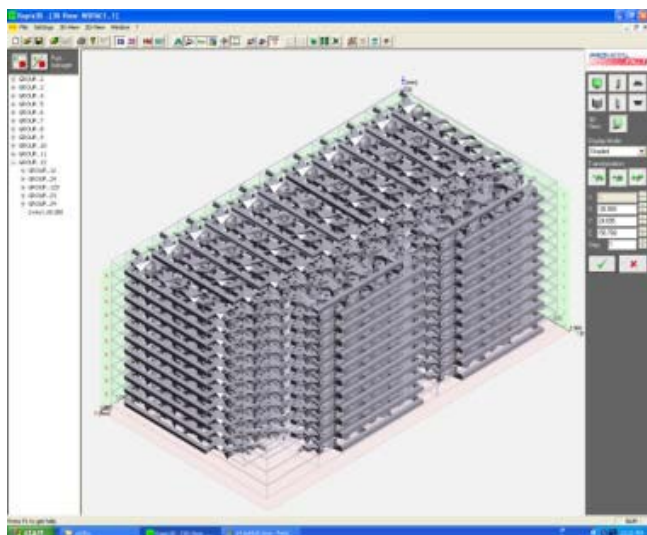
Расход песка на полный бункер – 1260,74 кг (60% - нового песка, 40% регенерированного песка)

Расход катализатора на один бункер – 2,07 л

Расход смолы на один бункер – 3,97 л

Стоимость материалов на одно изделие – 531,61 рубль

Изготовление одновременно 275 нижних песчаных стержней «Водяная рубашка головки блока цилиндров»



Нижний стержень



275 шт. - стержней в 1 бункере за 24 часа

Машинное время изготовления – 24 часа / 1 рабочих бункер

Общее время на изготовление – 2 раб. дня (3-х сменный режим)

Расход песка на полный бункер – 1260,74 кг (60% - нового песка, 40% регенерированного песка)

Расход катализатора на один бункер – 2,07 л

Расход смолы на один бункер – 3,97 л

Стоимость материалов на одно изделие – 123,72 рубль

Верхний стержень



Нижний стержень



Изготовление на установке комплекта песчаных стержней для отливки «Блок цилиндров»



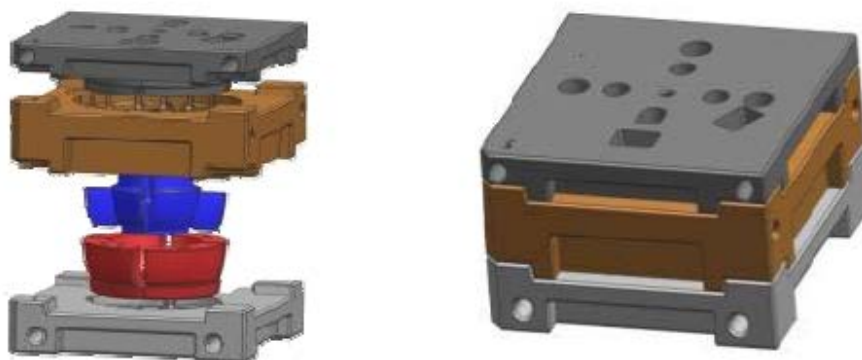
Изготовление на установке комплекта песчаных стержней



Литейная форма для отливки «корпус из алюминиевого сплава»



CAD модель отливки «Корпус»



CAD модель песчаной формы



Материал отливки	Ал 32
Габаритные размеры	545*500*200 мм
Вес отливки	17 кг
Количество стержней в пакете	5 шт
Габаритные размеры пакета стержней	700*700*400 мм



Изготовленные песчаные стержни литейной формы на установке

Отливка



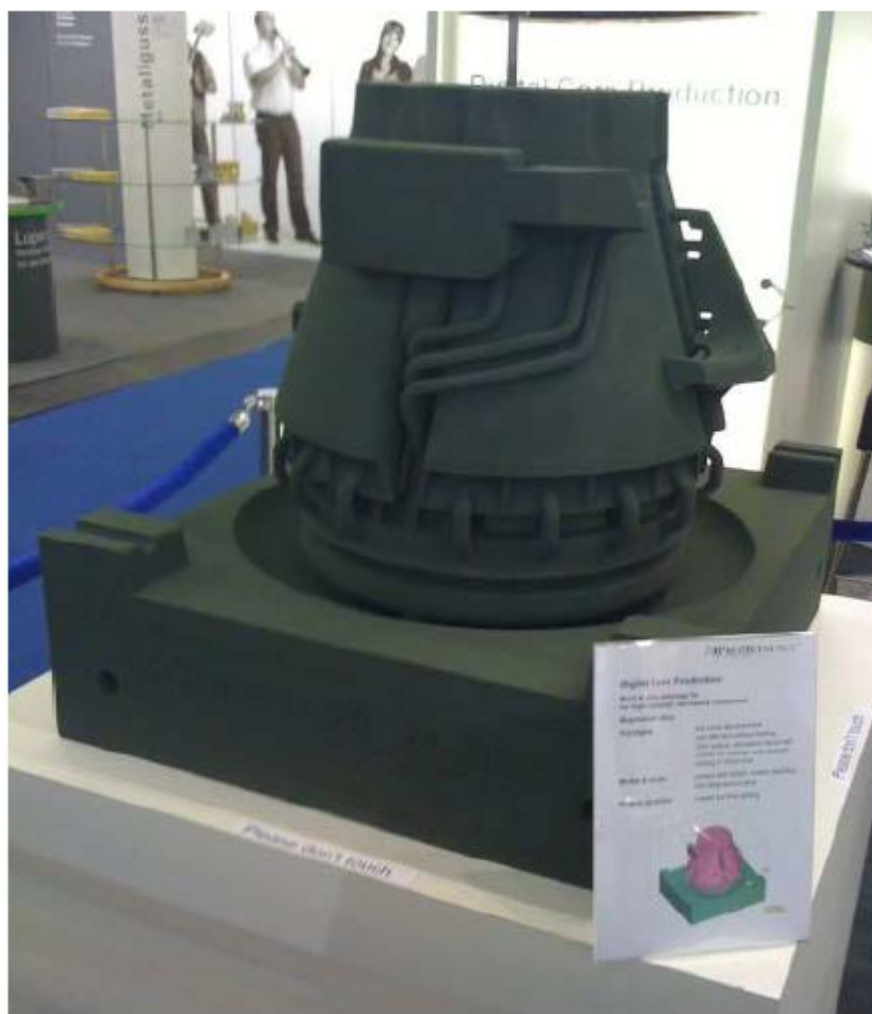


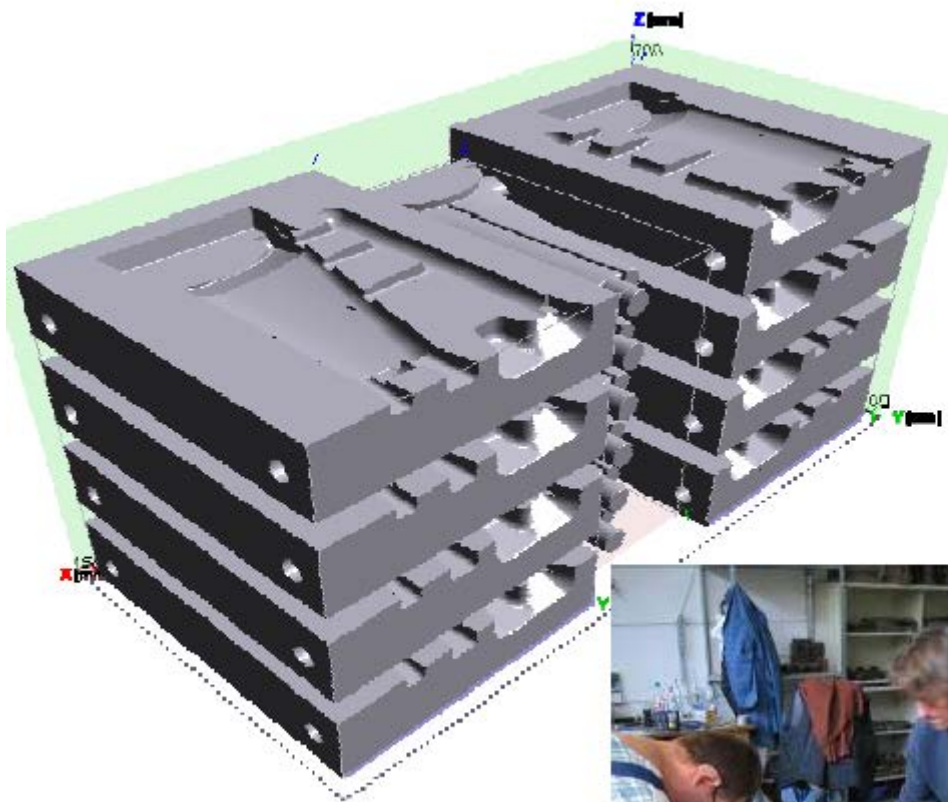
Изготовленные песчаные стержни литейной формы на установке



Изготовление песчаных стержней для литья крупногабаритных отливок





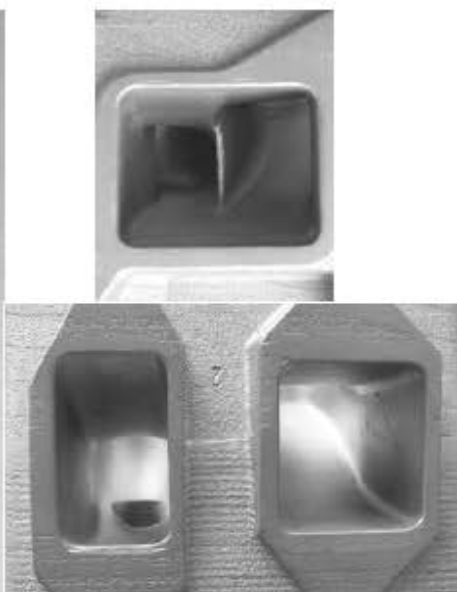


**4 комплекта форм и стержней
за 44 часа**



Отливка чугуна ВЧ40





11. Дополнительные возможности: получение алюминиевых, стальных и чугунных модельных комплектов и стержневых ящиков для стандартной технологии изготовления форм

Значительное сокращение сроков изготовления металлических модельных комплектов и деталей стержневых ящиков можно добиться с использованием точных литых заготовок, полученных в песчано-полимерных формах, изготовленных на установке.

Заготовки могут иметь минимальные припуски, нет необходимости в назначении уклонов, что позволит снизить затраты на обработку.

Кроме того, послойное цифровое производство песчаных форм позволяет формировать высвобождения любой конфигурации в теле литой заготовки, тем самым получать облегченные, но достаточно прочные стержневые ящики.

Электронная версия документа

<http://goo.gl/hnUoH2>

Контактная информация

+7 (903) 303 46 99, Леонид Павлов

<http://cadtec.ru>

plp@cadtec.ru

Центр аддитивных технологий, Самара 2017 ©