

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

И. И. Шайхутдинова<sup>1</sup>, А. С. Горюхин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> peacelife@mail.ru, <sup>2</sup> goruhinas@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

**Аннотация.** Рассматривается схема автоматизированной технологической подготовки производства вновь запускаемой отливки при многономенклатурном производстве. Предложено рассматривать информацию, собранную в базах данных по видам отливок и технологий их получения как цифровой двойник. Приведен пример сложной детали, где нет однозначного решения, как в выборе способа ее получения, так и правильного расположения формы в момент заливки ее сплавом.

**Ключевые слова:** отливка; подготовка производства; автоматизация литейного производства; база данных; чертеж детали; технологичность; модуль; схема; информационная система; многомерная модель.

Подготовка производства является неотъемлемой частью всего процесса жизненного цикла изделия. Этот этап не только служит основой для дальнейшего производства, но и является еще одной интеграцией процесса проектирования.

В процессе подготовки производства разрабатываются технологические процессы, операционные и маршрутные технологии, проектируется необходимая оснастка, выбирается необходимый инструмент и оборудование. Для технологов очень важно обеспечить не только автоматизацию всех перечисленных процессов, но и иметь обратную связь с конструкторами для уточнения или изменения тех или иных параметров конструкции.

Совокупность мероприятий, обеспечивающих технологическую готовность производства, называют технологической подготовкой производства (ТПП)[2], включающую: выбор способа литья, проектирование отливки, литниковой системы и оснастки, моделирование процесса заливки и апробацию получения качественной отливки.

Целью ТПП является оптимальное по срокам и ресурсам обеспечение технологической готовности производства к изготовлению качественных отливок в соответ-

ствии с требованиями заказчика или рынка данного класса заготовок.

Поэтому наличие современного информационного комплекса в области автоматизации подготовки производства является неотъемлемым условием конкурентоспособности, сокращения сроков и повышения качества авиационного производства.

Качеством и сроками технологического производства определяется уровень технологических процессов, позволяющий литейному производству тесно взаимодействовать с другими отраслями машиностроительного производства. Отсюда автоматизация процесса технологической подготовки производства (ТПП) является актуальной задачей литейного производства.

Современная ТПП содержит следующие основные функциональные блоки задач:

- 1) обработка конструкции изделия и деталей на технологичность;
- 2) разработка межцеховых технологических маршрутов;
- 3) разработка технологических процессов (с установлением пооперационных норм времени и расчетом норм расхода материалов);
- 4) проектирование и изготовление средств технологического оснащения;

5) выверка, отладка и внедрение в производство разработанных технологических процессов;

6) метрологическая экспертиза результатов реализации функций.

Технологические указания на отливку выполняются в соответствии с ГОСТ 3.1125-88 «Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок».

Прежде чем приступить к разработке технологических указаний, необходимо оценить деталь на технологичность, выбрать метод литья и принять ряд технологических решений.

На рис. 1 представлен чертеж одной из сложных деталей производства алюминиевых отливок, которых в номенклатуре встречается много. Данная отливка имеет ряд особенностей: это сложность ее изготовления, толщина стенок достигает 5 мм, множество тепловых узлов.

Рассмотрим более подробно отработку конструкции детали на технологичность.

Технологичность отливки оценивается с учетом общих требований, предъявляемых к изготовлению отливок методами литья. Необходимо указать, какова деталь по конструкции (к какой геометрической фигуре близка), какова толщина стенок, сравнить их с рекомендуемыми, насколько соблюдается равномерность толщин стенок, наличие плавных переходов, скруглений и т.п.

Выбор способа изготовления литейных форм в значительной мере определяется:

– типом сплава, его температурой плавления, – литейными свойствами;

– серийностью производства литой детали;

– конструкцией литой детали, ее сложностью, габаритными размерами, массой, толщиной стенок и т. п.;

– требованиями к параметрам точности детали заданной конструкции соответственно к параметрам точности отливки;

– производственными возможностями литейного цеха (наличие определенного литейного оборудования, формовочных машин, плавильных агрегатов и т.д.).

С целью описания возможностей получения отливок из алюминиевых сплавов различными способами литья составлена комплексная многомерная модель, показанная на рис. 2.

Комплексная многомерная модель представлена набором  $m$  плоскостей (для алюминиевого литья  $m=5$ ), ограниченных по  $n$  осям (в данном случае  $n=9$ ). Каждая ось отражает значения одного из рассмотренных факторов, учитываемых в формуле 1, а каждая плоскость модели отражает способ литья с основными ограничениями и возможностями. Все плоскости соединены между собой по вертикали, это позволяет отразить изменение конкретного фактора в зависимости от способа литья [1].

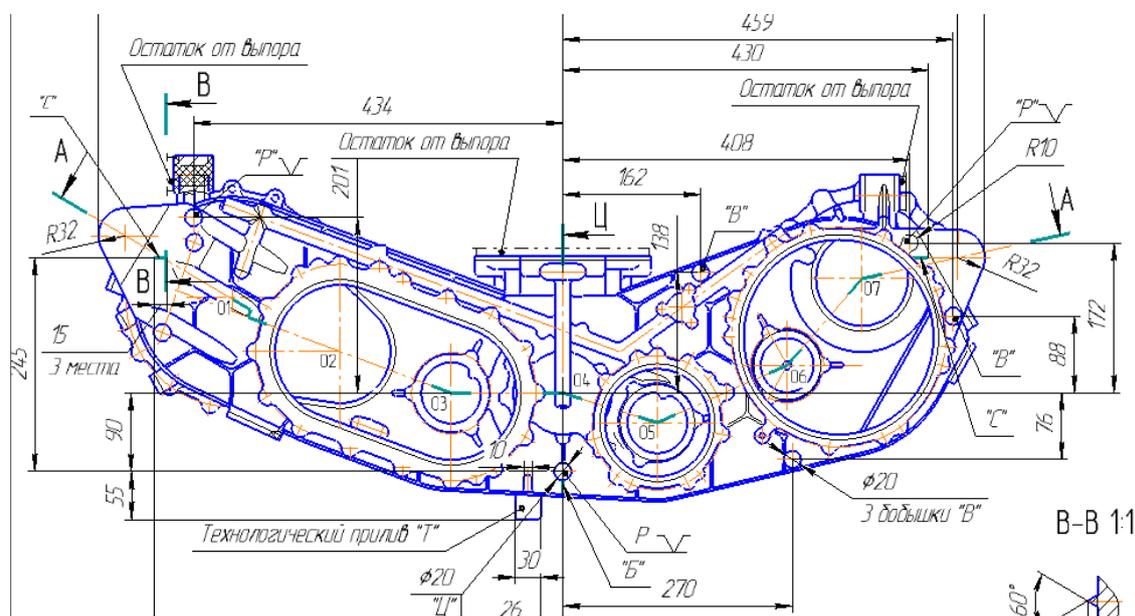


Рис. 1. Фрагмент чертежа детали «Корпус»

При определении положения формы при заливке исходят из следующих соображений:

1. Вне зависимости от возможных усложнений получения формы следует выбирать такое положение отливки, при котором можно обеспечить ее направленное затвердевание – которые питают прибылями.

2. Отливки типа валов, барабанов, втулок и им подобные надо располагать в форме и заливать вертикально для равномерного заполнения формы сплавом, выделения газов, всплытия неметаллических включений.

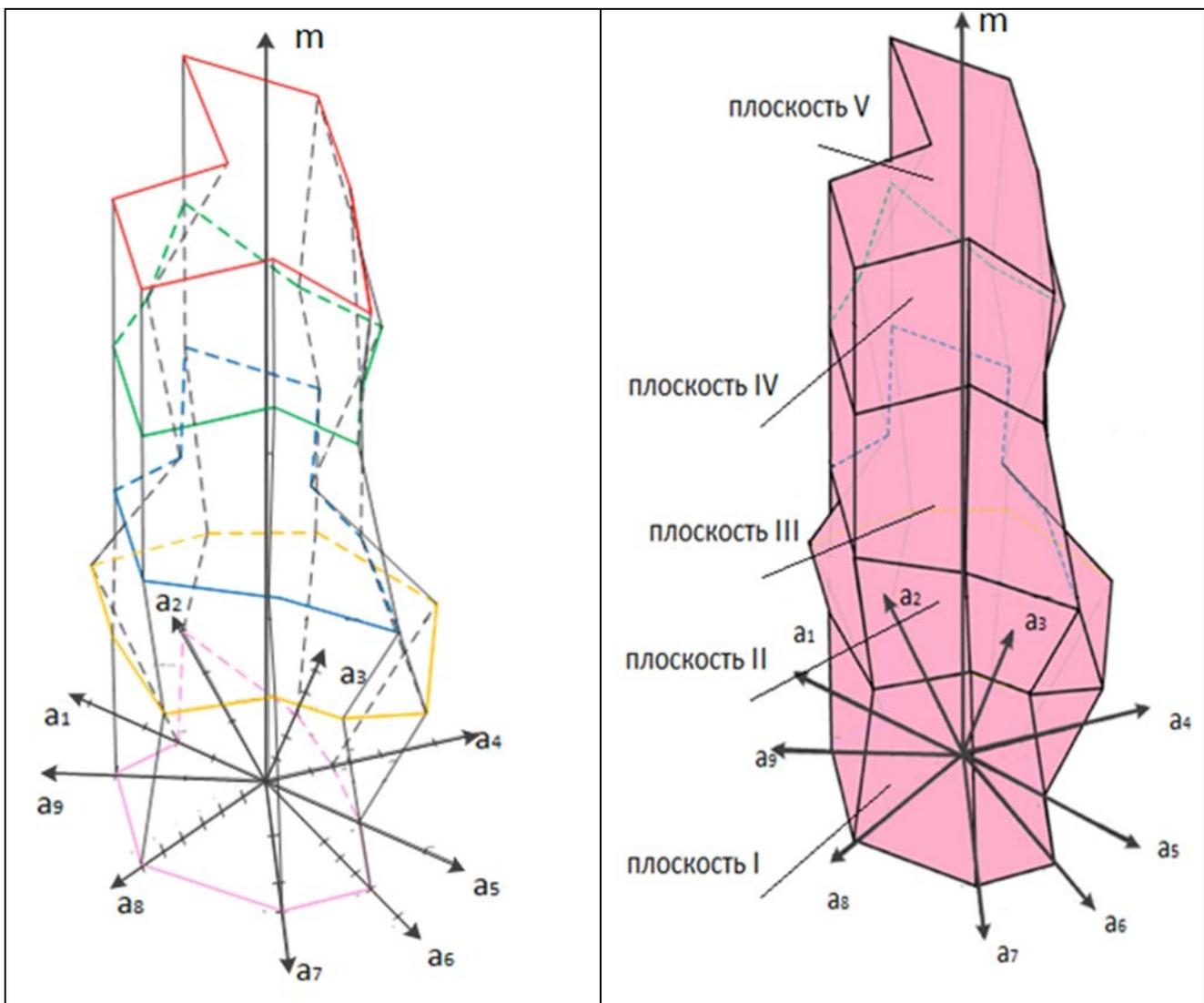
3. Наиболее ответственные поверхности отливки, подвергающиеся механической обработке, необходимо размещать в нижней

части формы. Если это вызовет трудности при формовке, то их располагают вертикально или наклонно.

4. Тонкие стенки отливки нужно размещать в нижней части формы вертикально или наклонно.

5. В верхней горизонтальной части формы не следует располагать большие поверхности отливки, так как это может привести к «обгару» верха формы и образованию «ужимин».

6. Массивные части отливки (особенно при литье из стали и сплавов цветных металлов) надо располагать в таком положении, чтобы оно было удобным для питания их прибылями.



**Рис. 2.** Комплексная многомерная модель возможности получения отливок из алюминиевых сплавов, учитывающая налагаемые технологические ограничения: *плоскость I – литье в песчаные формы; плоскость II – литье в кокиль; плоскость III – литье в оболочковые формы; плоскость IV – литье под давлением; плоскость V – литье по выплавляемым моделям*

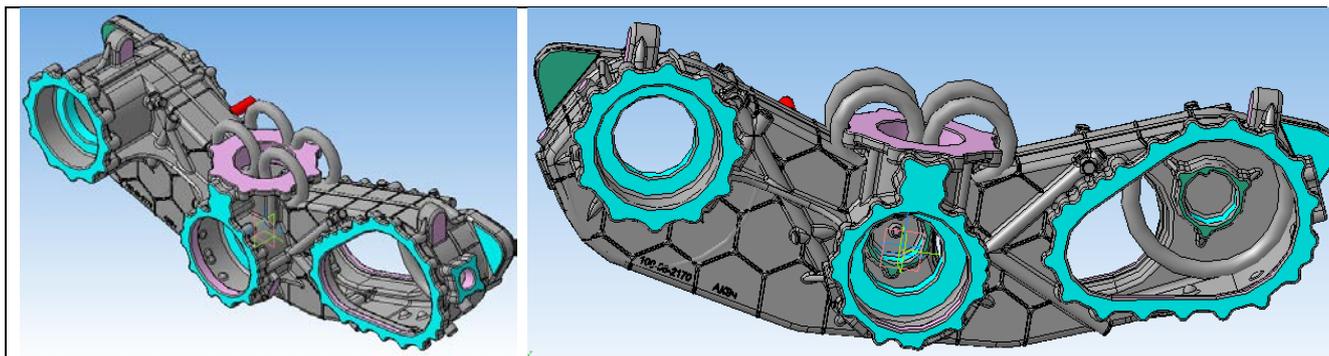


Рис. 3. Расположение отливки в форме для заливки

7. Необходимо обеспечить кратчайший путь прохождения металла от литниковой системы к отливке.

Отливку в форме следует располагать по возможности так, чтобы можно было объединить несколько стержней в один для двух и более отливок. Также необходимо, чтобы общая высота формы была наименьшей, а полуформы имели примерно одинаковую высоту.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрена многомерная модель обоснованного выбора способа литья, учитывающая основные характеристики детали и конструкторско-технологические требования к ней.

Приведен пример сложной детали, где нет однозначного решения, как в выборе способа ее получения, так и правильного расположения формы в момент заливки ее сплавом. Деталь является тонкостенной, имеет множество тепловых узлов, большую протяженность и резкие переходы от тонких частей к толстым, что предполагает проблемы с качеством ее получения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горюхин А. С., Гайнцева Е. С., Шайхутдинова И. И. Многомерная модель выбора способа литья получения отливок из алюминиевых сплавов. Вестник УГАТУ, 2015г. Т.19, №2(68). С.3-6.
2. ГОСТ 14.004-83 Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий.
3. ГОСТ Р 50995.3.1-96. Технологическое обеспечение создания продукции. Технологическая подготовка производства
4. Гайнцева Е. С., Шайхутдинова И. И. Проблемы автоматизированного управления литейным производ-

ством. Мавлютовские чтения: всероссийская молодежная научная конференция: сб. тр. / УГАТУ – Уфа: УГАТУ, 2015

#### ОБ АВТОРАХ

**ШАЙХУТДИНОВА Ирина Ириковна** асп. каф. МИТЛП. Дипл. инж. (УГАТУ, 2012). Готовит дис. в обл. автоматизации и управления технологическими процессами в литейном производстве.

**ГОРЮХИН Александр Сергеевич**, доц. каф. МИТЛП. Дипл. инж.-мех. (УАИ, 1965). Канд. техн. наук по литейн. производству (МВТУ им. Баумана, 1979). Иссл. в обл. технологии получения сложных отливок в авиапроме.

#### METADATA

**Title:** Automation of technological training foundry manufacture

**Authors:** I. I. Shayhutdinova<sup>1</sup>, A. S. Gorukhin<sup>2</sup>

**Affiliation:**

Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

**Email:** <sup>2</sup>peacelife@mail.ru, <sup>2</sup>goruhinas@yandex.ru

**Language:** Russian.

**Source:** Molodezhnyj Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), no. 2 (21), pp. 138-141, 2019. ISSN 2225-9309 (Print).

**Abstract:** The scheme of automated technological preparation of production of a newly launched casting in case of diversified production is considered. It was proposed to consider the information collected in the databases on the types of castings and the technologies for obtaining them as a digital twin. An example of a complex part is given, where there is no unambiguous solution, both in the choice of the method of its production and the correct location of the form at the time of casting it with an alloy.

**Key words:** casting; pre-production; automation of foundry; digital twin; database; detail drawing; manufacturability; module; scheme; Information system.

**About authors:**

**SHAYHUTDINOVA, Irina Irikovna**, Postgrad. (PhD) Student, Dept. of Machinery and technology foundry (UGATU, 2012).

**GORUKHIN, Alexandr Sergeevich**, Associate professor, Dept. of Machinery and technology foundry. Dipl. Engineer (UAI, 1965). Cand. of Tech. Sci. (MVTU Bauman, 1979).