4416887

Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени высшее техническое училище имени Н.Э. Баумана

На правах рукописи

Блинников Александр Евгеньевич

УДК 621.744.43

РАЗРАБОТКА МЕТОДА СИНТЕЗА НА ЭВМ СТРУКТУРНО-КОМПОНОВОЧНЫХ СХЕМ АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИТЕЙНЫХ ЛИНИЙ ИЗ УНИФИЦИРОВАННЫХ АГРЕГАТОВ

Специальность 05.16.04 – Литейное производство

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 1984

Работа выполнена в Московском ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени высшем техническом училище им. Н.Э.Баумана

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент БЕЛИКОВ О.А.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор МАТВЕЕНКО И.В.,

кандидат технических наук, доцент ХАРИТОНОВ О.В.

Ведущее предприятие – НИИТРАКТОРОСЕЛЬХОЗМАШ, г.Москва

Защита диссертации состоится "28" мая 1984г. на заседании специализированного совета К.053.15.13 в Московском высшем техническом училище им.Н.Э.Баумана по адресу: 107005, г.Москва, 2-я Бауманская ул.,д.5

Ваш отзыв на автореферат в I экз., заверенный печатью, просим высылать по указанному адресу.

...я в библиотеке МВТУ

...беля 1984 г.

НИКИТИН Г.С.

М4116887

...984г. Объем I п.л. Тираж
...афия МВТУ им.Н.Э.Баумана

Актуальность работы. Решениями XXVI съезда КПСС перед промышленностью поставлена задача дальнейшего повышения эффективности производства и качества выпускаемой продукции на основе создания новых, высокоэффективных образцов оборудования. Развитие машиностроения характеризуется потребностью широкого применения автоматических литейных линий (АЛЛ), реализующих технологические процессы изготовления отливок в разовые песчаные формы, которые должны отличаться более высокими, по сравнению с выпускаемыми АЛЛ, технико-экономическими показателями, малыми сроками, необходимыми для проектирования и изготовления и которые должны учитывать конкретные условия производства. Предъявляемые к АЛЛ требования обуславливают необходимость поиска путей и методов повышения качества разрабатываемых структурно-компоновочных и конструктивных решений АЛЛ, позволяющих на начальных этапах проектирования линий (при разработке технического предложения на проектирование и эскизного проекта) прогнозировать свойства и характеристики разрабатываемых АЛЛ, производить выбор лучших структурно-компоновочных и конструктивных решений, которые могут быть приняты для дальнейшей разработки.

Целью работы является разработка метода формирования структурно-компоновочных решений АЛЛ из унифицированных агрегатов с применением ЭВМ.

Методы исследования. Решение задач формирования структурно-компоновочных решений АЛЛ основано на применении системно-структурного метода исследования объекта и процедуры проектирования, позволяющего рассматривать АЛЛ как систему, состоящую из набора элементов (основных и вспомогательных технологических, транспортных и других агрегатов), соединенных в заданном порядке и находящихся в некоторых функциональных отношениях между собой. Задачи формирования унифицированной элементной базы синтеза и анализа АЛЛ решены на основе разработки и анализа формализованного описания АЛЛ в форме обобщенной математической модели, охватывающей некоторое пространство возможных структурно-компоновочных вариантов АЛЛ, с использованием свойств этого пространства. Методы анализа обобщенной математической модели включают использование формальных операций на основе аппарата теории множеств, отношений, алгебры логики, реализуемых с применением ЭВМ.

МНИ 8887

НТБ МГТУ им. Н.Э. Баумана
1416887
Блинников Л.Е. Разработка

МВТУ им. Н.Э. Баумана
БИБЛИОТЕКА

Научная новизна работы состоит в разработке методологии формирования обобщенной математической модели АЛЛ, содержащей, в соответствии с принятым технологическим процессом, необходимую информацию для разработки структуры, компоновки и определения показателей качества АЛЛ, а также в разработке аналитического подхода к выделению из обобщенной математической модели унифицированной элементной базы АЛЛ.

Практическая ценность работы заключается в ускорении решения актуальной задачи проектирования АЛЛ, в наибольшей степени отвечающих условиям производства конкретного литейного цеха, улучшения качества, сокращения сроков проектирования, повышения эффективности и экономичности АЛЛ.

Реализация работы в промышленности. На основании полученных результатов работы и фактических данных по проектированию АЛЛ разработана методика синтеза структур, компоновок и определения показателей качества АЛЛ, с использованием ЭВМ, которая принята к внедрению институтом "Гипроприбор" (г.Орел). Экономический эффект от применения данной методики при реконструкции чугунолитейного цеха мощностью 13,5 тыс.тонн литья в год, по предварительным расчетам, составит не менее 80 тыс.рублей.

Апробация работы. Основные результаты работы доложены и обсуждены на научных семинарах кафедры "Машины и автоматизация литейного производства" МВТУ им.Н.Э.Баумана в 1981, 1982 и 1983г.г., заседании комитета по применению ЭВМ для разработки литейной технологии Центрального и Московского правления НТО Машпром, семинаре "Пути повышения и точности литых деталей и экономии металла в литейном производстве", г. Пенза, 1983г., научно-технической конференции "Прогрессивные технологические процессы литейного производства, термической, химико-термической обработки, кузнечно-штамповочного производства. Повышение надежности инструмента и технологической оснотки", г. Владимир, 1983 г.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 3 статьи.

Объем работы. Диссертационная работа изложена на 151 странице машинописного текста и состоит из введения, пяти глав с 28 таблицами и 22 рисунками, библиографического списка из 82 наименований и приложений.

В первой главе проведен анализ методов проектирования различных технических объектов на основе формальных подходов к объекту и процедуре проектирования и широком использовании ЭВМ. Приведены данные применения указанных методов в проектировании АЛЛ, на основании которых сформулированы задачи исследований.

Анализ литературы показал, что в области проектирования АЛЛ практически отсутствуют работы по разработке и применению методов автоматизированного проектирования для решения проектных задач. Разрозненные частные методики расчета отдельных узлов, параметров и характеристик АЛЛ не ориентированы на использование их с применением ЭВМ. Основная часть работ по исследованию отдельных параметров и характеристик АЛЛ включает методики расчета показателей производительности, надежности, экономичности и некоторых технологических характеристик линий. Отмечалось большое число противоречий, возникающих при несоответствии реальных условий производства особенностям реализуемого в АЛЛ технологического процесса и компоновки линий.

Дальнейшая автоматизация производства отливок в разовые песчаные формы будет осуществляться на основе использования АЛЛ, устанавливаемых, как правило, в реконструируемых и модернизируемых литейных цехах и, следовательно, в каждом конкретном случае будут выдвигаться особые требования к технологическому процессу, производительности, компоновке линии. Удовлетворение этих требований влечет за собой необходимость разработки АЛЛ различных компоновок, параметров и характеристик.

Одним из возможных путей решения задачи разработки АЛЛ различных компоновок для конкретных условий производства является проектирование их на основе широкой унификации агрегатов АЛЛ, с использованием специально разработанной элементной базы. Такой подход к проектированию АЛЛ позволит максимально учитывать конкретные условия производства, значительно сократить сроки и стоимость проектирования и изготовления линий, уменьшить номенклатуру применяемых конструкций агрегатов АЛЛ, за счет чего увеличить их применяемость.

Реализация указанного направления в проектировании АЛЛ требует решения следующих задач:

I. Создания системы унифицированных технологических, вспомогательных, транспортных и других агрегатов АЛЛ, составляющих

элементную базу;

2. Создания современных методов проектирования АЛЛ из унифицированных агрегатов с учетом конкретных условий производства.

Исходя из сказанного, задачей исследования является разработка формализованной процедуры синтеза компоновок АЛЛ, отличающихся новизной и высокими технико-экономическими показателями и методов реализации этой процедуры с использованием ЭВМ. Задача решается на уровне разработки технического предложения на проектирование рольганговых АЛЛ.

Задача исследования включает решение следующих подзадач:

1. Формирования обобщенной математической модели АЛЛ;

2. Исследования пространства возможных вариантов АЛЛ;

3. Формирования унифицированной элементной базы агрегатов АЛЛ;

4. Синтеза множества возможных вариантов АЛЛ из унифицированных агрегатов;

5. Определения основных параметров и показателей качества синтезируемых АЛЛ;

6. Выбора лучшего варианта АЛЛ из синтезированного множества линий по комплексному критерию качества;

7. Разработки алгоритмического и программного обеспечения, решения задачи исследования и реализации полученных результатов на практике с применением ЭВМ.

Во второй главе разработана процедура формирования обобщенной математической модели (ОММ) АЛЛ на основе системно-структурного подхода, включающей структурную, геометрическую и функциональную формы описания линий. Приводятся основные положения и аппарат разработки ОММ для различных форм описаний АЛЛ. Приведены примеры реализации процедуры формирования ОММ АЛЛ.

Формы описания АЛЛ отображают структурно-компоновочные и конструктивные особенности проектируемых линий и органически связаны единством методологического подхода и математического языка.

Обобщенная математическая модель АЛЛ охватывает линии, способные выполнять комплекс функций, обусловленных заданным технологическим процессом изготовления отливок и конкретными условиями производства. Такая модель может быть представлена комплексом описаний:

$M(S)=\langle M(X), F(X), G(X), P(a)$, где

$M(X)$ – обобщенное структурное описание АЛЛ, представляющее совокупность функциональных агрегатов линии и структурных отношений на них;

$F(X)$ – обобщенное функциональное описание АЛЛ, представляющее параметры линии и показатели её качества;

$G(X)$ – обобщенное геометрическое описание АЛЛ, представляющее взаимное расположение конкретных агрегатов линии и их изображение в плане;

$P(a)$ – условие функциональной целостности АЛЛ, выделяющее из множества возможных вариантов линии, отвечающие заданным функциональным признакам.

В качестве уровней детализации АЛЛ в работе приняты:

1. Структурная схема АЛЛ, из которой ясен состав агрегатов АЛЛ, тип её структуры и характер связей между агрегатами.

2. Компоновочная схема, из которой ясен состав и габариты отдельных агрегатов и характер расположения агрегатов в соответствии со структурной схемой АЛЛ при минимально возможных длинах транспортных и транспортно-технологических (простановки стержней, заливки, охлаждения, простановки грузов и других) участков.

3. Конкретная планировка АЛЛ, в основу которой положена компоновочная схема. В нее входят те же агрегаты, но изменены длины транспортных и транспортно-технологических участков, значения которых устанавливаются согласно требованиям технологического процесса, условий и ограничений конкретного производства и т.д.

Формирование ОММ АЛЛ предусматривает решение следующих задач:

1. Установления назначения, функций и условий работы АЛЛ;

2. Формирования состава агрегатов, входящих в АЛЛ, как множества E элементов системы;

3. Формирования совокупности функциональных отношений X на множестве E, определяющих взаимодействие агрегатов в линии;

4. Формирования условий функциональной целостности АЛЛ, соответствующих рассматриваемым уровням детализации линий и условиям их работы;

5. Формирования различных форм обобщенных описаний линий, составляющих ОММ АЛЛ, на рассматриваемом уровне детализации

линий;

6. Анализа ОММ АЛЛ на рассматриваемом уровне детализации линий.

Множество E элементов системы определяется составом агрегатов, входящих в АЛЛ, и совокупностью независимых отношений X, определенных на E.

В качестве функциональных отношений X на множестве E выступают следующие отношения:

I. Включения агрегатов АЛЛ, выполняющих определенные функции и имеющих различные конструктивные исполнения;

2. Организации транспорта потоков опоки и форм в пространстве и времени;

3. Взаимного пространственного расположения агрегатов АЛЛ.

Анализ ОММ АЛЛ на любом уровне детализации линий производится в два этапа:

I. С точки зрения соответствия АЛЛ условию функциональной целостности. Условие функциональной целостности вводится в виде предиката $P(a_1, a_2, \ldots, a_n)$, в котором $a_i = \{0,1\}$. Если для некоторого варианта АЛЛ $P(a) = 1$, то линия выполняет заданный комплекс функций. При $P(a) = 0$ вариант АЛЛ условию функциональной целостности не отвечает, т.е. линия свою функцию не выполняет. На данном этапе анализа АЛЛ определенной структуры сопоставляются с требованиями условия функциональной целостности для соответствующего уровня детализации. Результатом анализа ОММ АЛЛ на данном этапе является усеченное множество $У_ф$ вариантов АЛЛ, выполняющих заданный комплекс функций.

2. На втором этапе анализ включает определение параметров и показателей вариантов линий, характеризующих конкретизированные исходные данные для перехода к следующему уровню детализации или стадии проектирования АЛЛ. На данном этапе результатом анализа ОММ АЛЛ являются в зависимости от уровня детализации линий состав, в основном вспомогательных технологических, транспортных и переадресаторных агрегатов, их конструкция, взаимное расположение в пространстве, значения параметров и показателей качества АЛЛ и т.д.

В третьей главе изучаются практические методы синтеза сложных технических объектов с использованием системно-структурного подхода. Разработаны методы формирования диагонально-структурно-

го базиса пространства возможных вариантов АЛЛ с использова - нием ЭВМ, позволяющего на основе ограниченного числа вариантов, входящих в базис, полностью определить неизвестные варианты, входящие в указанное пространство. Дана реализация процедур (на уровне кодов вариантов, выражаемых в двоичной системе счисления) формирования линейного пространства возможных вариан - тов заданной размерности, поиска и проверки кодов вариантов, со- ставляющих его диагонально- структурный базис. Приведены алго- ритмы и программы указанных процедур.

Если в любой двухмерной плоскости двоичного n -мерного линейного пространства $M(S)$ при $n \geq 2$ расположены четыре элемента $y_a, y_b, y_c, y_d \in Y_k$ и пары y_a, y_b и y_c, y_d являются элементами, расположенными по диагоналям двух - мерной секущей плоскости $M(S)$ и отличаются значениями в двух и более компонентах кортежа длины n, то можно опреде - лить, что

$$y_a \cup y_b = y_c \cup y_d, \qquad (1)$$
$$y_a \cap y_b \cap y_c \cap y_d = \phi$$

и для любого $y \in Y_k$ следует

$$y_a = (y_c \cup y_d) \setminus y_b \qquad (2)$$

Свойство n -мерного линейного двоичного пространства, определя- емое выражениями (I) и (2) является диагонально-структурным свойством. Диагонально-структурное свойство n -мерного дво- ичного линейного пространства позволяет определять по некото- рому подмножеству $Y_б \subset Y$ известных вариантов АЛЛ, остальные $Y \setminus Y_б$ неизвестные варианты линий анализируемого пространства. Оно справедливо для всех уровней и форм представления проекти- руемых АЛЛ, входящих в анализируемое пространство возможных ва- риантов.

Множество $Y_б$ представляет собой диагонально-структурный базис линейного двоичного пространства размерности n возмож- ных вариантов АЛЛ.

Для реализации процедуры синтеза возможных вариантов АЛЛ решены следующие задачи по исследованию n -мерного линейного пространства возможных вариантов линий:

1. Формирования процедуры поиска, для заданного элемента $y_x \in y_\phi \subset y_б$, трех элементов (формирующей тройки), по которым этот элемент может быть определен;

2. Формирования процедуры поиска диагонально-структурного базиса $y_б$ пространства возможных вариантов АЛЛ заданной размерности, в который входит минимальное число элементов и определение координат этих элементов в анализируемом пространстве. Определено минимальное число элементов $K(n)$, входящих в состав $y_б$ для $n = 1 \div 7$;

3. Формирования диагонально-структурного базиса пространства вариантов $y_б$, включающего максимальное число уже известных элементов $y_э$ и который максимально покрывает уже известные элементы для того, чтобы остался минимум элементов, подлежащих доработке.

4. Формирования процедуры проверки диагонально-структурного базиса, сформированного любым способом.

5. Формирования процедуры генерации поля двоичных ходов линейного пространства возможных вариантов АЛЛ, поскольку реализация процедур исследования выполнена в кодах вариантов объекта проектирования, выражаемых в числах в двоичной системе счисления для избежания ошибок, связанных с неоднозначной трактовкой свойств элементов n-мерного двоичного линейного пространства, выражаемых в десятичной системе счисления.

6. Формирования процедуры синтеза всего множества двоичных кодов элементов линейного пространства возможных вариантов АЛЛ по задаваемому ограниченному числу двоичных кодов, определенных в качестве базисных, с использованием диагонально-структурного свойства пространства возможных вариантов АЛЛ. При простановке в соответствие коду каждого элемента значений показателей качества, параметров, структур и других характеристик, выражаемых, например, в матричной форме, процедура синтеза множества кодов элементов пространства служит основой для синтеза вариантов АЛЛ и представлений их в различных формах описания.

7. Реализации перечисленных выше процедур с использованием ЭВМ.

<u>В четвертой главе</u> разработаны методологические основы формирования унифицированной элементной базы (УЭБ) АЛЛ, включающей в свой состав основные (формовочные автоматы, распаровщики,

сборщики, кантователи, агрегаты выбивки и т.д.), вспомогательные (агрегаты очистки опок, высверливания литниковой чаши, наколе вентиляционных каналов и т.д.), транспортные (рольганги для транспортировки опок, форм, подопочных щитков и т.д.), переадресаторные (изменяющие направления движения и положение в пространстве опок, форм, подопочных щитков и т.д.) агрегаты. Рассмотрены вопросы эмпирического и аналитического методов формирования УЭБ АЛЛ, определения показателей качества входящих в ее состав агрегатов. Представлены алгоритм и программа реализации аналитического метода формирования УЭБ АЛЛ с использованием ЭВМ.

Эмпирический подход к формированию УЭБ АЛЛ состоит в анализе компоновок реально существующих АЛЛ различных форм и предприятий и выделения из них агрегатов определенных функциональных назначений, встречающихся с наибольшей частотой, на основе разработанной их структурно-функциональной классификации (СФК). В СФК агрегаты АЛЛ представляются в виде различных структурных схем, отличающихся направлениями потоков опок, формы, полуформ и т.д. и рассматриваются как варианты, входящие в УЭБ.

Аналитический подход к формированию УЭБ АЛЛ состоит в анализе формальными методами ОММ АЛЛ, основанном на принципах декомпозиции графических изображений АЛЛ различных компоновок.

ОММ АЛЛ включает в себя возможные варианты компоновочных решений АЛЛ и, следовательно, путем ее анализа можно выделять из нее агрегаты АЛЛ, соответствующие структурным переменным ОММ, которые встречаются два и более раз в конкретных вариантах компоновок, входящих в ОММ.

Процедура формирования элементной базы АЛЛ с использованием аналитических методов осуществляется путем декомпозиции ОММ до уровня структурных модулей АЛЛ. Эта процедура содержит следующие основные операции:

I. Варианты АЛЛ, входящие в $y_б$, представляются в форме геометрического описания компоновок $G(y_к)$.

2. Из вариантов линий, вошедших в число $y_б$ и составляющих цепь двоичных родов из $n+1$ элементов, первый и последний элементы которой имеют двоичные коды, противоположные по всем компонентам, выделяется общий структурный модуль G_0 путем преобразования:

$$G_0 = \bigcap_{к=1}^{N} G(y_к), \quad N = n+1$$, где

$G(y_к)$ - графическое изображение варианта АЛЛ из числа вошедших в $y_б$ и являющейся элементом цепи с кодом $y_к$.

3. Из вариантов, вошедших в число $y_б$, и составляющих цепь выделяются структурные модули $G(x_i^j)$, соответствующие структурным переменным x_i^j:

$$G(x_i^j)=G(y_к)\setminus G(y_{к+1}),\quad к=\overline{1,N-1}\ ; \qquad (3)$$

. . . . . .

$$G(x_i^j)=G(y_к)\setminus G(y_{к-1}),\quad к=\overline{N,1} \qquad (4)$$

Выражения (3) и (4) определяют реализацию поиска разности между кортежами, характеризующими графическое изображение вариантов АЛЛ, каждого элемента цепи и последующим с ним смежным элементом, при всех указанных значениях $к$, в прямом и обратном порядке перебора элементов цепи.

Аналитический метод позволяет выделять при $n=2\div6$ довольно крупные структурные модули состоящие из нескольких функциональных агрегатов. С одной стороны, появление среди унифицированных модулей крупных сборочных единиц, в пределах возможностей их транспортировки с завода, ускорит монтаж АЛЛ в литейном цехе и повысит его качество, однако показано, что с увеличением числа структурных переменных СММ АЛЛ число структурных модулей M_c возрастает-при $n=2$ $M_c=13$, при $n=5$ $M_c=26$. С другой стороны предоставляется возможность достижения более высокого уровня декомпозиции сложных агрегатов до отдельных функциональных модулей, что позволит существенно расширить число возможных структурных решений АЛЛ на базе выделенных унифицированных агрегатов, выполняющих отдельные технологические, транспортные и другие функции и представляющих собой конкретные, законченные в конструктивном отношении агрегаты АЛЛ.

Аналитический подход к формированию УЭБ АЛЛ позволяет получать габариты агрегатов УЭБ АЛЛ, исходя из анализа компоновки АЛЛ как системы и более точно определять взаимопривязку смежных агрегатов, т.е. получать агрегаты УЭБ АЛЛ, проработанные с системных позиций и обладающих более строгими системными свойствами, и, следовательно, повысить качество изготовляемых из этих агрегатов АЛЛ.

В пятой главе разработана процедура синтеза и анализа возможных вариантов АЛЛ на заданном уровне детализации из унифициро -

ванных агрегатов. Рассмотрены методы логического и диагонально-структурного синтеза линий с применением ЭВМ. Разработаны методические основы определения показателей качества АЛЛ, на основе показателей качества входящих в них агрегатов УЭБ, и структурных особенностей компоновки АЛЛ, выбора лучшего варианта линии из множества возможных. Дана реализация процедур синтеза АЛЛ на уровне конкретных планировок, определения их показателей качества и выбора лучшего варианта. Приведены алгоритмы и программы синтеза и анализа АЛЛ.

Логический синтез АЛЛ осуществляется посредством прямого участия проектировщика в процедуре синтеза каждого варианта АЛЛ, характеризующегося подбором состава агрегатов синтезируемых АЛЛ и их компоновки. Состав агрегатов из числа входящих в УЭБ АЛЛ, их показатели качества и принцип компоновки вводятся в ЭВМ в качестве исходных данных, на основе которых ЭВМ определяет графическое изображение компоновки АЛЛ и показатели ее качества, соответствующие рассматриваемому уровню детализации линии, или диагностическое сообщение, требующее изменения исходных данных, исправления ошибок и т.д.

Диагонально-структурный синтез АЛЛ, реализуемый на ЭВМ в автоматическом режиме, осуществляется путем использования диагонально-структурного свойства n-мерного пространства возможных вариантов $M(S)$ АЛЛ, когда описания одних элементов пространства вариантов могут быть получены на основе известных описаний ограниченного числа вариантов, составляющих диагонально-структурный базис $У_б$ этого пространства.

Метод логического синтеза используется для формирования АЛЛ, составляющих диагонально-структурный базис $У_б$ пространства возможных вариантов. Остальные $У \setminus У_б$ варианты АЛЛ формируются методом диагонально-структурного синтеза.

В качестве основных показателей качества, для сравнения вариантов АЛЛ, приняты показатели, формируемые по данным показателей качества агрегатов, входящих в УЭБ, с учетом структуры и параметров компоновки исследуемых АЛЛ. К основным оцениваемым показателям качества АЛЛ отнесены: производительность, надежность, масса, стоимость, ремонтосложность, габариты, точность отливок по перекосу, а также системные показатели качества АЛЛ – замкнутость потока опок и форм, наличие или отсутствие обезличивания

комплектов опок и др., несвойственные отдельным агрегатам.

Для реализации процедуры выбора лучшего варианта АЛЛ разработана методика определения комплексного показателя качества АЛЛ, включающего в себя значения частных показателей качества. На основании значения комплексного показателя качества возможно выделение из множества вариантов АЛЛ такого варианта или группы вариантов, показатели качества которых являются предпочти - тельными для заданных требований и ограничений.

Результаты синтеза и анализа вариантов АЛЛ выдаются на устройства вывода информации ЭВМ в виде планировок АЛЛ со значениями отдельных и комплексного показателей качества.

Общие выводы по работе

I. Возрастающие требования к автоматизации технологических процессов изготовления отливок обуславливает необходимость разработки и внедрения в производство, в короткие сроки, разнообразных компоновок автоматических литейных линий, характеризующихся высокими технико-экономическими показателями и отвечающих кон - кретным условиям производства. Решение указанной задачи может быть основано на использовании новых методов проектирования АЛЛ, включающих применение формальных подходов к объекту и процедуре проектирования и реализацию проектных процедур с использованием ЭВМ.

2. Синтез и анализ структурно-компоновочных вариантов АЛЛ реализуются на основе системно-структурного метода исследова - ния объекта проектирования, позволяющего формировать его обоб - щенную математическую модель АЛЛ, охватывающую целый класс возможных решений АЛЛ рассматривается как система, в состав кото - рой входит определенное множество элементов, соединенных в заданном порядке и находящихся в некоторых функциональных отно - шениях между собой, в результате чего система выполняет заданную функцию. В качестве элементов АЛЛ как системы выступают основные и вспомогательные технологические, транспортные и другие агрегаты АЛЛ. Функциональными отношениями в системе являются отношения между агрегатами АЛЛ, характеризующие включение агрегатов в АЛЛ, их взаимное расположение и взаимодей - ствие в пространстве, организацию межагрегатных связей (потоков опок и форм) и т.д.

3. Синтез возможных структурно-компоновочных вариантов АЛЛ реализуется на основе небольшого числа известных структур и компоновок линий, составляющих диагонально-структурный базис пространства возможных вариантов. Для реализации задач синтеза структурно-компоновочных вариантов АЛЛ разработаны алгоритмы и программы анализа n-мерного пространства возможных вариантов структур и компоновок АЛЛ входящих в ОММ, реализующие процедуру поиска минимального числа и определения расположения в пространстве элементов, составляющих диагонально-структурный базис этого пространства.

При постановке в соответствие элементам диагонально-структурного базиса конкретных вариантов компоновочных схем АЛЛ, на основе диагонально-структурного свойства пространства вариантов определяются остальные структурно-компоновочные решения, не входящие в диагонально-структурный базис анализируемого пространства вариантов АЛЛ.

4. Перспективным является проектирование АЛЛ для конкретных условий производства из унифицированных агрегатов. Системно-структурный метод исследования АЛЛ позволяет выделять, на основе декомпозиции обобщенной математической модели АЛЛ, группы агрегатов (структурных модулей), соответствующих определенным структурным переменным. С увеличением числа структурных переменных обобщений математической модели АЛЛ число структурных модулей возрастает и приближается к числу функциональных агрегатов, входящих в состав АЛЛ. Выделяемые структурные модули могут быть использованы в качестве унифицированной элементной базы АЛЛ, т.к. каждый модуль многократной используется в АЛЛ различных компоновок.

Унифицированная элементная база, сформированная на основе системно-структурного метода исследования АЛЛ функционально и геометрически подготовлена с точки зрения системных требований, для решения задач синтеза структурно-компоновочных вариантов АЛЛ, и является оптимальной для данной обобщенной математической модели АЛЛ, с точки зрения состава агрегатов, и может развиваться по мере развития модели.

5. Показатели качества АЛЛ как системы определяются не только показателями качества входящих в АЛЛ агрегатов, но и свойствами структуры и компоновки линий, включающими организацию по-

токов опок и форм в АЛЛ, состав агрегатов и их расположение в пространстве и т.д. С учетом этого разработана методика определения показателей качества АЛЛ, используемая как для характеристики свойств отдельных вариантов структур и компоновок АЛЛ, так и некоторого их множества (выбора лучшего варианта).

Состав определяемых показателей качества включает производительность, надежность, стоимость, массу, ремонтосложность, габариты, качество отливки (точность по перекосу формы), а также системные характеристики АЛЛ, несвойственные её отдельным агрегатам: замкнутость потока опок и форм, наличие или отсутствие обезличивания и изменения полярности центрирующих пар комплектов опок в процессе реализации полного технологического цикла.

6. Процедура синтеза структурно-компоновочных вариантов АЛЛ реализуется в два этапа. На первом этапе, с использованием метода логического синтеза, формируются структуры и компоновки АЛЛ из унифицированных агрегатов, входящих в диагонально-структурный базис пространство возможных вариантов линий. На втором этапе, с использованием метода диагонально-структурного синтеза, формируются остальные структурно-компоновочные варианты АЛЛ анализируемого пространства.

7. Разработанная обобщенная математическая модель АЛЛ описывает большое число структурно-компоновочных вариантов линий, отличающихся составом агрегатов, их взаимным расположением в пространстве, организацией потоков опок и форм. Все структурно-компоновочные варианты АЛЛ, входящие в состав описываемых обобщенной математической моделью, представлены в форме геометрического описания (эскиза планировки), с указанием габаритов и показателей качества, определенных в п. 5.

8. Выбор лучшего или группы лучших структурно-компоновочных решений из множества возможных вариантов осуществляется путем проверки соответствия синтезированных структур и компоновок условиям функциональной целостности и анализа их по комплексному показателю качества на рассматриваемом уровне детализации.

9. Разработаны алгоритм и программы реализации процедур формирования унифицированной элементной базы, анализа и синтеза структурно-компоновочных вариантов АЛЛ с использованием ЭВМ.

Результаты реализации указанных алгоритмов и программ представляются в виде текстовой и графической информации, позволяющей контролировать правильность составления алгоритмов и программ, оценивать возможность использования структурных модулей для формирования компоновок АЛЛ, анализировать множество синтезированных структурно-компоновочных вариантов линий.

IO. Разработанный метод формирования структурно-компоновочных решений АЛЛ из унифицированных агрегатов с применением ЭВМ предназначен для использования при разработке технического предложения и эскизного проекта АЛЛ для конкретных условий производства.

II. На основе полученных результатов разработана методика синтеза структурно-компоновочных вариантов АЛЛ и определения их показателей качества, с применением ЭВМ, принятая к внедрению институтом "Типоприбор" (г.Орел). Экономический эффект от применения данной методики при реконструкции чугунолитейного цеха мощностью I3,5 тыс.тонн литья в год, по предварительным расчетам, составит не менее 80 тыс.рублей.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

I. О.А.Беликов, А.Е.Блинников. Новые методы проектирования автоматических литейных линий из унифицированных агрегатов.-Пути повышения точности литых деталей и экономии металла в литейном производстве: Тез.докл.научн.технич.семинара.-Пенза, I983, с.49-50.

2. Блинников А.Е., Беликов О.А. Направления совершенствования агрегатного принципа проектирования автоматических литейных линий. Литейное машиностроение/НИИМАШ, I983, №9, с.5-IO.

3. Блинников А.Е. Предпосылки автоматизированного проектирования автоматических литейных линий из унифицированных агрегатов.-Прогрессивные технологические процессы литейного производства, термической, химико-термической обработки, кузнечно-штамповочного производства. Повышение надежности инструмента и технологической оснастки: Тез.докл.научно-технич.конф.-Владимир, I983, с.32-33.