

## ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ

**В** современных условиях развитие отечественного машиностроения тесно и неоднозначно связано с развитием машинопотребляющих секторов экономики страны. Полезно проанализировать это явление на примере Алтайского края — крупнейшего аграрно-индустриального региона на юге Западной Сибири. В 70–80-е гг. прошлого столетия среди регионов России край занимал 18-е место по размеру территории, 14-е по численности населения, по объему промышленного производства — 25-е, а по сельскохозяйственному производству — 4-е место (2–3 место по производству зерна и молока, 5-е по производству мяса). Высокие темпы роста промышленности в крае связаны с переводом в годы Великой Отечественной войны более 100 эвакуированных из западных районов России промышленных предприятий. В послевоенные годы перспективными отраслями в крае стали сельскохозяйственное машиностроение, двигателестроение, химическая промышленность, вагоностроение, котлостроение и др. Первое послевоенное десятилетие стало периодом массового освоения новой техники и технологий. В 1958 г. комбайнособорочный завод был реорганизован в Алтайский моторный завод, на котором в период с 1958 по 1965 гг. велось проектирование, испытание и внедрение в серийное производство дизельных двигателей для тракторов и комбайнов. К началу 1960-х гг. на заводе «Алтайсельмаш» производилось для страны более 80 % тракторных плугов; к середине 1960-х гг. в крае производилось для страны 30 % грузовых вагонов и паровых котлов. К 1978 г. до 80 % прибыли в крае приходилось на долю промышленности. Край вышел на путь развития агропромышленного региона России. Динамика изменения производства отдельных видов продукции за три последующих десятилетия выглядит следующим образом [47]:

| Виды продукции                | Годы  |       |       |      |
|-------------------------------|-------|-------|-------|------|
|                               | 1970  | 1980  | 1990  | 1994 |
| Тракторы, тыс. шт.            | 33,4  | 31,4  | 24,3  | 2,1  |
| Дизельные двигатели, тыс. шт. | 14,7  | 15,2  | 8,4   | 2,0  |
| Хлопчатобумажные ткани, млн м | 153,5 | 147,9 | 143,4 | 34,3 |

Некоторые из основных показателей сельского хозяйства в период с 1960 по 2007 гг. были такими\*:

| Годы   | 1941               | 1961   | 1981   | 1991   | 2001   | 2007   |
|--|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Пашня сельскохозяйственных организаций, тыс. га    | 4466,1             | 7617,5 | 7234,6 | 7018,8 | 5543,0 | 4384,5 |
| Техническая база сельскохозяйственных организаций: | тыс. шт.           |        |        |        |        |        |
| тракторы   | 16,007             | 35,161 | 45,018 | 47,469 | 30,519 | 19,066 |
| плуги  | 17,69              | 30,91  | 25,47  | 22,14  | 10,85  | 5,977  |
| сеялки   | 13,188             | 40,545 | 37,516 | 37,703 | 18,587 | 11,294 |
| комбайны   | зерноуборочные     | 8,237  | 25,277 | 24,408 | 19,045 | 11,450 |
|  | кормоуборочные     | —      | —      | 7,219  | 4,655  | 2,770  |
|  | картофелеуборочные | 0,082  | 0,458  | 0,503  | 0,394  | 0,122  |
|  |                    |        |        |        |        | 0,046  |

Из приведенных таблиц следует, что пашня, возделываемая сельскохозяйственными организациями, снизилась в период с 1961 по 2007 гг. на 74 %, снижение тракторного парка произошло примерно на 84 %, количество зерновых комбайнов уменьшилось в 3,5 раза, сеялок — в 3,6 раза. Снижение производства сельскохозяйственной техники в крае было гораздо более серьезным. Так, в период с 1970 по 1994 гг. производство тракторов снизилось в 15,9 раза, дизельных двигателей — 7,35 раза. На диаграмме, приведенной ниже, представлена динамика выпуска дизельных двигателей на Алтайском моторном заводе (АМЗ) в период с 1959 по 2004 гг.\*\*

На всем протяжении поступательного развития АМЗ его инженерно-технический коллектив постоянно работал над совершенствованием конструкции двигателей, повышением их надежности, долговечности и совершенствованием технологий, эта работа не прекращалась и в период падения производства. Вот несколько примеров тому. В 1965 г. начат серийный выпуск шестицилиндровых дизельных двигателей для Алтайского тракторного завода (АТЗ); к 1970 г. двигателями АМЗ комплектовались тракторы Волгоградского тракторного завода, Ковровского экскаваторного, Брянского и Орловского заводов «Дормаш», Ташкентского завода «Компрессор», Ереванского «Армэлектромаш», Ивановского завода «Гофмаш», Котельниковского завода насосных станций. К 1976 г. моторесурс двигателя доведен до 6 тыс. моточасов; с конвейера сошел миллионный двигатель. В 1982 г. созданы четырехцилиндровый двигатель мощно-

\* Таблица составлена по данным юбилейного статистического сборника «70 лет Алтайскому краю» (Барнаул, 2007).

\*\* Приведенная диаграмма и фактический материал составлены по книге: Кушнер А. Ф., Соколов В. Д. «Очерки истории АМЗ. Завод над Обью», Акция-Информ Плюс. Барнаул, 2010. — 146 с.

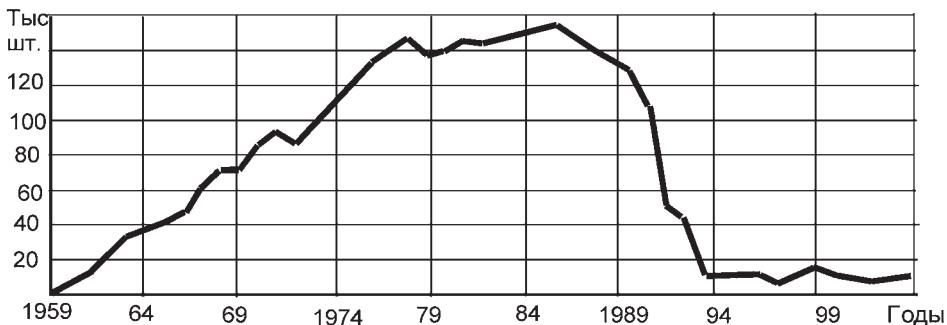


Диаграмма выпуска двигателей на АМЗ

стью 127 л. с. и шестицилиндровый с мощностью 160–180 л. с.; в 1984 г. запущен в производство дизель Д-440 мощностью 95 л. с. с запасом крутящего момента 40 %. 1986 г. — испытан образец дизеля марки Д-4601 мощностью 300 л. с., разработанного совместно с фирмой «МАН», в 1998 г. совместно с фирмой «МАН» закончена доводка этого двигателя. К 1993 г. подготовлено производство и освоен двигатель Д-442-51 мощностью 140 л. с. для Красноярских комбайнов «Енисей», освоено производство горизонтальных двигателей автобусного назначения; в декабре 1993 г. акционерное общество «Алтайдизель» получило «Звезду качества» в Мадриде. В 1995 г. поставлен на производство дизельный двигатель мощностью 235 л. с. для комбайна «Дон-1500», опытная партия двигателей отправлена в Ростов; разработаны и произведены первые дизель-генераторные установки 1-й степени автоматизации; золотую медаль на международной выставке «Сибмаш-94» получил автобусный дизель Д-463-10. Перечень работ можно было бы продолжить.

Изучая диаграмму, нетрудно заметить, что она удивительным образом напоминает диаграмму испытаний металла на прочность, где отмечается предел пропорциональности, предел текучести и предел прочности. Диаграмма испытания металла на прочность (диаграмма растяжения-сжатия) является результатом тщательно спланированных процедур (имеется стандарт на проведение испытаний). Нечто подобное наблюдается и здесь, только применительно к производству двигателей, к жизни нескольких тысяч работников предприятия. К 1988 г. число работающих на АМЗ составляло 20 тыс. человек, из них инженерно-технических работников —

«Вся история развития человеческой цивилизации неразрывно связана с металлами: со временем Древнего Египта и до наших дней они всегда были рядом с человеком.

“Века” истории в древних мифах.

Греческий поэт Гесиод (около 700 г. до н. э.) писал, что в незапамятные времена земля сама давала пропитание роду человеческому. Люди жили без трудов и печалей, всю свою долгую земную жизнь были молоды, а после смерти становились добрыми небожителями. На смену этому “золотому веку” пришел другой, когда люди, уже не столь послушные богам, вынуждены были обрабатывать землю. В этот “серебряный век” люди после короткой земной жизни уже не попадали на Олимп, но все же становились почитаемыми божествами подземного мира. Затем по воле Зевса возникло племя гигантов “бронзового века” — диких, воинственных, кровожадных, владевших медным и бронзовым оружием; они бесславно сошли в Аид (Аид — в древнегреческой мифологии — подзем-

ное царство мертвых, ад.—  
*Прим. автора.)*

Тогда Зевс создал четвертое племя — героев. Но и они погибли в битвах под Фивами и Троей и теперь, освобожденные от забот, живут на краю земли, на островах вечного блаженства. А во времена Гесиода наступил “железный век”, полный постоянных трудов, тревог и страданий. Люди стали алчными, лживыми и развратными.

Тоска угнетенных о счастливом “золотом веке”, без войн и ссор, без тяжелого труда нашла свое художественное выражение в поэзии. Гесиод и многие другие поэты древности не оставляли надежды на возвращение “золотого века” [5].

Со времен Гесиода прошли столетия. Человечество открыло и широко использует другие металлы: платину, иридий, алюминий, магний, титан, никель, молибден, вольфрам и др. Однако в многоцветной палитре металлов железо и его сплавы по-прежнему занимают ведущее место, им суждена еще долгая жизнь; «железный век» продолжается? Что дал людям этот «обогащенный железный век»? Стали ли люди добнее, отзывчивее, утратили ли алчность, лживость, развратность, почитают ли свое прошлое, прошлое своей «малой Родины» и своей страны?

Ответить на эти вопросы вряд ли смогут инженеры, за них отвечают машины, изделия и сооружения, созданные их творческим трудом вместе с трудом рабочих.

более 1200: примерно 450 человек работало в отделе главного конструктора, 240 — в отделе главного технолога, 120 — в отделе металлурга и т. д. В настоящее время на АМЗ работает около 600 человек. Здесь трудно избавиться от мысли, что результаты на диаграмме отражают плановый ход событий не только на стадии роста производства двигателей, но и на стадии его обрушения.

Тысячи специалистов по металлообработке потеряли работу и вынуждены были ее искать в других сферах. Утрачен сильный и дееспособный научно-технический потенциал, который способен был решать задачи мирового уровня. Прервана передача знаний, умений и навыков от опытных специалистов молодому поколению.

Ценой невероятных усилий крестьян сельскохозяйственное производство оказалось более устойчивым к социально-экономическим потрясениям края. Несомненно, в этом сказался фактор обеспеченности техникой предприятий в предшествующие годы, ее ремонтопригодности, наличия краевых и собственных ремонтных баз, приобретения зарубежной техники.

В этих условиях систематизация и сохранение накопленных знаний и опыта проектирования деталей машин — чрезвычайно важная задача. Вместе с ранее выпущенным учебником «Детали машин» [6] настоящее справочно-методическое пособие составит комплекс сведений, необходимых для конструкторской подготовки молодых специалистов в области проектирования литых деталей машин. Книга является пособием для студентов машиностроительных специальностей, но она может быть полезна преподавателям, слушателям курсов повышения квалификации и конструкторам-машиностроителям в их практической работе.

Автор признателен и выражает глубокую благодарность профессору В. П. Звездакову (кафедра «Детали машин») и доценту А. А. Панову (кафедра «Общая технология машиностроения») АлтГТУ им. И. И. Ползунова за рекомендации и полезные замечания по улучшению книги. Пособие, разумеется, не свободно от погрешностей; все замечания читателей по форме изложения материала и содержанию будут приняты автором с благодарностью.

*Автор*

### 1.1. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

**Л**итые детали в конструкциях многих машин составляют от 30 до 80 % их массы. Например, масса отливок тягача достигает 55 %, экскаватора — 70 %, тяжелых станков — 80 % [45]. Литье *готовых деталей* обладает преимуществами перед другими способами их производства, заключающимися не только в более низкой трудоемкости и стоимости процесса, отсутствии анизотропии свойств, в увеличении жесткости и точности размеров, но и в возможности изготовления деталей, которые нельзя получить другими способами. Такое литье позволяет повысить коэффициент использования металла до 65–95 % вместо 15–30 % при изготовлении деталей из поковок и штамповок, в 3–4 раза сократить расход металла в стружку, в 5–6 раз снизить трудоемкость и уменьшить себестоимость изделия.

Эти обстоятельства определяют важность грамотного конструирования литых деталей. Конструкция детали зависит от следующих основных факторов: служебного назначения в изделии; достаточной прочности при минимальной массе; долговечности; возможности безремонтной эксплуатации в течение всего срока службы; материала; технологии получения заготовки, механической обработки детали, измерения ее размеров, сборки изделия и др.

Использование жидкого металла позволяет получать литые детали практически любой желаемой формы. Вместе с тем, это же обстоятельство приводит к особым трудностям, связанным с тем, что при переходе металла из жидкого в твердое состояние в нем развивается усадка, металл в различных сечениях отливки получает неоднородную структуру и соответственно разную прочность, возникают внутренние напряжения. Конструкцию литой детали необходимо проектировать так, чтобы можно было более полно использовать механические свойства металла, из которого она изготавливается.

Достичь этого можно разработкой такой конструкции, при которой форма детали и сопряжение ее элементов будут предупреждать развитие внутренних литейных пороков и снижать концентрации напряжений. Для создания качественной конструкции литой детали, имеющей наименьшие затраты при ее производстве, конструктор должен иметь знания о литейном производстве и владеть основными правилами конструирования таких деталей.

Литейное производство — это производственный комплекс по изготовлению отливок методом заливки расплавленного сплава в литейные формы. Отливки могут быть законченными изделиями или заготовками. Заготовки в процессе изготовления деталей подвергают механической обработке. По форме и размерам отливки должны максимально приближаться к получаемым из них деталям; припуски на механическую обработку должны быть минимальными, материал по возможности дешевым и обладать необходимыми физико-механическими свойствами. В современном машиностроении этим требованиям отвечают многие сплавы, наиболее распространенными из черных сплавов являются чугуны и стали, из цветных — сплавы на основе алюминия, меди, магния и др.

Литейное производство в зависимости от количества выпускаемой продукции относят к индивидуальному (единичному), серийному и массовому.

При индивидуальном производстве выпуск продукции ограничивается *небольшим количеством разнообразного литья с использованием универсально-го оборудования и приспособлений*.

Для серийного производства характерен *периодический выпуск литья широкой или ограниченной номенклатуры*. В таком производстве используют более производительное, чем в индивидуальном производстве, оборудование, которое устанавливают в технологическую линию на основе принятой технологии получения отливок.

Для массового производства характерен *непрерывный выпуск изделий ограниченной номенклатуры в больших объемах*. В таком производстве используют технологии и оборудование, позволяющее обеспечивать высокий уровень механизации и автоматизации основных производственных процессов.

Технологические процессы для каждого способа литья значительно различаются. Блок-схема технологического процесса литья в песчаные литейные формы приведена на рисунке 1.1. В таблице 1.1 даны краткие характеристики основных способов литья и область их применения в литейном производстве.

Отливки получают следующим образом. Расплавленный до жидкого состояния металл заливают в специальную форму, где он затвердевает, принимает ее очертания и размеры.

В практике применяют более 20 способов литья металла [22]. В зависимости от серийности производства, материала отливки, ее конфигурации, размеров и требований, предъявляемых к качеству детали, используют различные виды литейных форм. Из большого разнообразия литейных форм наибольшее применение в производстве получили разовые формы, выполненные из формовочных материалов. Помимо разовых литейных форм для получения отливок используют многократно используемые формы. Такие формы (кокили) изготавливают стальными или чугунными. Кокильное литье и литье под давлением применяют преимущественно для изготовления отливок в серийном и массовом производстве.

Таблица 1.1

## Области применения и характеристика различных способов литья [1]

| Способ литья                              | Область применения   | Краткая характеристика  |
|---|--|---|
| В песчаные литьевые формы                 | Изготовление отливок из любых литейных сплавов, требующих применения большого количества стержней; индивидуальное и мелкосерийное, серийное производство; литье крупных отливок. Массовое и крупносерийное производство при высокой степени механизации  | Универсальный способ литья отливок практически из любых сплавов. Большой расход формовочных материалов. Большие припуски на механическую обработку. Необходимость в больших производственных площадях. Можно получать сложные тонкостенные отливки, пониженной точности с высокими трудозатратами                 |
| Кокильное литье                           | Изготовление отливок с повышенными механическими свойствами и высокой герметичностью из чугуна, стали и цветных сплавов. Изготовление толстостенных отливок, простых и средних по конфигурации, различного веса. Рентабелен в серийном и массовом производстве при той же степени механизации, что и литье в песчаные формы  | Получение отливок более высокой точности (чем при литье в песчаные формы), с меньшими припусками на механическую обработку. Трудно получить тонкостенные отливки сложной конфигурации   |
| Литье по выплавляемой (выжигаемой) модели | Изготовление мелких и средних сложных отливок преимущественно из стали и специальных сплавов. Экономически целесообразно отливать детали, ранее изготавливаемые из проката или поковок и подвергаемые механической обработке, а также детали, требующие сложной механической обработки, или детали, механическая обработка которых крайне затруднена. Способ экономически целесообразен при выпуске отливок не менее 100 в год (простых по конфигурации не менее 500 шт., сложных не менее 50 шт. в год) | Получение отливок из любых сплавов с высокой точностью и высокими показателями шероховатости поверхности. Большая трудоемкость и высокая себестоимость отливок  |
| Литье под давлением                       | Изготовление тонкостенных, сложных по конструкции отливок преимущественно из цветных сплавов, реже из стали. Способ рентабелен в массовом производстве   | Способ высокопроизводителен. Получение отливок высокой точности с хорошими показателями шероховатости поверхности. Малая стойкость пресс-форм при получении отливок из сплавов с высокой температурой плавления (сталь, медные сплавы и др.); высокая стоимость пресс-форм  |
| Литье в оболочковую литьевую форму        | Изготовление тонкостенных отливок из любых сплавов. Способ рентабелен в серийном и массовом производстве или производстве отливок весом до 25–30 кг, с последующим использованием без механической обработки или с незначительной механической обработкой  | Получение точных отливок, в том числе тонкостенных из любых сплавов. Технологический процесс легко механизировать. Высокая стоимость синтетических смол   |
| Центробежное литье                        | В крупносерийном и массовом производстве отливок преимущественно с формой тел вращения   | Получение отливок практически из всех черных и цветных литейных сплавов. Обеспечивает повышенную плотность и улучшенные механические свойства отливок. Уменьшение расхода металла из-за отсутствия литниковой системы. Формы должны обладать повышенной прочностью, герметичностью и иметь специальные ограждения |

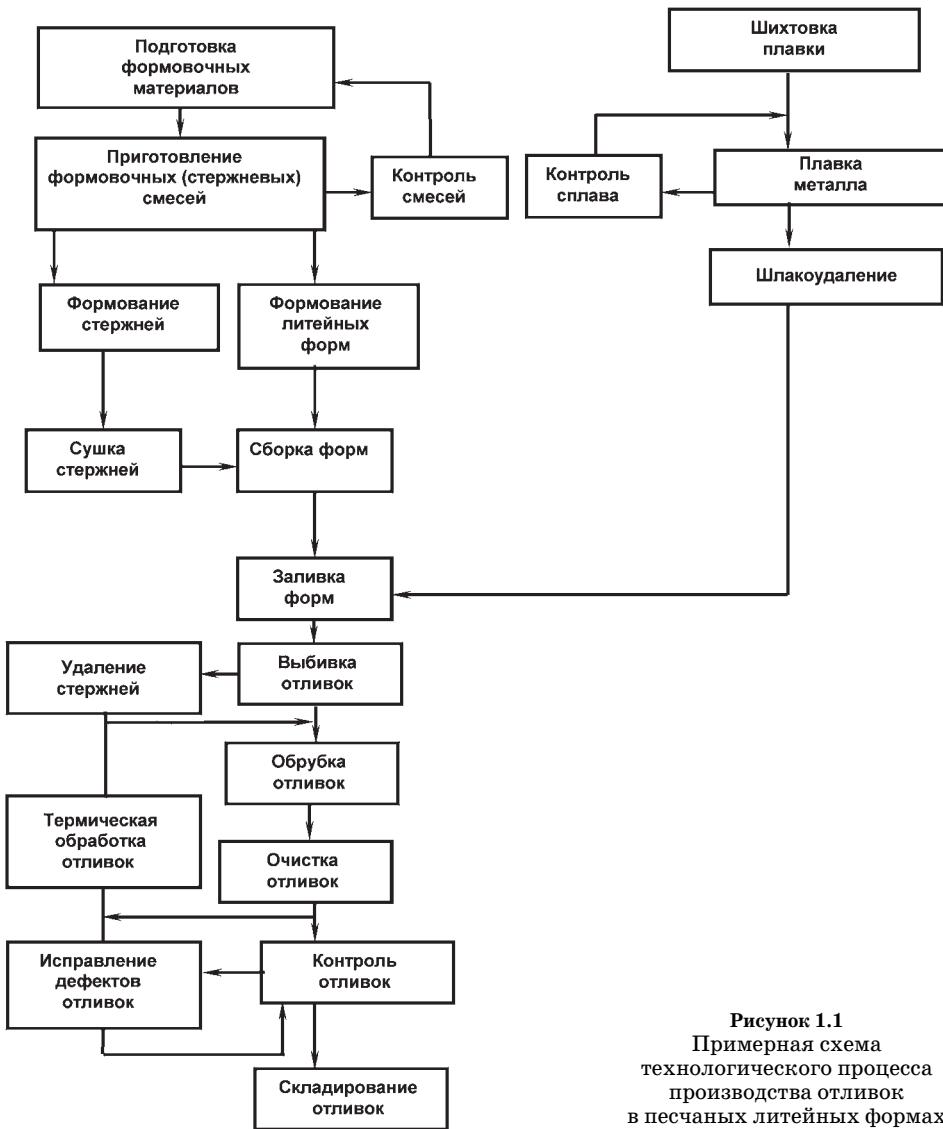


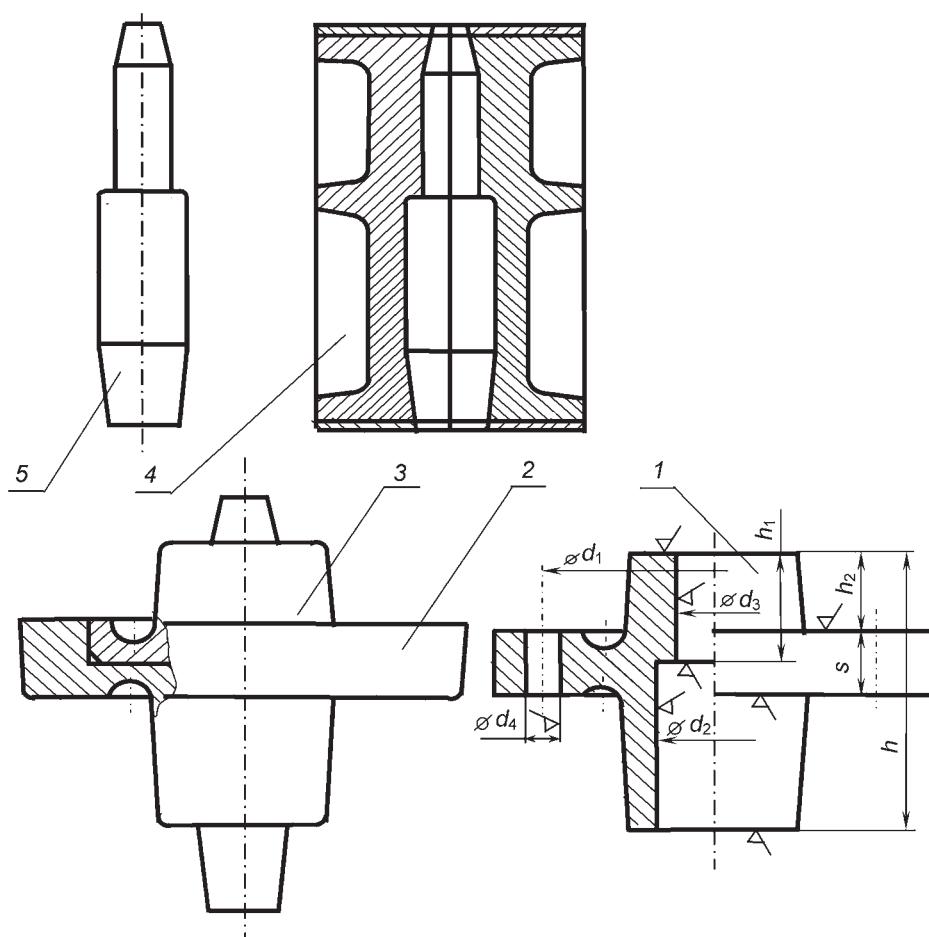
Рисунок 1.1  
Примерная схема  
технологического процесса  
производства отливок  
в песчаных литейных формах

Предлагаемая работа в значительной мере ориентирована на студентов, занимающихся освоением основ конструирования в процессе изучения курса деталей машин, и на начинающих конструкторов. Поэтому здесь и далее материал ориентирован преимущественно на производство литья с использованием самого распространенного способа изготовления форм из формовочной смеси по моделям. Многие положения этого литья приемлемы и для других способов.

Формовочные и стержневые смеси, используемые в литейном производстве, должны обладать определенными свойствами, обеспечивающими процессы получения отливки. Такими основными свойствами являются: прочность, огнеупорность, пластичность, газопроницаемость и текучесть; помимо этого

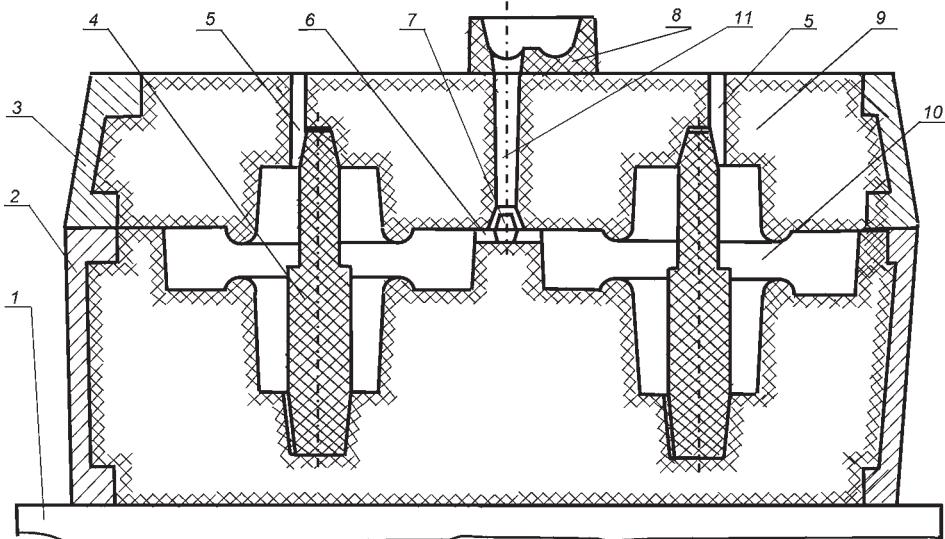
они должны быть негигроскопичными и легко разрушаемыми при выбивке. Для обеспечения требуемых свойств и качеств формовочных и стержневых смесей их изготавливают по специальным технологиям, вводя в состав большое количество различных материалов: песок, огнеупорную глину, оборотную смесь, уголь, крепители, воду и многое другое.

В качестве примера на рисунке 1.2 приведен эскиз детали типа «фланец» (поз. 1), здесь же (поз. 2 и 4) и на рисунке 1.3 показаны элементы литейной оснастки и литейная форма для получения заготовки фланца. В производственных условиях конструктивное решение стержневого ящика и стержня может быть не таким, как показано на эскизах, так как это зависит от конкретных размеров детали и технологий производства. По этой причине эскиз детали — безразмерный. Поверхности детали, образуемые удалением слоя металла,



**Рисунок 1.2**  
Эскизы детали и элементов литейной оснастки:

1 — эскиз детали; 2 — разъемная литейная модель в сборе; 3 — отъемная часть литейной модели;  
4 — стержневой ящик; 5 — стержень.



**Рисунок 1.3**  
Эскиз разъемной литейной формы:

1 — плита подопочная; 2 — опока нижняя; 3 — опока верхняя; 4 — стержень литейный; 5 — выпор; 6 — питатель; 7 — улавливатель шлаков; 8 — чаша литниковая; 9 — смесь формовочная; 10 — пространство под отливаемую заготовку; 11 — стойка литниковой.

показаны на эскизе знаками вида обработки. Для получения годной детали из отливки на этих поверхностях в заготовке предусматривают припуск. Приведенные на эскизах рисунков 1.2 и 1.3 литейная оснастка и литейная форма детали дают общее представление об устройстве и сборке формы из отдельных элементов, позволяющих в нужных размерах копировать очертания детали и ее внутренних поверхностей.

В верхней опоке 3 (рис. 1.3) с помощью отъемной части модели 3 (рис. 1.2) формуют полость. По своим очертаниям она соответствует верхней части фланца.

С помощью основной части модели 2 (рис. 1.2) в нижней опоке 2 (рис. 1.3) формуют остальные наружные поверхности, внутренние полости формуют стержнем 4, который устанавливают при сборке формы в знак нижней опоки. Образуемые таким образом полости в форме по своим очертаниям соответствуют очертаниям отливаемой детали.

Модель подобна детали, но по размерам и форме несколько от нее отличается. Это связано с тем, что при затвердевании металла дает линейную усадку. Усадка зависит от используемого металла, размеров и сложности конструкции детали. Сложная по конструкции и большая по размерам деталь при затвердевании имеет большее сопротивление усадке со стороны материала формы, чем при остывании сплава в свободном состоянии. Например, серый чугун при свободной заливке имеет 1–1,2 % линейной усадки размеров, при отливке в стержнях и сырых формах — 0,4–1,2 % [1], [40]. При конструировании литейной оснастки это учитывают путем изменения соответствующих размеров модели и стержневого ящика.

При формовке после уплотнения формовочной смеси в опоке (например, в нижней опоке 2, рис. 1.3) модель аккуратно извлекают, так, чтобы не нарушить отформованных поверхностей. Поэтому все вертикальные поверхности модели имеют формовочные уклоны. С увеличением вертикальных размеров модели угол уклона для них снижается.

Конструкция формы (рис. 1.3) имеет также технологические устройства (литниковую чашу 8, питатели 6, улавливатели шлаков 7, выпоры 5 и др.), обеспечивающие процессы заливки, отвердевания жидкого металла и отвода газов.

Отливки по степени сложности подразделяют на шесть групп. Различают геометрическую и качественную сложность. Геометрическую сложность определяет конфигурация отливки, т. е. сложность получения внешних и внутренних очертаний. Качественная сложность — это технологическая сложность обеспечения служебных свойств детали (прочности, жесткости, плотности, размерной точности, шероховатостей поверхностей и др.).

В основу классификации литых деталей положена технологическая сложность с учетом толщин стенок и массы. Для оценки массивности отливокведен коэффициент габаритного объема [1], [39]:

$$K_v = (lbh)/m, \quad (1.1)$$

где  $l, b, h$  — габаритные размеры отливки (максимальные: длина, ширина, высота), дм;  $m$  — масса отливки, кг.

## 1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ОТЛИВОК ПО СЛОЖНОСТИ

Отличительными признаками сложности являются способ изготовления отливки, габаритные размеры, толщина стенок, масса, количество стержней для изготовления отливки, характер ее механической обработки, шероховатость обработанных поверхностей, группа ответственности и особые технические требования.

Для отливок, изготавливаемых литьем в песчаные формы и под давлением, предусмотрено 6 групп сложности. Для отливок, получаемых литьем в кокиль, по выплавляемым моделям, в оболочковые формы, центробежным способом, предусмотрено 5 групп сложности.

**I группа сложности.** Простые отливки. Сюда относят массивные тонкостенные отливки простой конфигурации, имеющие не менее двух необрабатываемых поверхностей и не более двух литых внутренних полостей простейшей геометрической формы (рис. 1.4). Для таких отливок коэффициент габаритного объема  $K_v = 0,139 - 0,240$ .

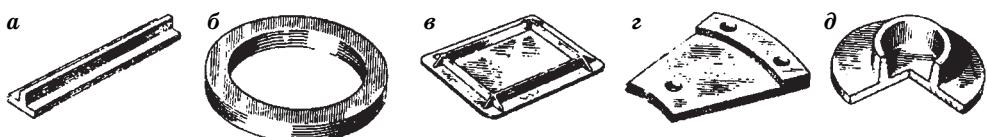


Рисунок 1.4  
Примеры отливок I группы сложности:  
а — балка; б — бандаж; в — плита; г — сектор; д — крышка.

**II группа сложности. Несложные отливки.** В эту группу входят отливки открытой коробчатой или цилиндрической формы. Наружные поверхности отливки имеют прямолинейные и криволинейные очертания с наличием ребер, простейшей геометрической формы отверстий, бобышек и углублений. Деталь имеет механически обрабатываемые поверхности, обычно связанные между собой допусками (рис. 1.5). Коэффициент габаритного объема  $K_v$  в этой группе отливок находится в пределах от 0,139 (плоские детали со стенками средней толщины) до 0,420 (детали со стенками средней толщины, имеющие не более двух полостей простой геометрической формы).

**III группа сложности. Отливки средней сложности.** Отливки ответственного назначения открытой цилиндрической или коробчатой конфигурации. Наружные поверхности имеют прямолинейную и криволинейную форму, укрепляемые ребрами нависающие бобышки, широкие наружные пояса.

Детали имеют механически обрабатываемые поверхности плоской и цилиндрической формы, связанные между собой или с базовой поверхностью разными с малыми допусками, внутренние полости деталей служат резервуарами для жидкости, работающей без давления (рис. 1.6). Коэффициент габаритного объема  $K_v$  в этой группе отливок лежит в пределах от 0,139 для плоскостных тонкостенных деталей до 0,700 для деталей со стенками малой толщины, имеющими не более двух литых полостей простой геометрической формы и небольшой объем механической обработки.

**IV группа сложности. Сложные отливки.** Сюда относят отливки ответственного назначения закрытой и частично открытой коробчатой или цилиндрической формы. Наружные поверхности имеют сложное очертание, внутренние поверхности имеют сложную конфигурацию и большое количество далеко отстоящих друг от друга выступающих и углубленных мест, ребер, кронштейнов, перемычек, бобышек, расположенныхных в один или несколько ярусов. Механически обрабатываемые поверхности расположены с трех-четырех сторон, имеют большое количество растачиваемых точных отверстий.

Типовые детали: станины металлорежущих станков, ковочных машин, силовые головки, вертикальные колонны и др. (рис. 1.7). Коэффициент габарит-

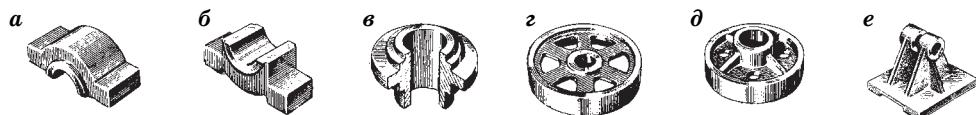


Рисунок 1.5  
Примеры отливок II группы сложности:

а — крышка подшипника; б — корпус подшипника; в — ступица;  
г — зубчатое колесо; д — ролик; е — кронштейн.

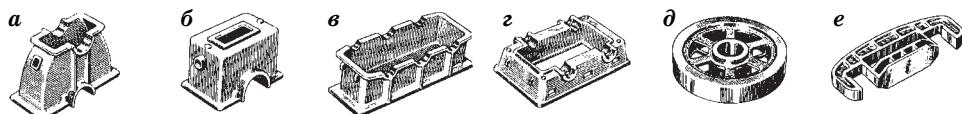


Рисунок 1.6  
Примеры отливок III группы сложности:

а — корпус; б — крышка редуктора; в — корпус редуктора; г — основание;  
д — зубчатое колесо; е — рама балансира.

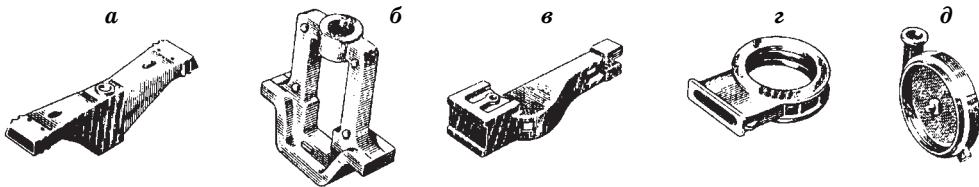


Рисунок 1.7  
Примеры отливок IV группы сложности:

*a* — балка шкворневая; *б* — станина прокатного стана; *в* — ползун; *г* — корпус шибера; *д* — улитка.

ногого объема в этой группе отливок находится в пределах от 0,631 для деталей со стенками средней толщины и внутренними полостями сложной конфигурации до 1,3 для особо тонкостенных деталей, имеющих не менее двух литых полостей простой геометрической формы.

**V группа сложности. Особо сложные отливки** (рис. 1.8). Отливки закрытой коробчатой и цилиндрической формы с особо сложной наружной конфигурацией поверхностей и внутренних полостей. Типовые детали: станины и передние бабки крупных и специальных металлорежущих станков; цилиндры и крышки цилиндров газовых и паровых турбин и др.

**VI группа сложности. Отливки закрытой коробчатой или цилиндрической формы.** Наружные поверхности имеют сложное очертание, образуемое сопряжением прямолинейных и криволинейных поверхностей с трудными переходами. Наружные поверхности имеют тонкие ребра и выступы. Внутренние полости имеют особо сложную форму с наличием ленточных и кольцевых каналов, расположенных в два или несколько ярусов. Механически обрабатываемые поверхности имеют разностороннее расположение и большое количество растачиваемых точных отверстий. Детали работают в условиях повышенных температур и давлений жидкости или газов.

Типовые отливки: гидравлические коробки нефтебуровых установок, блоки автомобильных, тракторных и авиационных двигателей, спрямляющие аппараты, станины станков и др. (рис. 1.9).

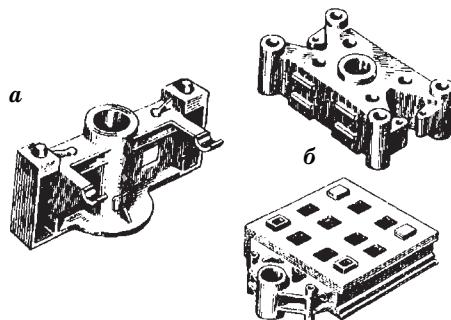


Рисунок 1.8  
Примеры отливок V группы сложности:  
*а* — станина; *б* — траперсы.

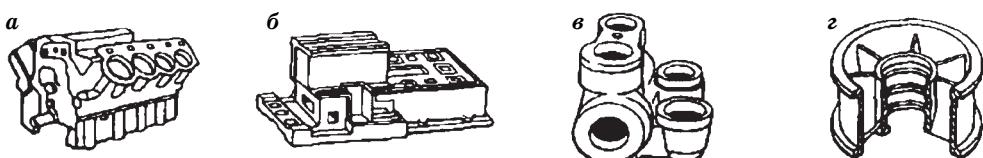


Рисунок 1.9  
Примеры отливок VI группы сложности:

*а* — блок цилиндров мощного двигателя; *б* — станина; *в* — гидравлическая коробка; *г* — спрямляющий аппарат.

### 1.3. КЛАССИФИКАЦИЯ ОТЛИВОК ПО МАССЕ

Отливки из черных сплавов в зависимости от массы делят на 5 групп: *мелкие* (до 100 кг), *средние* (100–1000 кг), *крупные* (1000–5000 кг), *тяжелые* (5000–20 000 кг), *особо тяжелые* (свыше 20 000 кг). Отливки из цветных сплавов делят на 9 групп. Признаки распределения по группам приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Классификация отливок из цветных сплавов по массе

| Группа сложности | Масса отливок, кг                |                                |
|------------------|----------------------------------|--------------------------------|
|                  | Сплавы                           |                                |
|                  | Бронза, латунь и цинковые сплавы | Алюминиевые и магниевые сплавы |
| 1                | До 0,25                          | До 0,20                        |
| 2                | Свыше 0,25 до 1,0                | Свыше 0,2 до 0,4               |
| 3                | Свыше 1 до 4,0                   | Свыше 0,4 до 0,8               |
| 4                | Свыше 4 до 10                    | Свыше 0,8 до 1,6               |
| 5                | Свыше 10 до 20                   | Свыше 1,6 до 3,2               |
| 6                | Свыше 20 до 50                   | Свыше 3,2 до 6,3               |
| 7                | Свыше 50 до 200                  | Свыше 6,3 до 12,5              |
| 8                | Свыше 200 до 500                 | Свыше 12,5 до 25               |
| 9                | Свыше 500                        | Свыше 25                       |

### 1.4. ДОПУСКИ РАЗМЕРОВ ОТЛИВОК И МАССЫ, ПРИПУСКИ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ ОБРАБОТКУ

Литейные формы для получения отливок представляют собой сложные изделия, которые включают полуформы, стержни и другие элементы. Взаимное положение их в форме зависит от многих факторов (точности модели и стержней, количества опок при формовке, технологии получения стержней, технологии сборки формы, технического состояния модельной оснастки и др.). Отмеченные факторы значительно влияют на точность отливки. Помимо этого, точность отливки зависит от материала детали, технологии литейного производства, квалификации кадров и др. Отливаемые детали имеют отклонения размеров от заданных чертежом. Повышение сложности конструкции детали и увеличение ее габаритов ведут к росту отклонений размеров отливки. Точность отливок из черных и цветных металлов и сплавов регламентирует ГОСТ 26645-85 «Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку» [22]. Стандарт устанавливает допуски размеров, формы, расположения и неровностей поверхности, допуски массы и припуски на обработку.

Точность отливки характеризуют четыре показателя: *класс размерной точности* (22 класса: 16 основных и 6 дополнительных с индексом «т»), *степень коробления* (11 степеней), *степень точности поверхностей* (22 степени), *класс точности масс* (22 класса). Стандарт устанавливает также 18 рядов припусков на обработку.

Конец ознакомительного фрагмента.  
Приобрести книгу можно  
в интернет-магазине  
«Электронный универс»  
[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)