**ЛИТЕЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.
ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ПРИМЕРАХ И ЗАДАЧАХ**

Чернышов Е.А., Паншин В.И.

CASTING TECHNOLOGIES. BASICS OF PROJECTION IN EXAMPLES AND PROBLEMS

Chernyshov E.A., Panshin V.I.

Литейное производство – это сложный и трудоемкий процесс, сущность которого заключается в получении жидкого расплава необходимого состава и качества и заливки его в заранее подготовленную форму. В процессе перехода металла из жидкого состояния в твердое происходит кристаллизация и затвердевание и последующее охлаждение металла, формируются физико-механические и служебные свойства и дефекты отливок. Поэтому решение вопросов повышения качества отливок начинается на стадии проектирования конструкции детали и технологического процесса литья. На этой стадии формируются основные затраты на изделие. Отсюда видно как важна консолидация творческих усилий конструктора детали и технолога литейщика.

Конструктор, назначая марку сплава и проектируя конструкцию детали, уделяет внимание конструктивной прочности, условиям работы, требованиям технологии механической обработки и ее внешнему виду. Инженер-литейщик, изучая спроектированную деталь, обращает внимание на другие вопросы: пытается анализировать литейные свойства сплава; условия формирования отливки в процессе теплопередачи, кристаллизации, затвердевания и охлаждения; сложность конфигурации и толщину стенок отливки; наличие выступов, впадин и горячих узлов; возможность обеспечения направленного или одновременного затвердевания. Другими словами, технолог-литейщик оценивает возможность получения детали тем способом литья, который обеспечивает необходимое качество и минимальные затраты. После этого он может предложить конструктору внести необходимые изменения в конструкцию детали еще на стадии ее проектирования. К сожалению, это не всегда удается, так как на практике технолог часто имеет дело с уже готовыми чертежами, поступившими в технологическое бюро литейного цеха. И тогда технолог-литейщик обязан учесть все эти особенности при проектировании литейной технологии, используя в первую очередь, основные принципы и положения теории и технологии литейного производства. Кроме профессиональных знаний инженер-литейщик должен иметь достаточно широкий кругозор в области естественных наук: физики и химии (в процесс плавки и формирования поверхности отливки), физической химии, сопротивлению материалов, теплообмена, теплопередачи, реологии и др.

За последние годы освоено и разработано много различных технологических процессов литья, однако основным способом получения отливок остается литье в песчаные формы. Именно поэтому в данном учебном пособии вопросы проектирования литейной технологии рассматриваются применительно к этому способу литья.

Пособие состоит из 7 глав и приложения. В первой главе приводятся основные сведения о литейной форме и формовочных материалах, основных технологических операциях изготовления литейной формы. Особое внимание уделено составам и свойствам формовочных и стержневых смесей. Дано краткое описание прогрессивных способов формообразования.

Вторая глава посвящена основным принципам проектирования литейной технологии и сопровождается большим количеством графического материала, поясняющего правила изображения и выполнения элементов литейной формы в соответствии с существующими стандартами. Приведены примеры и рекомендации технологического исполнения деталей, и особенности проектирования.

В третьей главе приведены общие сведения о прибылях, направленности затвердевания и радиусе питания, правилах установки прибылей и методика их расчета, которая подкреплена конкретными примерами.

Основные принципы проектирования литниковых систем рассмотрены в четвертой главе, в которой указаны требования к месту подвода металла к отливке, к литниковым системам и анализ ее отдельных элементов. Приведены оптимальные температурные режимы заливки форм и методика расчета заливки металла из поворотного и стопорного ковшей.

Проблема повышения качества отливок, снижения брака и дефектов всегда находится в центре внимания литейщиков, а в настоящее время от решения этих вопросов зависит конкурентоспособность литейной продукции. Поэтому пятая глава содержит краткие сведения о классификации дефектов, возможных причинах возникновения и мерах по их предупреждению и исправлению.

Шестая глава посвящена наиболее важному этапу процесса проектирования литейной технологии: анализу технологичности отливки. В начале главы приводятся примеры улучшения конструкции детали с целью получения ее методом литья, а затем даны задачи по оценке технологичности отдельных деталей.

В начале седьмой главы показаны правила нанесения технологических указаний на чертеж детали: положение отливки в форме при заливке, плоскость разреза модели и формы, величины припуска на механическую обработку и технологического напуска, необходимые сведения об изготовлении и установке стержней, прибылей и холодильников, места подвода и размеров сечений отдельных элементов литниковой системы и др. В заключительной части этой главы студентам предлагаются примеры и задания для самостоятельной разработки литейной технологии отливок разнообразных по массе, конфигурации и виду сплава.

Расчеты продолжительности затвердевания и охлаждения отливки в разовой форме, силы, действующие на верхнюю полуформу, теплофизические свойства металлов, формовочных и стержневых смесей, необходимые сведения для определения величины припуска на механическую обработку приведены в приложении.

По окончании каждой главы приводятся контрольные вопросы для лучшего усвоения материала.

Отличительной особенностью настоящего издания является наличие большого количества примеров и задач, схем и рисунков и ценных подробностей практической стороны проектирования литейной технологии. По мнению авторов до настоящего времени учебной литературы с такой постановкой вопросов и методикой их изложения в центральных издательствах не выходило.

Учебное пособие адресовано прежде всего студентам для более глубокого освоения теоретических курсов и приобретения практических навыков при выполнении курсового и дипломного проектирования, бакалаврской выпускной работы и магистерской диссертации. Оно может быть полезно и преподавателям машиностроительных и металлургических специальностей. В то же время авторы надеются, что данное учебное пособие

может быть использовано дипломированными специалистами, недавно покинувшими стены высших учебных заведений и не имеющих достаточного опыта и навыков в проектировании литейных технологий. Помочь студентам и выпускникам приобрести необходимые навыки, закрепить и дополнить на практике теоретические знания – главная цель настоящего пособия.

При его написании авторы обобщили литературные данные и использовали свой производственный и педагогический опыт по вопросам, изложенным в настоящем издании.

Учебное пособие посвящено памяти одного из основоположников теории и практики литейного производства профессора, доктора технических наук, заслуженного деятеля науки и техники Российской Федерации Антона Абрамовича Рыжикова, внесшего большой вклад в теорию и технологию литейного производства.

Учебное пособие имеет гриф «Допущено учебно-методическим образованием в области металлургии для студентов высших учебных заведений», выпущено в издательстве «Машиностроение», М. 2011. 288 с.

ТЕХНОЛОГИЯ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Чернышов Е.А., Евлампиев А.А.

TECHNOLOGY OF FOUNDRY PRODUCTION

Chernyshov E.A., Evlampiev A.A.

Литые детали используют во всех отраслях машиностроительного комплекса, поэтому от их качества во многом зависят технические и эксплуатационные характеристики машин и механизмов. Бесспорным преимуществом литья является максимальное приближение размеров получаемой отливки к размерам готовой детали, что резко сокращает отходы металла в стружку, а следовательно, повышает коэффициент использования металла.

В настоящее время в литейных цехах основную массу отливок изготавливают в разовых песчаных формах с присущими этому способу дефектами отливок, влияющими на качество и себестоимость литья и экологическими проблемами. В связи с этим изучение всех аспектов получения отливок в песчаных формах остается актуальным.

Отличительной особенностью настоящего издания является то, что известные сведения дополнены собственными разработками и исследованиями, касающимися причин и механизма возникновения отдельных видов дефектов. Показана связь между свойствами формы, природой материала и условиями протекания процессов разрушения поверхностного слоя при термодинамическом нагружении в процессе заливки. Предложены меры по решению проблем повышения качества отливок.

Пособие состоит из девяти глав и приложения методически изложенных в следующей последовательности.

В первой главе приведены основные принципы и этапы проектирования технологии изготовления отливок в песчаных формах с учетом современных способов изготовления форм и стержней из холоднотвердеющих смесей.

Во второй главе довольно подробно изложены вопросы, касающиеся классификации и выбора материала для изготовления модельной оснастки в зависимости от технологии изготовления литейной формы и принципов конструирования и эксплуатации модельного комплекта.

В третьей главе дана расширенная классификация литниковых систем с введением новых эффективных конструкций улавливания засоров и шлаков в процессе заливки. Рассмотрены вопросы динамики движения расплава в форме и функции литниковой системы. Подробно изложены общие требования к литниковым системам и рекомендации по их конструированию и фильтрационному рафинированию. Представлены расчеты литниковых систем для различных случаев заливки металла из ковша, а также методика расчета литниковой системы при получении высокопрочного чугуна в разовой форме.

Четвертая глава содержит подробный анализ усадочных явлений в отливках, принципы организации питания отливок в процессе затвердевания и показана причинная связь возникновения характерных дефектов. Рассмотрены вопросы возникновения усадочных раковин, химической неоднородности металла отливок, механизм образования трещин и коробления. Представлена классификация прибылей, пути их унификации, методика расчета прибылей при изготовлении отливок из стали и чугуна и способы повышения эффективности их работы.

Пятая глава посвящена эрозионным процессам, происходящим в литейной форме, во время заливки и охлаждения сплава. Впервые показана связь эрозионных превращений и эрозионная стойкость литейной формы на различных связующих с возникновением характерных дефектов и мер по их предупреждению.

Шестая глава содержит сведения о причинах возникновения дефектов поверхности отливок, мерах по их предупреждению, перспективах применения неорганических связующих, особенностях литейной формы с точки зрения термостойкости и газотворной способности.

В седьмой главе рассмотрены процессы газообразования в форме и механизм возникновения дефектов этого типа.

В восьмой главе приведен материал, посвященный вопросам применения на практике эффективных технологий для получения качественных отливок. Даны примеры типовых технологий изготовления отливок из черных сплавов различной массы и серийности.

В заключительной главе рассмотрены перспективы развития технологии изготовления песчаной формы и меры по стабилизации технологических процессов.

В приложении приведены справочные данные по экологии производства отливок в песчаных формах. Для лучшего закрепления материала в конце каждой главы приводятся контрольные вопросы.

Предназначено для бакалавров, магистров и аспирантов высших учебных заведений машиностроительного и металлургического направления. Может быть полезно инженерно-техническим работникам и преподавателям в практической и учебной работе. Учебное пособие имеет гриф «Допущено УМО в области металлургии», выпущено в издательстве «Высшая школа – Абрис» М. 2012. 383 с.