

НОРМАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ИЗДЕЛИЙ

М. А. Клеши́ва

ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», г. Саров Нижегородской обл.

1. Введение

Последнее десятилетие характеризуется широкой компьютеризацией работ по проектированию и изготовлению изделий основного производства. На предприятиях ЯОК ведется разработка электронных справочников, создание электронных баз данных в условиях функционирования ИПИ – технологий, которые должны повысить качество и надежность разрабатываемых изделий, а также производительность инженерного труда.

Представляется целесообразным при проведении указанных работ эффективно использовать нормативную документацию по технологичности конструкции изделий, действующую на предприятиях ЯОК.

2. Условные сокращения

ИПИ-технологии – технологии информационной поддержки жизненного цикла изделия;

ГСС – государственная система стандартизации;

ТКИ – технологичность конструкции изделий;
КД – конструкторская документация;
НД – нормативный документ;
ЕСТПП – единая система технологической подготовки производства;
ОСТ – стандарт отрасли;
РТМ – руководящий технический материал;
РД – руководящий нормативный документ;
ЯОК – ядерный оружейный комплекс;
СКБ – серийное конструкторское бюро;
ОБД – общая база данных;
НКБС – научно-конструкторское бюро стандартизации.

3. Основные понятия о технологичности

В настоящем докладе применены следующие термины с соответствующими определениями по ГОСТ 14.205 – 83 «Технологичность конструкции изделий. Термины и определения», указанные в таблице 1.

Таблица 1

Основные понятия о технологичности

Термин	Определение
Технологичность конструкции изделия	Совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ
Обеспечение технологичности конструкции изделия	Функция подготовки производства, включающая комплекс взаимосвязанных мероприятий по управлению технологичностью и совершенствованию условий выполнения работ при производстве, эксплуатации и ремонте изделий
Отработка конструкции изделия на технологичность	Часть работ по обеспечению технологичности, направленная на достижение заданного уровня технологичности и выполняемая на всех этапах разработки изделия
Технологический контроль КД	Контроль КД, при котором проверяется соответствие конструкции изделия требованиям технологичности
Производственная технологичность конструкции изделия	Технологичность конструкции изделия при технологической подготовке производства, изготовлении, а также монтаже вне предприятия – изготовителя
Эксплуатационная технологичность конструкции изделия	Технологичность конструкции изделия при подготовке его к использованию по назначению, техническом обслуживании, текущем ремонте и утилизации

4. Краткие сведения о разработке нормативных документов по обеспечению технологичности конструкции изделий

Государственные стандарты по обеспечению ТКИ были разработаны и введены в действие с 01.01.1975 г. в составе комплекса государственных стандартов ЕСТПП и регламентировали:

- общие правила, количественные оценки, последовательность и содержание работ, а также рекомендуемый перечень показателей технологичности изделий (ГОСТ 14.201–73);

- правила выбора показателей, виды технологичности (ГОСТ 14.202–73);

- правила обеспечения технологичности конструкций сборочных единиц и деталей (ГОСТ 14.203 – 73, ГОСТ 14.204 – 73);

- требования к проведению технологического контроля конструкторской документации (ГОСТ 14.206 – 73).

При пересмотре государственных стандартов ЕСТПП в середине 1980 г. ГОСТ 14.202 – ГОСТ 14.204 были отменены, а взамен им были разработаны методические рекомендации МР 186 – 85 «Обеспечение технологичности конструкций изделий машиностроения и приборостроения». Одновременно был вновь разработан ГОСТ 14.205 – 83 «Технологичность конструкций изделий. Термины и определение».

Планомерная разработка отраслевых НД по обеспечению ТКИ на предприятиях отрасли в виде ОСТ (РТМ, РД) началась с 1969 г. Решением секции 6 НТС – 2 к разработке НД были привлечены технологические службы серийных предприятий, поэтому в документах были учтены тонкости серийной технологии изготовления изделий. На специально проведенном в НКБС совещании ответственных представителей серийных предприятий (протокол № 682 от 18.06.1969 г.) была определена номенклатура отраслевых нормативных документов по ТКИ и закреплены ответственные предприятия за их разработку.

Главным содержанием работ по нормативному обеспечению ТКИ стала разработка основополагающих НД, устанавливающих:

- показатели технологичности изделий и методу их расчета;

- порядок проведения технологического контроля КД;

- требования к проектированию и изготовлению деталей, соединений, сборочных единиц.

В настоящее время в отрасли действует 22 НД по ТКИ.

5. Действующие НД по ТКИ

5.1. Показатели технологичности конструкции изделий и методы их оценки

ОСТ 95 1139 – 88 «ТКИ. Показатели технологичности. Методы оценки» устанавливает показатели и методы оценки производственной технологичности конструкции изделий, КД которых подлежат передаче в серийное производство.

Ответственным за организацию работ по определению показателей технологичности является разработчик КД, а на серийном предприятии – СКБ. В необходимых случаях разработчик КД привлекает к определению показателей технологические службы предприятия.

Установлены следующие показатели технологичности:

- трудоемкость изготовления (T_n);

- комплексный показатель технологичности (K_T);

- коэффициент использования материала ($K_{им}$);

- коэффициент прогрессивности технологии ($K_{пт}$);

- коэффициент унификации материалов ($K_{ум}$);

- коэффициент автоматизации контрольных операций ($K_{авт.ко}$);

- коэффициент механизации и автоматизации процессов изготовления ($K_{ма}$).

Расчет показателей технологичности производится на следующих стадиях разработки рабочей КД изделий: опытный образец, серийное производство. Результаты расчета оформляют в виде ведомости показателей технологичности, которая входит в комплект КД на изделие. Передача подлинников ведомости показателей технологичности на серийные предприятия производится совместно с комплектом КД на изделие. Определение показателей технологичности изделия в серийном производстве производят через 1 и через 3 года после начала его изготовления, а в последующем – по мере необходимости или по запросам руководителей управлений и разработчиков КД.

5.2. Технологический контроль конструкторской документации

ОСТ 95 1137 – 73 «ТКИ. Порядок проведения технологического контроля конструкторской документации» разработан в дополнение ГОСТ 14.206 – 73 и устанавливает порядок проведения технологического контроля КД, направленного на обеспечение технологичности на стадиях разработки эскизного (технического) проекта, рабочей документации опытного образца и рабочей документации серийного производства.

Стандарт содержит:

- требования к технологичности с точки зрения конструкции изделия и технологии его изготовления;

- требования, которыми необходимо руководствоваться в процессе разработки КД и при проведении ее технологического контроля;

- порядок проведения технологического контроля на следующих стадиях разработки КД: эскиз-

ный (технический) проект, рабочая документация опытного образца, серийное производство;

– сроки проведения технологического контроля КД;

– порядок реализации замечаний серийного предприятия по КД.

5.3. Требования к технологичности конструкции деталей

В настоящее время действуют НД, устанавливающие требования к технологичности конструкции деталей:

• **РД 95 3190 – 91 «ТКИ. Детали литые»** устанавливает требования к технологичности конструкций литых деталей, выбору способа литья, к разработке чертежей отливок и литых деталей;

• **РТМ 95 3176 – 73 «ТКИ. Детали, получаемые холодной штамповкой»** устанавливает рекомендации для выбора рациональных материалов, баз, форм и элементов холодноштампуемых деталей и технические требования при проектировании, изготовлении и контроле наиболее экономичных конструкций изделий, изготавливаемых штамповкой из листа и объемной штамповкой;

• **РТМ 95 3188 – 74 «ТКИ. Детали, получаемые горячей штамповкой»** устанавливает технологичность конструкции деталей, получаемых горячей штамповкой, общие рекомендации по выбору материалов и форм поковок, требования к разработке рабочих чертежей поковок;

• **РТМ 95 3254 – 81 «ТКИ. Детали, получаемые штамповкой взрывом»** устанавливает требования, обеспечивающие технологичность конструкции деталей, получаемых штамповкой взрывом, и общие рекомендации при их проектировании и изготовлении, требования к конструкции деталей, типовые элементы штампуемых деталей;

• **РТМ 95 3257 – 81 «ТКИ. Корпусные детали приборного производства из цветных сплавов, получаемые методом объемной штамповки»** устанавливает требования к технологичности конструкций осесимметричных корпусных деталей приборного производства из цветных сплавов, выбору материала, требования к разработке рабочих чертежей;

• **РТМ 95 3165 – 73 «ТКИ. Детали, подвергаемые термической обработке»** устанавливает технологичность конструкции деталей, подвергаемых термической обработке, требования к деталям, их поверхностям, подвергаемым химико-термической обработке и поверхностной закалке с применением нагрева токами высокой частоты, а также регламентирует классификацию изделий по признаку деформируемости;

• **РТМ 95 3184 – 86 «ТКИ. Детали, подвергаемые механической обработке»** устанавливает требования по выбору материалов, баз и форм элементов при проектировании и изготовлении изделий, подвергаемых механической обработке,

• **РД 95 3274 – 84 «ТКИ. Детали, обрабатываемые на станках фрезерно-расточной группы с ЧПУ»** устанавливает требования к конструкции деталей, обрабатываемых на станках фрезерно-расточной группы с ЧПУ, а также требования к оформлению рабочих чертежей;

• **РД 95 3494 – 92 «ТКИ. Детали, обрабатываемые на станках токарной группы с ЧПУ»** устанавливает требования к конструкции деталей, обрабатываемых на станках токарной группы с ЧПУ, а также требования к оформлению рабочих чертежей;

• **ОСТ 95 1135–79 «Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Требования к выбору»** устанавливает перечень покрытий, разрешенных к применению при разработке КД на изделия основного производства и при замене покрытий в серийном производстве, требования к условным обозначениям и выбору покрытий в зависимости от условий эксплуатации, материала деталей и назначения покрытия;

• **ОСТ 95 1861 – 77 «ТКИ. Изделия, подвергаемые размерной электрохимической обработке»** устанавливает требования, при проектировании и изготовлении изделий, обрабатываемых электрохимическим способом;

• **ОСТ 95 1864 – 77 «ТКИ. Детали, подвергаемые электроэрозионной обработке»** устанавливает требования при проектировании и изготовлении деталей, подвергаемых электроэрозионной обработке;

• **ОСТ 95 2462 – 85 «Изделия, изготавливаемые методом порошковой металлургии. Требования к проектированию»** устанавливает требования при проектировании изделий, изготавливаемых методом порошковой металлургии;

• **ОСТ 95 3161 – 83 «ТКИ. Изделия из пластмасс»** устанавливает требования к технологичности при проектировании изделий из пластмасс, физико-механические и электроизоляционные свойства пластмасс, а также режимы и способы их переработки;

• **РД 95 3173 – 86 «ТКИ. Изделия из резины»** устанавливает требования к технологичности при проектировании и изготовлении изделий из резины, область применения резиновых смесей, их физико-механические и электроизоляционные свойства, а также режимы и способы переработки.

6. Требования к технологичности конструкции соединений и сборочных единиц

В настоящее время на предприятиях ЯОК действуют НД, устанавливающие требования к технологичности конструкции соединений и сборочных единиц:

• **РД 95 3163 – 84 «ТКИ. Конструкции паяные»** устанавливает рекомендации по конструированию технологичных паяных изделий, выбору припоев и флюсов;

• РД 95 3259 – 87 «ТКИ. Сварные конструкции приборного производства» устанавливает требования к технологичности конструкций, подготовке свариваемых кромок, выбору вида и способа сварки изделий приборного производства;

• РТМ 95 3174 – 73 «ТКИ. Конструкции сварные» устанавливает требования к технологичности конструкций, выбору основных и сварочных материалов, подготовке свариваемых кромок, выбору способа и вида сварки, оформлению чертежей конструкций, точности изготовления и выбору баз под сварку;

• РТМ 95 3239 – 78 «ТКИ. Изделия подвергаемые заливке и пропитке компаундами, пенопластами, лаками, маслами» устанавливает требования к ТКИ, подвергаемых заливке и пропитке компаундами, лаками, маслами, а также приводит рекомендации по выбору материалов;

• РД 95 3444 – 89 «ТКИ. Изделия специальные. Порядок обеспечения автоматизации сборочно – монтажных работ» устанавливает порядок обеспечения автоматизации сборочно-монтажных работ специзделий и их составных частей, требования к технологичности деталей и сборочных единиц изделий, а также перечень задач и порядок выполнения требований по обеспечению автоматизации сборочно – монтажных работ.

7. Обновление нормативных документов

В соответствии с требованиями отраслевой системы стандартизации НД по ТКИ подлежат своевременному приведению в соответствие с достижениями науки, техники и технологий, а также с требованиями государственных стандартов. Обновление НД по ТКИ проводится по результатам их плановой проверки предприятиями, которые являются ответственными за проверку НД. Планирование работ и методическое руководство по проведению обновления НД осуществляет НКБС.

НД, подлежащие проверке, включают в «План нормативного регулирования» на планируемый год. По результатам проверки НД принимается одно из следующих решений:

- провести изменение НД;
- произвести пересмотр НД с включением темы в «План нормативного регулирования»;
- аннулировать НД, в связи с его неактуальностью и невостребованностью.

Принимаемое решение отражается в акте проверки НД, который утверждает Главный конструктор НКБС.

Состояние работ по обновлению НД по ТКИ в текущей период отражено в таблице 2

Таблица 2

Проверка и пересмотр НД по ТКИ

№ п/п	Обозначение НД	Год последней проверки	Год пересмотра НД	Год очередной проверки
1	ОСТ 95 1135-79	2008		2013
2	ОСТ 95 1137-73	2009	2010	
3	ОСТ 95 1139-88	2006		2011
4	ОСТ 95 1861-77	2006	2010	
5	ОСТ 95 1864-77	2006	2010	
6	ОСТ 95 2462-85	2008		2013
7	ОСТ 95 3161-83	2008	2011	
8	РД 95 3163-84	2006	2010	
9	РД 95 3173-86	2008	2010	
10	РД 95 3190-91	2007		2012
11	РД 95 3259-87	2006		2011
12	РД 95 3274-84	2008		2013
13	РД 95 3444-89	2008	2009	
14	РД 95 3494-92	2009	2010	
15	РТМ 95 3165-73	2010	2011	
16	РТМ 95 3174-73	2008		2013
17	РТМ 95 3176-73	2008		2013
18	РТМ 95 3184-86	2006		2011
19	РТМ 95 3188-74	2006	2010	
20	РТМ 95 3239-78	2008	2010	
21	РТМ 95 3254-81	2008		2013
22	РТМ 95 3257-81	2009	2011	

Проверка НД проводится, как правило, один раз в 5 лет. Главными задачами, которые решаются при проведении проверки НД, являются:

- определение применимости НД на предприятиях ЯОК;
- уточнение действующих (при необходимости) и введение новых прогрессивных требований;
- приведение оформления НД в соответствие с требованиями ГСС;
- подготовка, наряду с бумажным видом, электронной версии НД.

Проверки НД по ТКИ, проведенные в 2006–2010 гг., показали, что указанные документы применяются разработчиками КД и технологическими службами предприятий ЯОК. Реализация результатов проверок осуществляется корректировкой НД по извещениям об изменении. Наиболее сложные и объемные НД подвергаются пересмотру с включением работ в «План нормативного регулирования». Из табл. 2 видно, что 12 НД по ТКИ подлежат пересмотру в 2010 – 2011 гг.. Необходимость пересмотра остальных НД будет определена при проведении очередных плановых проверок в намеченные сроки.

Следует отметить, что проведение проверок НД является неперемным условием поддержания НД по ТКИ на современном техническом уровне.

8. Применение нормативных документов по технологичности конструкции изделий в условиях ИПИ-технологий

ИПИ-технологии – это концепция, объединяющая принципы и технологии информационной поддержки жизненного цикла продукции на всех его стадиях, основанная на использовании интегрированной информационной среды, обеспечивающая единообразные способы управления процессами и взаимодействия всех участников этого цикла: заказчиков и поставщиков продукции, эксплуатационного и ремонтного персонала, реализованная в соответствии с требованиями системы международных стандартов, регламентирующих правила указанного взаимодействия преимущественно посредством электронного обмена данными.

ИПИ-технологии реализуются силами многопрофильных рабочих групп, объединяющих в своем составе экспертов различных специальностей.

Развитие информационных технологий привело к появлению объектно – ориентированного подхода, который позволил адекватно перевести многие процессы, протекающие на предприятии, в виртуальное информационное пространство, что и сделало актуальной всю проблематику, связанную с использованием ИПИ-технологий. Это относится к процессам конструкторской и технологической подготовки производства, в ходе которых создается техническая документация различных видов и назначения, к процессам управления на всех уровнях, в которых по

необходимости приходится иметь дело с большими объемами разнообразной информации.

На рис. 8.1 представлена структура ОБД.



Рис. 8.1. Структура ОБД

В нормативно-справочный раздел вошли НД, сведения о которых обновляются по мере поступления новых, изменений или отмене действующих.

В долговременный раздел должны войти данные, аккумулирующие собственный опыт, типовые решения, методики расчета и т. д.

В актуальный раздел входят данные об изделиях, находящихся на различных стадиях жизненного цикла.

В настоящее время разработана база данных отраслевых НД (ОСТ, РД, РТМ) «БДОНД», представляющий собой нормативно-справочный раздел.

Создание базы данных продиктовано необходимостью внедрения нормативной документации в электронном виде в интегрированную информационную среду, снижения объемов документации в бумажном виде и повышения производительности инженерного труда, так как речь идет о сложной и наукоемкой документации, которая требует создания, преобразования, использования и обмена между различными специалистами больших объемов технической информации.

В состав «БДОНД» включены, в том числе, и НД по ТКИ.

Для эффективного использования НД по ТКИ в составе базы данных следует создать электронные версии документов. Эти работы стали проводиться в настоящее время и планируются на последующие годы (табл. 2).

Вместе с тем, в соответствии с приказом по Госкорпорации «Росатом» от 03.04.2009 № 202 «О реализации Концепции ЯОК Госкорпорации «Росатом» и 12 ГУ Министерства обороны Российской Федерации по внедрению технологий информационной поддержки жизненного цикла изделий на 2009-2010 гг.» в «Плане нормативного регулирования на 2010 г.» предусмотрена разработка 19 стандартов Госкорпорации «Росатом», ориентированных на применение в интегрированной информационной среде, в числе которых есть ряд различных электронных справочников для использования в условиях ИПИ – технологий.

НД по ТКИ содержат достаточный объем требований к проектированию и изготовлению деталей и соединений. Наименование и укрупненное содержание требований приведены в табл. 3.

Краткое содержание требований НД по ТКИ

Наименование требований НД по ТКИ	Содержание требований
1	2
Показатели ТКИ	Состав показателей, методы их расчета.
Технологический контроль КД	Заключение о ТКИ
Требования к деталям	Применяемые материалы, выбор значений твердости, конструктивные элементы, выбор баз, точность обработки, шероховатость поверхностей, задание размеров, технологические режимы изготовления, физико – механические и электроизоляционные свойства, основные характеристики металлических и неметаллических неорганических покрытий, ряды предпочтительности применения покрытий
Требования к соединениям	Паяные соединения, выбор припоев и флюсов, физико – механические свойства припоев и флюсов, примеры паяных соединений. Сварные конструкции, конструктивные элементы, оценка свариваемости металлов и сплавов, особенности видов сварки, точность изготовления, выбор баз, простановка размеров, шероховатость. Требования к заливке и пропитке изделий компаундами, пенопластами, лаками, маслами, конструктивные элементы изделий, рекомендации по выбору компаундов, лаков, масел. Требования к обеспечению автоматизации сборочно – монтажных работ, конструктивные элементы

Включение информации таблицы 3 в электронный справочник упростит обмен этой информацией между участниками жизненного цикла изделия и позволит эффективно использовать ее при проектировании и изготовлении изделий.

Целесообразно, на наш взгляд, разработать отдельный справочник, содержащий сведения из НД по ТКИ, с обеспечением возможности вывода этой информации в текстовые и табличные редакторы.

9. Выводы и предложения

9.1. Разработка и внедрение НД по ТКИ позволили:

- контролировать соблюдение в разрабатываемых изделиях установленных технологических норм и требований с учетом современного уровня развития техники, с привлечением к этой работе технологов серийных предприятий – будущих изготовителей создаваемого изделия;

- обеспечивать достижение в разрабатываемых изделиях заданных показателей технологичности, а также производить оценку технологичности разрабатываемого изделия путем сравнения его с прототипом;

- выявлять на ранних стадиях разработки наиболее рациональные способы изготовления изделия с учетом объема его выпуска.

9.2. Действующие НД по ТКИ подвергаются периодической проверке и актуализации на соответствие современному техническому уровню.

9.3. Для эффективного использования НД по ТКИ в условиях ИПИ – технологий предлагается:

- провести подготовку электронных версий документов при реализации результатов очередной проверки или при пересмотре НД в сроки, установленные в разделе 7;

- разработку электронных справочников проводить с учетом требований НД по ТКИ;

- рассмотреть вопрос о разработке самостоятельного электронного справочника, содержащего сведения из НД по ТКИ.

Литература

1. Алферова Т. К., Аминров Ю. Д., Волков П. Н. и др. Технологичность конструкций изделий. М.: Машиностроение, 1985.

2. Левин А. И., Судов Е. В. Концепция развития CALS – технологий в промышленности России. М.: НИЦ CALS – технологий «Прикладная логистика», 2002.

3. Стандарты ЕСТПП.