

**УДК 53.084.823**

## **АНАЛИЗ И ПОИСК СПОСОБОВ УЛУЧШЕНИЯ МЕТОДОВ ВЕДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

Иван Владимирович Литвинов

*Магистр 1 года,*

*кафедра «Технология машиностроения»*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: Р.В.Боярская,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения»*

Литературный обзор по теме «Анализ и поиск способов улучшения методов ведения технологической документации»

Темой данного обзора отечественная наука практически не занималась. Судя по всему, почему-то стандарты эти были приняты научным и профессиональным инженерным сообществом, как данность – следов какого-либо их обсуждения или размышлений на тему их изменения найти мне не удалось. Всё, что есть на данный момент – руководства по ведению существующей документации [1], представленные, как правило, в учебных пособиях, либо же очень немногочисленные статьи, преимущественно представляющие собой рекламные проспекты фирм, занимающихся разработкой и внедрением САД ТД [2]. Пример соответствующих статей:

«Несколько слов о ЕСТД. Единая Система Технологической Документации — комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения разработки, оформления, комплектации и обращения технологической документации, применяемой в производстве. Начало создания относится к концу 60-х годов.

Кроме важнейших функций: упорядочения и обеспечения безопасности производителей и потребителей, внедрение стандартов ЕСТД дает возможность использовать технологическую документацию как информационную базу автоматизированной системы управления производством.

Функциональность модуля ADEM CAPP в части поддержки ЕСТД, генерации объективных данных для систем управления предприятием, а также задач трудового нормирования, мы также неоднократно освещали в прессе.» [2]

Внедрение интегрированной САПР позволяет реализовать следующие возможности:

- разработка моделей изделия, получение электронной графической конструкторской документации (чертежи), получение электронной структурированной текстовой конструкторской документации (спецификации, ведомости) в соответствии со стандартами ЕСКД;
- разработка электронной технологической документации на основе электронной конструкторской документации в соответствии со стандартами ЕСТД;
- единое информационное пространство, включающее данные, структуру изделий и документы на изделия, единый ограничительный перечень стандартных изделий, материалов, сортамента и оборудования, ведение электронных архивов, проведение изменений в КД и ТД с выпуском электронных извещений об изменениях в соответствии со стандартами ЕСКД и ЕСТД, электронный документооборот, хранение историй и версий изделий;
- единая база данных для всех пользователей по материалам, сортаменту, стандартным изделиям, оборудованию и т.д.;
- гибкая настройка под стандарты предприятия (СТП).

Примером же текста из учебных пособий могут служить соответствующие главы из [1], или же статья [3], отрывок из которой я позволю себе привести ниже:

«Разработка всей технологической документации производится в соответствии с Единой системой технологической документации – ЕСТД, которая представляет собой комплекс государственных стандартов (серии 3), устанавливающих взаимосвязанные правила и положения, касающиеся порядка разработки, оформления и обращения технологической документации, разрабатываемой и применяемой в машиностроении.

Основное назначение стандартов ЕСТД заключается в установлении в организациях и на предприятиях единых правил оформления и обращения технологической документации.

Технологические документы оформляются в виде комплекта. Комплектом документов технологического процесса (операции) называют совокупность технологических документов, необходимых и достаточных для выполнения технологического процесса (операции).»

В учебных пособиях, как правило, разъясняется, что такое ЕСТД, зачем оно нужно, и иногда – как его заполнять. К ним же может быть отнесена соответствующая статья в Википедии [4].

Что-либо, относящееся к теме, удалось найти лишь в журнале CADmaster за апрель-июнь 2005 года. [5] Автор статьи «Размышления о документах, их форме и содержании» Чилингаров К.А. рассуждает о проблемах совмещения САД ТД с существующими стандартами ЕСТД. Автор статьи предлагает сохранить жёсткие нормативы только на документацию, используемую только при внешних сношениях предприятия с другими организациями, а для внутреннего пользования оставить вольный порядок ведения документации с исключением бумажного документооборота и ведения его только при помощи САД ТД (при этом, что характерно, для этих целей автор предлагает конкретную программу, так что статья, по видимому, в некоторой степени тоже носит рекламный характер). Более конкретных мер автор статьи не предлагает, конкретных предложений по изменению существующей документации не приводит.

Кроме того, в качестве литературы можно рассматривать сами ГОСТы на системы ЕСТД.

Однако, ГОСТы, как им и положено, лишь задают правила ведения документации, без какого-либо обоснования оных.

Исходя из данного литературного обзора, автор этих строк приходит к выводу, что тема «Анализ и поиск способов улучшения методов ведения технологической документации» разработана инженерной наукой мало; ей почему-то придают мало значения и рассматривают очень редко. Таким образом, могу позволить себе осмелиться предположить, что работа, выполненная по этой теме, может иметь некоторую практическую значимость и ценность.

## Введение

Каждый, работавший инженером-технологом на промышленном предприятии, неизбежно сталкивался с технологической документацией. Знакомство и продолжительные взаимоотношения с этим набором документов навряд ли оставили у кого-то тёплые воспоминания. Почему так получается и что нам с этим делать – есть предмет этой статьи.

Обоснование актуальности научной проблемы

Что раздражает нас в существующей документации больше всего? Пожалуй, многие ответят, что явная её избыточность и сложность заполнения. Инженер-технолог вынужден заносить в формы массу излишней, не нужной ни ему, ни кому-либо ещё информации; приведу несколько примеров, дабы яснее донести свою мысль до читателя.

Откроем обыкновенную маршрутно-операционную карту, приведённую мной в приложении к этой работе. Пожалуй, большая часть присутствующей в карте информации не нужна ни инженеру, ни рабочему, а нужна только нормировщику. Основное время, длина пути движения инструмента, скорость резания, размеры инструмента – всё это нужно только ему. Отметим далее, что инженер обязан указывать информацию, совершенно не нужную для работы на станках с ЧПУ: режимы резания и глубину резания, хотя эта информация уже есть в программе, как, кстати, и вышеупомянутые размеры инструмента (обязательно присутствуют в САМ-системе, но и при написании программы от руки правилом хорошего тона является указание параметров инструмента в комментариях) и путь инструмента. На расчёт этих

параметров и дублирование их из программы ЧПУ в маршрутно-операционную карту уходит время, возрастает вероятность ошибки. Для операций, проводимых на станках с ЧПУ, писать эти данные вовсе не обязательно – а ведь станки с ЧПУ сейчас составляют большую часть станков, а в будущем неизбежно полностью вытеснят универсальные. Более того, и в приведённом здесь технологическом процессе операции выполняются на фрезерном станке с ЧПУ. Загромождённость технологических карт лишними данными усложняет пользование ими, создаёт путаницу и трудности в понимании этих карт рабочими и инженерами. Также, ГОСТы предполагают ненужную строгость заполнения документации, которую в реальной жизни никто не соблюдает. Инженер вынужден точно указать обозначение конкретной инструментальной оправки, например, хотя оправки эти ломаются и теряются, а поиск конкретной указанной оправки на складе способен значительно замедлить время, потребное для технологической подготовки производства. В реальной жизни, как правило, либо рабочие в цехах подбирают оправку, похожую на указанную, либо же технолог попросту пишет присоединительные размеры инструмента и разъёма на станке, и рабочие берут оправку, подходящую к ним, как это имеет место быть в технологическом процессе реально производящейся на производстве детали в приложении. То же самое относится и ко многим другим тонкостям, вовсе не необходимым для составления рабочего технологического процесса, тонкостям, которые в реальной жизни инженеры имеют тенденцию не учитывать и опускать: конкретные номера конкретного мерительного инструмента, хотя можно указать просто необходимые параметры пробок и штангенциркулей, или же просто позволить отделу технологического контроля продемонстрировать свои профессиональные навыки и подобрать мерительный инструмент самим, исходя из документации, как это сейчас делает инженер-технолог, вписывая мерительный инструмент в технологическую карту, исходя из допусков, указанных на размер в конструкторской документации, хотя технолог, как правило не имеет профильного образования метролога (да и вообще метрологию не очень любит, как автор этих строк). Например, в представленном в приложении примере, наименования мерительного инструмента составляют 22,3% от всего количества оснастки при том, что поиск мерительного инструмента часто оказывается сложнее подбора прочих видов оснастки. Нет также никакой необходимости в составлении отдельных эскизов операций контроля, вроде эскиза на странице 10 – все контролируемые размеры можно контролировать, исходя из конструкторской документации. Вишенкой же на торте нерациональности устройства нынешней технологической документации является гостированность используемых в описании техпроцесса фраз. Поистине смешным является тот факт, что технолог вынужден выражать весь полёт своей мысли ограниченным набором фраз, не прибегая к полному набору коммуникационных возможностей великого и могучего русского языка, при том, что иногда действия, совершаемые в техпроцессе не укладываются в набор гостированных фраз ни коим образом. Как правило, в таких ситуациях инженер просто пишет так, чтобы было понятнее рабочему, не обращая внимание на ГОСТ.

#### Основы принятия технологического решения

При этом, не смотря на всю кажущуюся строгость и избыточность технологической документации, ГОСТами не включаются в неё действительно важные и нужные для инженера параметры. Отсутствует возможность контролировать технологическую наследственность, для промежуточного контроля качества, даже не снимая заготовку со станка, инженер вынужден писать отдельные контрольные операции. Отсутствует возможность давать пояснения и комментарии. Систематическая необходимость нарушать ГОСТы из-за их излишней строгости, инженер приобретает вредную привычку, и, будучи помножена на низкую грамотность некоторых инженеров, привычка эта приводит к значительным трудностям при технологической подготовке производства и при самом производстве. Не раз и не два встречал я порочную практику путаницы в определениях установка и операции. Многие инженеры убеждены, что операцией является обработка детали при её неизменном положении. Часто можно встретить в технологических документах набор последовательных операций, проводящихся на одном станке с минимальной переналадкой или без переналадки вовсе,

представляющих собой, по сути, обыкновенные установы. Невозможно понять, что хотят сказать авторы сих опусов, особенно, если авторы эти уже не работают на предприятии или техпроцесс давно не был в производстве, и никто не помнит, как оно было в оригинале – имели в виду автор последовательную обработку на одном станке, или же последовательную обработку детали на разных станках одной модели – несмотря на то, что первое более вероятно, последнее так же возможно из соображений снижения коэффициента закрепления операций в зависимости от серийности производства. Кстати, о серийности – её тоже существующие технологические документы никак не отображают. Конечно, есть разделение на маршрутную/маршрутно-операционную/операционную карты – но этого разделения совершенно недостаточно. В реальной жизни подавляющее большинство техпроцессов записывается в форме маршрутно-операционной карты: от мелкосерийного до крупносерийного производства. При этом серийность техпроцесса в нём никак не отражена, и будущим поколениям технологов придётся догадываться о серийности техпроцесса по воспоминаниям старожил и общей логике составления техпроцесса. Тот же представленный здесь технологический процесс производства Переходника может выполняться в самом широком спектре серийности. Ваш покорный слуга однажды работал с советскими техпроцессами конца 1970-х годов, составляя новые их редакции, и часто не мог понять, в какой степени нужно переделывать этот техпроцесс – старая серийность оставалась загадкой, и приходилось думать, насколько она отличается от того, чего требуют новые условия, и как старый техпроцесс стоит менять. Нельзя не отметить полное игнорирование современным ЕСТД принципов бережливого производства – никак их нельзя отразить в существующем технологическом процессе.

Определив проблемы, возникающие с технологической документацией, попробуем понять, что их вызвало. Посмотрим на список ГОСТов, составляющих современный ЕСТД [1]. Мы увидим, что ГОСТы эти создавались с 1974 по 1993 год, то есть, последние ГОСТы являются ровесниками автора. Все они создавались при СССР, кроме нескольких последних, но и те были созданы не так скоро после кончины союза социалистических республик. Советские ГОСТы были созданы в условиях другого государства и другой, плановой экономики. С одной стороны, в условиях СССР кадры легко перекидывались из одного отдела другой, из одной отрасли в другую, и инженеру-технологу частенько приходилось работать и нормировщиком, и метрологом. Этим можно объяснить отсутствие чёткого разделения документации и необходимости, по сути, выполнять работу друг друга. С другой стороны, плановая экономика требовала строгого учёта всего и вся, и ГОСТы были созданы под стать ей – крайне подробно регламентированные и детальные. Кроме того, в советской промышленности показатели себестоимости никогда не являлись определяющими, и поэтому многие показатели, с ней взаимосвязанные, отражающие серийность, наследование и т.д. в ЕСТД не вошли. Кроме причин экономических, существуют и причины технические. В момент создания ГОСТов в промышленности господствовали универсальные станки, а станки с ЧПУ были модной новинкой. Разумеется, ЕСТД полностью ориентирован на универсальное оборудование, которого с каждым годом становится всё меньше.

#### Выводы

Определив причины проблем и сами проблемы, осмелюсь предложить решения некоторых из них.

1) Необходимо значительно снизить строгость заполнения оснастки, инструмента и т.д. Для оснастки разумно записывать просто тип разъёма и присоединительные размеры, как это сделано в приведённом примере, для некоторого инструмента (например, для цилиндрических фрез на горизонтально-фрезерных станках, используемых для создания габаритных размеров детали и образмеривания свободных поверхностей, и т.д.) – тоже. Разумеется, не следует запрещать записывать всё этого в строгой форме, если того требуют условия производства (например, используются высокие режимы резания, и необходима конкретная инструментальная оснастка с высокими прочностными характеристиками), но основной

формой записи следует сделать ту, что обеспечивает максимальное удобство для большинства случаев и большинства типов производств. То же касается и мерительного инструмента – его вполне можно указывать примерно, просто обозначив размер, который нужно проконтролировать, и тип инструмента (пробка, нутромер, штангенциркуль и т.д.), или же вообще, в некоторых ситуациях, предоставить возможность выбора инструмента отделом технологического контроля. Эта мера, таким образом, сократила бы время на подбор оснастки на 22,3%.

2) Следует сократить число технологических документов, а создать один основной документ с опционально используемыми модулями – маршрутно-операционную карту с возможностью менее подробной записи для единичных техпроцессов и возможностью максимально подробной записи для массовых. Создав единый документ, мы увеличим степень стандартизации и унификации в технологической документации, уменьшим время на привыкание технолога к новой форме (так, технолог, работающий сейчас с маршрутно-операционными картами большую часть времени, часто попадает в неловкую ситуацию, оказываясь наедине с маршрутными и операционными картами) и, таким образом, уменьшим число ошибок при заполнении документации и уменьшим время технологической подготовки производства.

3) Для крупносерийного и массового производства следует предусмотреть возможность отражения в технологической документации принципов бережливого производства: описания организации рабочих мест, логистики технологического процесса, графиков производства для соблюдения принципов just-in-time и так далее. В принципе, стоит предусмотреть возможность использования некоторых элементов этих модулей и для производств с меньшей серийностью, скажем, описание рабочего места может помочь и им.

4) Записывать информацию о режимах и глубине резания, как и информацию для нормировщика, только для операций, производящихся на универсальном оборудовании. Для ЧПУ нормировщик может всё посмотреть в программе, а рабочему при работе на ЧПУ подобная информация и вовсе не нужна, а только будет вводить его в заблуждение.

5) Следует предусмотреть возможность отображения технологической наследственности в переходах, на которых производится обработка рабочих поверхностей детали. Следует дать технологу возможность указать качества, которые ожидается получить после того или иного перехода, параметры шероховатости и отклонения. Это позволит другому технологу, который возьмёт в руки техпроцесс, понять внутреннюю логику техпроцесса, понять, что можно изменить, а что трогать ни в коем случае нельзя, и т.д. Скажем, на данной детали производится процесс нарезания резьбы (G1/4-B), требующий определённой подготовки поверхности, и, соответственно, последовательной её обработки с соблюдением принципов наследования. Малоопытный инженер в будущем может при составлении новой редакции техпроцесса взять и заказать заготовку с заранее выполненными отверстиями и нарезать в них резьбу – и получить в итоге то, что не будет соответствовать конструкторской документации.

6) Обязательно необходимо добавить параметры серийности для техпроцесса: программу выпуска изделия, под которую был написан техпроцесс, опционально – коэффициент закрепления операций.

7) Внедрить жёсткое разделение на операции, установы и переходы, ужесточить определения данных понятий.

8) Отменить гостированность используемых в техпроцессе фраз, позволить инженеру писать подробно или коротко, в зависимости от конкретной ситуации. Так, в приведённом примере можно было бы написать не «Переустановить деталь согласно эскизу», а «Перевернуть деталь и установить согласно эскизу», что сделает инструкции более понятными.

9) Добавить возможность оставлять в техпроцессе комментарии и пояснения, которые технолог может оставить рабочему или другому инженеру, для объяснения тех или иных важных моментов, уточнения и оставления указаний. Думаю, многие со мной согласятся, что часто этого очень не хватает.

10) При написании программы ЧПУ в G-кодах обязать оставлять комментарии об инструменте.

Я искренне уверен, что реализация хотя бы нескольких из вышеозначенных десяти пунктов значительно снизит время технологической подготовки производства, время написания техпроцесса, освободит инженера от лишней работы и позволит ему сосредоточиться на любимом деле, а не на бумагах. Реализация же всех этих принципов сделает нашу технологическую документацию гораздо более гибкой и отвечающей современным техническим и экономическим реалиям.

### Литература

1. *Кондаков А.И.* Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Учебное пособие. — М.: КНОРУС, 2012. — 400 с.
2. [ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АДЕМ С ДРУГИМИ САД – СИСТЕМАМИ](http://www.adem.ru/press/atricles/2012-06-14/) [Электронный ресурс] //URL: <http://www.adem.ru/press/atricles/2012-06-14/> (дата обращения: 24.03.2016).
3. [Образовательный блог. Обеспечение технологичности конструкции изделий, ЕСТД. 22.02.2012](http://all4study.ru/proizvodstvo/obespechenie-technologichnosti-konstrukcii-izdelij.html) [Электронный ресурс] URL: <http://all4study.ru/proizvodstvo/obespechenie-technologichnosti-konstrukcii-izdelij.html> (дата обращения: 24.03.2016).
4. [Википедия. ЕСТД](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%A1%D0%A2%D0%94) [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%A1%D0%A2%D0%94> (дата обращения: 24.03.2016).
5. *Чилингаров К.А.* Размышления о документах, их форме и содержании // Журнал CADmaster – 2005, №2 (27) (апрель-июнь) – с. 26-29.