

ИНФОРМАЦИОННОЕ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 658.512.22:004.622

[https://doi.org/10.18503/2311-8318-2020-3\(48\)-59-64](https://doi.org/10.18503/2311-8318-2020-3(48)-59-64)

Логинов А.Ю.¹, Обабков И.Н.²

¹АО «ОКБ «Новатор», г. Екатеринбург

²Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ С ЗАГОТОВКАМИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ НА ЭТАПЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

В статье рассматриваются три варианта применения заготовок во время конструкторской подготовки производства, при которых заготовкой может являться покупной компонент, деталь или сборочная единица. Проводится анализ причин использования заготовок непосредственно во время конструкторской подготовки производства. Основной причиной использования в качестве заготовки покупного или стандартного элемента является попытка упрощения либо удешевления процесса производства. Использование в качестве заготовки сборочной единицы происходит с целью ускорения выпуска спецификации на этапе подготовки конструкторской документации. В статье рассказывается о правилах формирования состава в информационных системах предприятия для каждого из трёх типов используемых заготовок. Основным риском применения заготовок является разрыв в механизме оповещения об изменениях: изменения в заготовке необходимо так или иначе транслировать на элементы, порожденные от этой заготовки. Данный риск может быть нивелирован при помощи использования информационной системы класса PDM, отслеживающей все изменения, а также при помощи организации ассоциативной связи внутри применяемой PDM между элементом и его заготовкой. Описанный механизм ассоциативной связи применяется в PDM-системе собственной разработки «Состав изделия 2.0», эксплуатирующейся в АО «ОКБ Новатор» (г. Екатеринбург).

Ключевые слова: состав изделия, компоненты с заготовками, PDM, КПП, ЕСКД, электронный состав изделия.

ВВЕДЕНИЕ

Конструкторско-технологическая подготовка производства (КТПП) является наиболее важным этапом жизненного цикла машиностроительного изделия. От того насколько правильно организована КТПП, напрямую зависит качество выпускаемой продукции, её успех на рынке. Основная нагрузка при проведении КТПП возложена на конструкторские подразделения [1-3].

Конструкторская подготовка производства (КПП) представляет собой совокупность процессов и работ, направленных на разработку конструкторской документации для серийного изготовления новых и совершенствования выпускаемых изделий. В РФ конструкторская подготовка выполняется в соответствии с Единой системой конструкторской документации (ЕСКД) по ГОСТам серии 2.

Итогом КПП служит комплект конструкторской документации (КД), основными документами в котором являются чертеж выпускаемого изделия, а также спецификация, определяющая состав сборочной единицы.

В современном сквозном проектировании речь идет уже не о двухмерном чертеже, а о трехмерной модели сконструированной сборочной единицы или детали, представленной согласно ГОСТ Р 2.056-2014, ГОСТ Р 2.057-2019 [4-6]. При этом понятие состава всё равно остаётся актуальным. Ведь состав в дальнейшем используется для эффективной организации производства: для бесперебойного снабжения необходимыми материалами, для планирования и диспетчеризации [7-9].

Для последующего использования в информационных системах (ИС) состав сборочной единицы дол-

жен быть формализован.

В отличие от сборочной единицы деталь не имеет состава, а имеет лишь материал, из которого она изготавливается. Для таких деталей заготовки определяются на этапе технологической подготовки производства с учётом рекомендаций по выбору сортамента, которые могут быть указаны на чертеже.

Однако согласно ГОСТ 2.109-73 существует практика указания заготовок непосредственно в спецификации на сборочную единицу.

При использовании данной возможности на практике возникает ряд сложностей при работе со спецификациями и порожденными на их основании составами в ИС предприятия.

Данная статья посвящена описанию этих сложностей и указанию рекомендаций по их преодолению.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Согласно ГОСТ 2.102-2013 документом, определяющим состав сборочной единицы, комплекса или комплекта, является спецификация [10]. Согласно ГОСТ Р 2.106-2019 в спецификацию вносят составные части, входящие в специфицируемое изделие с указанием их количества на одно изделие в соответствующей графе [11] (см. **рис 1**).

Спецификация:					Порождённый состав:	
Код	Кол.	Обозначение	Материал	Кол.	Компонент	
		<i>Сборочные единицы</i>				
A2	1	ТТТ.000-10	Корпус	1	ТТТ.000-10 Корпус	
		<i>Детали</i>				
A4	2	ТТТ.000-1	Крышка	1	ТТТ.000-1 Крышка	
A4	3	ТТТ.000-2	Клапан	1	ТТТ.000-2 Клапан	
A4	4	ТТТ.000-3	Колонна	2	ТТТ.000-3 Колонна	

Рис. 1. Спецификация простейшей сборочной единицы и порождённый из неё состав

Состав такой сборочной единицы хорошо обрабатывается PDM-системами. Работа с электронной структурой изделия регламентируется ГОСТ 2.053-2013 [12].

В случае простейшей сборочной единицы состав представляет собой перечень входящих в сборочную единицу компонентов с указанными количествами.

Согласно ГОСТ 2.109-73 возможно вести разработку сборочных единиц и деталей на основании уже существующих [13]:

- покупных изделий;
- деталей;
- других сборочных единиц.

Основными причинами, побуждающими конструкторов использовать заготовки указанных типов, являются:

- стремление использовать доработанные покупные и стандартные изделия, что упрощает/удешевляет процесс производства;
- практика повторного использования ранее разработанных компонентов (в случае заготовок-деталей, заготовок-сборок);
- упрощение процесса согласования разработанных чертежей и спецификаций (в случае заготовок-деталей и заготовок-сборок);
- ускорение выпуска спецификации в случае минимального изменения сборочной единицы (не надо переносить полностью состав, достаточно сослаться на заготовку-сборку и указать необходимые доработки). В этом случае спецификация получается в разы короче.

Основными минусами использования заготовок на этапе конструкторской подготовки производства являются:

- сложности при проведении конструкторских извещений об изменениях. При возникающих изменениях в сборочной единице или детали, которые служат заготовкой необходимо провести извещения как в них, так и каким-то образом инициировать проведение извещений во всех элементах, для которых данные сборочная единица и деталь являются заготовкой;
- слабая отработка сценария использования заготовок на этапе конструкторской подготовки в информационных системах, представленных на российском рынке.

Применение в качестве заготовки стандартного элемента или покупного изделия является самым простым случаем. В выпускаемой спецификации он указывается так, как представлено на **рис. 2**.

При этом в составе данный случай учитывается как две записи: деталь и стандартный элемент, использованный в качестве заготовки. Согласно составу, для производства сборочной единицы нам необходимо закупить указанный стандартный элемент и изготовить его по чертежу соответствующей детали. В чертеже детали также напрямую указано, что стандартный элемент является для неё заготовкой.

Спецификация на ДДД.000:

				Детали	
A2	1	ДДД.000-1	Втулка	1	
				Стандартные изделия	
	-	777.822.007	Втулка ОСТ 4Г.0822.007	1	
				(Заготовка для ДДД.000-1)	

Порождённый состав для ДДД.000

Компонент	Кол.
Втулка ДДД.000-1	1
Втулка ОСТ 4Г.0822.007	1

Рис. 2. Заготовка в виде стандартного изделия и порождаемый в этом случае состав

Случай, когда покупное изделие является элементом нормативно-справочной информации и является стандартным, подразумевает очень редкое его изменение – государственные и отраслевые стандарты меняются крайне редко.

Если покупное изделие не является стандартным, то извещения об изменениях (ИИ) на него приходят от предприятия-изготовителя и обрабатываются таким же способом, как ИИ на изменение заготовок-деталей и заготовок сборочных единиц.

Применение в выпускаемой спецификации в качестве заготовки детали указывается так, как представлено на **рис. 3**.

При этом в чертеже используемой детали напрямую указано, что деталь-заготовка является для неё заготовкой.

Обычно такой механизм применяется для использования деталей, по разным причинам скопившихся на складе предприятия после их доработки.

Аналогично предыдущему случаю в составе данный случай учитывается как две записи: сама деталь и деталь, использованная в качестве заготовки.

В этом случае при загрузке состава сборочной единицы в ERP-систему должны быть учтены два варианта:

- деталь-заготовка уже произведена, находится на складе (не требуется ни материальных, ни временных ресурсов на её производство);
- деталь-заготовка ещё не произведена, требуются материалы и иные ресурсы для её производства.

Решение о выборе одного из двух вариантов производства принимается на уровне ERP-системы [14, 15].

В данном случае необходимо отслеживать ИИ, приводящие к изменениям в детали-заготовке и предпринимать действия по модификации сборочных единиц и деталей, для которых данная деталь является заготовкой.

Наиболее сложный случай возникает тогда, когда в качестве заготовки выступает сборочная единица, обладающая самостоятельным составом.

При этом доработка сборочных единиц осуществляется с видоизменением состава: добавлением или удалением некоторых компонентов или же с изменением их количеств (**рис. 4**).

Если в состав сборочной единицы добавляются компоненты, то они размещаются под заголовком «Вновь установленные составные части» с количеством, соответствующим добавленному по сравнению со сборочной единицей заготовкой. Если из состава сборочной единицы исключаются компоненты, то они размещаются под заголовком «Снятые составные части» с количеством, соответствующим убранному по сравнению со сборочной единицей заготовкой.

Спецификация на сборочную единицу ДДД.000:

				Детали	
A2	1	ДДД.000-1	Втулка	1	
A2	-	ДЗ.000-1	Втулка (Заготовка для ДДД.000-1)	1	

Порождённый состав для ДДД.000

Компонент	Кол.
Втулка ДДД.000-1	1
Втулка ДЗ.000-1	1

Рис. 3. Заготовка в виде детали и порождаемый в этом случае состав

Как видно из примера на **рис. 4**, состав сборочной единицы, порождаемый в этом случае, включает в себя состав заготовки-сборочной единицы с изменениями, описанными в спецификации.

Если какие-то компоненты добавлены в сборочную единицу, то их количество в составе будет равно сумме количества этих компонентов в сборочной единице-заготовке и количества данного компонента, указанного в разделе «Вновь установленные составные части».

Если же какие-то компоненты полностью исключены из спецификации, то они не попадают в состав. Если же компонент исключён не полностью, а частично, то он будет переходить в состав с количеством, равным своему количеству в сборочной единице заготовки, минус количество, указанное в разделе «Снятые составные части».

Для отслеживания изменений в заготовке-детали и заготовке-сборке наиболее подходящим инструментом является PDM-система. В ней необходимо организовать специальную ассоциативную связь [16], соединяющую эти компоненты-заготовки с порожденными на их основе деталями и сборочными единицами (см. **рис. 5**).

В случае модификации заготовки PDM-система должна автоматически сообщать об изменениях во все порожденные компоненты. Дальнейшая обработка таких сообщений может быть выполнена в соответствии с бизнес-процессами, принятыми на конкретном машиностроительном предприятии [17, 18].

Спецификация сборочной единицы-заготовки ЗГ.000					Порожденный состав:	
			Сборочные единицы		Компонент	Кол.
					ЗГ.000-10 Корпус	1
A2	1	ЗГ.000-10	Корпус	1	ЗГ.000-1 Крышка	1
					ЗГ.000-2 Клапан	1
			Детали			
A4	2	ЗГ.000-1	Крышка	1		
A4	3	ЗГ.000-2	Клапан	1		

Спецификация сборочной единицы СБ.000					Порожденный состав:	
			Сборочные единицы		Компонент	Кол.
					ЗГ.000-10	1
A4		ЗГ.000	(Насос Заготовка для СБ.00)	1	ЗГ.000-1	1
			Снятые составные части		ТТТ.000-2 Клапан	1
			Детали			
A4	3	ЗГ.000-2	Клапан	1		
			Вновь установленные составные части			
			Детали			
A4	3	ТТТ.000-2	Клапан	1		

Рис. 4. Заготовка в виде сборки и порождаемый в данном случае состав

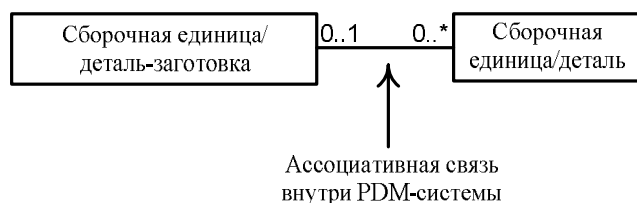


Рис. 5. Ассоциативная связь для отслеживания изменений

Существуют два варианта обработки составов при изменении сборки-заготовки:

– составы порождённых сборочных единиц меняются в PDM-системе вручную сотрудниками, ответственными за эти сборочные единицы, при получении соответствующих оповещений, возможно преобразованных в задания на исполнение;

– составы меняются автоматически, при условии того, что не происходит коллизий, связанных с изменениями в компонентах, упомянутых в сборочной единице, имеющей заготовку.

При изменении количества компонента в составе сборочной единицы заготовки (увеличении или уменьшении) во всех порождённых сборочных единицах происходит увеличение или уменьшение количества данного компонента ровно на эту же величину.

При этом спецификации сборочных единиц изменяются более сложным образом:

1. Если компонент, у которого изменилось количество, не располагается в «Снятых составных частях» и «Вновь установленных составных частях», то изменение спецификации сборочной единицы, имеющей заготовку, не происходит.

2. Если компонент, у которого изменилось количество, располагается в разделе «Снятые составные части», то:

– если количество в сборке-заготовке увеличилось (например, было 5, стало 7), то в порождённой сборке снимается больше компонентов на величину увеличения количества;

– если количество в сборке-заготовке уменьшилось (например, было 5, стало 3), то спецификации на порождённую сборку снимается меньшее количество компонентов (на величину уменьшения количества). При этом раздел «Снятые составные части» может совсем исчезнуть, если количество снимаемых компонентов уменьшится до 0.

3. Если компонент, у которого изменилось количество, располагается в разделе «Вновь установленные составные части», то:

– если количество в сборке-заготовке увеличилось (например, было 5, стало 7), то устанавливается меньше компонентов (на величину увеличения количества). При этом раздел «Вновь установленные составные части» может совсем исчезнуть из порождённой спецификации, если количество устанавливаемых компонентов уменьшится до 0;

– если же количество в сборке-заготовке уменьшилось (например, было 5, стало 3), то в порождённой спецификации устанавливается большее количество компонентов (на величину уменьшения количества).

При работе с составами сборочной единицы с заготовкой необходимо также учесть, что до внесения необходимых изменений выгрузка состава сборочной единицы, у которой была изменена заготовка, в ERP-систему должен быть запрещён, так как состав в этом случае считается недостоверным.

Как уже было сказано выше, несмотря на все сложности, возникающие при использовании заготовок во время конструкторской подготовки производства, конструкторы при разработке изделий пользуются всеми тремя описанными типами заготовок: заготовка-покупной элемент, заготовка-деталь, заготовка-

сборочная единица.

В табл. 1 представлены данные о процентном отношении случаев применения таких заготовок к общему числу деталей и сборок на опытном машиностроительном предприятии ОКБ «Новатор» (г. Екатеринбург).

Первые два столбца показывают отношение случаев применения заготовок соответствующих типов к общему числу деталей, третий столбец – к общему числу сборочных единиц.

Примечательно, что случаев применения сборочных единиц в качестве заготовок даже больше, чем случаев применения деталей и покупных элементов.

После опроса конструкторов удалось установить, что использование сборочных единиц в качестве заготовок в основном производится для ускорения выпуска КД. При этом, как правило, в качестве сборочной единицы-заготовки используется достаточно крупный узел, состав которого насчитывает 250-400 компонентов.

Высокий процент использования сборок с заготовками характерен именно для опытного машиностроительного предприятия, где конструкторскую подготовку надо провести в самые короткие сроки.

В ОКБ «Новатор» при работе со сборками с заготовками в виде сборочных единиц используется упрощённый механизм работы с составами, при котором все изменения в сборке-заготовке транслируются в порождённую сборочную единицу непосредственно при их регистрации в системе.

Данный подход не позволяет полностью сымитировать цикл отработки извещений на изменение состава, проводимый конструкторами. Однако он позволяет решить основную проблему, возникающую при работе с составами сборок с заготовками: трансляция изменений в заготовке на элементы, порожденные от этой заготовки.

Следует отметить, что в современных российских PDM-системах, работа с составом компонентов, имеющих заготовки, реализована лишь частично (см. табл. 2).

Таблица 1

Количество сборок и деталей с заготовками различных типов

Заготовка-покупной элемент	Заготовка-деталь	Заготовка-сборочная единица
0,08%	0,33%	2,25%

Таблица 2

Работа с составом компонентов, имеющих заготовки в российских PDM

Информационная система	Виды заготовок		
	Покупной	Деталь	Сборочная единица
Лоцман (АСКОН)	Да	Да	Нет
T-FLEX PDM (ТОП-Системы)	Да	Да	Да*
IPS (Интермех)	Да	Да	Да*
1С: PDM (1С, Аппиус)	Да	Да	Нет

Работа со сборочными единицами, являющимися заготовками в системах T-FLEX PDM компании «Топ Системы» и IPS компании «Интермех», возможна после серьёзной доработки стандартной конфигурации.

При рассмотрении ГОСТ 2.055-2014 [19], задающего правила построения электронной спецификации, обнаруживается, что там нет упоминаний об элементах с заготовками. Нет упоминаний о таких элементах и в ГОСТ 2.053-2013, описывающем электронную структуру изделия. ГОСТ Р 2.056-2014, описывающий электронную модель детали и ГОСТ Р 2.057-2019, задающий правила построения электронной модели сборочной единицы, также не содержат информации об элементах с заготовками, указываемыми на этапе КПП.

Отсюда можно сделать вывод, что случай использования заготовок на этапе КПП не формализован для электронных представлений КД и моделей детали и сборочной единицы. Возможно, это будет сделано в дальнейшем или же использование таких заготовок будет вовсе исключено.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно ЕСКД существуют три варианта применения заготовок при КПП, при которых заготовкой может являться покупной компонент, деталь или сборочная единица. Все эти три случая используются конструкторами для ускорения выпуска КД при проектировании. Самым сложным случаем является использование в качестве заготовки другой сборочной единицы – тут происходит работа с составом.

Основным риском при применении заготовок в КПП является разрыв в механизме оповещения об изменениях: изменения в заготовке необходимо так или иначе транслировать на элементы, порожденные от этой заготовки.

Данный риск может быть нивелирован при помощи ИС класса PDM, отслеживающей все изменения, при помощи организации ассоциативной связи между элементом и его заготовкой.

Однако стандартные конфигурации в большинстве существующих PDM-системах не имеют настроенного механизма для работы с этим сценарием. Их необходимо доработать.

Кроме того, стандарты ЕСКД на электронное представление конструкторских документов и моделей деталей и сборочных единиц не имеют механизмов описания заготовок всех трёх указанных типов.

Несмотря на указанные сложности, описанный подход используется с 2006 года в системе «Состав изделий» в АО «ОКБ „Новатор”» (г. Екатеринбург) для хранения информации о составах сборочных единиц с заготовками в виде деталей, покупных изделий или других сборочных единиц.

На информационную систему получено свидетельство о регистрации программы для ЭВМ [20], выпущен официальный акт о внедрении. Опыт применения данного подхода (с небольшими доработками) в АО «ОКБ „Новатор”» признан успешным [21].

В настоящее время идёт доработка информационной системы. В частности, происходит разработка специального механизма, позволяющего при работе с заготовками иметь возможность накопления изменений в составе сборки-заготовки, с последующей трансляцией их в порождаемую сборочную единицу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быков А.В. Автоматизация КТПП в машиностроении: проблемы и решения // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2005. №4. С. 53-57.
2. Скоробогатов А.С., Кобзев В.В. КТПП для обеспечения деятельности машиностроительных предприятий в рамках индустрии 4.0 // Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2018): сб. науч. тр. XXI Российской научной конференции. В 2-х т. М., 2018. С. 119-124.
3. Жуков Д. Intermech Professional Solutions – современное решение для информационной поддержки процессов КТПП // САПР и графика. 2011. №12. С.65-67.
4. Романова Е.Б. Системы автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. 2004. №14. С.265-271.
5. ГОСТ Р 2.056-2014. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронная модель детали. Общие положения. М.: Стандартинформ, 2018. 12 с.
6. ГОСТ Р 2.057-2019 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронная модель сборочной единицы. Общие положения. М.: Стандартинформ, 2019. 16 с.
7. Цырков Г.А., Ермохин Е.А., Цырков А.В. Программно-методические средства формирования технологического состава сложных технических систем // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2015. №2. С. 32-40.
8. Сергеева Е.П., Сергеева И.И. ERP-системы как основа конкурентного бизнеса // Вестник ОрелГИЭТ. 2015. №3(33). С. 81-85.
9. Полянсков Ю.В., Кондратьева А.С., Черников М.С., Блюменштейн А.А. Интеграция САПР-, PDM-, ERP-систем в единое информационное пространство производственного предприятия // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т.15. №4-3. С. 628-633.
10. ГОСТ 2.102-2013. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Виды и комплектность конструкторских документов. М.: Стандартинформ, 2014. 13 с.
11. ГОСТ Р 2.106-2019. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Текстовые документы. М.: Стандартинформ, 2019. 36 с.
12. ГОСТ 2.109-73. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Основные требования к чертежам. М.: Стандартинформ, 2007. 30 с.
13. ГОСТ 2.053-2013. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронная структура изделия. Общие положения. М.: Стандартинформ, 2014. 12 с.
14. Шабалкин Д.Ю. Интеграция полиплатформенных автоматизированных подсистем различной функциональности в единое информационное пространство жизненного цикла изделия авиационной техники // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. Т.14. №4(2). С. 545-549.
15. Михайлов В.Г. О подходах к созданию интегрированной информационной системы PDM-ERP // Системный анализ и прикладная информатика. 2016. № 2. С. 17-24.
16. Фаулер Мартин UML. Основы. Краткое руководство по стандартному языку объектного моделирования. М.: Символ-Плюс, 2018. 192 с.
17. Кузнецова В., Сергеев А., Сердюк А.И., Попов А. Совершенствование процесса изготовления сложных изделий с использованием PDM-систем: учеб. пособие. Оренбург: ОГУ, 2013. 144 с.
18. Ширяев Н. Некоторые тенденции развития PLM-технологий // САПР и графика. 2011. № 12. С. 21-23.
19. ГОСТ 2.055-2014. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронная спецификация. Общие положения. М.: Стандартинформ, 2019. 16 с.
20. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ №2018661868. Программа управления конструкторской и технологической информацией об изделии на машиностроительном предприятии (Программа «Состав изделий v.2») / Логинов А.Ю., Вольман Д.В., Розенбаум А.Е.; Правообладатель АО «ОКБ «Новатор»; заявл. 27.06.2018, опублик. 20.09.2018.
21. Логинов А.Ю., Вольман Д.В., Розенбаум А.Е. Организация единого информационного пространства сбора и обработки конструкторско-технологической информации об изделиях на базе информационных систем собственной разработки // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2012. №3 (262). С. 24-26.

Поступила в редакцию 23 июля 2020 г.

INFORMATION IN ENGLISH

USING COMPONENTS HAVING WORKPIECES IN INFORMATION SYSTEMS DURING PRODUCTION PREPARATION

Alexander Yu. Loginov

Chief of Department, Software Development Department, Novator Design Bureau, Yekaterinburg, Russia.

E-mail: loginovayu@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1082-1991>.

Pyra N. Obabkov

Ph.D. (Engineering), Associate Professor, Director of Engineering School of Information Technologies Telecommunications and Control Systems, Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7410-2822>.

The article considers three options for the using of non-raw material workpieces during design preparation of the production, in which the workpiece can be a purchased component, a part or an assembly unit. The authors carried out the analysis of the reasons for using such workpieces during design preparation. The main reason for using a purchased component or a standard unit as workpieces is simplifying the production process or decreasing price of the production. The main reason of using of an assembly unit as a non-raw material workpiece is decreasing the time of making specification document during design preparation. Also, the article describes the rules for the composition formation in the enterprise information systems for each of these three options.

The main risk of using such workpieces is a gap in the mechanism of notification changes. Changes in the workpiece must be transmitted somehow to the elements generated from it. This risk can be mitigated with the help of a PDM information system that monitors all changes by organizing an associative relationship between the element and its workpiece. The described mechanism used in PDM is named “Product composition 2.0” at Novator Design Bureau, Yekaterinburg.

Keywords: components having workpieces, production preparation, PDM, composition of product, USDD, electronic structure.

REFERENCES

1. Bykov A.V. Automation of design and technological preparation for production in mechanical engineering: problems and solutions. *Informatsionnye tekhnologii v proektirovanii i proizvodstve* [Information technologies in design and production], 2015, no. 4, pp. 53–57. (In Russian)
2. Skorobogatov A.S., Kobzev V.V. Design and technological preparation of production to ensure the processes of machine-building enterprises within industry 4.0. *Inzhiniring predpriyatiy i upravlenie znaniyami (IP&UZ-2018). Sbornik nauchnykh trudov XXI Rossiyskoy nauchnoy konferentsii* [Enterprise Engineering and Knowledge Management (IP & UZ-2018). Proceedings of the XXI Russian scientific conference]. 2018. In 2 volumes. Moscow, 2018, pp. 119-124. (In Russian)
3. Zhukov D. Intermech Professional Solutions – a modern solution for information support of the processes of design and technological preparation of production. *SAPR i grafika* [CAD and graphics]. 2011, no. 12, pp. 65-67. (In Russian)
4. Romanova E.B. Automation systems for design and technological preparation of production. *Nauchno-tekhnicheskiy vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta informatsionnykh tekhnologiy, mekhaniki i optiki* [Scientific and Technical Bulletin of the St. Petersburg State University of Information Technologies, Mechanics and Optics]. 2004, no. 14, pp. 265-271. (In Russian)
5. GOST R 2.056-2014. Unified system for design documentation. Digital part model. General principles. Moscow, Standartinform Publ., 2018. 12 p. (In Russian)
6. GOST R 2.057-2019. Unified system for design documentation. Digital assembly model. General principles. Moscow, Standartinform Publ., 2019. 16 p. (In Russian)
7. Tsyrov G.A., Ermohin E.A., Tsyrov A.V. Software and methodological tools for the formation of the technological composition of complex technical systems. *Informatsionnye tekhnologii v proektirovanii i proizvodstve* [Information technologies in design and production]. 2015, no. 2, pp. 32-40. (In Russian)
8. Sergeeva E.P., Sergeeva I.I. ERP as a base of competitive business. *Vestnik OrelGIET* [News of OrelGIET]. 2015, no. 3(33), pp. 81-85. (In Russian)
9. Polyanskov Yu.V., Kondratjeva A.S., Chernikov M.S., Blumshstein A.A. CAPP, PDM, ERP integration in unified information space. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* [News of Samara Research Center of the Russian Academy of Sciences], 2013, vol. 15, no. 4-3, pp. 628-633. (In Russian)
10. GOST 2.102-2013. Unified system for design documentation. Types and sets of design documentation. Moscow, Standartinform Publ., 2014. 13 p. (In Russian)
11. GOST R 2.106-2019. Unified system for design documentation. Textual documents. Moscow, Standartinform Publ., 2019. 36 p. (In Russian)
12. GOST 2.109-73. Unified system for design documentation. Basic requirements for drawings. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 30 p. (In Russian)
13. GOST 2.053-2013. Unified system for design documentation. Product electronic structure. General principles. Moscow, Standartinform Publ., 2014. 12 p. (In Russian)
14. Shabalkin D.Yu. Integration of multi-platform automated subsystems of various functionality into a single information space of the life cycle of an aircraft. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra* [Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 2012, vol. 14, no. 4(2), pp. 545-549. (In Russian)
15. Mikhailov V.G. Approaches to creating an integrated PDM-ERP information system. *Sistemnyi analiz i prikladnaya informatika* [System analysis and applied informatics], 2012, no. 2, pp. 17-24. (In Russian)
16. Fauler M. *Osnovy. Kratkoe rukovodstvo po standartnomu yazyku obyektogo modelirovaniya* [UML basics. A quick reference to the standard object modeling language]. Moscow: SymbolPlus, 2018, 192 p. (In Russian)
17. Kuznetsova V., Sergeev A., Serdyuk A., Popov A. *Sovershenstvovanie protsesssa izgotovleniya slozhnykh izdeliy s ispolzovaniem PDM-sistem: uchebnoe posobie* [Improving the manufacturing process of complex products using PDM systems: a tutorial]. Orenburg: OGU, 2013. (In Russian)
18. Shyryaev N. Some trends in the development of PLM technologies. *SAPR i grafika* [CAD and graphics], 2011, no. 12, pp. 21-23. (In Russian)
19. GOST 2.055-2014. Unified system for design documentation. Electronic specification. Moscow, Standartinform Publ., 2019. 16 p. (In Russian)
20. Loginov A.Yu., Volman D.V., Rozenbaum A.E. Information system for handling production design and technological information at mechanical plant (“Production composition v.2”). Software registration, no. 2018661868, 2018.
21. Loginov A.Yu., Volman D.V., Rozenbaum A.E. Organization of a unified information space for managing design and technological information about products based on proprietary information systems. *Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: kompyuternye tekhnologii, upravlenie, radioelektronika* [News of South-Urals State University. Computer science, management, radio electronic systems], 2012, no. 3 (262), pp. 24-26. (In Russian)

Логинов А.Ю., Обабков И.Н. Представление компонентов с заготовками в информационных системах на этапе конструкторской подготовки производства // *Электротехнические системы и комплексы*. 2020. № 3(48). С. 59-64. [https://doi.org/10.18503/2311-8318-2020-3\(48\)-59-64](https://doi.org/10.18503/2311-8318-2020-3(48)-59-64)

Loginov A.Yu., Obabkov I.N. Using Components Having Workpieces in Information Systems During Production Preparation. *Elektrotekhnicheskie sistemy i komplekсы* [Electrotechnical Systems and Complexes], 2020, no. 3(48), pp. 59-64. (In Russian). [https://doi.org/10.18503/2311-8318-2020-3\(48\)-59-64](https://doi.org/10.18503/2311-8318-2020-3(48)-59-64)