

УДК 65.011.56:004.9

СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТОМ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

И. В. Шевченко, С. С. Кочергина

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: s230389@rambler.ru

В результате анализа специфики функционирования машиностроительных предприятий Украины рыночной экономики и использования в этой сфере ИТ-технологий определена необходимость в разработке специализированных подсистем, решающих функциональные задачи поиска необходимой конструкторской, технологической документации и норм расхода материалов для просмотра, анализа, корректировки, контроля, проверки на технологичность, определения межцеховых технологических маршрутов, объемов подготовки производства и т.п. В рамках решения этих проблем разработана структурная модель технологии управления документооборотом для технологической подготовки производства для ПАО «Кременчугский завод дорожных машин».

Ключевые слова: технологическая подготовка производства, документооборот, структурный элемент технологии, структурная модель управления документооборотом.

СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ ДОКУМЕНТООБІГОМ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВА НА МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

І. В. Шевченко, С. С. Кочергіна

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: s230389@rambler.ru

У результаті аналізу специфіки функціонування машинобудівних підприємств України ринкової економіки та використання в цій сфері ІТ-технологій визначено необхідність у розробці спеціалізованих підсистем, що вирішують функціональні завдання пошуку необхідної конструкторської, технологічної документації та норм витрат матеріалів для перегляду, аналізу, коригування, контролю, перевірки на технологічність, визначення міжцехових технологічних маршрутів, обсягів підготовки виробництва і т.п. У рамках вирішення цих проблем розроблено структурну модель технології управління документообігом для технологічної підготовки виробництва для ПАТ «Кременчуцький завод дорожніх машин».

Ключові слова: технологічна підготовка виробництва, документообіг, структурний елемент технології, структурна модель управління документообігом.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ. В условиях рыночной экономики промышленному предприятию необходимо быстро реагировать на изменения маркетинговой ситуации, оперативно осваивать выпуск новых изделий и постоянно повышать конкурентоспособность выпускаемой продукции. При этом для повышения конкурентоспособности продукции необходима оперативная реакция на требования постоянных и новых заказчиков по изменению конструктивных характеристик и улучшению качества изготавливаемых изделий, на сокращение сроков подготовки производства, на увеличение производительности труда [1].

Как известно, длительность жизненного цикла изделия определяется четырьмя основными этапами: проектированием изделия, подготовкой производства, изготовлением и эксплуатацией [2]. В общей цепи жизненного цикла изделия технологическая подготовка производства (ТПП) играет важнейшую роль. Скорость, полнота и качество решения задач ТПП напрямую влияют на эффективность производства и, соответственно, на эффективность деятельности предприятия в целом. Поэтому в настоящее время одним из перспективных направлений обеспечения конкурентоспособности предприятия является повышение эффективности технологической подготовки производства выпускаемых

изделий, т.е. ускорение всех работ, связанных с ТПП.

Необходимость повышения эффективности ТПП объясняется еще и тем, что трудоемкость технологического проектирования обычно в несколько раз превышает трудоемкость машиностроительного конструирования, а сам этот процесс сопровождается подготовкой больших объемов документации [3]. К тому же, в условиях индивидуализации заказов растет и часто меняется номенклатура изделий, выпускаемых предприятием.

Таким образом, перед предприятиями Украины, активизирующими сегодня свое производство, ставятся задачи ускоренной разработки технологической документации. Степень проработанности и форма представления её должна соответствовать гарантиям качества выпускаемой продукции и требованиям ГОСТов, действующих в стране, а также международным стандартам.

В связи с этим особую актуальность приобретает вопрос о необходимости внедрения автоматизированной системы ТПП на таком крупном машиностроительном предприятии, как ПАО «Кременчугский завод дорожных машин».

Использование ИТ-технологий является одним из немногих технологически и экономически выгодных способов повышения эффективности промышленных

предприятий: повышение производительности труда и обеспечение гибкости производства при выпуске широкой номенклатуры продукции, в частности малыми сериями или даже в единичных экземплярах, что на данный момент очень актуально на машиностроительных предприятиях Украины и, в частности, на ПАО «Кременчугский завод дорожных машин». Подготовка производства преимущественно связана с движением и преобразованием информации и документов. Но локальное выполнение этой задачи на отдельных рабочих местах конструктора и технолога фактически не дает эффекта, если не выполнена организация взаимодействия инженерного персонала по разработке и изготовлению изделия. Такое взаимодействие однозначно приводит к уменьшению времени согласований между этапами, уменьшению количества возвратов полученных решений для дополнительной корректировки и, наконец, к переходу от последовательного метода выполнения этапов к параллельному.

Однако с появлением электронной документации проблемы автоматизации процессов технологической подготовки производства остались нерешенными при существующих объемах документооборота. Поставщики программных продуктов предоставляют предприятиям только «скелет» инструментальных средств, а непосредственной разработкой специализированных подсистем предприятия должны заниматься сами, что достаточно затруднительно, так как программистам необходимо сначала изучить весь технологический процесс производства до мельчайших деталей, разработать модели, методы, способы, связывающие все процедуры воедино и только затем разработать программный продукт, решающий хотя бы часть указанных выше проблем.

Целью данной работы является создание структурной модели технологии управления документооборотом ТПП, на примере машиностроительного предприятия ПАО «Кременчугский завод дорожных машин», для реализации специализированных подсистем, решающих функциональные задачи поиска необходимой конструкторской, технологической документации и норм расхода материалов для просмотра, анализа, корректировки, контроля, проверки на технологичность, определения межцеховых технологических маршрутов, объемов подготовки производства и т.п.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. В рамках решения этих проблем, для проведения исследования функциональных характеристик ТПП машиностроительного предприятия ПАО «Кременчугский завод дорожных машин» разработана функциональная модель в нотации IDEF0 [4, 5], позволяющая описать архитектуру среды моделируемой системы. Эта среда включает системы организации и технологии, которые должны работать совместно для достижения общей цели производственной системы. Модель представляет собой серию диаграмм с сопроводительной документацией, разбивающих сложный процесс ТПП на составные части. Диаграмма верхнего уровня является наиболее

общим описанием всей системы. Составляющие функциональных блоков раскрыты более подробно на диаграммах следующих уровней вплоть до уровня, необходимого для видения полной картины конструкторского и технологического документооборота. На диаграмме показана взаимосвязь отделов и потоки информации при разработке и внесении изменений в конструкторскую документацию (КД), технологическом контроле КД и внесении в неё изменений по требованиям технологов.

На втором этапе разработана структурная модель технологии управления документооборотом для технологической подготовки производства на машиностроительном предприятии, которая включает в себя следующие структурные элементы [6, 7]:

- организация и управление процессом ТПП (A_1);
- разработка КД или составление извещения об изменении КД (A_2);
- разработка ТД или составление извещения об изменении ТД (A_3);
- обеспечение технологичности конструкции изделия (A_4);
- планирование, изготовление, контроль качества изготовления и внедрения технологической оснастки (A_5, A'_5);

Тогда структурную модель технологии управления документооборотом для ТПП можно представить короткежем:

$$A_0 = \left\langle A_1(D_d, D_{a1}), A_2, A_3, A_4, A_5, A'_5 \right\rangle,$$

где D_d – договор на изготовление изделия; D_{a1} – акт о готовности ТПП.

Каждый структурный элемент технологии можно задать с помощью входной (D_{ex}), выходной ($D_{вых}$) документации, корректировкой информационной базы (КИБ) и внутренних структурных элементов A_{ij} , где i – порядковый номер основного структурного элемента, j – внутреннего. Тогда модель структурных элементов управления технической документации можно представить в виде:

- 1) «Организация и управление процессом ТПП»:

$$A_1 = \begin{cases} D_{ex} = \langle D_d \rangle \\ D_{вых} = \langle D_{np1}, D_{nn1}, D_{nn2}, D_{nc1}, D_{nc2} \rangle \\ A_{11} \\ A_{12} \end{cases}$$

D_{np1} – приказ на проведение ТПП по предприятию; D_{nn1} – проект приказа на подготовку производства опытного образца изделия; D_{nn2} – проект приказа на подготовку серийного производства; D_{nc1} – перечень последовательности и сроков выполнения работ по ТПП с учетом особенностей конструкции изделия, условий договора на его изготовление и поставку, планируемый объем выпуска;

$D_{пч2}$ – перечень ответственных подразделений; A_{11} – контроль выполнения работ по ТПП в КБ; A_{12} – контроль выполнения работ по ТПП в ОГТ.

Раскрывая внутренние структурные элементы «контроль выполнения работ по ТПП в КБ» (A_{11}) и «контроль выполнения работ по ТПП в ОГТ» (A_{12}), получаем следующие входящие и выходящие документы:

$$A_{11} = \left\{ \begin{array}{l} D_{вх} = \langle D_{\partial} \rangle \\ D_{вых} = \langle D_{КИ}, КД_{КК}, КД_{\partial 1}, D_{\partial \partial} \rangle \end{array} \right\},$$

$$A_{12} = \left\{ \begin{array}{l} D_{вх} = \langle D_{пч 1} \rangle \\ D_{вых} = \langle D_{сч 1} (D_{\partial з .ср}), D_{пр 1} (D_{\partial з .тех}, D_{КИ}), \\ \left\{ D_{пр 2} (D_{пч 3}, D_{пч 4}) \right\} \end{array} \right\},$$

$D_{КИ}$ – конструкторское извещение об изменении; $КД_{КК}$ – контрольная копия КД; $КД_{\partial 1}$ – экземпляр №1 КД; $D_{\partial \partial}$ – другие документы для проверки извещения; $D_{\partial з .ср}$ – докладная записка об отклонениях от сроков; $D_{сч 1}$ – служебная записка о переносе даты внедрения изменений на 1-е число месяца; $D_{\partial з .тех}$ – докладная записка о наличии отклонении технологичности конструкции; $D_{пр 1}$ – протокол о принятии решений по устранению отклонений технологичности конструкции; $D_{пч 3}$ – перечень разногласий между главными специалистами отделов; $D_{пч 4}$ – перечень разногласий между специалистами подразделений по вопросам согласования КД на технологичность; $D_{пр 2}$ – протокол о принятии решений разногласия между главными специалистами или специалистами подразделений.

2) «Разработка КД или составление извещения об изменении КД»:

$$A_2 = \left\{ \begin{array}{l} D_{вх} = \langle D_{ср 1}, D_{пч 5} \rangle \\ D_{вых} = \langle КД (\phi 7, D_{КИ} (КД_{з.сч.})), \\ КИБ = \langle D_{КИ}, D_{ТИ} \rangle \end{array} \right\}$$

$$\left\{ D_{ТИ}, D_{в.пр.}, D_{пр 6} \right\}$$

$$A_{21} = \left\{ \begin{array}{l} D_{вх} = \langle D_{КИ} (КД_{з.сч.}), D_{a 2}, D_{з.н\partial}, D_{пр 2}, \\ D_{вых} = \langle КД_{П}, КД_{КК}, КД_{К}, ТД \rangle \end{array} \right\}$$

$$\left\{ D_{р 1}, D_{расч}, D_{нар}, D_{пр 3}, D_{р 2}, D_{сч 3}, D_{р 3} \right\}.$$

Здесь A_{21} – внесение изменений в документацию; $D_{ср 1}$ – годовой план-график конструктивных улучшений технологической подготовки и развития производства; $D_{пч 5}$ – перечень причин изменений; $КД$ – конструкторская документация (рабочие чертежи и спецификации); $D_{ТИ}$ – технологическое извещение об изменении; $КД_{з.сч.}$ – замененные или добавленные листы спецификации; $\phi 7$ – форма 7001102 для получения нового кода материала или покупного изделия; $D_{в.пр.}$ – извещение об изменении ведомости применяемости; $D_{пр 6}$ – извещение об изменении нормативно-расцеховочной ведомости; $D_{a 2}$ – акт на восстановление подлинников или изготовление дубликата; $D_{з.н\partial}$ – заявка на выдачу подлинников для изготовления копии; $КД_{П}$ – подлинник КД (калька); $КД_{К}$ – копия КД; $ТД$ – техническая документация; $D_{р 1}$ – распоряжение об аннулировании или прекращении действия документа; $D_{пр 2}$ – приказ об аннулировании или прекращении действия документа; $D_{расч}$ – расцеховка ОГТ; $D_{нар}$ – наряд на изготовление копии КД; $D_{пр 3}$ – приказ на выдачу копий КД; $D_{р 2}$ – распоряжение на выдачу копий КД; $D_{сч 3}$ – служебная записка на выдачу копий КД; $D_{р 3}$ – разрешение на отступление от требований документов.

3) «Разработка технологической документации или составление извещения об изменении ТД» (A_3) состоит из следующих внутренних структурных элементов:

– разработка межцеховых технологических маршрутов (МТМ) изготовления ДСЕ и их корректировка (A_{31});

– разработка технологических процессов (ТП) (A_{32});

– разработка извещения об изменении ТП и внесение их в ТП (A_{33});

– разработка технологических паспортов на особо ответственные изделия, сборочные единицы и детали (A_{34});

– разработка норм расхода материалов и внесение в них изменений (A_{35})

и может быть представлена кортежем:

$$A_3 = \langle A_{31}, A_{32}, A_{33}, A_{34}, A_{35} \rangle$$

Раскрываем каждый структурный элемент модели:

$$A_{31} = \begin{cases} D_{\text{вх}} = \langle D_{\text{МТМ}} \rangle \\ D_{\text{вих}} = \langle D_{\text{в.пр}} \rangle \\ \text{КИБ} = \langle D_{\text{МТМ}} \rangle \end{cases},$$

$$A_{32} = \begin{cases} D_{\text{вх}} = \langle D_{\text{зр2}}, D_{\text{зр3}}, D_{\text{сл5}} (D_{\text{а3}}, D_{\text{об.з}}) \rangle \\ D_{\text{вих}} = \langle \text{ТП}, D_{\text{сл4}}, \text{ТД}_{\text{д}} \rangle \end{cases},$$

$D_{\text{МТМ}}$ – технологические извещения об изменении МТМ; $D_{\text{зр2}}$ – график разработки ТП; $D_{\text{зр3}}$ – график ТПП; $D_{\text{сл4}}$ – служебная записка с информацией по корректировке перечня вредных веществ; ТП – технологический процесс; $D_{\text{сл5}}$ – служебная записка о замене ТД на производственных подразделениях, которые пришли в негодность или были потеряны; $\text{ТД}_{\text{д}}$ – дубликат ТД; $D_{\text{а3}}$ – акт о списании (ТД, КД); $D_{\text{об.з}}$ – объяснительная записка.

$$A_{33} = \begin{cases} D_{\text{вх}} = \langle D_{\text{КИ}} (D_{\text{з.сн.}}, D_{\text{зр1}}) \rangle \\ D_{\text{вих}} = \langle \text{ТП}_{\text{з1}}, D_{\text{ТП}}, D_{\text{в.пр}}, D_{\text{пр6}} \rangle \\ \text{КИБ} = \langle D_{\text{КИ}} (D_{\text{з.сн.}}, D_{\text{ТП}}) \rangle \end{cases},$$

$$A_{34} = \begin{cases} D_{\text{вх}} = \langle D_{\text{ТП}} \rangle \\ D_{\text{вих}} = \langle \text{ПТ}, D_{\text{нч6}} \rangle \end{cases},$$

$\text{ТП}_{\text{з1}}$ – экземпляр (копия) №1 ТП; $D_{\text{ТП}}$ – технологическое извещение об изменении ТП; ПТ – паспорт технический; $D_{\text{нч6}}$ – перечень замечаний технической приемки сборочной единицы.

$$A_{35} = \begin{cases} D_{\text{вх}} = \langle \text{КД}, \text{ИМ}_{\text{пр}}, \text{ТУ}, D_{\text{з.ПНРМ}}^* \rangle \\ D_{\text{вих}} = \langle D_{\text{НРМ}}, M_{7024}, \text{ПНРМ}^* \rangle \\ \text{КИБ} = \langle M_{7024} \rangle \end{cases},$$

ТУ – технические условия на изготовление и поставку изделия; $\text{ИМ}_{\text{пр}}$ – инструкции и методические указания по расчетам норм расхода; $D_{\text{з.ПНРМ}}^*$ – заявка на выдачу ПНРМ (* выдается 1 раз в год); $D_{\text{НРМ}}$ – извещение норм расходов материалов на изделие; M_{7024} – макет 7024 – норм расхода материалов на изделие; ПНРМ^* – «Подетальные нормы расхода на серийное изделие» (* выдается по заявке 1 раз в год).

4) «Обеспечение технологичности конструкции изделия»:

$$A_4 = \begin{cases} D_{\text{вх}} = \langle D_{\text{зр1}}, D_{\text{нч5}} \rangle \\ D_{\text{вих}} = \langle D_{\text{КИ}} (D_{\text{бл}}, D_{\text{нч7}}) \rangle \end{cases},$$

$D_{\text{бл}}$ – бланк объема подготовки производства; $D_{\text{нч7}}$ – перечень замечаний по технологичности конструкции.

5) «Планирование, изготовление, контроль качества изготовления и внедрения технологической оснастки»:

$$A_5 = \begin{cases} D_{\text{вх}} = \langle D_{\text{зр1}}, D_{\text{зр2}}, D_{\text{зр3}}, D_{\text{нр1}}, D_{\text{сл.М}} \rangle \\ D_{\text{вих}} = \langle D_{\text{пл.в.}} (D_{\text{сл6}}, D_{\text{зр4}}), \\ \langle D_{\text{пл.р}} (D_{\text{сл7}}, \text{КД}, \text{ПТ}, D_{\text{ув}}) \rangle \end{cases},$$

$D_{\text{сл.М}}$ – предложение главного металлурга; $D_{\text{пл.в.}}$ – план выпуска инструментального производства; $D_{\text{пл.р}}$ – план работ инструментального производства; $D_{\text{сл6}}$ – служебная записка об изготовлении ТО для обеспечения ТПП на текущий период; $D_{\text{зр4}}$ – график проектирования, изготовления и внедрения ТО; $D_{\text{сл7}}$ – служебная записка на включение в план работ изготовление необходимого ТО; $D_{\text{ув}}$ – уведомление об изготовлении.

В случае изменения МТМ (A_5^i) структурная модель «планирование, изготовление, контроль качества изготовления и внедрения технологической оснастки» выглядит следующим образом:

$$A_5^i = \begin{cases} D_{\text{вх}} = \langle D_{\text{МТМ}} \rangle \\ D_{\text{вих}} = \langle D_{\text{сл8}}, D_{\text{нак}} (\text{КД}, \text{ПТ}), D_{\text{сл9}} \rangle \end{cases},$$

$D_{\text{сл8}}$ – служебная записка о передаче ТО согласно измененным маршрутам; $D_{\text{нак}}$ – накладная о передаче ТО; $D_{\text{сл9}}$ – служебная записка об изготовлении новой оснастки.

ВЫВОДЫ. В сложившихся условиях рыночной экономики, предприятие вынуждено оперативно проводить конструкторско-технологическую подготовку производства в достаточно узких временных рамках. Этого невозможно достичь без применения соответствующих средств автоматизации инженерного труда, без внедрения прогрессивных компьютерных технологий и систем автоматизированного проектирования, как для конструктора, так и для технолога. Причем, проблемы так и остаются нерешенными без внедрения специализированных подсистем решающих функциональные задачи поиска необходимой конструкторской, технологической документации и норм расхода материалов для просмотра, анализа, корректировки, контроля, проверки на технологичность, определения межцеховых технологических маршрутов, объемов подготовки производства и т.п.

Разработана структурная модель технологии управления документооборотом для технологиче-

ской подготовки производства на машиностроительном предприятии, позволяющая провести подробный анализ информационных потоков и разработку комплекса функциональных задач ТПП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артемов И.В. О необходимости внедрения автоматизированных систем технологической подготовки производства на крупном машиностроительном предприятии // Вестник национального технического университета «ХПИ» – 2005. – № 53. – С. 12–18.

2. Грувер М., Зиммерс Э. САПР и автоматизация производства. – М.: Мир, 1987. – 528 с.

3. Мухин А.А., Гонсалес-Сабатер А. Современным технологам – современные образовательные технологии // САПР и графика. – № 1. – 2005. – С. 4.

4. Integrated computer-aided manufacturing (ICAM) architecture. Part II. Volume iv–function mod-

eling manual (IDEF0) ICAM. IDEF. 9534-AF614-031. SoftTech. Inc. 460 Totten Poud Road, Waltham/ MA 02154USA.

5. Цыркков А.В. Методология проектирования в мультиплексной информационной среде. – М.: Всерос. науч.-исслед. институт межотраслевой информации, 1998. – 280 с.

6. ГОСТ 14.201–83. Единая система технологической подготовки производства. Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделия. Взамен ГОСТ 14.201–73; Введ. 1984–01–01. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 13 с.

7. Методика М 7.5.1–03. Технологическая подготовка производства (редакция 03). – ПАО «Кременчугский завод дорожных машин». – Кременчуг: Система менеджмента качества (ISO 9001), 2010. – 25 с.

STRUCTURAL MODEL OF MANAGEMENT TECHNOLOGY OF WORKFLOW FOR PRODUCTION PLANNING AT AN ENGINEERING PLANT

I. Shevchenko, S. Kochergina

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: s230389@rambler.ru

According to the results of engineering plant functioning analysis under the Ukrainian market economy conditions and use of IT technology in this field, it has been determined the necessity of the particular subsystems design that makes it possible to solve functional problems of searching for the required design and technological documentation and material consumption standards for view, analysis, adjustment, monitoring, checking for manufacturability, determination of the interdepartmental process routes, production output volumes development etc. Within the scope of these problems the structural model of technological control of workflow for production planning for public joint-stock company “Kremenchuk Plant of Road Machines” has been designed. Consequently, it allows structuring the problem considered and setting new tasks of production planning.

Key words: production planning, workflow, technology structure element, structural model of document management.

REFERENCES

1. Artemov, I.V. (2005) «On necessity of introduction of automated systems of technological production planning at large-scale engineering plant», *Vestnik of National Technical University «KPI»*, no. 53, pp. 12–18, Ukraine.

2. Grover, M., Zimmers, E. (1987), *SAPR and production automatization* [CAD and automation], Nauka, Moscow, Russia.

3. Mukhin, A.A., Gonzalez-Sabater, A. (2005) «Modern technology to modern educational technology», *CAD and graphics*, no. 1, p. 4.

4. Integrated computer-aided manufacturing (ICAM) architecture. Part II. Volume iv–function modeling manual (IDEF0) ICAM. IDEF. 9534-AF614-031. SoftTech. Inc. 460 Totten Poud Road, Waltham/ MA 02154USA.

5. Tsytkov, A.V. (1998), *Design Methodology in multiplex information environment* [Design methodology in the multiplex information environment], The All-Russian Research Institute for Interindustry Information (VIMI), Moscow, Russia.

6. GOST 14.201-83. Unified system for technological preparation of production. General Rules on the technological design of the product. Instead of GOST 14.201-73, enter. 1984-01-01, Publishing House of Standards, Moscow, (1983), p.13.

7. Technique M 7.5.1-03. Production planning (version 03), «Kremenchuk road-machinery plant», PJSC, Kremenchuk, Quality Management System (ISO 9001), (2010), Ukraine.

Стаття надійшла 16.04.2013.