

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА В МЕЛКОСЕРИЙНОЙ ИННОВАЦИОННО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ

Б.С. Дмитриевский, И.О. Савцова

ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

Рецензент д-р техн. наук, профессор В.Е. Подольский

Ключевые слова и фразы: инновационное изделие; математическая модель; техническая подготовка производства; функциональная модель.

Аннотация: Рассмотрена схема взаимосвязей подразделений в процессе технической подготовки производства в мелкосерийной инновационно-производственной системе. Приведена функциональная модель. Предложена математическая модель этапа технического проектирования изделия.

Введение

Ключевой особенностью мелкосерийных производств является непрерывный процесс подготовки новых изделий. Организация данного процесса является серьезной проблемой для каждого предприятия. Анализируя существующие системы технической подготовки производства (ТПП) [1–4], можно утверждать, что их целью является подготовка конкретного предприятия с его конкретными материальными и человеческими ресурсами к выпуску того или иного изделия.

Задачи, решаемые этими системами, сводятся к составлению маршрутных и технологических карт, расчету загрузки людей и оборудования, расчету потребностей и планированию запасов и т.п. Однако даже у самой функциональной системы есть существенный недостаток – отсутствие в программе ориентации на инновационную продукцию.

В отличие от обычных производств, где однажды освоенный (прошедший ТПП) продукт ставят в серийное или массовое производство, в мелкосерийной инновационной системе приходится постоянно проектировать новые изделия, обладающие инновационными характеристиками, и

Дмитриевский Борис Сергеевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Информационные процессы и управление», e-mail: ipu@ahp.tstu.ru; Савцова Ирина Олеговна – аспирант кафедры «Информационные процессы и управление», ТамбГТУ, г. Тамбов.

к каждому из них прорабатывать свою ТПП, целью которой является оптимальное по срокам и ресурсам обеспечение технологической готовности производства к изготовлению инновационных изделий в соответствии с требованиями рынка.

Функциональная модель ТПП

Каждая единица инновационной продукции уникальна по конструкции, выполняемым задачам и другим важным признакам. Единичный выпуск продукции обоснован тем, что каждое изделие изготавливается под конкретный заказ. Подготовка изделия к производству начинается только после заключения договора с покупателем.

Рассмотрим схему взаимосвязей подразделений в процессе ТПП.

Заключением договоров занимается отдел управления продаж (ОУП). Прежде чем заключить договор заказчик делает запрос на изготовление изделия. На основании запроса отдел управления продаж создает маршрутный лист и передает его последовательно в архив, затем:

- 1) отдел главного конструктора (ОГК) дает заключение о возможности изготовления заказа на предприятии;
- 2) отдел главного технолога (ОГТ) осуществляет предварительный расчет основных и вспомогательных материалов;
- 3) отдел главного сварщика (ОГС) осуществляет предварительный расчет материалов на сварку;
- 4) служба материально-технического снабжения (СМТС) представляет заключение о возможности приобретения требуемых материалов;
- 5) отдел стандартизации сертификации и разрешительной документации (ОССПиРД) выдает заключение о сертификации и разрешительной документации, недостающей нормативной документации (НД);
- 6) управление продаж проверяет возможность выполнения заявки и в положительном случае передает маршрутный лист далее;
- 7) в бюро нормирования труда и заработной платы, где осуществляется предварительный расчет трудоемкости;
- 8) отдел финансового анализа и бюджетирования (ОФАБ) осуществляет предварительный расчет себестоимости изделия, определяет отпускную цену.

Затем управление продаж составляет коммерческое предложение для потенциального заказчика на основании маршрутного листа. Одновременно в коммерческом предложении указываются сроки изготовления заказа и его стоимость.

Если заказчика устраивают условия изготовления, то происходит заключение договора. После подписания договора ОУП передает информацию о договоре отделу управления производством.

Графическое представление схемы взаимосвязей подразделений в процессе ТПП представлено в виде диаграммы потоков данных (рис. 1), из которой видно, какие данные из каких подразделений должны поступить в систему для осуществления технической подготовки производства, а также что является результатом ТПП, и куда эти результаты направляются.

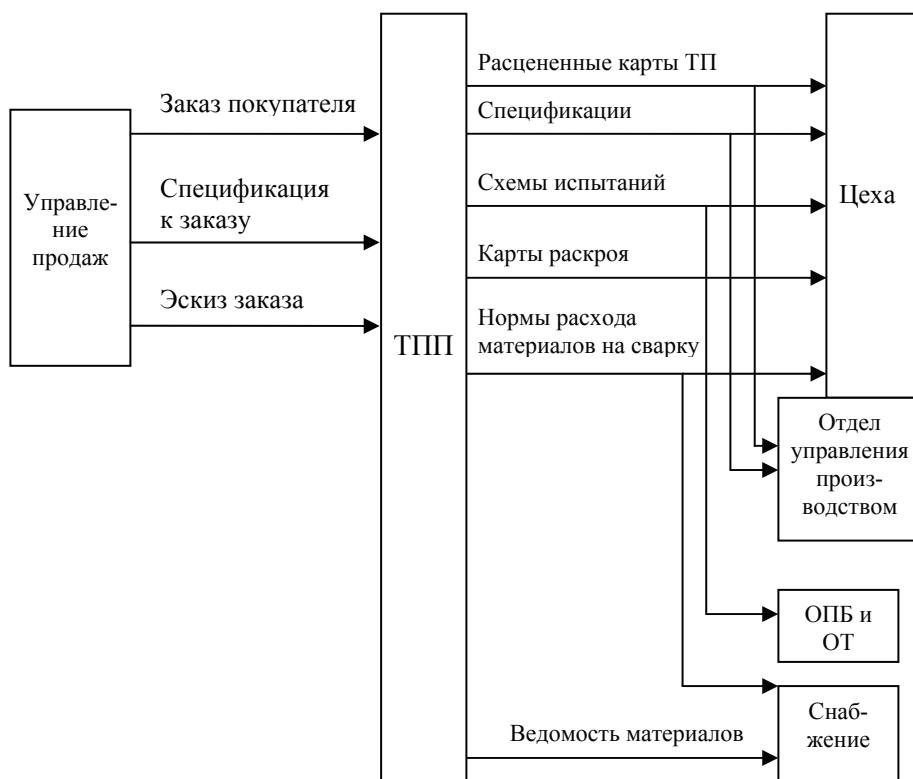


Рис. 1. Контекстная диаграмма «Техническая подготовка производства»
(ОПБ и ОТ – отдел промышленной безопасности и охраны труда)

Функциональная модель ТПП, отображающая структуру и функции процесса, а также потоки информации и материальных объектов, связывающие эти функции, представлена на рис. 2 в виде диаграммы IDEF0.

Техническую подготовку производства можно условно разделить на 4 этапа:

- планирование ТПП;
- проектирование изделия;
- нормирование;
- выбор и технологическое конструирование оснастки.

Математическая модель этапа технического проектирования изделия

Рассмотрим основную стадию – стадию проектирования изделия, которая состоит из разработки конструкторской документации (КД), осуществления технического контроля чертежей и технологической подготовки. Отдел главного конструктора на основании эскиза заказа и нормативных требований (ГОСТ, ОСТ, РД, СТП, нормали) разрабатывает чертежи, спецификацию на изделие, а также спецификации на упаковку, погрузку, ящики.

Основополагающей характеристикой изделия является его спецификация. Спецификация представляет собой структуру, состоящую из сущностей объекта, связанных между собой отношениями.

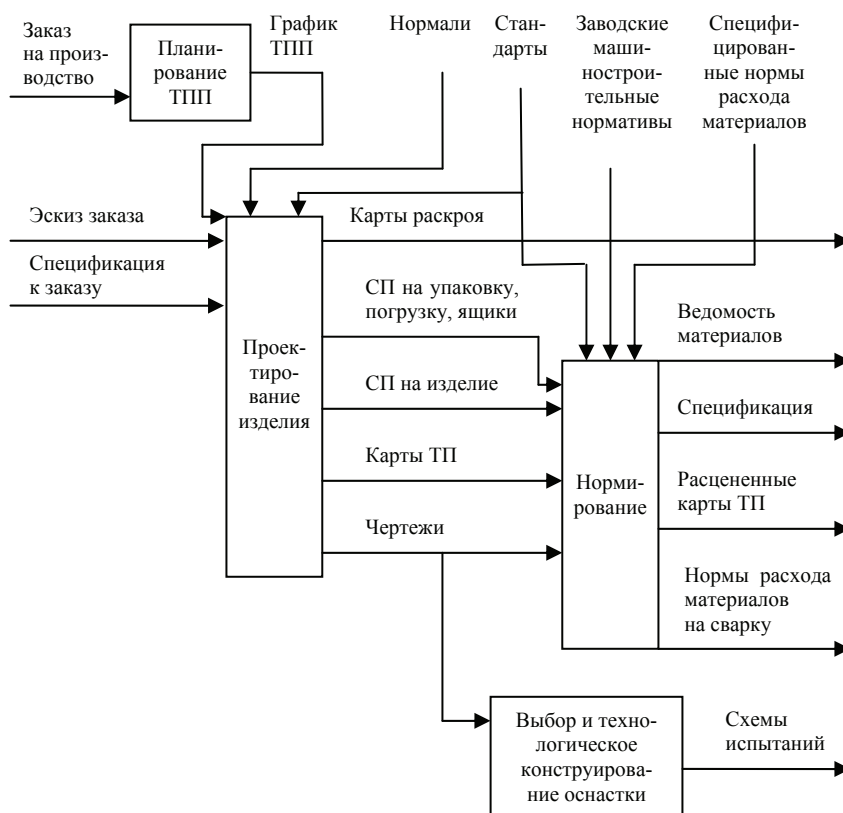


Рис. 2. Функциональная модель процесса ТПП
(СП – спецификация; ТП – технологические процессы)

Иными словами, структура отражает состав изделия в терминах естественной иерархии: изделие–узел–подузел–деталь–материал.

Это означает, что изделие представляет собой систему, система состоит из узлов, узлы – из подузлов, подузлы – из деталей, детали – из материалов. При этом не исключается прямая входимость элементов низших уровней непосредственно в состав элементов высших уровней. Например, некоторые детали могут входить непосредственно в изделие или узел и т.д.

Таким образом, техническое изделие можно представить в виде системы $I = (S, E, R)$, где S – исходные данные для проектирования технологического оборудования, изложенные в спецификации; E – все технологические узлы (структурные единицы), входящие в систему; R – связи между ними. Под связями подразумеваются сварочные швы, соединительные элементы, болты и т.п.

Тогда $S = \{RI, M, Y_1, Y_2, G\}$, где RI – размер изделия (его высота, длина, объем, диаметр и т.п.); M – материал, из которого требуется изготовить изделие; Y_1 – условия взаимодействия изделия с окружающей средой (температура, давление, влажность и т.п.); Y_2 – условия взаимодействия с рабочей средой; G – стандарты, которым продукция должна соответствовать.

Тогда все технологические узлы можно представить как $E_{1,\dots,k} = (D_{1,\dots,d}, C_{1,\dots,c})$, где $D_{1,\dots,d}$ – все детали узла; $C_{1,\dots,c}$ – соединительные элементы деталей (болты, гайки и т.п.). При этом следует отметить, что один узел (днище, конус и др.) всегда будет состоять из одних и тех же деталей и соединяться они между собой также будут всегда одинаково.

Все детали узла изготавливаются из определенного материала, то есть $D_{1,\dots,d} = \{M_{1,\dots,m}, N_{1,\dots,n}\}$, где $M_{1,\dots,m}$ – материал, из которого будет изготовлена деталь (нержавеющая или углеродная сталь, алюминий); $N_{1,\dots,n}$ – наименование заготовки из этого материала (труба, лист, круг и т.п.).

Между элементами системы можно указать два основных вида связи:

– связи позиционирования R^p – параллельность осей, совпадение поверхностей и т.д., которые однозначно определяют взаимное расположение элементов друг относительно друга;

– связи R^f , определяющие зависимость значений свойств элементов друг от друга.

Таким образом, общая математическая модель этапа технического проектирования изделия будет выглядеть следующим образом

$$I = f(S, E(D_{1,\dots,d}(M_{1,\dots,m}, N_{1,\dots,n}), C_{1,\dots,c}), R),$$

при следующих условиях:

1) установки значений на начальном этапе исходных данных для проектирования $S = \{RI, M, Y_1, Y_2, G\}$;

2) заполнения в базе данных справочника узлов, с указанием составляющих их деталей D и связей C для соединения между собой в узел;

3) описание зависимости размера узла и детали от заданного размера изделия RI ;

4) в справочнике деталей указание заготовки N для создания детали D ;

5) в свойствах детали указание оборудования, на котором она должна быть изготовлена.

Заключение

Разработанные модели процесса технической подготовки производства в мелкосерийной инновационно-производственной системе используются для создания автоматизированных систем управления технической подготовки производства в ООО «МОРШАНСКХИММАШ», специализирующегося на изготовлении минеральных удобрений, емкостного, теплообменного и колонного оборудования по индивидуальным проектам в химической, нефтехимической отраслях, в целлюлозно-бумажной промышленности, авиации, космической инфраструктуре, на атомных электростанциях. Модели используются для проведения многочисленных вариантов предварительных расчетов производственных заказов; подготовки конструкторской, технологической и планово-экономической документации по заказам в предельно сжатые сроки; обеспечения конструкторской и

технологической документацией производственных подразделений предприятия для опережающего запуска унифицированных и заимствованных узлов компонентов заказа в заготовительное и комплектующее производство. Это обеспечивает принятие технически и экономически обоснованных решений при заключении договоров предприятием и участии его в тендерах, государственных программах, в создании и внедрении инновационной продукции.

Список литературы

1. Втюрин, В.А. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Основы АСУТП : учеб. пособие / В.А. Втюрин. – СПб. : Изд-во С.-Петербург. гос. лесотехн. ун-та, 2006. – 152 с.
2. Дембовский, В.В. Автоматизация управления производством : учеб. пособие / В.В. Дембовский. – СПб. : СЗГУ, 2004. – 82 с.
3. Попов, П.М. Организация автоматизированных систем подготовки авиационного производства / П.М. Попов. – Ульяновск : Изд-во Ульян. гос. техн. ун-та, 2000. – 172 с.
4. Черкасов, Ю.М. Информационные технологии управления : учеб. пособие / Ю.М. Черкасов. – М. : ИНФРА-М, 2001. – 216 с.

Modeling of Technical Preparation of Production in Small-Scale Innovative Production System

B.S. Dmitriyevsky, I.O. Savtsova

Tambov State Technical University, Tambov

Key words and phrases: functional model; innovative product; mathematical model; technical preparation of production.

Abstract: The scheme of interrelations of divisions in the course of technical preparation of production in a small-scale innovative production system is considered, the functional model is given, the mathematical model of technical design of a product is offered.

© Б.С. Дмитриевский, И.О. Савцова 2013