

УДК 681.31 (075.8)

В.И. Малыгин¹, Л.В. Кремлева¹, В.Т. Харитonenko¹, И.Л. Вареников²

¹Филиал «Севмашвтуз» С.-Петербургского государственного морского технического университета

²ФГУП ПО «Севмаш»

Кремлева Людмила Викторовна родилась в 1967 г., окончила в 1989 г. Севмашвтуз, кандидат технических наук, зав. кафедрой автоматизированных систем технической подготовки производства филиала «Севмашвтуз» С.-Петербургского государственного морского технического университета. Имеет около 50 научных работ в области математического моделирования физических процессов при резании и автоматизации проектирования средств технологического оснащения.
E-mail: rector@sevmashvtuz.edu.ru



Вареников Игорь Леонидович родился в 1959 г., окончил в 1984 г. Севмашвтуз, начальник конструкторско-технологического отдела модельного производства ФГУП ПО «Севмаш». Область научных интересов – комплексная автоматизация конструкторско-технологической подготовки производства, организация и управление технологическими процессами и производствами.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО МОДЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА МЕТОДОЛОГИЮ АВТОМАТИЗАЦИИ ЕГО ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

Определена специфика деревомоделного производства; выполнен анализ производственной трудоемкости технологического процесса (ТП) изготовления деревянного модельного комплекта; обобщен и представлен в виде функциональной модели маршрут изготовления модельного комплекта; выделен состав основных технологических операций на основе функциональной декомпозиции ТП; намечены пути совершенствования конструкторско-технологической подготовки производства на основе сквозных методов автоматизированного проектирования.

Ключевые слова: модельный комплект, модельная древесина, технологический процесс, функциональная модель, производственная трудоемкость, автоматизация, конструкторско-технологическая подготовка производства.

Современные рыночные условия заставляют промышленные предприятия искать пути повышения эффективности производства, качества и надежности выпускаемой продукции, снижения затрат на разработку изделий, технологическую подготовку и планирование. Многие показатели качества закладываются на ранних этапах создания выпускаемой продукции, поэтому стоит остро проблема повышения эффективности проектной деятельности. Современные судостроительные предприятия имеют высокотехнологичные заготовительные производства, важнейшими из которых являются литейные цеха.

Основным материалом, из которого изготавливается формообразующая оснастка для мелкосерийных литейных производств, служит древесина. Деревянные модельные комплекты должны обеспечивать получение отливок с необходимыми показателями качества при оптимальных затратах на их изготовление.

Цель данной работы – снижение трудоемкости и повышение качества конструкторско-технологической подготовки модельного производства.

Деревообрабатывающее модельное производство является специфическим, поскольку фактически в одном цехе сосредоточены основные этапы жизненного цикла комплекта: конструкторско-технологические разработки – изготовление – хранение – ремонт – утилизация. В условиях единичного и мелкосерийного производства номенклатура изделий, как правило, велика и достаточно разнородна. Вследствие этого производство непрерывно находится в стадии технологической подготовки к выпуску очередного изделия. Следует отметить, что для получения отливки каждой новой детали конструируется и изготавливается новый модельный комплект. В связи с тем, что объем разрабатываемых конструкций и технологических процессов велик, проектирование зачастую ограничивается обобщенным эскизным маршрутным описанием.

Как объект проектирования, деревянный модельный комплект представляет из себя многокомпонентное изделие, каждый элемент которого конструктивно и функционально отличен от другого, и в свою очередь является сборной конструкцией (рис. 1).

Состав такого комплекта, размерно-точностные характеристики отдельных элементов (величина и распределение литейных припусков, количество стержней, прибылей, структура литниковой системы) определяет литейный технолог на основании чертежа детали. Конструкцию составных частей модельного комплекта, технологию их изготовления проектирует модельный технолог по чертежу отливки с нанесенной на нем литейной технологией. В его обязанности входит также материально-техническое нормирование производства. Концентрация задач конструкторской и технологической подготовки обуславливает необходимость внедрения сквозных методов автоматизации конструкторско-технологического проектирования, которые наиболее эффективно позволяют решать задачи оперативного планирования и управления с учетом технологических ограничений, накладываемых сложившейся организационной структурой модельного цеха.



Рис. 1. Обобщенный состав модельного комплекта

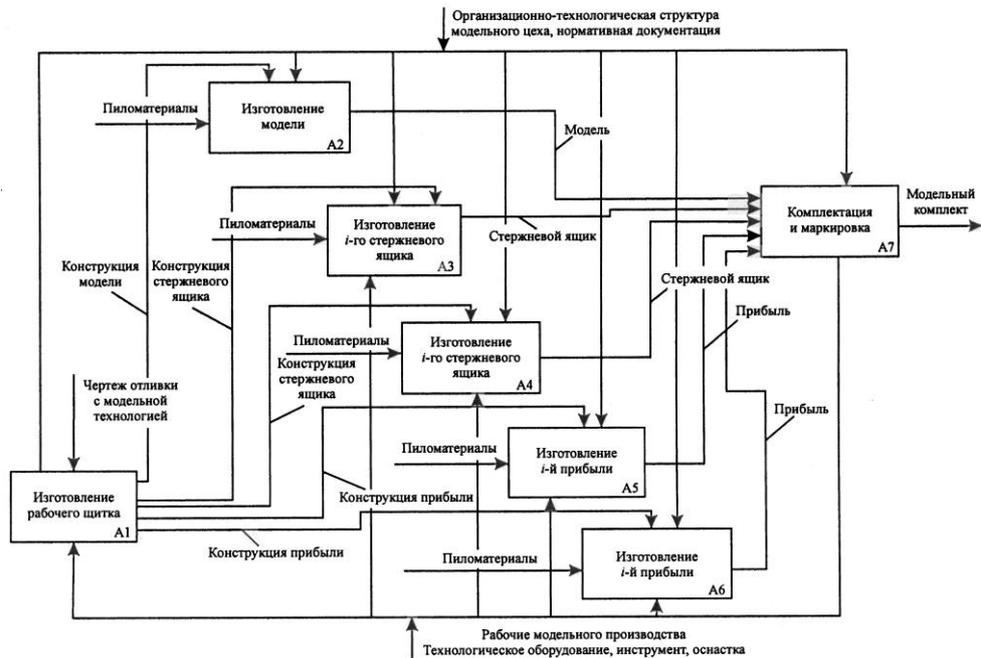


Рис. 2. Функциональная модель технологического процесса изготовления модельного комплекта

Анализ процессов изготовления модельных комплектов в условиях деревообрабатывающего производства ФГУП ПО «Севмаш» на основе функциональной декомпозиции технологических маршрутов показал, что особенностью рассматриваемых процессов является то, что каждому из элементов, изображенных на рис. 1, соответствуют индивидуальные технологические процессы изготовления, протекающие, как правило, в последовательно-параллельном режиме (рис. 2).

Существующая система нормирования производственной трудоемкости изготовления деревянных модельных комплектов на рассматриваемом производстве построена в соответствии с технологической декомпозицией (рис. 3), основанной на специализации рабочих участков по типу используемого оборудования, инструмента и оснастки. Под станочными работами понимаются заготовительные операции, связанные с раскроем пиловочного сырья (модельной древесины) и подготовкой основных поверхностей кроя для получения заготовок, под токарно-фрезерными – основные чистовые операции механической обработки формообразующих поверхностей элементов модельного комплекта, осуществляемые с помощью универсального оборудования и оснастки. Содержание модельных операций достаточно разнообразно и включает в себя вычерчивание проекций элементов модельного комплекта в натуральную величину (плазовые работы) и их разбиение

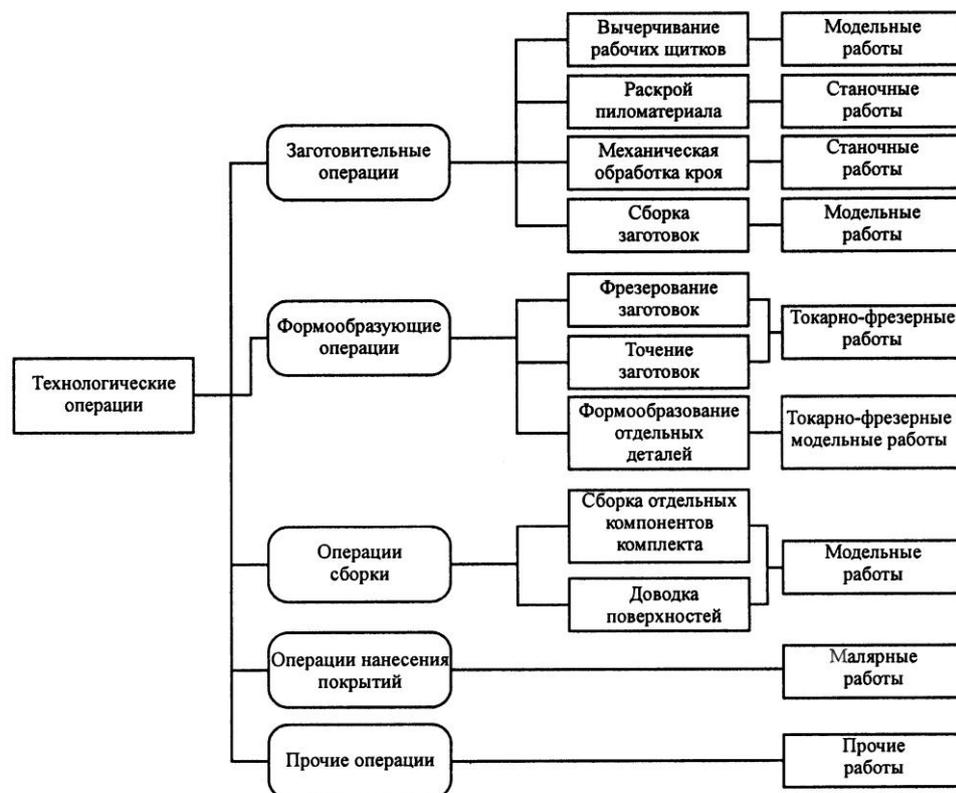


Рис. 3. Функциональная декомпозиция технологического процесса изготовления модельного комплекта, основанная на специализации рабочих мест

на заготовки, изготовление контрольно-измерительных шаблонов, сплачивание заготовок после раскроя, сборку моделей, доводку и контроль поверхностей, комплектацию и другие, как правило, ручные маломеханизированные операции. Модельные, станочные и токарно-фрезерные операции относятся к основным формообразующим технологическим операциям, которые связаны с превращением сырья в готовое изделие. Кроме вышеуказанных операций, обязательными являются малярные работы (окраска комплектов) и вспомогательные операции, связанные с транспортировкой сырья и/или полуфабрикатов, обслуживанием оборудования и оснастки.

Анализ производственной трудоемкости изготовления модельных комплектов производился на основе результатов выполнения годовых программ производства (выборочно по 4 годам) с использованием ежемесячных отчетов по техническому нормированию, бригадных планов-отчетов и карточек технического нормирования на отдельные работы (рис. 3). В табл. 1, 2 представлены усредненные годовые технико-экономические показатели, полученные в результате анализа.

Таблица 1

**Среднегодовая производственная трудоемкость изготовления
деревянных модельных комплектов**

Операции	Средняя трудоем- кость, нормо-ч/год	Среднеквадратичное отклонение	Коэффициент вариации
Модельные	43 356,50	5 681,6	0,13
Станочные	5 183,30	630,4	0,12
Токарно-фрезерные	27 671,30	3 716,7	0,13
Малярные	3 012,50	353,2	0,12
Прочие	29 379,75	5 811,6	0,19
Итого	108 603,30	15 573,0	0,14

Таблица 2

**Производные технико-экономические показатели деревообрабатывающего
модельного производства**

Показатель	Среднегодовое значение показателя	Среднеквадра- тичное отклонение	Коэффи- циент вариации
Трудоемкость технологических операций формообразования, нормо-ч/год	72 211	9 967	0,13
Средний расход модельной древесины, м ³ /год	1 836	406	0,22
Трудоемкость операций формообразования модельной древесины, нормо-ч/м ³	42,30	5,19	0,13

Примечание. Под технологическими операциями формообразования понимаются работы, непосредственно связанные с изменением формы и размеров материалов и заготовок (модельные, станочные и токарно-фрезерные операции).

Из табл. 1 видно, что трудоемкость обработки 1 м³ модельной древесины составляет в среднем 42 ч. Следует также отметить, что 87 % стоимости всех материалов (в том числе фанеры, лако-красочных материалов, крепежа и др.), идущих на изготовление модельных комплектов, приходится на стоимость модельной древесины.

Данные по структуре производственной трудоемкости изготовления модельных комплектов приведены на рис. 4, откуда следует, что наиболее трудоемкими являются модельные и станочные операции. Значительная доля времени рабочего-модельщика связана с выполнением работ по изготовлению рабочих щитков для определения необходимого количества пиломатериалов, планов раскроя и схемы сплачивания кроя в заготовки (щиты, кольца, коробки и др.), ручными операциями сборки, доводки и контроля поверхностей. Значителен объем станочных работ (черновых операций) на операциях раскроя и строгания пиломатериалов перед сплачиванием их в заготовки.

Данные, представленные в табл. 1, являются интегральными показателями, определяющими общую структуру трудоемкости изготовления модельных комплектов. Для оценки трудоемкости конкретных изделий были проанализированы 19 комплектов для отливок разной группы сложности. На рис. 5 представлена зависимость общей трудоемкости изготовления комплекта в зависимости от массы отливки. Коэффициенты корреляции между показателями трудоемкости по отдельным видам работ и массой отливки составили от 0,49 до 0,68.

Приведенный на рис. 5 график свидетельствует, что зависимость трудоемкости изготовления модельного комплекта от массы отливок не линейна, поскольку трудоемкость определяется еще составом комплекта, а также сложностью и технологичностью отдельных его элементов.

Снижение затрат и повышение эффективности производства в настоящее время связывают с автоматизацией его конструкторско-технологической подготовки, основными задачами которой в условиях мелкосерийного деревообрабатывающего производства являются:

разработка вариантов конструкций элементов модельного комплекта и отработка их на технологичность;

разработка маршрутно-операционных технологий изготовления;

определение необходимого количества материалов, прежде всего модельной древесины, с формированием карт раскроя;

нормирование трудозатрат;

формирование заявок на режущий и измерительный инструменты;

выпуск технологической документации.

Значимость этих задач в условиях единичного и мелкосерийного производства очень велика.

Известно, что при технологическом проектировании в машиностроении существуют два принципиально различных метода: метод анализа, или адресации технологических процессов (ТП), и метод синтеза. Первый основан на многоэлементных типовых (групповых) ТП, упорядоченных (по последовательности выполнения) набору описаний, достаточных для изготовления группы изделий с однородными конструктивно-технологическими признаками. Второй предполагает наличие локальных типовых технологических решений, на основании которых формируется индивидуальный технологический процесс.

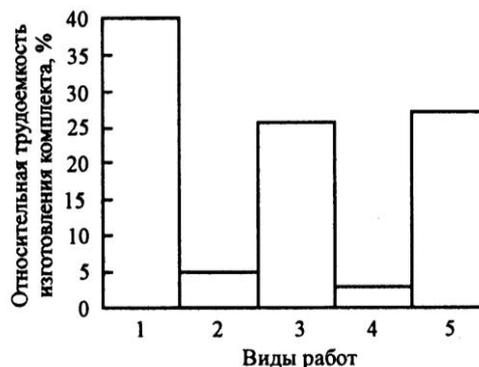


Рис. 4. Относительная производственная трудоемкость изготовления модельного комплекта по видам технологических операций: 1 – модельные (40,0 %), 2 – токарно-фрезерные (4,8 %), 3 – станочные (25,5 %), 4 – малярные (2,8 %), 5 – прочие (26,9 %)

Выбранный метод проектирования оказывает решающее воздействие на идеологию САПР ТП и во многом определяется уровнем унификации изделий. Модельное деревообрабатывающее производство характеризуется малым уровнем унификации, т.е. большим разнообразием моделей по формам и размерам. В этих условиях представляется целесообразным использование гибридного метода проектирования, согласно которому унификации, а следовательно, и

локальной типизации ТП должны быть подвергнуты заготовки для синтеза элементов модельного комплекта. Указанный подход определяет актуальность разработки адаптированного к конкретному производству конструкторско-технологического классификатора. В основе его лежит декомпозиция каждого элемента модельного комплекта на иерархические группы, однородные по конструктивно-технологическим особенностям модельных заготовок, из которых эти элементы могут быть синтезированы.

Поскольку любая проектно-конструкторская деятельность характеризуется прогнозным характером получаемых решений, в памяти специалистов накапливаются и увязываются информация и знания практически обо всем жизненном цикле изделия. В связи с этим система автоматизации проектирования должна базироваться на сквозных методах как инструментах трансляции конструкторско-технологической информации на стадии изготовления, эксплуатации и утилизации изделий, что позволит резко сократить сроки конструкторско-технологической подготовки производства к выпуску нового изделия и повысить его качество.

Таким образом, по результатам выполненного анализа можно сделать следующие выводы.

1. Высокая производственная трудоемкость обработки древесины при изготовлении модельных комплектов для литейного производства (в среднем около 42 нормо-ч/м³) обусловлена спецификой производства, подготовка которого построена на ручном, эскизном, весьма приближенном проектировании конструкций и технологий изготовления моделей. Это приводит к неточности материально-технического нормирования, нерациональному распределению работ и движению материалов по специализированным рабочим участкам.

2. В связи с мелкосерийностью и большой номенклатурой технологически разнородных изделий разработка САПР модельных комплектов и технологий целесообразна на основе метода синтеза индивидуального

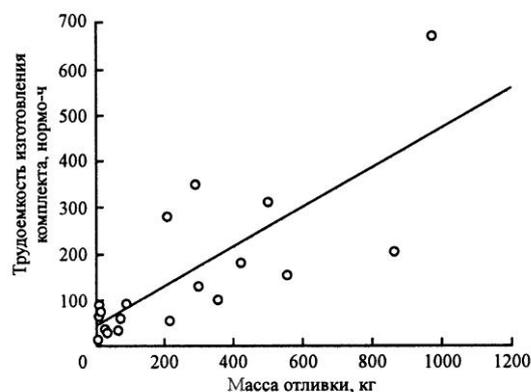


Рис. 5. Трудоемкость изготовления модельного комплекта в зависимости от массы отливки

технологического процесса, для чего необходима разработка адаптированного к конкретному производству конструкторско-технологического классификатора и системы кодирования изделий. Автоматизация ТП позволит снизить затраты и повысить качество выпускаемой продукции за счет оперативного принятия конструкторско-технологических решений на этапе подготовки производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Клебанер, В.Я.* Экономика и организация модельного производства [Текст] / В.Я. Клебанер. – Л.: Машиностроение, 1968. – 160 с.
2. Нормативы времени на модельные работы для единичного и мелкосерийного производства [Текст]. – М.: ЦБ промышленных нормативов по труду НИИ труда, 1974. – 176 с.
3. Типовой технологический процесс изготовления деревянных модельных комплектов для литейного производства [Текст]: производственное издание. – ФГУП ПО «Севмаш».

Поступила 20.10.09

V.I. Malygin¹, L.V. Kremleva¹, V.T. Kharitonenko¹, I.L. Varenikov²

¹ Branch of Saint-Petersburg State Marine Technical University, Sevmashtuz

² Federal State Unitary Enterprise «PA SEVMASH»

Influence of Engineering-and-economical Performance of Woodworking Model Enterprise on Automation Methodology of its Manufacturing System

The specific character of woodworking model enterprise is defined; the analysis of industrial labor process of manufacturing a wooden model set is carried out; the production procedure of the model set manufacturing is summarized and presented in the form of a functional model; the basic technological operations are identified based on functional decomposition of manufacturing process; the ways of improving the design-technological preparation of manufacturing are outlined based on the cross-cutting methods of computer-aided design.

Keywords: model set, model timber, manufacturing process, functional model, industrial labor process, automation, design-technological preproduction.
