

УДК 69.057:69.056.55

**Г. Н. ТОНКАЧЕЕВ**

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

## **СИСТЕМА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОСНАСТКИ**

Рассмотрена система функциональных модулей строительной оснастки, построенная по принципу совмещенной модели в виде матрицы «функция – элемент», позволяющей решать проблему формирования и создания новых комплектов строительной оснастки.

**система, модуль, модель, функция, формирование, комплект, оснастка**

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

В современных условиях для многих строительных предприятий и проектных фирм на первый план выдвигаются задачи разработки новых и совершенствования существующих средств оснастки. Сдерживающим фактором в повышении эффективности возведения сборных и сборно-монолитных зданий является хаотичный подход в принятии решений по формированию комплектов строительной оснастки. Процесс формирования перенасыщен беспорядочным потоком информации и характеризуется стихийным бессистемным выбором приспособлений.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Уровень использования оснастки в строительстве свидетельствует о том, что существует множество проблем, связанных с поиском, обработкой и отбором информации, которая накопилась за многие годы в этой области [1, 2].

В работе [3] приведены результаты проведенных работ по систематизации, отбору существующих и разработке новых видов строительной оснастки для монтажа сборных конструкций многоэтажных промышленных и гражданских зданий. Рекомендуются комплектовать оснастку по видам конструктивной системы возводимых зданий.

Известно предложение проектирования технологической оснастки комплектами (семействами), которые бы охватывали монтаж конструкций в требуемом диапазоне их размеров и масс, что напоминает процесс нормализации, то есть систематизацию информации и сведение ее в нормализованные таблицы [4]. Путь создания системы оснастки готовыми комплектами (семействами) схож с путем создания всеобъемлющей номенклатуры строительной оснастки и также приводит к хаосу.

### **ЦЕЛЬ**

Создание системы формирования и выбора комплектов строительной оснастки.

### **ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ**

Для решения основной проблемы из множества различных структур конструкций приспособлений формируется общая структура функциональных модулей в виде системы и подсистем. В результате были выявлены и отобраны наиболее значимые для построения модульной системы функции оснастки в виде двухуровневой структуры. Для расширения системы рассматриваются элементы второго уровня, которые раскладываются по технологическим признакам до третьего уровня и считаются для внешних функций как неделимые функции.

На основе общей функциональной структуры строительной оснастки, а также на основе анализа состава элементов конструктивно-технологических решений приспособлений построена совмещенная модель в виде матрицы «функция – элемент» для определения возможности выделения функциональных модулей по принципу создания конструктивных функциональных структур технических объектов по методике [5].

Для выполнения отдельных операций технологического процесса существует определенный тип функционального модуля, который может быть представлен в виде абстрактной модели из элементов и функций.

Каждая из подгрупп главных функций приспособлений может быть разделена на функции в зависимости от структуры процесса, этапов и зон выполнения операций. Например, для функции  $f_{1.1}$  – «ограничивать конструкцию» будет справедливо следующее множество.

$$f_{1.1} = \{f_{1.1.1}, f_{1.1.2}\}, \quad (1)$$

где  $f_{1.1.1}, f_{1.1.2}$  – соответственно функции «ограничивать конструкцию» при наведении в зоне посадки и при посадке в зоне опор (функции оснастки относятся к первой группе первой подгруппе функций).

Подобно подгруппе функции «ограничивать конструкцию» другие подгруппы функции  $f_{1.2}, f_{1.3}, f_{1.4}$  группы  $F_1$  также могут быть представлены в виде соответствующих множеств (табл.).

**Таблица** – Структура функций группы  $F_1$  и функциональных модулей  $M_j$

		Функции		Модули $M_j$	
$F$	Подгруппы	Индекс и содержание функции		Инд.	Наименование
$F_1$	$f_{1.1}$ – ограничивать конструкцию	$f_{1.1.1}$	при подаче и наведении конструкций в зону посадки	$M_{1.1}$	Модули ограничители
		$f_{1.1.2}$	при посадке конструкций в зону опор	$M_{1.2}$	
	$f_{1.2}$ – фиксировать конструкцию	$f_{1.2.1}$	с последующей выверкой конструкций	$M_{1.3}$	Модули фиксаторы
		$f_{1.2.2}$	без выверки конструкций	$M_{1.4}$	
	$f_{1.3}$ – перемещать конструкцию	$f_{1.3.1}$	на подвесе при наведении и посадке	$M_{1.5}$	Модули манипуляторы
		$f_{1.3.2}$	на опорах при посадке и закреплении	$M_{1.6}$	
	$f_{1.4}$ – удерживать конструкцию	$f_{1.4.1}$	на подвесе при подаче, наведении и посадке	$M_{1.7}$	Модули держатели
		$f_{1.4.2}$	на опорах при выверке и фиксации	$M_{1.8}$	
		$f_{1.4.3}$	при усилении конструкций	$M_{1.9}$	

Подгруппа функций  $f_{1.1}$  – «ограничивать конструкцию».

Рассматривая первую подгруппу функций  $f_{1.1}$ , следует отметить, что эта операция связана с использованием основного монтажного оборудования системы подъемно-транспортных машин – строительных грузоподъемных кранов, подъемников, домкратов, лебедок, мачт, тележек и специальных установщиков.

Для принудительных способов монтажа предусматривается перемещение конструкций по горизонтальным, наклонным и вертикальным направляющим, и чаще всего перемещения выполняются с использованием технологической оснастки, которая ограничивает свободу перемещений монтируемых конструкций в одной или нескольких плоскостях пространства.

При возведении сборных и сборно-монолитных зданий и сооружений наиболее часто используются методы перемещения конструкций и ТО монтажными кранами с гибкой подвеской монтируемых конструкций на канатах полиспастов лебедок кранов.

Существует возможность роботизации процесса монтажа строительных конструкций с использованием свободного их перемещения кранами с наложением ограничений на конечной стадии перемещения конструкций на опоры. То есть конструкции перемещаются в зону монтажа (зона наведения – 1...3 м от опор) грузоподъемными кранами на гибкой подвеске свободно и в дальнейшем включается в работу специальные приспособления, которые доводят конструкцию до проектного положения.

Первая часть монтажного процесса – это свободное или ограниченное перемещение конструкций в зону установки, которую иногда характеризуют как подача и наведение конструкций в зону посадки.

Вторая часть процесса – это перемещение конструкций в зоне посадки на опоры, в заданное положение с наложением или без наложения ограничений, характеризуемая как посадка монтируемой конструкции на опоры. Соответственно для этих частей процесса выделяется два типа модулей ограничителей.

Первый тип модулей  $M_{1,1}$  предназначен для реализации функции  $f_{1,1,1}$  – «ограничение перемещения конструкций при подаче в зону наведения и при наведении объекта в зону посадки». Этот тип модулей ограничителей не обеспечивает проектное положение монтируемой конструкции и предназначен для ограничения перемещений конструкций в пространстве с достаточно большими допусками относительно посадочных габаритов конструкций, то есть ограничивает грубо.

Второй тип модулей  $M_{1,2}$  предназначен для реализации функции  $f_{1,1,2}$  – «ограничение перемещения конструкций при посадке в зону опор». Этот тип модулей ограничителей обеспечивает близкое или точное проектное положение монтируемой конструкции и предназначен для ограничения перемещений конструкций в пространстве с достаточно малыми допусками относительно посадочных габаритов конструкций, то есть ограничивает точно.

Подгруппа функций  $f_{1,2}$  – «фиксировать конструкцию».

Процесс установки монтируемых конструкций завершается выполнением функции «фиксировать конструкцию» – действиями по закреплению монтируемой конструкции на опорных поверхностях ранее установленных конструкций или на опорах технологической оснастки. Назначение фиксации – исключение возможности смещения монтируемых конструкций или оснастки при выполнении последующих операций процесса.

На этой стадии процесса возможно предварительное грубое или точное ограничение положения конструкций при посадке. Характер ограничения при фиксации отличается от предыдущих действий, поскольку отсутствуют перемещения, а ограничивается выход осей и граней конструкций за поля допусков, то есть средства оснастки обеспечивают точность позиционирования (базирования) конструкций относительно опорных баз. В этом случае фиксаторы можно рассматривать как базовые поверхности приспособлений с замками и зажимами.

Для различных способов монтажа строительных конструкций или установки приспособлений, выполняющей функцию «фиксировать объект», структура модулей  $M_{1,j}$  изменяется в зависимости от того, в какой последовательности в процессе монтажа конструкций выполняются выверка (манипуляция) и закрепление монтируемых конструкций на опорах.

Первый тип модулей включает фиксаторы  $M_{1,3}$ , предназначенные для реализации функции  $f_{1,2,1}$  – «фиксировать конструкцию с последующей выверкой». Такие модули используются, когда допускают возможность изменения положения смонтированных объектов после фиксации или выверка смонтированных конструкций уже выполнена, или в ней нет необходимости, то есть модули, регулирующие положение конструкций, выполнили свои функции, после чего выполнена функция фиксации. Модули допускают малые перемещения конструкций, обеспечивая их доводку до совмещения осей и поверхностей при сборке и соединении. Эти модули, как правило, объединены в одной сборке с модулями манипуляторами, но по правилам построения систем выделены в отдельный тип.

Второй тип модулей оснастки включает фиксаторы  $M_{1,4}$ , предназначенные для реализации функции  $f_{1,2,2}$  – «фиксировать конструкцию без выверки», то есть модули предусматривают предварительное их позиционирование на опорах с учетом проектных осей конструкций и опор. После установки на них или прижима к ним монтируемые конструкции автоматически принимают проектное положение в пространстве здания. Такие приспособления в строительстве известны как приспособления для безвыверочных методов монтажа и методов самофиксации конструкций [4].

Подгруппа функций  $f_{1,3}$  – «перемещать конструкцию».

Модули оснастки, выполняющие функцию «перемещать конструкцию»  $M_{1,j'}$  классифицируются в зависимости от того, в какой зоне и на какой стадии процесса реализуется эта функция.

Первый тип модулей  $M_{1,5}$  включает манипуляторы конструкций, предназначенные для реализации функции  $f_{1,3,1}$  – «перемещать конструкцию на подвесе крана при наведении и посадке», то есть модули выполняют изменение положения монтируемых конструкций или оснастки в пространстве при подаче в зону наведения, при наведении и посадке. Модули для крановых методов монтажа выполняют действия по манипуляции монтируемой конструкции на подвесе крана.

Второй тип модулей  $M_{1,6}$  включает манипуляторы конструкций, предназначенные для реализации функции  $f_{1,3,2}$  – «перемещать конструкцию на опорах при посадке и закреплении», то есть модули обеспечивают изменение положения монтируемых конструкций в пространстве на опорах при посадке и закреплении. При этом могут накладываться ограничения или предусматривается свободное перемещение в зоне наведения без наложения ограничений. Модули манипуляторы выполняют

малые перемещения монтируемых конструкций на опорах, характерных для выполнения операции «посадка» и «выверка» монтируемых конструкций.

Подгруппа функций  $f_{1.4}$  – «удерживать конструкцию».

Модули, выполняющие функцию «удерживать конструкцию»  $M_{1.7}$ , обеспечивают устойчивое положение монтируемых конструкций и их элементов в пространстве в момент подачи, перемещения, при установке и закреплении на опорах. Чаще всего эти модули исполняют роль базового элемента при образовании различных компоновок функциональных модулей.

Модули держатели первого типа  $M_{1.7}$  предназначены для выполнения функции  $f_{1.4.1}$  – «удерживать конструкцию на подвесе крана при подаче, наведении и посадке». К ним относятся элементы грузозахватных приспособлений, предназначенных для удерживания перемещаемых в пространстве конструкций в устойчивом положении близком к опорному проектному положению при подаче, наведении и посадке.

Модули держатели второго типа  $M_{1.8}$  предназначены для выполнения функции  $f_{1.4.2}$  – «удерживать конструкцию на опорах при выверке и фиксации». К ним относятся элементы приспособлений для временного закрепления или удерживания монтируемых конструкций или оснастки на опорах в момент манипулирования до момента устройства постоянных проектных соединений с опорами, а также при транспортировании конструкций различными видами транспорта, при складировании и укрупнительной сборке.

Для обеспечения жесткости и прочности строительных конструкций и частей зданий и сооружений, которые не удовлетворяют соответствующим требованиям устойчивости в процессе монтажа, используются модули третьего типа  $M_{1.9}$ , предназначенные для выполнения функции  $f_{1.4.3}$  – «удерживать и усиливать конструкцию».

## ВЫВОДЫ

Выполненные исследования структуры функций взаимодействия оснастки с монтируемой конструкцией, с людьми, оснастки с оснасткой, а также исследования строительной оснастки позволили выделить из структуры конструктивно-технологических решений приспособлений узлы, отвечающие за выполнение главных функций технологического процесса, и определить перечень возможных функциональных модулей. В результате создана система функциональных модулей, которые позволяют решить проблему формированию комплектов строительной оснастки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боксер, И. Б. Пути совершенствования проектирования монтажной оснастки [Текст] / И. Б. Боксер // Промышленное строительство и инженерные сооружения. – К. : Будивельник, 1988. – № 1 (148). – С. 25–26.
2. Сухачев, В. П. Средства малой механизации для производства строительного-монтажных работ [Текст] / В. П. Сухачев, Р. А. Каграманов. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Стройиздат, 1989. – 384 с. : ил. – (Справочник строителя).
3. Каграманов, Р. А. Технологическая оснастка для монтажа многоэтажных промышленных и гражданских зданий [Текст] / Р. А. Каграманов, В. И. Привин. – М. : ВНИИИС Госстроя СССР, 1983. – 49 с.
4. Привин, В. И. Разработка комплексных технологий возведения многоэтажных каркасных зданий [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.08 / Привин В. И. – М., 2000. – 166 с.
5. Половинкин, А. И. Основы инженерного творчества [Текст] : учебн. пособ. для студ. вузов / А. И. Половинкин. – [3-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Машиностроение, 1988. – 368 с.

Получено 14.10.2013

Г. М. ТОНКАЧЕВ

СИСТЕМА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ БУДИВЕЛЬНОЙ ОСНАСТКИ

Київський національний університет будівництва і архітектури

Розглянуто систему функціональних модулів будівельної оснастки, побудовану за принципом суміщеної моделі у вигляді матриці «функція – елемент», що дозволяє вирішувати проблему формування і створення нових комплектів будівельної оснастки.

**система, модуль, модель, функція, формування, комплект, оснастка**

GENNADY TONKACHEEV  
THE SYSTEM FUNCTIONAL MODULES TOOLS CONSTRUCTION  
Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture

The system of functional modules snap construction, built on a combined model in a matrix «function – element» that can solve the problem of the formation and development of new sets of construction equipment.  
**system, module, model, function, development, kit, tools**

**Тонкачев Геннадій Миколайович** – професор кафедри технології будівельного виробництва Київського національного університету будівництва і архітектури, член-кореспондент Академії будівництва України. Наукові інтереси: створення та впровадження функціонально-модульної системи формування комплектів будівельної оснастки. Розробка ефективних технологій зведення каркасних збірних і збірно-монолітних будівель та споруд, створення системи пристроїв і способів для їх здійснення.

**Тонкачев Геннадий Николаевич** – профессор кафедры технологии строительного производства Киевского национального университета строительства и архитектуры, член-корреспондент Академии строительства Украины. Научные интересы: создание и внедрение функционально-модульной системы формирования комплектов строительной оснастки. Разработка эффективных технологий возведения каркасных сборных и сборно-монолитных зданий и сооружений, создание системы устройств и способов для их возведения.

**Tonkacheiev Gennady** – Professor, Department of Construction Technologies, Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, corresponding member of the Ukrainian Academy of Construction. Scientific interests: the creation and implementation of functional modular system of forming sets of construction equipment. Development of efficient construction technologies of prefabricated timber frame and prefabricated monolithic buildings and structures, creating a system of devices and methods for their construction.